

LE QUATERNAIRE MAROCAIN

ETAT DES ETUDES

Fiches d'auteurs et annotations bibliographiques regroupées

par

G. BEAUDET

Faculté des Lettres - R a b a t

Avec la collaboration de

A. RUELLAN

O.R.S.T.O.M. - RABAT

Août 1969

La réunion du Congrès de l'Association Internationale pour l'étude du Quaternaire constitue une occasion de choix pour tenter de dresser un tableau de nos connaissances et de nos incertitudes concernant le Quaternaire marocain.

Les travaux relatifs au Quaternaire marocain représentent en effet aujourd'hui une véritable somme de notes, d'articles et d'ouvrages souvent dispersés, devant lesquels le chercheur non familiarisé avec le Maroc peut à bon droit demeurer perplexe, tant sont variées les descriptions et tant sont parfois contradictoires les interprétations proposées.

Il est vrai que, compte tenu de son étendue relativement modeste, le Maroc est un champ d'observation privilégié qui d'ailleurs, en dépit de l'activité des chercheurs qui s'y sont succédés depuis un demi-siècle, demeure encore incomplètement exploré en ce qui concerne l'étude du Quaternaire.

La variété des descriptions et des interprétations tient d'abord à la vigueur des contrastes topographiques qui opposent l'ossature des chaînes montagneuses aux bas-pays.

Au Sud, l'Anti Atlas est un assemblage complexe de plateaux, de crêtes structurales, de couloirs d'érosion et de massifs façonnés dans les affleurements du socle précambrien africain et dans sa couverture de sédiments primaires variés ; étalé sur plus de 400 km, l'ensemble montagneux atteint 2530 m au Sud et 2712 m au NE.

L'Anti Atlas s'accrole par le massif volcanique du Siroua (3300 m) à l'énorme chaîne WSW-EHE du Haut Atlas où une tectonique énergique, d'âge surtout tertiaire, fait culminer à l'W les terrains résistants des tréfonds précambrien et hercynien (4165 m au J. Toubkal) que prolongent vers l'E les plis alignés de calcaires secondaires (4070 m au J. Mgoun et 3760 au J. Ayachi) se continuant en direction de la frontière algérienne par les hautes plaines et les crêtes étroites du Tamlelt.

Du Haut Atlas central diverge vers le NE le Moyen Atlas, constitué de dolomies, de calcaires et de marnes du Secondaire ; à l'W, de hauts plateaux karstiques (1200-2000 m) sont doucement ondulés tandis qu'à l'E se dressent des plis et des crêtes structurales atteignant 3340 m au J. Bou Nassere.

Enfin, au Nord, l'édifice tertiaire et charrié du Rif borde la Méditerranée. A l'Ouest et au centre, des petits massifs isolés et des crêtes parallèles (2450 m au J. Tidirhine) dominant des vallées très profondes, alors qu'à l'Est de larges bassins alternent avec des rides étroites.

Les arcs accolés de l'ossature montagne commencent de bas-pays très variés.

A l'Ouest, dans l'amphithéâtre limité par le Rif, le Moyen Atlas et le Haut Atlas occidental, moyennes montagnes, plateaux et plaines se succèdent. Les trois affleurements du socle hercynien - Jbilète, Rehamna et Plateau central - sont nivelés par des surfaces d'érosion étagées ou façonnées en barres et en cuvettes appalachiennes. Entre Rehamna et Plateau central, les tables calcaires crétacées et éocènes du Plateau des Phosphates s'inclinent au Sud vers la dépression subsidente du Tadla et de la Bahira. Au Sud des Jbilète, la cuvette du Haouz

est dominée par les cimes du Haut Atlas occidental. Au NW, les tables calcaires plio-villafranchiennes du Saïss commandent la plaine quaternaire du Rharb dont la plaine du Souss, enserrée entre le Haut Atlas et l'Anti Atlas occidentaux, constitue l'équivalent méridional. Enfin, entre Rharb et Souss, la frange des bas plateaux littoraux de la Messeta côtière est découpée par les entailles étroites des oueds issus de l'arrière pays.

Le Rif oriental, le Moyen Atlas et l'extrémité est du Haut Atlas dominent un autre ensemble de bas pays drainé par la Moulouya. A l'Est, les Hauts Plateaux font se succéder des bombements du socle hercynien et des tables calcaires trouées par endroits des dépressions fermées des chotts. Entre Hauts Plateaux et Moyen Atlas, le large sillon des terrains récents de la Moulouya est façonné à l'amont en une succession remarquable de glacis étagés, tandis qu'à l'aval ses basses plaines aux sols colorés sont dominés par le petit massif d'affleurement primaires et secondaires des Beni Snassène, ultime prolongation vers le NE du Moyen Atlas.

Enfin, au Sud de l'Anti Atlas et du Haut Atlas oriental, commence le Sahara. Le plus souvent s'impose l'austère paysage des hamadas, plateaux rigides armés par des calcaires crétacés, tertiaires ou villafranchiens, surplombant de leurs corniches verticales la vallée du Drâa à l'Ouest et la dépression complexe du Tafilalet au NE. Vers le SE, les hamadas s'inclinent et disparaissent bientôt sous les champs de dunes des ergs sahariens.

L'ossature montagneuse délimite aussi des domaines bioclimatiques et morphogénétiques bien différents à l'intérieur du Maroc, ce pays privilégié bordant à la fois l'Atlantique, la Méditerranée occidentale et le Sahara. La plupart des variétés du climat méditerranéens sont ici représentées.

Exposés aux vents pluvieux hivernaux provenant surtout des secteurs ouest et nord-ouest, les parties occidentales des montagnes sont bien arrosées, surtout au Nord. Les crêtes du Rif central et occidental reçoivent au moins 1500 mm d'eau par an et la neige persiste plus de deux mois sur les hauteurs du J. Tidirhine. L'enneigement peut aussi durer plusieurs semaines sur les chaînons du Moyen Atlas oriental et sur les plateaux du Moyen Atlas occidental, qui enregistrent souvent 1000 mm de précipitations par an. Situé plus au Sud, le Haut Atlas occidental est moins arrosé (entre 500 et 1000 mm par an) mais la forte altitude de ses crêtes permet là encore une longue durée du tapis neigeux. Dans ces montagnes, la conjugaison du froid hivernal et de précipitations abondantes permet l'existence d'un cortège de processus morphogénétiques actuels particuliers. Sur les sommets calcaires surtout, la gélivation débite de nos jours encore les roches et fait saillir des pipkrakes des dépôts terreux. En altitude, l'eau de fonte des neiges ruisselle au printemps et entraîne les fractions fines des formations superficielles. Plus bas, la solifluxion oeuvre, déclenchant des coulées longues de plusieurs kilomètres dans le Rif occidental où le couvert de chênes, pourtant dense, ne parvient pas à fixer les dépôts.

Les bas pays du NW, de Tanger à Casablanca et de Taza au Sud du Plateau central, ne connaissent pas d'hiver rigoureux mais reçoivent encore entre 400 et 800 mm d'eau par an, pluviosité suffisante pour qu'à l'état naturel existe partout une couverture serrée d'arbres ou d'arbustes. Les différences d'humidité, l'inégale dégradation anthropique et les contrastes des expositions font que dans ces pays la répartition des processus morphogénétiques est extrêmement nuancée. Dans les régions et sur les versants humides, la solifluxion et la reptation particulière s'associent et les sols continuent d'évoluer.

Les pentes plus sèches ou défrichées sont au contraire modelées par le ruissellement diffus ou le ravinement qui font disparaître les sols.

Bien que situées de part et d'autre de l'arc montagnard, les cuvettes du Tadla et du Haouz, à l'Ouest, et les plaines de la Moulouya, à l'Est, offrent bien des ressemblances du point de vue climatique. La situation d'abri et la continentalité exagèrent les températures minimales et hivernales et sont aussi responsables des faibles précipitations : le plus souvent de 200 à 300 mm d'eau par an seulement. La steppe est la formation végétale actuelle caractéristique de ces régions, constituée de jujubiers à l'Ouest, d'armoïse et d'alfa à l'Est. Dans ces milieux arides dépourvus d'une couverture végétale continue, le ruissellement est le processus le plus habituel, renforcé sur les piedmonts des hautes montagnes bordières par des eaux fluviales abondantes. Mais en dépit de cette activité morphogénétique, les sols et les dépôts hérités sont presque partout présents et souvent enrichis.

Enfin, au Sud du Haut et de l'Anti-Atlas, les conditions désertiques apparaissent : les précipitations, fort irrégulières, sont partout inférieures à 100 mm par an. Dans ces régions de temps à autre parcourues par les crues violentes des oueds, le ruissellement est encore actif bien qu'il ne s'exerce que de loin en loin. Au SE surtout, les processus éoliens l'emportent et continuent de déplacer les dunes.

Un cadre aussi varié ne pouvait qu'attirer les chercheurs, et l'on possède maintenant des descriptions de dépôts et de formes quaternaires dans la plupart de ces régions naturelles.

En outre, le long développement des côtes atlantique et méditerranéenne, où les sédiments littoraux hérités sont le plus souvent bien conservés en raison de leur grésification, a permis de relever de nombreuses coupes du Quaternaire marocain, particulièrement là où les "plages soulevées" s'étagent en gigantesques gradins. Ainsi, une stratigraphie du Quaternaire atlantique marocain a pu être définie, réplique de la classique stratigraphie méditerranéenne.

Enfin, grâce à sa position géographique, le Maroc n'est pas demeuré à l'écart des grandes migrations anciennes de populations et de l'évolution culturelle et technique de l'Homme. Si les recherches préhistoriques sont encore très peu nombreuses au Maroc, elles n'en ont pas moins permis, particulièrement sur le littoral atlantique, la découverte d'outillages et de restes humains permettant de retracer sans lacune importante les étapes du développement humain depuis le temps ancien de la Pebble Culture jusqu'à la Protohistoire la plus récente.

Des conditions aussi favorables ainsi que le constant renouvellement des chercheurs depuis un demi-siècle font que les études consacrées au Quaternaire marocain sont particulièrement nombreuses et riches, au point que parfois la tentation a été grande d'exporter en dehors du Maroc, dans les autres pays d'Afrique du Nord et même dans l'Europe méditerranéenne, des termes stratigraphiques ou des hypothèses génétiques.

Toutefois en dépit de leur abondance et de leur richesse, il s'en faut de beaucoup pour que ces travaux aient épuisé la complexité du Quaternaire marocain. Bien des régions comme les Hauts Plateaux orientaux, le Rif oriental, la Bahira, le Sud et le SW, sont à peine explorées, leurs dépôts récents mal connus. Des secteurs

entiers du littoral ne sont pas reconnus et leurs dépôts marins ignorés. Les études préhistoriques se sont circonscrites à la façade atlantique, alors que les sites archéologiques reconnus dans l'intérieur du pays sont fort rares. D'autre part, les différents auteurs ne s'accordent parfois pas quant à la stratigraphie locale et quant aux corrélations pourtant nécessaires avec les domaines voisins ; plus même, des explications génétiques contradictoires ont été proposées en ce qui concerne les niveaux et les dépôts continentaux. Enfin, si les observations de terrain sont toujours faciles au Maroc, il faut bien reconnaître que les techniques d'étude en laboratoire sont encore peu utilisées : granulométrie, morphoscopie, analyses d'argiles, examens palynologiques, datation radiométrique et études de paléontologie fine sont encore trop rares.

Aussi est-il encore impossible d'établir une synthèse cohérente et admise par tous du Quaternaire marocain. Il est au contraire préférable, en l'état actuel des connaissances, de séparer les acquisitions certaines, les faits, des tentatives d'interprétations et des schémas explicatifs.

La première partie de cet ouvrage comportera donc une série d'observations regroupées par niveaux continentaux et marins, observations concernant de nombreuses régions marocaines et recueillies par différents auteurs. Parfois, ces observations seront tirées d'ouvrages déjà publiés, mais dans d'autres cas il s'agit de relevés originaux aimablement communiqués par MM. A. ANDRE, P. BIBERSON, G. CHOUBERT, M. GIGOUT, F. JOLY, J. MARTIN et A. RUELLAN qui voudront bien trouver dans ces lignes l'expression de nos vifs remerciements.

Une deuxième partie fera le point des sujets d'accord, des hypothèses contradictoires et

des explications envisagées par les différents auteurs.

Enfin, une bibliographie regroupée par thèmes s'efforcera de présenter le tableau le plus complet possible des publications importantes consacrées au Quaternaire marocain.

I. OBSERVATIONS CONCERNANT LE QUATERNAIRE MAROCAIN

C'est une tâche difficile que de tenter de regrouper les multiples observations recueillies par les différents chercheurs à propos du Quaternaire marocain. En effet, se pose le délicat problème de la terminologie stratigraphique utilisée par les auteurs. Deux notes justement célèbres ont proposé des nomenclatures régionales pour le Quaternaire : l'une établie en 1956 par G. CHOUBERT, F. JOLI, M. GIGOUT, J. MARCAIS, J. MARGAT et R. RAYNAL est relative au Quaternaire continental ; l'autre, due à P. BIERSON en 1958, concerne le Quaternaire marin de la côte atlantique. Il paraîtrait donc logique d'utiliser ces deux nomenclatures devenues classiques pour établir la fiche de chacun des niveaux ainsi nommés. Mais alors, comment utiliser les travaux antérieurs à 1956 ou 1958, puisque leurs auteurs employaient nécessairement une terminologie différente ? Ne pas citer ces recherches anciennes serait anormal, mais il serait d'autre part abusif d'intégrer leurs résultats dans le cadre de la terminologie nouvelle. Par ailleurs, certaines études récentes n'utilisent pas cette nomenclature nouvelle (RAYNAL R., 1961) ou bien l'emploient parfois en lui accordant un sens génétique ou chronologique différent (MAURER G., 1968 ; BEAUDET G., 1969). Aussi a-t-il paru logique, tant pour le Quaternaire marin que pour le Quaternaire continental, de regrouper les observations selon deux thèmes : l'un général, procédant à une revue des différents niveaux définis par ces nomenclatures récentes ; l'autre régional, décrivant les coupes les plus complètes relevées dans les diverses régions du Maroc.

D'autre part, la limite entre Tertiaire et Quaternaire n'est pas sûrement connue au Maroc et, d'un auteur à l'autre, un niveau comme le "Moghrébien" (dépôts marins et dunaires anciens du Maroc atlantique) est tantôt rangé dans le Pliocène, tantôt dans le Villafranchien. Plutôt que de prendre position a priori, ce niveau sera décrit, quitte à ce que son attribution au Tertiaire ou au Quaternaire soit discutée dans la deuxième partie.

A. Les niveaux du Quaternaire continental marocain

Du plus récent au plus ancien, les niveaux Quaternaires continentaux classiquement reconnus au Maroc sont les suivants.

1^o) Le Rharbien

a) Historique et éponyme

Ce terme fut créé par la note de 1956 (CHUBERT G. & alt.) et a pour éponyme la plaine du Rharb, plus précisément les dépôts de la plus basse terrasse alluviale de cette plaine subsidente construite de dépôts néogènes et quaternaires.

b) Faciès

Ce dépôt récent est " caractérisé par des formations limoneuses grises des basses plaines alluviales, les tirs (1) et les rmel (2) à industries néolithiques " (CHUBERT G. & alt., 1956).

(1) Terres argileuses, noires et foisonnantes (vertisols des pédologues).

(2) Sables.

c) Faune et flore

Ce sont les faunes et flores actuelles héritées du Pléistocène final avec disparition de certaines espèces, éteintes ou émigrées (tels que Rhinoceros mercki, Hippopotamus amphibius, Gazella atlantica) et apparition de rares espèces nouvelles, comme Elephas africanus, encore commun à l'époque romaine ; le fait majeur est la rapide multiplication des animaux domestiques et des plantes cultivées (P. BIBERSON)⁽³⁾

d) Industries préhistoriques et âge absolu

Selon la définition originelle, le Rharbien est néolithique. Toutefois, dans la plaine du Rharb, ces dépôts récents visibles contiennent les ruines romaines de Banasa et recouvrent des restes musulmans (LE COZ J., 1960 ; DRESCH J. & LE COZ J., 1960). Dans la basse vallée du Bou Regreg, le dépôt rharbien terminal est daté du Moyen Age par la méthode du C¹⁴ (GIGOUT M., 1959).

e) Extension

La basse terrasse grise est le niveau le plus commun, le plus permanent, des vallées du Maroc. Son équivalent "serait représenté par le remplissage supérieur des grottes, de teinte grise, qui livre des industries allant du Néolithique à la fin du Moyen Age" (P. BIBERSON).

(3) Le nom d'auteur suivi d'une date renvoie à une publication mentionnée dans la bibliographie ci-jointe. Lorsqu'il s'agit d'observations inédites ou de résumés d'auteur aimablement communiqués, le nom de l'auteur est seul, sans mention de date.

2°) Le Soltanien

a) Historique et éponyme

Ce terme a été créé par la note de 1956 (CHOUBERT G. & alt.) qui précisait : " On emploie déjà couramment le terme de Grimaldien créé en 1938 par J. BOURCART, pour désigner les dépôts continentaux de la dernière régression quaternaire, c'est-à-dire l'époque des limons-rouges (ou ocres), dits superficiels ou "sub-aériens". Comme ce terme a été utilisé par la suite dans des sens variés, on peut proposer de le remplacer par celui du Soltanien, dont la localité-type serait la grotte de Dar es Soltane près de Rabat, fouillée par A. RUHLMANN".

b) Faciès

Les "limons rouges" récents offrent en fait des aspects variés. Sur les versants, la granulométrie de ces formations est en réalité complexe : argiles, limons, sables et pierrailles se mélangent en proportion variable selon la nature des roches en place et la situation topographique ; toutefois, ces formations sont en général plus fines que les dépôts plus anciens.

Leur teinte n'est pas plus uniforme. Selon G. CHOUBERT, cette coloration est "très sensible aux climats locaux d'une part, à l'origine du matériel d'autre part. Sur la côte, les dépôts soltaniens sont rouges mais bruns ou brunâtres dans les plaines intérieures ; dans le Sud, ils sont roses, jaunâtres ou même franchement blancs (à Taouz, dans le Tafilalet, pays de Schistes). Dans la région de Taça , ce sont des dépôts jaunâtres dus au remaniement du Miocène, alors qu'ils sont roses dans le Haouz en amont de Marrakech où ils dérivent du Trias".

Les dépôts soltaniens constituent aussi de basses terrasses de commandement variable (jusqu'à 20 m dans certains oueds de la région de Taza, d'après G. CHOUBERT). Assez généralement, ces terrasses sont assez caillouteuses à la base, mais de texture plus fine au sommet.

Dans les pays de roches calcaires, l'accumulation du calcaire dans ces dépôts ne se manifeste jamais sous forme d'encroûtements ou de croûtes, mais demeure plus discrète, sous forme d'^{friables}amas et de granules.

c) Faune et flore

" Dès 1938, C. ARAMBOURG a donné une description d'ensemble de la faune mammalogique des limons rouges récents du Maroc. On trouvera dans son ouvrage la liste des fossiles recueillis. Il convient de noter l'arrivée d'une faune eurasiatique émigrée, avec notamment Rhinoceros mercki, inconnu des niveaux antérieurs. On retiendra ici les conclusions de C. ARAMBOURG : "La présence d'Ursidés, de sangliers, de Corvidés, est l'indice du développement sur le sol du Maroc d'une végétation forestière dont ces animaux sont essentiellement les hôtes !" (P. BIBERSON)

d) Industries préhistoriques

" Les épandages de limons rouges soltaniens livrent des industries préhistoriques sur toute leur hauteur. On y rencontre en mélange pratiquement tous les stades industriels déjà connus depuis, y compris le Pré-Acheuléen. Ce phénomène s'explique par le fait que, le plus souvent, il s'agit des résidus d'un lessivage des formations superficielles antérieures. Devant cet état de fait, R. NEUVILLE et A. RUHMANN (1941) avaient pensé que l'industrie typique de ces formations était le "Micoquien marocain", en raison de l'abondance des bifaces de type évolué. En réalité, les gisements indéniablement en place, comme les remplissages profonds des grottes, montrent que

les limons rouges sont caractérisés surtout par les divers stades évolutifs de l'Atérien ; mais certaines grottes, comme Kifan bel Ghomari à Taza, peut-être la "grotte des pigeons" à Taforalt et Mougharet el Alyia à Tanger, plus sûrement la grotte du Jebel Irhoud, près de Safi, possèdent des niveaux inférieurs où existent de véritables complexes moustériens (BIBERSON P., 1964).

Au contraire, vers le sommet de ces remplissages se produit une brusque césure et l'Atérien est remplacé radicalement par l'Ibéromaurusien qui, à Taforalt, a pu être daté en âge absolu.

Du point de vue de la paléontologie humaine, l'Homme de Tanger est difficilement utilisable (BIBERSON P., 1964). Les Hommes du Jebel Irhoud sont des Néanderthaloïdes qui semblent bien être associés à l'industrie moustérienne ; mais on ne sait rien de positif encore sur l'Homme atérien. Par contre, l'auteur de l'Ibéromaurusien est bien connu : il appartient à la race de Mechtâ el Arbi qui paraît être de même souche que l'"Homo sapiens de Cro-Magnon." (P. BIBERSON).

e) Âges absolus

G. CHOUBERT, FAURE-MURET A. & MAARLEVELD G.C. (1967) ont apporté des précisions sur l'âge absolu de quelques formations rouges récentes. Les limons rouges durcis de Miramar (sur le littoral, au Sud de Rabat) ont fourni un âge de 28.300 ± 500 ans et les dépôts tirsifiés d'Aïn Maarouf (près d'El Hojeb), contenant un Atérien typique dans leurs couches supérieures, sont datées de 32.000 ± 600 ans. D'autre part, les niveaux élevés de la grotte de Taforalt, renfermant les restes Ibéromaurusiens (= Epipaléolithique), ont donné par la méthode du C¹⁴ des dates comprises entre 12 000 et 10 000 BP. (ROCHE J., 1959).

32) Le Tensiftien

a) Historique et éponyme

Le terme a été créé par la note de 1956 (CHOCUBERT G. & alt.), qui précisait à propos de ce niveau : " Les dépôts existent partout mais ils ne sont nulle part "classiques". Ils sont le plus largement développés dans les zones à climat semi-désertique ou subdésertique : "pédiments" et glacis encroûtés du Haouz et de la Moulouya, "reg moyen" du Sud. On peut proposer le glacis des Jebilet (suivi par la grande route de Marrakech) et l'appeler le Tensiftien, de l'oued Tensift qui draine la plaine de Marrakech (Haouz)."

b) Faciès

D'après G. CHOCUBERT : " Les restes les plus habituels du Tensiftien sont les terrasses moyennes qui, souvent dédoublées, sont caractérisées par du matériel assez grossier. Les regs moyens sont également très largement développés dans le Sud où leur topographie bien conservée couvre de larges surfaces. Des calcaires lacustres s'associent parfois à ces regs. D'autre part, les travertins sont fréquents.

Les crêtes tensiftiennes, parfois dédoublées mais le plus souvent confondues en une seule formation, sont puissantes et caractéristiques. Dans le Sud-Ouest marocain, la limite des crêtes coïncide à peu de chose près avec la limite actuelle de l'arganier. Plus à l'Est, les crêtes sont plus rares".

c) Faune et flore

A propos des régions littorales atlantiques, P. BIBERSON écrit : "Aucune analyse pollinique concernant le niveau tensiftien n'a été menée à bien.

On y a recueilli par contre d'importantes collections de faunes d'Invertébrés et de Vertébrés (cf. in BIBERSON P., 1961 a, p. 153 et sq). On en retiendra, pour les Mammifères, la disparition des espèces forestières de l'Amirien supérieur : Elephas iolensis et Ursus arctos, et par contre la pullulation de la "faune soudanienne" où dominant les Antilopes et les Gazelles avec des Equidés zébrés, des Rhinocéros et des Autruches. L'Elephant typique de cette époque est Elephas atlanticus marocanus (ARAMBOURG) qui abonde notamment dans les grès dunaires du Tensiftien de Rabat.

Ce qui est le plus important, c'est que les niveaux tensiftiens ont livré, à Rabat et à Casablanca, les premiers fossiles humains du Quaternaire marocain. Le plus ancien est "l'Atlantrophe de Sidi Abderrahman" découvert en 1955 (BIBERSON P., 1956) ; le second, décrit en 1934 par J. MARÇAIS, est "l'Homme de Rabat". Le premier remonte au début du Tensiftien ; le second date du Tensiftien moyen. Ils sont apparentés de très près à l'Atlantrophe de Ternifine qui est d'âge amirien (BIBERSON P., 1964)!

d) Industries préhistoriques

" Aux restes de l'Atlantrophe de Sidi Abderrahman est associée une belle industrie acheuléenne constituant le type du stade VI de l'Acheuléen du Maroc atlantique, stade terminal de l'Acheuléen moyen (BIBERSON P., 1961 b). Le gisement de l'Homme de Rabat n'a livré aucune industrie préhistorique, mais les "calcaires pulvérulents" de la région de Casablanca, qui semblent grossièrement contemporains, ont livré de très importantes collections appartenant à l'Acheuléen VII par lequel commence l'Acheuléen évolué". (P. BIBERSON).

e) Ages absolus

Il n'existe aucune datation absolue du Tensiftien. Toutefois, les deux niveaux marins parais-

sant chronologiquement les plus proches ont été datés : au moins 250.000 ans pour l'Anfatien, 145.000 ans le Marounien.

4°) L'Amirien

a) Historique et éponyme

Ce terme fut lui aussi créé par la note de 1956, qui ajoutait : "ses formations types sont les "limons anciens" connus dans toutes les plaines du Maroc atlantique et particulièrement développés dans les Beni-Amir"⁽⁴⁾

b) Faciès

D'après G. CHOUBERT : "Comme le Soltanien, l'Amirien est aussi un étage de limons rouges et de rubéfiations." Les "limons inférieurs" qu'il dénomme sont généralement fort puissants (75 m dans les Doukkala, 90 m dans la plaine du Chéelif en Algérie), comportent le plus souvent un important horizon de concrétions calcaires, mais pas de croûte à proprement parler. Il est d'ailleurs possible de confondre ces formations avec les dépôts du Moulouyen (Villafranchien supérieur).

Dans les vallées, l'Amirien est représenté par la "haute terrasse", d'un commandement de 40 à 60 m. A la base, le matériel de cette terrasse est généralement plus grossier que celui des "terrasses moyennes" (tensifiennes) ; ces galets sont souvent recouverts par les "limons inférieurs" qui terminent la phase de comblement, par exemple le long de l'Oum er Rbia en aval du barrage d'Imfout.

(4) Les Beni Amir occupent un territoire situé dans la dépression du Tadla, sur la rive droite de l'Oum er Rbia.

Dans le Sud, les "regs anciens", d'âge amirien, sont très bien conservés et remarquables par leur matériel grossier à belles industries chelléo-acheuléennes. Dans ces mêmes régions, existent aussi d'importants dépôts de calcaires lacustres amiriens, particulièrement dans le Souss, dans la plaine de Tiznit et autour de Bou Izakarne (calcaires travertineux à roseaux)".

c) Faune et flore

Faute d'analyses polliniques, la flore amirienne demeure inconnue.

En ce qui concerne la faune mammalogique, les recherches de P. BIBERSON (1961, a), effectuées dans la région littorale de Casablanca, ont permis de distinguer trois phases dans l'Amirien:

- Amirien inférieur, avec principalement : Hippopotamus amphibius L., Rhinocerossimus BURCH, Elephas iolensis POMEL, Bos primigenius BOJ., Alcelaphus bubalis PALLAS, Equus mauritanicus POMEL.

- Amirien moyen, semblant pratiquement azoïque.

- Amirien supérieur, comportant outre la faune de l'Amirien inférieur les espèces suivantes : Cervicapra redunca mauposii POMEL, Hyaena crocuta spelaea GOLS, et Ursus arctos bibersoni ENNOUCHI. L'apparition de cet Ursidé indique vraisemblablement l'existence d'un couvert forestier et d'un climat humide.

d) Industries préhistoriques

Selon P. BIBERSON : " Cinq stades industriels appartenant au cycle amirien ont été définis et décrits d'après les collections recueillies en place dans les gisements du secteur de Sidi Abderrahman (BIBERSON P., 1961, b).

Avec le début de l'Amirien, l'Acheuléen fait son apparition au Maroc atlantique ; les stades I, II et III, réunis sous le nom d'"Acheuléen ancien" (ex- Chelléen ou Abbevillien), sont caractéristiques de l'Amirien inférieur. Le stade IV, par lequel débute l'"Acheuléen moyen", appartient à l'Amirien moyen, et le stade V à l'Amirien supérieur. On note une accélération considérable de l'évolution des industries par rapport à l'époque villafranchienne antérieure".

e) Ages absolus

Il n'existe pas de datation absolue de l'Amirien. Cependant, la transgression anfatienne, qui succéderait au dépôt de l'Amirien est elle-même âgée de plus de 300.000 ans.

5°) Le Salétien

a) Historique et éponyme

La localité-type de ce niveau continental qui précède l'Amirien " peut être prise sur le plateau de Salé (+ 70-80 m)⁽⁵⁾ où, dans une nappe de cailloutis ravinant le Villafranchien, on vient de découvrir du Chelléen (CHOUBERT G. & alt., 1956).

b) Faciès

D'après G. CHOUBERT, "le Salétien" est représenté dans le Maroc atlantique par les hautes terrasses de 75 - 90 m de commandement, comportant un matériel grossier et altéré, et par de vastes épandages antérieurs au creusement des vallées. Les mieux connus de ces épandages sont ceux de Salé, de Sidi Kacem (SE de la plaine du Rharb) et de Souk el Arba du Rharb ; ces champs de cailloutis s'abaissent vers l'W et

(5) Sur la rive droite du bas oued Bou Regreg, à quelque distance au Sud de la ville de Salé.

disparaissent sous les terrains récents de la plaine du Rharb. Dans ces régions atlantiques, il est fréquent que les dépôts salétiens soient cimentés par des concrétions ferrugineuses ; par contre, les croûtes calcaires sont rares.

Dans le Sud, le Salétien est représenté par le "reg le plus ancien", à gros matériel, et généralement mal conservé. Quelques calcaires lacustres appartiendraient aussi à ce niveau".

c) Faune et flore

Selon P. BIBERSON : "Aucune faune mammalogique n'est attribuable avec précision au Salétien dans le Maroc atlantique. D'après G. ARAMBOURG, par analogie avec les formations de même type connues en Algérie, il devrait comporter une association faunique du Villafranchien supérieur, du genre de celle du gisement de l'Aïn Hanech, par exemple (ARAMBOURG C., 1960). La faune d'Invertébrés continentaux de la "croûte" calcaire salétienne de la carrière Tarit I (dans la banlieue de Casablanca), qui semble dater du début du cycle, contient, d'après P. GODOT : Euparypha pisana MULLER var. Machadoi LOCARD et Cochlicella cf. barbara L., indiquant un micro-climat du type de Cadix actuel. Aucune analyse pollinique n'a été tentée pour ce niveau."

d) Industries préhistoriques

"De nombreux sites salétiens ont livré de très abondants ensembles industriels, particulièrement le site éponyme de Salé, Souk el Arba du Rharb, Sidi Kacem, Rabat et Casablanca.

C'est au gisement de Souk el Arba qu'ont été définies les associations d'outils typiques du "Pré-Acheuléen III" qui caractérisent le Salétien du Maroc atlantique. Ce stade industriel conserve la tradition du galet aménagé qui, née au Moulouyen supérieur, s'est poursuivie durant le Messaou-

dien (6); mais à la taille unidirectionnelle s'ajoutent alors les tailles bidirectionnelle et multidirectionnelle, ce qui atteste une très importante évolution. Il existe une très grande ressemblance entre ce Pré-Acheuléen III du Maroc et l'Olduvaien de Tanzania. L'industrie lithique du gisement algérien de l'Aïn Hanéch lui est aussi très comparable." (P. BIBERSON)

e) Datation absolue

Néant

6^e) Le Regréguien

a) Historique et éponyme

Ce terme a été créé en 1959 par G. CHOUBERT. Il semble qu'en effet une confusion se soit produite entre G. CHOUBERT et ses co-auteurs lors de la rédaction de la note de 1956 : pour ces derniers, le Moulouyen (premier niveau continental quaternaire ; cf. plus loin) représentait le Villafranchien typique, alors que G. CHOUBERT entendait par Moulouyen le premier niveau emboîté dans le "Villafranchien typique". La confusion fut réparée en 1959 lorsque fut créé le terme de Regréguien qui a pour éponyme "l'entablement qui précède le plateau villafranchien (= moulouyen) des Sehoul, dans l'arrière-pays de Rabat". Le Regréguien "désigne donc un petit épisode continental s'intercalant entre le Salétien et le Moulouyen" (G. CHOUBERT).

b) Faciès

"Dans certaines grandes vallées du Maroc occidental, le Regréguien est représenté par la 5^{ème} terrasse, d'un commandement de 150 m environ. Cette terrasse est particu-

(6) Messaoudien : transgression marine qui serait intercalée entre les étages continentaux Moulouyen et Salétien.

lièrement nette dans la vallée de l'oued Beth, à la montée de la route de Rabat à Meknès ; son matériel de calibre moyen comporte des galets altérés de roches éruptives et une prédominance de galets de quartzite " (G. CHOUBERT).

La faune, les industries préhistoriques et l'âge absolu du niveau regréguien n'ont pas été étudiés.

7°) Le Moulouyen

a) Historique et éponyme

Ce niveau, antérieurement nommé " Villafranchien récent " " peut être appelé le Moulouyen car ses vestiges sont les mieux conservés dans les cuvettes de la haute et moyenne Moulouya (par exemple, l'ancien poste de Douira) ainsi que dans la plaine de Guercif. Les grosses croûtes dites villafranchiennes doivent dater du cycle moulouyen". (CHOUBERT G. & alt., 1956).

En ce qui concerne le Maroc atlantique la plupart des auteurs ont assimilé le Moulouyen à la "formation rouge de la Mamora", à proximité de Rabat.

b) Faciès

Dans le bassin de la Moulouya où il a été défini, le Moulouyen est le plus haut des niveaux quaternaires et est constitué par un dépôt fluviatile hétérométrique couronné par une croûte calcaire très épaisse.

Dans le Maroc atlantique, d'après G. CHOUBERT, " le Moulouyen, comme l'Amirien et le Soltanien est un étage à climat rubéfiant d'accumulation. D'autre part, le Moulouyen est le premier vrai étage géologique, étage de longue durée et à sédimentation puissante pouvant atteindre 200 m d'épaisseur dans les sondages implantés entre Souk el Arba du Rharb et Arbaoua. Ses formations rouges, déposées à une époque où la

zone côtière était parfaitement aplanie, sont caractérisées par un rouge orangé particulier et couvrent des pays entiers : Mamora, forêt de Larache, etc... Il s'agit de limons et de sables rouges alternant avec des cailloutis ferruginisés par endroits.

Le Moulouyen est connu dans les plaines intérieures (Beni Amir, Doukkala) où, parfois, il est difficile de le distinguer de l'Amirien. Par contre, il est malaisé de le bien caractériser dans le Sud marocain.

En outre, les dépôts moulouyens sont déformés : ils sont ployés en synclinaux autour d'Arbaoua et même faillés dans la région de Midelt".

c) Faune et flore

" Comme il s'agit dans presque tous les cas de dépôts détritiques, on n'a nulle part recueilli jusqu'à présent de fossiles de Vertébrés ou d'Invertébrés, aussi la faune du Moulouyen nous est-elle complètement inconnue. De même, aucune analyse pollinique n'a encore été tentée et on ignore tout de la flore de l'époque ". (P. BIBERSON).

d) Industries préhistoriques

" Plusieurs gisements stratigraphiquement bien datés du Maroc atlantique ont livré des ensembles industriels qui, quoique très localisés et généralement assez pauvres, sont cependant extrêmement précieux du fait de leur rareté dans le monde pour cette très ancienne période du Quaternaire ; aussi, ces gisements marocains prennent-ils une signification d'ordre général excessivement importante.

On a bien tenté, ailleurs en Afrique, d'isoler une industrie appelée le Kafouen, récoltée en Ouganda mais, soit la réalité de la taille par l'homme a été déniée, soit la place chronologique "pré-olduvaienne" a été contestée. Au Maroc même, de nombreuses récoltes de surface sont sans signification précise.

Il n'en est plus de même pour les gisements en place du pourtour du Rharb. A Arbaoua, comme à Tardiguet-er-Rahla (forêt de la Mamora) ou au Douar Doum (banlieue de Rabat), la position des pièces ne laisse aucun doute sur leur âge moulouyen supérieur (BIBERSON P., 1961 b).

Il s'agit d'industries très rudimentaires de galets sommairement aménagés par une taille le plus fréquemment unidirectionnelle, représentant le stade le plus archaïque de manufacture de la pierre que l'on connaisse au monde. On leur donne le nom de "Pré-Acheuléen I du Maroc " (ex- Pebble Culture). On retrouve des séries de pièces de ce stade, roulées, dans les formations de plage du maximum transgressif messaoudien". (P. BIBERSON).

e) Datation absolue

Néant.

B- Formes et dépôts du Quaternaire continental des diverses régions du Maroc

Il ne saurait être question de mentionner ici, niveau par niveau, toutes les observations concernant le Quaternaire continental recueillies çà et là à travers le Maroc : le catalogue en serait démesurément long. Il est au contraire préférable de relever les coupes les plus suggestives et les plus complètes étudiées dans les domaines morphogénétiques si bien contrastés du Maroc : hautes montagnes ; bassins arides et continentaux de l'Est et du SE ; plaines, plateaux et moyennes montagnes de l'amphithéâtre atlantique.

1°) Le Quaternaire des hautes montagnes

Les hautes montagnes marocaines, les plus élevées d'Afrique du Nord, connaissent encore de nos jours des conditions froides : la neige et le gel continuent d'y être des agents actifs de la morphogénèse actuelle. Durant les périodes plus humides et plus froides du Quaternaire, ce rôle dut être encore plus important et tous les auteurs ayant étudié ces milieux d'altitude s'accordent pour y reconnaître des modelés d'érosion et des formes d'accumulation liés au froid. Toutefois, selon l'altitude, la position géographique, la nature des roches et les caractères de l'évolution paléomorphologique, les formes et les dépôts hérités changent d'une montagne à l'autre.

a) Le Haut Atlas occidental

La plus importante des chaînes montagneuses marocaines, dont les altitudes particulièrement soutenues compensent la situation méridionale, est bien connue grâce aux travaux de J. DBESCH (1941). Formes et dépôts hérités du Quaternaire s'y étagent de manière remarquable (pp. 622-625).

" Dans tous les massifs dont les sommets atteignent ou dépassent 3600 m sans toutefois atteindre 3700 m, ... on observe des niches de nivation plus ou moins caractéristiques, mais point de modelé glaciaire. Seules ont été occupées par des glaciers les têtes de vallées des massifs dont les sommets dépassent 3700 m " à condition toutefois que s'y trouvent réunies des circonstances favorables : " existence de vallons mûrs où la neige pouvait s'accumuler, mais assez encaissés pour qu'elle pût se tasser..., voisinage des hautes surfaces en pente très douce, d'où le vent pouvait chasser la neige vers les dépressions, dont les névés étaient ainsi suralimentés." Mais, la plupart des glaciers n'étaient que "des glaciers de cirque... Ils ne s'assemblaient pour

former un appareil glaciaire que dans les hautes vallées du Zet et du Rherhaia ; et le glacier le plus important, celui du Rherhaia, n'avait pas plus de cinq kilomètres de long. Aussi, l'épaisseur et la puissance d'érosion de ces glaciers devaient-elles être réduites. Les versants des cirques et des auges... ne sont jamais striés... et, bien que l'on observe des gradins et des verrous,... les traces de surcreusement sont rares et peu importantes. Tous ces glaciers étaient enfin suspendus au-dessus des gorges d'érosion normale ; les plus importants ne devaient pas descendre au-dessous de 2.600 m."

A ces modèles d'érosion glaciaire, s'ajoutent des formes d'accumulation originales : " les plus importantes, les plus basses, sont situées bien au-dessous des cirques et des auges glaciaires, entre 1600 et 2400 m. On en voit même dans les massifs où toute trace d'érosion glaciaire est absente... Ce ne sont pas de vraies moraines : ce sont des glaciers rocheux constitués par une masse de boue et de cailloutis fins sur lesquels reposent de gros blocs... Ces formations, qui ne sont donc pas des moraines, sont pourtant liées aux hauts massifs, à ceux du moins qui ont plus de 2800 à 3000 m. Il convient... de les considérer comme le résultat de l'accumulation de débris à la surface de névés ou de glaciers peu épais. Ces débris étaient peu à peu décomposés en une masse boueuse, plastique, imprégnée d'eau, soumise, au moins en surface, aux alternances de gel et de dégel ; glaciers rocheux qui ont glissé, d'un mouvement lent et discontinu, bien au delà de la zone des névés et des glaciers, à la façon des coulées de solifluction... Ces glaciers rocheux devaient être très vite remaniés par l'érosion torrentielle ; la masse des débris boueux passe peu à peu à des formations de remblaiement torrentiel...".

" Au-dessus de ces formes inférieures de remblaiement, on observe souvent d'autres coulées de pierres qui, elles, ne descendent guère au-delà des cirques et des auges et ont des formes beaucoup plus fraîches...

leur constitution est la même que celle des glaciers rocheux inférieurs, mais la masse des débris accumulés est beaucoup plus réduite... On constate que les plus basses sont fixées, remaniées, ravinées, que, plus on monte, plus les coulées ont des formes fraîches, et qu'enfin les coulées les plus élevées sont encore alimentées par les éboulis ou les avalanches de fonte et glissent au fond du ravin... Il semble donc qu'on assiste à un recul, à une élévation progressive de la zone altitudinale où le modèle a subi une influence de la glace ou de la neige."

A titre d'hypothèse, J. DRESCH suggère que les périodes de creusement glaciaire puis de remblaiements nivo-glaciaires sont d'âge würmien. Il admet aussi que durant cette phase froide la limite des neiges éternelles fut de 500 à 700-800 m plus basse que de nos jours dans le Haut Atlas occidental.

b) Le Haut Atlas oriental

Dans son ouvrage consacré au bassin de la Moulouya (1961). R. RAYNAL décrit les formes et les dépôts hérités du flanc nord du J. Ayachi, qui dresse abruptement ses 3760 m au-dessus des plaines de Midelt.

Deux générations d'héritages peuvent y être observées (pp. 370-371):

- Des cirques glaciaires ; trois d'entre eux " confluent en une auge... qui est barrée à l'aval par un arc morainique, à 2700 m d'altitude " ; deux autres cirques sont fermés par des verrous se tenant aux environs de 3 000 m ; l'élaboration de ces formes serait contemporaine de la constitution d'une terrasse de 20 m de commandement située à l'aval, et serait à rapporter à " l'avant-dernier pluvial ("Tensiftien" = Riss probable)."

- Des glaciers rocheux et des grèzes ; les glaciers rocheux, qui encombrant le fond de l'auge et

des cirques, à l'amont de l'arc morainique, se sont constitués à une époque où " des névés permanents se logeaient en haut des cirques " ; les grèzes, qui tapissent une partie des parois au-dessus de 2400-2500 m, sont fossiles vers le bas mais passent au-dessus de 2900 m à des sols striés encore actuels ; glaciers rocheux et grèzes fossiles dateraient probablement du Würm.

c) Le Moyen Atlas oriental

Les recherches de J. DRESCH et de R. RAYNAL (1953) menées autour des chaînons culminants du J. Bou Iblane (3190m) et du J. Bou Nassere (3340 m), ont mis en évidence un étagement remarquable de formes et de dépôts anciens liés à des conditions froides.

A proximité des sommets se tiennent des formes glaciaires. Autour du Bou Nassere, les auges glaciaires parfois polies jusqu'à 2900 m d'altitude, n'apparaissent que si les crêtes contiguës dépassent 3100m. Les auges glaciaires sont encore mieux développées sur le flanc sud-est du Bou Iblane, où des dépressions karstiques ont littéralement piégé la neige ; les langues glaciaires les plus longues se terminaient vers 2750 m d'altitude par des moraines frontales. Après le recul et la disparition des glaciers, des coulées pierreuses, dont les plus élevées sont encore vives, ont ennoyé le fond des cirques et des auges au-dessus de 2800m.

Au-dessous de ce domaine glaciaire sommital, le modelé est caractérisé par l'abondance des "revêtements de pentes" périglaciaires particulièrement continus sur les grands massifs anticlinaux dont les sommets dépassent 2700 m... Une partie de leurs versants se trouve comme cuirassée par une carapace de débris anguleux consolidés, assez bien lités, véritables "grèze" dont l'épaisseur varie de trois à quatre jusqu'à plusieurs dizaines de mètres.. Ces accumulations périglaciaires de versants sont surtout développées sur les affleurements

calcaires, très gélifs. En gagnant le bassin de la Moulouya, vers l'aval, ces placages fossiles se décomposent en glacis d'accumulation emboîtés qui convergent au débouché de la masse montagneuse, à 1550- 1600 m d'altitude ; plus bas encore, ces dépôts se suivent jusqu'aux bords de la Moulouya, qu'ils dominent en terrasses.

d) Le haut Rif central

Bien que d'altitude assez modeste (2456 m au J. Tidirhine), la partie sommitale de la chaîne rifaine fut marquée par les processus cryoniques en raison de sa position septentrionale et de l'abondance des précipitations.

Parmi d'autres observations, G. MAURER (1968) décrit sur le versant nord du J. Tidirhine l'étagement caractéristique de formes et de dépôts (pp. 318-322) :

- Entre 2300 et 2400 m d'altitude se tiennent de petites niches de nivation, d'une centaine de mètres de diamètre au moins et de quelques mètres seulement de profondeur. Certaines sont allongées, bordées de versants caillouteux en pente douce et obstruées vers l'aval par des coulées colluviales à cailloux anguleux homométriques emballés dans une matrice rouge. D'autres, les plus nombreuses, s'ouvrent vers l'aval et leurs versants raides d'amont dominent les fonds remblayés de dépôts rouges à cailloux calibrés. G. MAURER rapporte cette génération de niches supérieures, aux formes très fraîches, à l'épisode soltanien.

- Entre 2000 et 1800 m d'altitude apparaissent des niches beaucoup plus grandes. La plus élevée, dont le fond plan et subhorizontal se tient à 1950 m, est bordée d'abrupts d'une dizaine de mètres ; deux générations de dépôts de pentes recouvrent par endroits ses versants. La plus basse, atteignant 200 m de longueur, se termine à 1850 m d'altitude ; ses versants et son fond sont encombrés de remblaiements superposés atteignant 20 m d'épaisseur. Cette niche inférieure serait attribuable au Quaternaire post-villafranchien ancien, tandis que la niche plus élevée,

daterait du Quaternaire moyen.

- Vers l'aval dans le même bassin versant, entre 1750 et 1550 m d'altitude et au-dessus d'une très basse terrasse grise n'apparaissant que vers l'aval, se tiennent trois niveaux d'accumulation alluviale et colluviale à matrice rouge ou rougeâtre. Le plus élevé, d'un commandement de 10 à 30 m au-dessus de l'oued, est constitué à l'amont d'une épaisse coulée de blocs anguleux ou à peine émoussés dépassant souvent le mètre cube ; vers l'aval, cette coulée fut reprise par le transport torrentiel et ses blocs mieux émoussés forment une terrasse épaisse de 3 - 4 m. Le niveau moyen, d'un commandement de 5 à 15 m se termine par un cône ; entièrement construit, ce niveau comporte des galets mieux émoussés et mieux classés. Le niveau inférieur, dominant l'oued de 3 m environ, est formé de galets assez petits et bien émoussés ; des dépôts de versants fins et rouges le recouvrent par endroits.

G. MAUREE met en relation ces trois niveaux d'accumulation et les trois générations de formes nivales d'altitude à propos desquelles il écrit : " Deux actions se sont donc conjuguées ; la cryoclastie est agissante lors de l'occupation des niches par la neige, peut-être par un névé, puisqu'on constate une érosion sensible sur leurs fonds et plus encore sur leurs bordures dont les pentes sont localement raides ; l'évacuation des matériaux se fait peut-être sur la surface englacée, mais plus certainement encore par solifluxion au moment de la fonte de la neige ou de la glace. La mise en place de la plus grande part de ces débris semble cependant contemporaine de la fonte généralisée de fin de Pluvial qui dut être brutale ; c'est à ce moment que se constituent les accumulations majeures ".

Ainsi, tous les auteurs ayant étudié les hautes montagnes du Maroc s'accordent pour y décrire l'empreinte des glaces et des neiges quaternaires : cirques

et petites auges glaciaires au-dessus de 2600-2700 m dans le Haut Atlas et le Moyen Atlas, niches de nivation au-dessus de 1800 m dans le Rif. Les mêmes auteurs se retrouvent également pour démontrer la succession des épisodes, des formes et des dépôts marqués par le froid : dans le Haut Atlas occidental, deux générations de glaciers rocheux succèdent au maximum glaciaire ; sur le flanc nord de l'Ayachi comme dans le Moyen Atlas oriental, coulées pierreuses et grèzes ont envahi les formes d'érosion abandonnées par les glaces ; dans le Rif central, trois épisodes de nivation s'étagent entre 1800 et 2300 m. Dans tous les cas, ces observations montrent que les périodes froides les plus anciennes furent aussi les mieux marquées.

2°) Le Quaternaire des bassins continentaux arides

Il existe bien des degrés dans l'aridité, depuis les étendues désertiques qui encadrent le fond irrigué de la dépression du Tafilalet, jusqu'aux formations buissonnantes qui couvraient originellement les plaines de la basse Moulouya et les cuvettes abritées du Moyen Atlas central ; le piquetage des jujubiers du Haouz et la steppe à alfa de la moyenne Moulouya représentent des états intermédiaires. Mais, quelle que soit la diversité bioclimatique actuelle de ces domaines arides, leurs formes et leurs dépôts présentent incontestablement un air de famille : les cônes et glacis de piedmont forment d'immenses étendues planes qui, à l'approche des oueds principaux se décomposent en plans alluviaux étagés et rigides.

a) Le Haouz de Marrakech

Créant et définissant la notion de glacis d'érosion, J. DRESCH (1941) en a donné comme exemples les plaines rocheuses des bassins du Haut Atlas et surtout les plans d'érosion du versant méridional de la petite chaîne primaire des Jbilet. (pp. 627-630).

" Dans les Djebilet comme dans l'Atlas, on distingue plusieurs niveaux de plaines rocheuses : la plaine la plus élevée vient surplomber le lit du Tensift à une altitude qui s'abaisse doucement, d'amont en aval, de 34 à 25 m. Elle se confond avec une terrasse du Tensift. C'est la plus étendue et la plus parfaite... elle s'étend jusqu'aux dépressions allongées au Nord de la chaîne, rongant tous les reliefs. Elle domine une plaine rocheuse moins élevée, simple terrasse qui s'abaisse également de 17 à 12 m... s'infiltrant le long des oueds entre les témoins de la plaine supérieure parfois disséquée en longues croupes résiduelles."

Sur la retombée septentrionale du Haut Atlas, J. DRESCH note encore l'existence de glacis plus élevés, parfois réduits à l'état de témoins alignés. Un de ces glacis se raccorderait latéralement à la terrasse alluviale de 110-115 m, particulièrement nette dans la vallée de l'oued Rdat ; dans le bassin de la Tessaout, une forme analogue passerait à la terrasse de 200 m.

b) Le Sud-Est (particulièrement, la dépression du Tafilalt)

Parmi les multiples coupes du Quaternaire du bassin de la Daoura décrites par F. JOLY (1962), il est significatif de prendre pour type la succession des niveaux du Tafilalt (pp. 205-208) et d'étendre ces observations à toute la région.

De bas en haut, du plus récent au plus ancien, ces niveaux sont les suivants au-dessus du lit de l'oued :

- La "basse terrasse" . Sa base contient des lits ou des lentilles de cailloutis à petits éléments mêlés d'une matrice rougeâtre ; son sommet est plus exclusivement limoneux, de teinte plus claire et supporte les apports actuels d'irrigation (" limon des palmeraies ").

La partie supérieure limoneuse est à rapporter au niveau Rharbien. Les cailloutis inférieurs appartiennent à la phase soltanienne, représentée ailleurs dans la région par des ébauches de glacis d'érosion nus ou jonchés de cailloutis peu abondants, peu ou pas vernissés, alors que la plupart des galets des niveaux supérieurs sont recouverts d'une "patine désertique".

- Les "terrasses et glacis moyens". La couverture alluviale est mince et discontinue ; la terrasse passe latéralement à un glacis faiblement incliné, nu ou bien couvert de cailloux anguleux, localement encroûtés, ou d'une sorte de grès tendre ou de sable provenant de la décomposition de la roche en place. Ce niveau est tensif-tien.

- Le "haut niveau" est fragmentaire et difficilement reconnaissable, Il est localement couronné par des conglomérats grossiers comportant de très gros blocs et paraît passer latéralement à un niveau d'érosion. Le "haut niveau" représenterait l'Amirien.

- Le "très haut niveau", se tient à 140-150 m au-dessus de l'Oued Ziz et s'emboîte de 180 m dans la surface de la hamada du Guir. Ce niveau, rapporté au Salétien, est caractérisé dans toute la région par sa faible consolidation et par la taille de ses matériaux, qui se tient généralement entre 10 et 20 cm (jusqu'à 55 cm et plus) même au pied de reliefs modestes.

Cette succession de niveaux quaternaires s'emboîte, on l'a vu, dans la hamada du Guir, dont la surface d'érosion terminale ("surface hamadienne") et les dépôts supérieurs de grès rouges seraient fini-villafranchiens c'est-à-dire moulouyens.

c) La haute Moulouya

Des travaux de R. RAYNAL (1961) consacrés à l'ensemble du bassin de la Moulouya, il a paru

significatif d'extraire la coupe suivante des formations quaternaires, relevée au SW d'Itzer. De bas en haut, on peut y observer les niveaux suivants :

- Basse banquette alluviale limoneuse, de teinte claire, n'existant que localement et souvent confondue avec le niveau 1.

- Niveau 1. Souvent limoneux, ce niveau construit offre la coupe suivante dans une région voisine, de bas en haut :

. lits de cailloux roulés, à galets plats de calcaire aux angles émoussés ; ces galets, remaniés par le transport fluviatile, sont vraisemblablement des débris gélinés ;

. limons gris-rosé (5 à 6 m), comportant à leur tiers supérieur un horizon rouge-vif provenant du remaniement du Trias voisin ;

. cailloutis anguleux de calcaire transités depuis les versants par la solifluxion ; ils s'interstratifient par endroits à des dépôts mieux lités d'origine fluviatile.

- Niveau 2. Il s'agit d'un glacis d'érosion supportant une couverture détritique. Ces débris, pris dans un ciment calcaire sur 10 à 20 cm d'épaisseur, comportent des éléments anguleux vraisemblablement gélinés, comme en témoignent leur fort aplatissement et les cupules qui les ornent. La structure de ce dépôt évoque un épandage fluviatile désordonné alternant parfois avec un transport boueux.

- Niveau 3. Il s'agit encore d'un glacis d'érosion, mais sa couverture est mince et discontinue, souvent réduite à des galets épars et à quelques restes de ciment calcaire laissant affleurer les roches tendres en place.

- Niveau 4. Ce glacis d'érosion supporte un dallage conglomératique de 1 à 2 m d'épaisseur comportant

des éléments hétérométriques dont une bonne partie est émoussée ; par endroits, les plus gros blocs atteignent 30 à 60 cm ; une pâte limoneuse ocre ou blanchâtre constitue la matrice du dépôt.

- Niveau 5. Le plus haut de tous les glacis est couvert d'un dépôt épais de plusieurs décimètres à plusieurs mètres ; les galets, d'une médiane de 10-15 cm, sont souvent débités en fragments plats et anguleux par une désagrégation mécanique active. En surface, ce dépôt a été repris par des phénomènes de solifluxion qui lui confèrent une allure bosselée.

d) La Basse Moulouya ; plaine du Zébra

Sur le piedmont méridional de la chaîne des Kbdana, au NW de la basse Moulouya, les travaux de A. RUELLAN (1962 et 1969) ont permis de connaître la succession des niveaux quaternaires et surtout des sols, des altérations, qu'ils portent. Du plus ancien au plus récent les niveaux suivants, auxquels sont associés des sols caractéristiques apparaissent :

- Rharbien récent. Il est situé presque au niveau de l'oued et son accumulation peut se poursuivre encore de nos jours. Le calcaire et l'argile ne sont pas entraînés, la structure est peu développée et la matière organique est répartie de manière isohumique ou irrégulière.

- Rharbien ancien. Les sols sont davantage différenciés. Les horizons de surface sont moins riches en calcaire et, en profondeur, peut exister un niveau d'accumulation diffuse du calcaire. De même les horizons de surfaces s'appauvrissent en argile et un B textural apparaît.

- Soltanien. Sur les deux terrasses soltaniennes, les profils calcaires sont nettement différenciés : les horizons Bca comportent des amas friables et des granules calcaires ; par contre les nodules sont rares et la teneur maximum de calcaire ne dépasse pas 40 %.

L'accumulation de l'argile en profondeur prend de l'importance. La structure peut être bien développée ; elle est parfois finement polyédrique à faces lissées dans les horizons B.

- Terrasse récente du Quaternaire moyen.

Le calcaire s'individualise dans les horizons moyens sous forme d'amas, de granules, de nodules et même, quand les conditions texturales et topographiques le permettent, sous forme d'encroûtement ou de croûte tendre. La structure est bien développée dans tous les horizons. L'attapulгите de néoformation, qui existait déjà dans les autres niveaux, apparaît ici dès la surface et représente près de la totalité de la fraction argileuse des niveaux encroûtés.

- Terrasse ancienne du Quaternaire moyen.

Les carapaces calcaires y sont davantage développées et plus dures ; des ébauches de dalle compacte peuvent apparaître.

- Villafranchien récent. Tous les sols sont à carapace calcaire, généralement couronnée par une dalle compacte. Assez souvent même, les horizons Bea et les carapaces se dédoublent.

- Villafranchien ancien. Ce grand niveau de glacis comporte de puissantes carapaces calcaires dont l'épaisseur peut dépasser le mètre ; la dalle compacte est presque toujours présente et souvent couronnée par une carapace moins dure de quelques décimètres d'épaisseur, constituée par un encroûtement ou par une croûte sur encroûtement.

e) Le Moyen Atlas central (cuvette de Skoura)

Bien que située sur le versant atlantique du Maroc, la cuvette de Skoura est caractérisée, en raison de sa position d'abri, par un climat régional à tendance aride. Par leur allure et leur développement, les niveaux quaternaires étagés, façonnés dans les mornes miocènes, rappellent les héritages des grands bassins de la Moulouya. J. MARTIN, en donne la description suivante,

du plus récent au plus ancien :

- Rhœbrien. (Niveau 1). Basse terrasse peu développée, d'un commandement de 4 m, comportant des lentilles de galets à la base, des alluvions grises limono-argileuses au sommet.

- Soltanien. (Niveau 2). Terrasse construite de 7 à 8 m de commandement ; dépôt caillouteux à la base, argileux et rouge au sommet.

- Niveaux tensiftiens. (Niveaux 3). La forme majeure tensiftienne est représentée par un glacis-terrasse bien développé dominant l'oued de 16 m. A l'aval, un remblaiement fluviatile épais de plusieurs mètres est constitué de gros galets roulés de calcaires jurassique et de quelques galets de basalte quaternaire, liés par un ciment calcaire très solide. Au-dessus, un banc conglomératique à matériaux émoussés ou anguleux couronne le remblaiement fluviatile et se poursuit latéralement, par placages, sur le glacis d'érosion recoupant les marnes miocènes. A 4 m en contrebas de ce niveau majeur, mais au-dessus de la terrasse soltanienne, se tiennent des lambeaux de terrasses également conglomératiques, comportant des galets de calcaires et de basalte. Il y aurait donc deux niveaux tensiftiens.

- Niveau 4 (Amirien ?). Dominant l'oued de 25 m, ce niveau est très comparable par sa constitution au glacis-terrasse tensiftien. A l'aval, il comporte un remblaiement fluviatile à gros éléments roulés, surmonté par un horizon meuble et plus fin, épais de quelques mètres. Au-dessus une dalle de conglomérat bréchique repose sur l'accumulation alluviale et se suit en amont sur le glacis d'érosion.

- Niveau 5 (Villafranchien). Très développé, ce niveau supérieur est surtout représenté par un glacis, et parfois par une terrasse fluviale. Le glacis est couvert d'un dépôt conglomératique épais de 1 à 2 m et

comportant des passées de calcaire lacustre ou travertineux ; au-dessus une croûte calcaire pouvant atteindre 50 cm d'épaisseur se débite en blocs arrondis recouverts d'une pellicule calcaire rubanée ; parfois, la croûte repose directement sur le Miocène aplani. A l'aval du glacis, les dépôts conglomératiques de terrasse discontinus dominant l'oued de 60 m et sont recouverts de brèches à ciment travertineux ravinées par des travertins à Escargots.

Ainsi, les bassins continentaux du Sud, de l'Est et du centre du Maroc sont caractérisés par la multiplicité des niveaux quaternaires étagés ou emboîtés : selon les régions considérées, cinq ou six générations de formes et de dépôts sont décrites. Les héritages les plus récents (Rharbien, Soltanien) sont partout des accumulations fluviales, tandis que généralement les niveaux plus anciens sont des glacis ou glacis-terrasses. Dans les bassins les plus proches des hautes montagnes, comme la haute Moulouya, le matériel détritique des terrasses et des glacis résulte vraisemblablement d'un débitage par gélifraction, ce qui permettrait de mettre en relation les épisodes froids montagnards et les phases durant lesquelles s'élaboraient glacis et terrasses dans les cuvettes d'altitude plus basse.

Enfin, l'étude des sols développés sur les niveaux quaternaires de la basse Moulouya montre que la différenciation des profils est d'autant plus poussée que le dépôt est plus ancien, mais aussi que cette différenciation s'est vraisemblablement faite dans un cadre bioclimatique assez semblable d'une période à l'autre : les sols de cette région appartiennent tous à la même famille pédogénétique essentiellement caractérisée par l'accumulation du calcaire qui s'accroît avec l'âge des surfaces.

3°) Le Quaternaire des régions atlantiques

Du Souss, où la pluviosité ne dépasse guère 200 mm par an, au Rif occidental, qui reçoit un mètre d'eau, les processus morphogénétiques actuels sont extrêmement variés ; dans une région limitée, parfois même sur le même versant dont l'exposition change, il est possible d'observer les traces ou les dépôts du ruissellement, de la repatation ou de la solifluxion. Les modelés et les formations héritées du Quaternaire ne sont pas moins diversifiées dans ces pays atlantiques : les glacis d'érosion et les plaines d'épandage alternent avec des versants réglés dépourvus de niveaux anciens et avec des accumulations étagées. En outre, d'une région à l'autre, le nombre des niveaux hérités varie considérablement.

a) L'Anti Atlas occidental

La coupe suivante, inédite, a été relevée par G. BEAUDET dans la section moyenne de la vallée de l'oued Massa. Du plus récent au plus ancien, les niveaux suivants apparaissent :

- Niveau 1. Très basse terrasse sableuse grise, comportant des lits de galets à la base. Commande le lit majeur de l'oued de 1 m à 1,5 m.

- Niveau 2. Terrasse construite dominant l'oued de 3 m. Matrice argilo-sableuse rouge-pâle. Galets bien roulés de quartzite, de quartz et de rhyolite, de 2 à 20 cm de long. Quelques blocs peu émoussés pouvant atteindre 60 cm. Litage et classement bien réalisés. A la base, les gros galets dominent et la matrice est rare ; au sommet, la matrice et les petits galets l'emportent.

- Niveau 3. Terrasse construite d'un commandement de 8 m. Matrice rouge ou brun-rouge de sables grossiers et d'argiles. Galets inégalement roulés de quartzite et de rhyolite, de 3 cm à 25 cm. Quelques blocs peu émoussés pouvant atteindre 60 cm. Classement et litage tout juste ébauchés. Sur 1 m, la partie supérieure du dépôt est lessivée, sableuse et pâle ; accumulation d'argile entre 1 m et 1,60 m de profondeur.

- Niveau 4. Terrasse majeure d'un commandement de 60 m. Construite sur 30 m d'épaisseur environ, cette terrasse se raccorde latéralement à un glaciaire d'érosion concave de 7° de pente. Matrice de sable argileux rougeâtre ou roux à petits gravillons très abondants. Parmi les argiles, l'illite l'emporte (moyen-fort), associé à des interstratifiés (faible), à de la montmorillonite (faible) et à de la kaolinite (moyen-faible). Galets de quartzite et de rhyolite de 2 à 15 cm, moyennement roulés et patinés. Abondance de gros blocs émoussés, pouvant dépasser 1 m³ et d'une taille médiane de 60 à 80 cm ; les blocs de rhyolite sont couverts d'une patine brun-rouge souvent violacée ; les quartzites ont une patine ocre-jaune. Cette accumulation alluviale grossièrement litée porte un puissant encroûtement calcaire dont voici la coupe de bas en haut : 2 m à 2,5 m d'encroûtement tuffeux comportant des galets disposés en désordre ; 20 à 50 cm de croûte feuilletée ou nodulaire ; 2 à 3 cm de pellicule rubanée supportant un sol caillouteux calcaire épais de 30 à 40 cm. Il n'existe pas d'accumulation calcaire sur les niveaux plus récents.

b) Le Plateau central

Dans ce massif ancien, l'étagement des niveaux est relativement pauvre dans les vallées de l'intérieur, alors qu'il s'enrichit à l'aval à proximité du Rharb ou de l'Océan atlantique (BEAUDET G., 1969).

- A l'intérieur : la haute vallée de

l'oued Grou

De bas en haut, les niveaux suivants apparaissent :

. Niveau 1 (Rhorbien). Basse terrasse construite dominant l'oued de 1,5 m à 2,5 m. A la base, lentilles de galets ; au sommet, sables limoneux brun très pâle.

. Niveau 2 (Soltanien). Ce niveau mal développé est représenté par une terrasse alluviale (matrice sablo-argileuse rouge-pâle, galets d'une taille médiane de 8 cm) se raccordant latéralement à un versant concave construit fait de sables argileux rougeâtres à pierrailles.

. Niveau 3 (Tensiftien). Glacis d'érosion couvert de pierrailles passant à une terrasse alluviale de 2 m d'épaisseur. Dans la terrasse : matrice de sables rouge-pâle et de bouillie de schistes comportant des lentilles de galets inégalement émoussés dont les plus gros atteignent 50 cm de long (médiane : 12 - 15 cm).

. Niveau 4 (Amirien). Glacis d'érosion bien développé couvert sur 1 m environ de cailloux anguleux (médiane : 10 - 12 cm) et de blocs (jusqu'à 40 cm) associés à des limons argileux et des sables rouges. Le glacis passe latéralement à une terrasse alluviale de 3 à 4 m d'épaisseur faite de sables argileux rouges et de lentilles de galets bien roulés (médiane : 15 à 20 cm).

Dans l'ensemble de ces niveaux, toutes les roches du bassin versant sont représentées parmi les galets : schistes, calcaires, grès et quartzite, D'autre part, les argiles des glacis et des terrasses sont partout les mêmes : illite (moyen à moyen-fort), chlorite (faible), interstratifiés illite-montmorillonite (faible à moyen-faible), montmorillonite (faible à moyen).

. Niveau 5 (Villafranchien supérieur). Glacis d'érosion sur schiste, très développé, d'une pente de 2 à 7°. Couvert sur 1 à 2 m d'épaisseur par des pierrailles

et des blocs émoussés de quartzite (jusqu'à 90 cm) associés à d'abondants gravillons de quartz jauni et carié et à des sables argileux roux. Le glacis passe à une terrasse construite sur 2 à 2,5 m, comportant les mêmes sables et gravillons, de gros galets inégalement roulés (médiane : 25 à 30 cm) et d'énormes blocs émoussés pouvant atteindre 1,60 m de long. Ce niveau se distingue nettement des formations plus récentes à plusieurs points de vue. D'abord, les galets, les blocs et les pierrailles sont presque exclusivement quartzitiques, comme si les autres roches du bassin versant (schiste, calcaire) avaient disparu ; ces débris sont toujours couverts d'une pátine brun-clair à brun violacé, mate ou luisante, et parfois revêtus de placages ferrugineux sombres. Les quartz sont toujours altérés, jaunis par des imprégnations de fer et souvent cariés. Enfin, l'association des argiles est caractéristique : illite (faible à moyen), interstratifiés illite-montmorillonite (faible), montmorillonite (faible à moyen), kaolinite (faible à moyen).

- A l'aval : la basse vallée du Bou Regreg

A peu de distance dans l'arrière-pays de Rabat, les niveaux suivants se succèdent, du plus récent au plus ancien.

. Niveau 1 (Rhorbien). Sables limoneux gris ou brun-pâles comportant des lentilles de galets à la base visible. Cette formation est presque exclusivement fluviale : elle se raccorde rarement à des dépôts colluviaux et son contact avec les versants forme souvent un angle assez net.

. Niveau 2 (Soltanien). Terrasse alluviale peu développée, se raccordant aux versants par une pente concave construite. Sables argileux rouges à rouge-pâle dominant vers le sommet, associés à la base à des lentilles de galets bien roulés (médiane : 8 cm).

. Niveau 3 (Tensiftien). Court glacis d'érosion à couverture pierreuse et sableuse rouge-pâle. Se raccorde latéralement à une terrasse construite sur 3 m d'épaisseur,

comportant des galets assez bien roulés (médiane : 10 cm), mais mal classés, et une matrice sablo-argileuse rouge-pâle. La partie supérieure de ces dépôts contient des pisolites ferrugineux d'un diamètre de 5 à 8 mm.

. Niveau 4 (Amirien). Longs versants concaves construits de limons argileux rouges à amas friables de calcaire. Ces colluvions se raccordent à une terrasse épaisse de 5 m, faite de sables argileux, rouges et de lentilles bien classées de galets très roulés (médiane : 10-12 cm). En surface, la terrasse porte de nombreux pisolites ferrugineux (10 à 15 mm de diamètre) parfois associés en amas lenticulaires.

. Niveau 5 (Salétien). Restes de glacis-terrasses, dont l'accumulation alluviale est épaisse de 3 à 4 m. Dans la partie alluviale, des sables argileux rouges emballent de gros galets bien roulés (médiane : 15 cm ; galets pouvant atteindre 30 - 35 cm) mais mal classés. Les pisolites ferrugineux (10 à 15 mm de diamètre) sont abondants et souvent associés en amas scoriacés-noirâtres.

. Niveau 6 (Régréguen). Ce glacis-terrasse est emboîté de 40 m dans les plateaux. La couverture, épaisse de 1 à 3 m, comporte une matrice de sables légèrement argileux brun-rougeâtre, de nombreux gravillons de quartz et de grès et des galets bien roulés d'une taille médiane de 10-12 cm. En surface, apparaissent des pisolites ferrugineux de 10 mm environ de diamètre.

Comme dans la haute vallée de l'oued Grou, toutes les roches du bassin versant sont représentées parmi les galets ; toutefois, les quartz, les quartzites et les grès siliceux tendent à devenir proportionnellement plus abondants dans les niveaux les plus anciens (Salétien et Régréguen). D'autre part, dans tous les niveaux, les argiles suivantes sont associées, : illite-chlorite-interstratifiés-montmorillonite, à l'exclusion de la kaolinite.

- Formation des plateaux

Dans la région de Rabat, les plateaux défoncés par l'entaille des vallées sont généralement couronnés de trois formations successives qui reposent en discordance sur les marnes miocènes ou sur les flyschs carbonifères. De bas en haut, de la plus ancienne à la plus récente, ces formations successives sont les suivantes :

. à la base : dépôt fluvio-marin conglomératique, parfois épais de 20 m, comportant des galets bien classés et bien roulés (médiane : 10 cm) où sont représentées toutes les roches du socle primaire, les quartzites, les quartz et les grès siliceux étant toutefois particulièrement abondants. Ce dépôt fluvio-marin passe généralement vers le haut à des grès dunaires ou littoraux, coquilliers et quartzeux. Cette formation inférieure, dénommée " moghrébienne " par G. CHOUBERT (cf. plus loin, p. 85) est datée du Villafranchien inférieur grâce à la découverte d'une faune marine où s'associent Pecten, Gryphoea, Ostrea et d'une faune de vertébrés continentaux où apparaissent côte à côte les genres Elephas, (dont *Elephas africanus* ARAMB.), Stylohipparion, Rhinoceros et Bos (ARAMBOURG C. & CHOUBERT G., 1957-1965).

. en position intermédiaire, un dépôt continental de 3 à 10 m d'épaisseur qui remplit et fossilise d'énormes lapies taraudés dans les grès dunaires calcaires finimoghrébiens. Surtout argilo-sableuse à la base, où elle est de teinte rouge, cette formation comporte vers son sommet des lits minces de galets bien roulés presque exclusivement quartzitiques. La plupart de ces galets supérieurs sont altérés en surface : sur 1 à 4 mm de profondeur, le quartzite est littéralement blanchi, par destruction des grains micacés et par entraînement vers le centre des galets des sesquioxydes métalliques. Cette altération s'accompagne de l'accumulation dans la partie moyenne du dépôt d'argiles constituant des plages claires et des taches d'un rouge-violacé. Les argiles sont les suivantes : illite (moyen-faible), chlorite (moyen-faible), interstratifiés (moyen-faible), montmorillonite (moyen-fort) et kaolinite (moyen-faible). P. BIBERSON (1961, a et b) a découvert

dans ce dépôt des galets aménagés qu'il rapportait au stade I ou archaïque de la Pebble Culture, et qu'il dénomme maintenant " Pré-Acheuléen I du Maroc " (cf. supra, p. 24). Cet auteur avait tout d'abord attribué cette industrie au Villafranchien moyen (1961, a) ; il la rapporte maintenant au Moulouyen supérieur. De toute manière, son âge villafranchien paraît certain.

... à la partie supérieure, un épandage mince (0,5 à 1 m) mais extrêmement continu de galets brônâtres. Ces galets inégalement roulés, d'une taille médiane de 6 à 10 cm, sont constitués presque exclusivement de quartzite et de quartz, et sont toujours patinés : brun clair à brun violacé pour les quartzites, jaune sale pour les quartz qui sont fréquemment cariés. Les argiles de la matrice sont généralement les suivantes : illite (moyen-faible); chlorite (moyen-faible), interstratifiés (moyen-faible), montmorillonite (moyen-fort), kaolinite (moyen-faible à moyen-fort). Très souvent, les galets sont recouverts d'enduits ferrugineux sombres, ou même agglomérés par un ciment ferrugineux vacuolaire. Parmi ces galets, des outils lithiques ont été découverts et datés ; selon G. CHUBERT et J. ROCHE (1956), ces outils devraient être rapportés à la Pebble Culture et à l'Acheuléen ancien ; selon P. BIBERSON (cf. supra, p. 21) ils dateraient du "Pré-Acheuléen III du Maroc" et seraient analogues à ceux de l'Olévaïen d'Afrique orientale. Au total, il est possible que l'épandage des galets soit d'âge villafranchien supérieur.

c) Le Rharb méridional

Les travaux de J. LE COZ (1964) nous livrent des coupes fort intéressantes situées aussi bien dans la plaine du Rharb proprement dite que dans la vallée moyenne de l'oued Beth, et dans la partie orientale de la forêt de la Mamora. De bas en haut, en synthétisant, les niveaux sont les suivants :

- Rharbien

Le remblaiement récent du Rharb comporte

trois termes successifs :

- un dépôt surtout argileux sombre, généralisé, parfois "tirsifié" en surface. Le Rharb était alors une étendue palustre où les écoulements continentaux décan- taient la partie fine de leur charge, peut-être en rela- tion avec la remontée flandrienne du niveau de base ;

- un dépôt limoneux ou sablo-argileux, le dhess, de teinte claire, déposé par les oueds en levées alluvia- les constituant des sortes de "superstructures" au-dessus du remblaiement plat et sombre du Rharbien ancien ;

- un dépôt sableux clair très récent, le mtill, qui à l'aval se superpose aux levées alluviales de dhess, mais qui à l'amont constitue une très basse terrasse cons- truite, en partie inondable, emboîtée dans la levée prin- cipale de dhess. Ce dernier dépôt est d'âge historique, médiéval ou plus récent encore.

- Soltanien

Le long de l'oued Beth, la terrasse construite soltaniennne comporte de bas en haut :

- des lits de galets,
- des limons argileux, contenant à leur partie supérieure un niveau d'accumulation du calcaire sous forme de granules,
- des limons plus sableux avec quelques cailloutis.

- Tensiftien

Cette terrasse bien développée, com- porte les formations suivantes de bas en haut :

- 3 m visibles de lits de galets,
- 8 m de dépôts grisâtres sablo-limoneux.
- en continuité vers le haut : des limons jaunâtres à taches calcaires surmontés d'un encroûtement tuffeux et d'un sol rouge.

- Anirien

Le dépôt alluvial comporte de bas en haut :

- . 1 m de conglomérat à galets bien roulés,
- . 4 m de limons calcaires pulvérulents et blanchâtres ;
- . 3 m de limons rosâtres à nodules calcaires supportant un sol limoneux rouge.

- Salétien

Cette haute terrasse est couronnée par 1 m de gros galets de quartzite, de formes diverses mais tendant souvent vers le parallélépipède, de couleur rouille, sans litage visible.

- Régréguien

Ce haut niveau apparaît sous forme d'un très vaste épannage recoupant en discordance les formations plus anciennes du Villafranchien. Ses formations sont les suivantes, de bas en haut :

- . 2 m de galets quartzitiques de tailles diverses, sans patine, enrobés dans un ciment calcaire très friable.
- . 2 m de croûte calcaire nodulaire contenant quelques petits galets épars,
- . 1 à 2 m de petits galets quartzitiques (2 à 5 cm), bien roulés, pris dans un ciment calcaire,
- . 0,5 m de croûte calcaire feuilletée,

Ces diverses formations sont emboîtées dans les dépôts villafranchiens de la Mamora, qui pour la plupart des auteurs constituent " la formation rouge de la Mamora", d'âge moulouyen. Toutefois, J. LE COZ (1964) pense au contraire que les coupes de la Mamora montrent trois horizons successifs :

. à la base, une formation jaune argilo-sableuse à galets : Villafranchien inférieur,

. au-dessus, des sables rouges : Villafranchien moyen,

. au sommet, des sables argileux tachetés : villafranchien supérieur (Moulouyen).

d) Le Rif occidental

La plupart des grandes vallées du Rif occidental et méridional sont bordées de six systèmes de terrasses (du Rharbien au Régréguien), mais dans les entailles plus modestes, le nombre des niveaux alluviaux et colluviaux est moins élevé, particulièrement au pied de la Dorsale calcaire. D'après G. MAURER (1968), ces niveaux sont les suivants, de bas en haut :

- Rharbien. Limons sableux gris.

- Soltanien : formations rouges et fines. Souvent, les dépôts de versants soltaniens comportent deux horizons : à la base des limons légèrement encroûtés ; au-dessus des limons rouges.

- Tensiftien. Les dépôts de versants liés à ce niveau sont extrêmement développés : coulées de blocailles, éboulis, formes de solifluxion. Les matériaux sont assez grossiers et, à proximité des affleurements calcaires, les encroûtements sont importants.

- Quaternaire plus ancien (Amirien ? Salétien ?) . Accumulations colluviales de grande ampleur, à matériaux grossiers et hétérométriques. Croûte calcaire à leur partie supérieure.

Ces formes et ces dépôts du Quaternaire récent et moyen sont emboîtés dans de hautes topographies particulièrement bien développées autour des crêtes de grès numidiens. Parmi ces hautes topographies, G. MAURER (1968) distingue trois séries de dépôts :

- Villafranchien inférieur. Poches d'altération entaillées dans les schistes. Ces poches comportent des pierrailles et des blocs de grès dont l'émoussé.

chimique est très important (de 200 à 700 millièmes). La matrice qui emballe ces débris grossiers est blanchâtre ou rouge, très riche en argiles et en limons. L'analyse granulométrique des sables montre un très mauvais triage. Les argiles sont les suivantes : illite (très faible), montmorillonite (faible), interstratifiés illite-montmorillonite (moyen), kaolinite (moyen-fort). La partie supérieure de ces dépôts est parfois remaniée par le ruissellement.

- Villafranchien supérieur. Il s'agit de glacis d'accumulation, constitués de dépôts détritiques pouvant atteindre 20 m d'épaisseur reposant sur la roche en place non aplanie. Des cailloutis et des blocs de grès (de quelques centimètres à plus d'un mètre cube ; médiane des blocs : 20 à 30 cm) sont légèrement émoussés aux angles, (médiane : 100 millièmes). La matrice, ocre ou rouge, est surtout sableuse. Ces dépôts caractéristiques ont été mis en place par divers processus qui se relayaient dans le temps et dans l'espace : ruissellement, entraînement torrentiel et solifluxion. L'analyse granulométrique des sables montre un assez mauvais triage. Les argiles sont les suivantes : illite (très faible), chlorite (très faible), montmorillonite (très faible ou absente), interstratifiés (moyen), kaolinite (moyen-fort).

- Régréguien. Ce niveau est représenté par un glacis d'érosion entaillé à la fois dans les dépôts villafranchiens et dans la roche en place. Les dépôts de ce glacis sont moins hétérométriques, plus calibrés, et plus émoussés (médiane : 200 millièmes) que ceux du Villafranchien supérieur. Les courbes granulométriques montrent un triage des sables mieux réalisés. Les argiles sont les suivantes : illite (très faible), chlorite (faible ou très faible), vermiculite (moyen), montmorillonite (faible à moyen-faible), interstratifiés (faible à moyen-faible), kaolinite (moyen).

Les coupes du Quaternaire continental du Maroc atlantique offrent donc une grande diversité. Le nombre des niveaux hérités varie d'une région à l'autre : dans l'arrière-pays ce nombre est généralement assez réduit, alors qu'à l'aval des grandes vallées, il n'est pas rare d'observer sept niveaux topographiques. D'autre part, les héritages les plus anciens se caractérisent par des altérations profondes qui n'apparaissent plus dans les dépôts plus récents.

C.- Les niveaux classiques du Quaternaire marin marocain

Après bien des controverses au cours desquelles la multiplicité des transgressions quaternaires fut parfois niée (BOURCART J., 1935 et 1938), la stratigraphie des formations marines quaternaires paraît maintenant assez sûrement établie. Le progrès des connaissances résulte avant tout des travaux de G. LECOINTRE (particulièrement : 1952 et 1963), de M. GIGOUT (particulièrement : 1951) et de P. BIBERSON (1958 et 1961, a). La description des niveaux marins qui suit est due avant tout à P. BIBERSON, qui fait la synthèse des travaux antérieurs et s'appuie surtout sur les célèbres coupes de Casablanca.

Du plus récent au plus ancien, les niveaux marins reconnus et décrits sur le littoral atlantique du Maroc sont les suivants :

1°) Le Mellahien (par P. BIBERSON)

a) Historique

En 1956, G. LECOINTRE décrivait des phénomènes de remblaiement qui, après la très importante régression marine correspondant au maximum Würmien, accompagnèrent la remontée de l'Océan. Cette sédimentation était tout particulièrement bien observable dans les estu-

aires des fleuves marocains et, dans la région de Casablanca, notamment, à proximité de l'embouchure de l'oued Mellah.

En 1952, il constatait la grande généralité de ce phénomène, apportait de nouveaux exemples, et décrivait en particulier l'oulja de Sidi Abderrahman, près de Casablanca, où : "le marais séparé de la mer par un cordon littoral recouvert de dunes vives est remblayé à une altitude très peu supérieure au niveau des hautes mers". (p.88). Il rapportait la transgression responsable au Flandrien.

En 1952 également, M. GIGOUT précisait que la transgression flandrienne a dépassé de 2 m le niveau actuel de la mer, à Rabat.

En 1958, P. BIBERSON définissait ce dernier cycle marin atlantique et le nommait MELLAHIEN, du nom de l'oued Mellah étudié en premier dans la région de Casablanca par G. LECCINTRE.

b) Coupe-type

Quoique de nombreux gisements mellahiens aient été décrits avec leur faune et certains même datés, le site-type est choisi, ici, dans l'oulja de Sidi Abderrahman, puisqu'il se trouve là en étroit rapport avec les cycles marins immédiatement antérieurs et qu'il vient ainsi compléter la coupe du Quaternaire marin de Casablanca établie sur un axe unique perpendiculaire à la côte atlantique (BIBERSON P., 1961 a, pp. 200 - 201).

- Localisation précise : elle est strictement la même que celle de l'Ouljien et du Harounien, en bordure de l'oulja formant la limite occidentale de la carrière Schneider.

- Cadre géologique. Le remblaiement mellaheen est entièrement emboîté dans les sables dunaires de la régression post-ouljienne datant du Soltanien.

- Situation géomorphologique. Les dépôts du Mellahien tapissent le fond de l'ouïja, c'est-à-dire de la cuvette allongée comprise entre l'ancien rivage ouïjien et un premier cordon de dunes consolidées de la régression subséquente.

- Description de la coupe. Les fossés de drainage révèlent la simplicité de la coupe. Il s'agit du remplissage limoneux de cette gouttière littorale constituant un marais ne dominant le niveau actuel de la mer que d'environ 2 m.

A la base se trouvent les sables de la régression soltanienne ; au sommet, une mince pellicule de terre végétale noire recouvre les limons grisâtres du remblaiement mellahien. On n'a pas recueilli là de macrofaune et la microfaune n'a pas été étudiée, non plus que les éventuels pollens fossiles.

c) Description du cycle dans l'ensemble de la région

- Géomorphologie. Il existe deux types de formations mellahiennes : 1) les remblaiements des incrustations côtières et 2) les plages littorales.

1) Dès 1926, G. LECOINTRE rapportait qu'un important remblaiement des estuaires des fleuves marocains s'était produit après la grande régression de la fin du Pléistocène récent ; ces dépôts devaient être holocènes. Il citait les résultats de sondages effectués à l'occasion de travaux d'art : construction de viaducs ferroviaires ou de ponts routiers. Le remplissage d'alluvions vaseuses à l'embouchure du Bou Regreg, à 4 km de l'océan, culminait à + 2,80 m et descendait jusqu'à - 15 m ; à l'oued Nfifakh, à 2 km, il se trouvait à la cote - 16 m ; enfin à l'oued Mellah, à 4 km du littoral, c'est aussi à - 16 m que le substratum était atteint. L'auteur en concluait qu'après la grande régression (correspondant à notre cycle soltanien), les estuaires des rivières côtières " ont été envahis par des bras de mer étroits, de petits fjords ou rias. Il s'en

est suivi un comblement par des dépôts d'origine marine" (p. 82).

En 1952, le même géologue décrivait les bas niveaux des environs de la carrière Schneider de Sidi Abderrahman (pp. 87-88) et déclarait que le remblaiement de l'oulja ne saurait être assimilé à autre chose qu'au remblaiement "flandrien" (notre Mellahien). Il n'avait pas récolté là de faune malacologique mais, analysant celle fournie par d'autres gisements analogues du Bou Regreg, de l'oued Cherrat et de l'oued Mellah, notamment, il signalait, au milieu d'une faune banale, l'apparition, pour la première fois du Quaternaire, au Maroc, de Ostrea stenbina (t.II, p. 40).

2) Outre ces remblaiements de rias ou d'ouljias, il existe en plusieurs points du littoral atlantique des plages de type classique sur les côtes ouvertes, mais surplombant de 2 m le niveau marin actuel. M. GIGOUT en a signalé plusieurs exemples. Un de ces témoins est visible sur la rive occidentale du petit isthme qui relie l'îlot où s'élève le Marabout de Sidi Abderrahman à la terre ferme, mais il est fortement attaqué par les hautes mers d'équinoxes.

M. GIGOUT a donné la composition de la faune marine de ces niveaux (1952). Elle diffère de celle des vases d'estuaires, ce qui est normal étant donné l'écologie différente de ces deux biotopes. On retrouve dans ces faunes de plage l'association Purpura haemastoma et Patella safiana, mais G. LECOINTRE a fait remarquer leur "gigantisme" à cette époque (1952 p. 864).

- Lithologie. Dans les rias des fleuves et les ouljias côtières, il n'existe que des vases fluvio-marines d'estuaire. Au contraire dans les plages de + 2 m, on trouve les mêmes formations de galets, graviers et sables coquilliers que dans les plages fossiles plus anciennes.

- Faune et flore. La faune malacologique des plages n'a pas varié depuis le maximum transgressif anfatien, que ce soit au Harounien, à l'Ouljien ou au Mellahien. Seule la taille des mêmes espèces paraît plus forte

durant ce dernier cycle. Par contre, dans les boues mellahiennes remblayant les rias des fleuves côtiers, apparaît, pour la première fois dans le Quaternaire marocain, Ostrea stentina PAYRAUDAU (LECOINTRE G., 1962, t. II, p.40).

Aucune étude palynologique des limons mellahiens n'a été tentée.

- Industries préhistoriques. En plusieurs points de la côte atlantique marocaine des kjoekenmoedings ont été trouvés en relation avec les niveaux mellahiens. Ils ont fourni surtout des tessons de poteries néolithiques, par exemple à Miramar, au Sud de Rabat. A l'entrée de la grotte de Dar-es-Soltan, gisement éponyme du Soltanien, un kjoekenmoeding néolithique renferme de nombreuses coquilles marines qu'on peut aussi mettre, semble-t-il, en relation avec la transgression mellahienne ; cette formation repose en discordance sur les niveaux à industrie atérienne.

- Agés absolus. Le site de Miramar a fourni des coquilles marines analysées au Lamont Laboratory par BROEKER W.S. L'âge fourni par le 14 C est de 5.970 ± 130 ans B.P., ce qui correspond à l'époque de l'Optimum climatique d'Europe, contemporain de la "Mer à Littorines" ou "Episode de Calais" du Flandrien moyen et au Versilien de la Méditerranée. (GIGOUT M., 1959).

2°) L'Ouljien (par F. BIBERSON)

a) Historique

En 1946, analysant la "Coupe du Cap Cantin", M. GIGOUT concluait à l'existence en ce lieu de 5 transgressions marines quaternaires dont la dernière, marquée par une falaise n'excédant pas + 5, + 8 m, devait être décrite ultérieurement.

En effet, en 1949, ce géologue présentait une note à l'Académie des Sciences qui donnait une

définition précise d'un cycle marin : L'OULJIEU, qui s'intercale entre la quatrième pulsation transgressive de l'Océan (niveau de 18 - 20 m = notre Harounien) et la sixième (Flandrien du Maroc = notre Mellahien).

Cette définition devait être complétée postérieurement, en 1951, par la description de nombreux sites et aussi en 1957, dans un article où il était spécifié : "C'est la pulsation transgressive du Quaternaire récent qui précède immédiatement la régression du dernier grand Fluvial d'Afrique du Nord. Sa faune est identique à l'actuelle. Son rivage atteignait 5 à 8 m d'altitude qu'il a conservée sur les zones stables comme la Meseta marocaine " (p. 386).

b) Coupe-type

Quoique de nombreux sites ouljieus aient été décrits par M. GIGOUT, il n'a jamais indiqué de coupe-type. On a choisi ici l'oulja de Sidi Abderrahman puisque aussi bien le perrain de l'Ouljien en a fait état lui-même (1957, p. 385).

- Localisation précise : l'oulja de Sidi Abderrahman est la dépression allongée qui s'étend au S.-W. d'Aïn Diab (faubourg ouest de Casablanca) jusqu'au Marabout de Sidi Abderrahman, entre une ligne de côte suivie par le chemin de fer à voie étroite desservant la carrière Schneider et l'alignement des dunes vives actuelles, en bordure de mer, qui supportent la route côtière. Son point central, face à la carrière Schneider, est la source nommée Aïn Roumana, avec son bassin aménagé, qui alimente un mince cours d'eau drainant le bas-fond aujourd'hui reboisé par les Eaux et Forêts. Le rivage ouljien se développe tout au long de la bordure orientale de cette oulja ; il est recoupé par les exploitations d'un certain nombre de carrières, notamment au droit du Marabout de Sidi Abderrahman, de chaque côté de la bretelle reliant la route côtière à la route d'Azemmour. (BIBERSON P. 1961 , a).

- Cadre géologique. A l'Aïn Roumana, la falaise ouljienne entaille les marnes crétacées indurées, surmontées de la plage régressive harounienne, elle-même empâtée par les calcaires roses du "Présoltanien". Plus à l'Ouest, à la hauteur du Marabout, les formations de plage ouljiennes ravinent la dune de la régression post-harounienne dont on ne voit pas la base.

- Situation géomorphologique. La falaise ouljienne est très visible tout au long de la côte à l'Ouest de Sidi Abderrahman, jusqu'à Dar Bouazza (à une trentaine de km de Casablanca) et même très au-delà. Elle apparaît nettement sur les cartes au 1/ 50 000^e et se distingue sans difficulté de la falaise harounienne qui s'écarte davantage du littoral actuel. Les deux dénivellations topographiques sont séparées par la plateforme harounienne qui pend légèrement vers le large. Ce réplat est actuellement intensément cultivé pour les productions maraichères de primeurs.

- Description de la coupe. A l'Aïn Roumana, la transgression ouljienne avait creusé des grottes dans le Crétacé et L. GENTIL en avait examiné le remplissage contenant des industries préhistoriques étudiées plus tard par E. G. GOBERT et R. VAUFREY (1932) ; malheureusement, on ignore si des formations marines se trouvaient à la base et les grottes (photographiées en 1917 par G. LÉCOINTRE) ont été détruites par l'exploitation de la carrière ou ensevelies sous les déblais. Au voisinage immédiat de ce point, on voit au pied de la falaise, un conglomérat de galets avec des graviers et des sables, où se rencontrent des coquilles de Mollusques marins concassés. La partie supérieure de cette formation est fortement rubéfiée. Une terre limoneuse noire, typique du MELLANIEN emplit l'oulja et recouvre directement ces dépôts de plage.

Les carrières voisines du marabout montrent le même conglomérat ravinant les grès calcaires de la dune post-harounienne consolidée datant du Présoltanien. Ici, la plage ouljienne est immédiatement recouverte

par des limons rubéfiés que l'on suit en descendant vers la mer jusque sur la plage actuelle, au N.E. de la langue de sable qui relie le rocher portant le marabout à la terre ferme. Ces limons rouges indurés sont lapiazés par la mer et on voit qu'ils empêchent une plage de la régression post-ouljienne, car les coquilles marines y sont nombreuses. On y a recueilli, en outre, des éclats de quartzites et de silex malheureusement atypiques.

La dune consolidée qui forme la presqu'île où a été édifié le Marabout de Sidi Abderrahman surmonte cette plage régressive post-ouljienne. Les sables dunaires sont recouverts d'une croûte calcaire que surmonte un nouveau manteau de limons rouges.

Des formations continentales très comparables à ce complexe supérieur se retrouvent à la hauteur de l'Aïn Roumana, dans la "cunette" de la carrière Schneider. Elles appartiennent à la régression post-ouljienne.

La faune des niveaux de plage du maximum ouljien est banale, de type actuel. Purpura haemastoma abonde et Patella safiana y est bien représentée parmi les Patelles communes. C'est très exactement la faune "chaude" de type "sénégalien" qui était apparue au maximum de la transgression de l'Anfatien et qui s'était maintenue au Harounien.

c) Description du cycle dans l'ensemble de la région

- Géomorphologie. Le cycle ouljien représente l'ensemble transgression-régression de l'Océan atlantique sur la Meseta marocaine succédant à la régression post-harounienne, qui sur le continent a vu le dépôt des formations du Présoltanien, et précède la transgression mellahienne.

La falaise de la ligne de rivage maximum a été reconnue en de très nombreux points tout au long de la côte marocaine, de Tanger à Seguiet-el-Hamra, sauf

dans la plaine du Rharb. Elle est souvent entaillée dans les dunes consolidées pouvant appartenir à la régression post-anfatienne ou à la régression post-harounienne qui sont parfois difficiles à distinguer l'une de l'autre ; mais on peut vérifier en certains lieux qu'elle attaque les formations continentales du Présoltanien bien caractérisées.

Généralement, cette falaise ouljienne se sépare très nettement de la falaise harounienne antérieure, située plus en recul par rapport au littoral actuel. Cependant, l'invasion marine a parfois détruit les formations harouniennes et postérieures pour atteindre l'ancienne falaise harounienne elle-même ; dans de telles conditions, on peut parler de "falaise polycyclique". C'est le cas, notamment, dans le secteur côtier de Témara.

- Altitudes absolues et relatives. La hauteur de la falaise ouljienne est très variable, mais ses formations de plage se tiennent le plus couramment entre + 6 et + 8m, alors que la plateforme harounienne culminait à + 18 m et que celle du Mellahien ne dépasse guère + 2 m.

- Lithologie. Elle n'est pas différente de celles des autres transgressions quaternaires du Maroc. Tous les niveaux de conglomérats et de sables sont aujourd'hui fortement consolidés. Les cordons dunaires de la régression, solidement lapidifiés, forment au large des ondulations sur les fonds sous-marins du plateau continental, topographie révélée par les relevés cartographiques de la Marine. D'ailleurs, les alignements dunaires les plus rapprochés du littoral émergent parfois et constituent des îlots, comme à Mogador, ou des presque-îles étirées le long du rivage, isolant des criques abritées, comme à Hajra Kahola, au Sud de Casablanca, ou à Témara, au Sud de Rabat. La plupart des ouljias côtières ont la même origine.

- Faune et flore. La faune malacologique de l'Ouljien est très exactement la même que celle du Marcunien, héritée elle-même de l'Anfatien à son maximum transgressif. C'est pour cette raison que G. LECOINTRE (1952) groupe ces trois cycles dans son étage du "Quaternaire Récent I". Il n'y a plus trace des faunes anciennes "chilo-péruviennes" ou "nordiques". Les espèces caractéristiques sont donc encore les représentants de la faune "chaude" récente dite faune "sénégalienne" : Purpura haemastoma LINNE et Patella sofiana LAMARCK.

Aucune étude palynologique n'a été tentée pour les niveaux de plage de l'Ouljien.

- Industries préhistoriques. Sporadiquement, des éclats manifestement obtenus par l'homme ont été récoltés dans certaines formations ouljiennes, mais aucun ensemble typique n'a été découvert.

Une pointe pédonculée atérienne a été trouvée dans le grès dunaire de la plage de Témara (CHOUBERT G., 1965), mais cette ancienne dune appartient à la régression post-ouljienne et date donc d'un moment non précisé du Soltanien. On a bien signalé, hors du Maroc, la découverte d'une abondante industrie atérienne dans une formation néo-tyrrhénienne à Strombes de la région d'Arzew (CAMPS G., 1956), mais il est vraisemblable que l'imprégnation de la plage s'est faite très postérieurement au dépôt marin, alors que les sédiments étaient encore meubles.

Au Maroc, d'après les formations continentales qui encadrent l'Ouljien : le Présoltanien, à Acheuléen, final, et le Soltanien, à Atérien, on peut se demander quel est le stade ou les stades industriels propres à l'Ouljien. Le très beau gisement moustérien du Jbel Irhoud, à l'Est de Safi, est trop éloigné du littoral pour qu'une tentative de corrélation avec les formations marines côtières soit réalisable. Seules des recherches plus approfondies dans la zone littorale permettront de résoudre ce problème.

- Âges absolus. Aucune datation n'a été réalisée pour les niveaux ouljiens de Casablanca. Par contre

C.E. STEARNS et D.L. THURBER ont procédé à l'analyse du Th 230 / U 234 contenu dans les tests de fossiles marins recueillis en divers gisements ouljiens de Rabat et de Tanger. Les âges absolus obtenus s'échelonnent entre 95.000 et 75.000 ans B.P., alors que le Harounien se développerait entre 145.000 et 125.000 ans. D'autre part, le Mellahien est daté par le C 14, à Miramar, près de Témara, de 5.970 ± 130 ans B.P..

3^o) Le Harounien (par P. BIBERSON)

a) Historique

Dès 1926, G. LECOINTRE avait décrit, dans la carrière du Palmier, située dans le faubourg des Roches Noires, au N.E. de Casablanca, une plage marine vers + 16, + 20 m, qui avait livré des vestiges de Elephas icolensis, et paraissait plus tardive que le niveau de + 30 m du quartier d'Anfa.

En 1941, NEUVILLE et RUHLMANN signalaient au S.W. de Sidi Abderrahman, en bordure du champ de tir de Kef Haroun, un horizon marin fossilifère vers + 10 m, différent du niveau de + 30 m de la proche carrière Schneider.

En 1947, G. CHOUBERT et J. MARÇAIS faisaient état de la coupe d'une carrière près de l'hôpital Marie-Feuillet, à Rabat, où, vers + 15, + 20 m, apparaissait un niveau marin distinct du niveau "tyrrhénien I" de + 30 m de Casablanca.

En 1951, M. GIGOUT signalait un niveau de même altitude au Cap Cantin et l'identifiait également au site classé A de NEUVILLE et RUHLMANN, dans la carrière Schneider de Sidi Abderrahman.

En 1956, P. BIBERSON donnait le nom de HAROUNIEN à ce cycle qui était brièvement décrit en

1961 (pp. 141-142) et sa définition était précisée en 1963.

En 1960, M. GIGOUT le désignait sous le nom de : "Episode de Kébibat" et en 1961, G. CHUBERT, travaillant à Rabat, l'appelait "RABATIEN".

b) Coupe-type

Le site-type du Harounien a été choisi à la carrière Schneider de Sidi-Abderrahman, en un gisement qui se trouve en étroite relation avec la coupe-type de l'Anfatien.

- Localisation précise : il s'agit de la partie occidentale du site classé A de NEUVILLE et RUHLMANN à Sidi Abderrahman - Ancienne Exploitation. Une coupe similaire, prise à l'autre extrémité du front de taille de la carrière avait déjà été figurée en 1951 par M. GIGOUT (pp. 165-167).

- Cadre géologique : le cadre est strictement le même que pour le cycle anfatien. La morphologie harounienne est emboîtée dans le complexe J - H : plage régressive maarifienne et dune consolidée amirienne. La transgression harounienne a localement oblitéré ou fait disparaître certaines basses formations anfatienues.

- Situation géomorphologique : la transgression anfatienne précédente, au moment de sa ligne de rivage maximum, avait façonné une falaise anfractueuse dont le platier se trouve à + 20 m et au pied de laquelle les sédiments marins s'étaient accumulés jusqu'à + 28 m. Cette falaise morte a été cartographiée sur les 620 m de la "cunette". Dans un gisement proche, à la carrière Thomas, les formations anfatienues atteignent + 34 m. Cependant, la falaise morte anfatienne ne se révèle nulle part dans la topographie actuelle.

A l'Ouest de cette falaise ensevelie, en direction de la côte actuelle, se dessine au contraire dans le paysage d'aujourd'hui, aussi bien au N.E., vers Aïn Diab et Anfa que vers le S.W., jusqu'à l'Aïn Kédid, une dénivellation accusée que longe la route côtière d'Azemmour ; en avant de ce ressaut topographique, s'étale une plateforme, large d'environ 500 m au champ de tir de Kef Haroun, dont l'altitude moyenne est de + 18 m ; elle fut décrite dès 1951 par M. GIGOUT. Il s'agit manifestement, à la fois : 1^o) d'une falaise morte (celle du maximum transgressif du Harounien) et 2^o) à son pied, de la plateforme d'abrasien de cette nouvelle invasion marine.

Toujours en 1951, M. GIGOUT décrivait deux coupes des formations littorales de pied de falaise à la fameuse carrière de Sidi Abderrahman - Ancienne Exploitation : l'une au S.W. qu'il a figurée, l'autre au site classé A de NEUVILLE et RUHLMANN. C'est ce dernier point qui fournit la coupe-type de la transgression harounienne.

- Description de la coupe : elle a déjà été tentée en 1941 par NEUVILLE et RUHLMANN et une coupe très semblable, prise à 900 m de là, à l'autre extrémité du front de taille de la carrière, a été décrite en 1951 par M. GIGOUT. Malheureusement, faute, à l'époque, de possibilités suffisantes d'observations, elle était fausement interprétée, aussi la nomenclature des premiers auteurs demande-t-elle à être rectifiée.

La coupe, il est vrai, présente de nombreuses analogies avec celle de l'Anfatien de la cunette dont la falaise morte est située légèrement plus en recul par rapport à la côte actuelle, ce qui a pu conduire à des conclusions erronées de la part des premiers commentateurs. On utilisera ici ce qui peut être retenu comme valable de la nomenclature de NEUVILLE et RUHLMANN, reprise par les auteurs suivants.

On peut isoler, sur les 100 m de la coupe primitive, sept groupes de formations dont les six dernières appartiennent au Fléistocène : 1^o - Le substratum

antéquatenaire P-Q ; 2° - Le complexe ancien J-H ;
3° - Le haut remplissage marin G de la "Grotte NEUVILLE
et RUHLMANN" et de la cunette ; 4° - Le bas remplissage
marin, le seul qui appartienne en propre au Harounien,
décalé en altitude par rapport à G et non individualisé
au début des recherches ; 5° - Le remplissage supérieur D ;
6° - La dune C et sa "croûte" B ; 7° - Les limons rouges
superficiels A.

1° - Le substratum P-Q est ici constitué par
des marnes jaunes du Crétacé.

2° - Le niveau J est l'équivalent du complexe
J-M-N-O du site "clacto-abbévillien" de NEUVILLE et RUHLMANN ;
comme à la coupe-type de l'Anfatien, dans la cunette, c'est
une plage de la régression post-maarifienne. Le grès cal-
caire sus-jacent, qui la surmonte sans césure, est aussi
la "grande" dune amirienne H.

3° - Le haut remplissage marin de la "Grotte
NEUVILLE et RUHLMANN", noté par eux G, correspond plus
précisément ici à G₂ de la nomenclature révisée, car G₀
et G₁ n'apparaissent pas en ce lieu.

4° - Le bas remplissage marin, qui est le type des
formations harouniennes, n'a pas reçu de notation particu-
lière. Il gît au pied de la falaise de + 18, + 20 m. Tant
par son faciès que par sa faune, il est très semblable à
l'horizon G₂ de l'Anfatien. Il peut atteindre une puissan-
ce de 2 m et s'étale sur quelques dizaines de mètres à la
surface de la plateforme inclinée vers la côte actuelle.

5° - Le remplissage supérieur continental est
constitué par la même nappe de limons D₂ dits "calcaires
bréchoïdes roses". Ce niveau D₂ existe seul à l'exclusion
des limons D₀ et D₁ qui reposent exclusivement sur l'An-
fatien. Par contre, la "croûte" calcaire terminale D₃
est présente.

6° & 7° - Les niveaux C, B et A sont strictement
les mêmes que ceux de la cunette qui surmontent les "cal-
caires bréchoïdes roses", au sommet du remplissage de la fa-
laise anfatienne.

- Datation en âge absolu. Aucune tentative de datation par analyse isotopique n'a été tentée sur les fossiles du site-type du Harounien de Casablanca.

c) Description du cycle dans l'ensemble de la région

- Géomorphologie : le cycle harounien représente un ensemble transgression-regression de l'Océan atlantique sur le littoral de la Meseta marocaine succédant à la régression post-anfatienne et précédant la transgression ouljienne.

En effet, sa falaise terminale est nettement distincte de celle de l'Anfatien, située plus à l'intérieur des terres, et de celle de l'Ouljien qui est au contraire plus rapprochée de la côte actuelle. Morphologiquement, le Harounien est donc parfaitement individualisé.

- Altitudes absolues et relatives : alors que la plateforme de l'Anfatien peut atteindre l'altitude absolue de + 30 m, celle du Harounien ne dépasse pas + 18 m et celle de l'Ouljien se tient vers + 6, + 8 m.

- Lithologie : les dépôts du Harounien, comme tous ceux des transgressions marines quaternaires du Maroc, comportent essentiellement des galets, graviers et sables lités, avec des coquilles de Mollusques marins. En beaucoup de points, ces formations de plage sont surmontées sans hiatus de sables dunaires, aujourd'hui fortement consolidés en grès calcaire exploité en carrières pour la construction. La falaise ouljienne est souvent entaillée dans ces grès dunaires ou dans les calcaires roses qui les remplacent fréquemment.

- Faune et flore. La faune malacologique marine est très exactement la même que celle de l'Anfatien à son maximum transgressif (niv. G₂) sauf que les reliques du Quaternaire ancien : faune "chilo-péruvienne" à Calyptra (Trochatella) trochiformis et Purpura (Acanthina) crassilabrum

ou plessisi, et faune "nordique" à Littorina littorea et Purpura (Nucella) lapillus, ont complètement disparu. Comme pour l'Anfatien, les fossiles les plus typiques sont toujours Purpura haemastoma LINNE et Patella safiana LAMARK. Ce sera encore la même association faunique à l'Ouljien, ce qui explique que G. LECOINTRE réunit ces trois niveaux dans son étage du "QUATERNAIRE RECENT I".

Aucune étude palynologique n'a été tentée à ce jour pour les formations harouniennes.

- Industries préhistoriques. De nombreuses pièces acheuléennes ont été recueillies à la base des "calcaires bréchoïdes roses" reposant directement et même empâtant la plage harounienne. Ces industries sont étudiées avec ces calcaires et on les considère comme datant du Présoltanien.

D'après les niveaux continentaux qui encadrent les formations harouniennes : le Tensiftien littoral et le Présoltanien, on peut dire que la transgression harounienne a vu le développement d'un Acheuléen déjà très évolué, aboutissant à l'Acheuléen final du Présoltanien.

- Âges absolus. Aucune datation n'a été réalisée pour les niveaux harouniens de Casablanca. Par contre, C.E. STEARNS et D. L. THURBER ont procédé à l'analyse du Th^{230} / U^{234} de coquilles marines provenant de divers gisements de la région de Rabat et de Tanger qu'ils appellent tantôt "pré-Ouljien", tantôt "Ouljien I" et qui semblent appartenir au Harounien, d'après les comparaisons qu'ils font avec le "Tyrrhénien II" de Majorque (Eutyrrhénien) également daté par la même méthode. Les âges obtenus s'échelonnent entre 145.000 et 125.000 ans B.P., alors que ceux fournis pour l'"Ouljien II" (Ouljien s. s.) sont compris entre 95.000 et 75.000 ans et que l'Anfatien est plus ancien que 200.000 ans B.P.

- Extension. Le Harounien, bien représenté par sa falaise sur 20 km de longueur au S.W. de Casablanca, est signalé sporadiquement tout au long de la côte entre Casablanca et Rabat. Dans cette dernière ville, plusieurs carrières l'ont révélé, notamment à l'hôpital Marie-Feuillet. On le retrouve près de Tanger, au cap Ashakar et G. LECOINTRE le signale en de nombreux points de la côte au Sud de Casablanca, jusqu'à Agadir.

4°) L'Anfatien (par P. BIBERSON)

a) Historique

Dans sa thèse, en 1926, G. LECOINTRE faisait état, à Casablanca, d'un niveau marin très constant tout au long de la colline d'Anfa, vers + 30 m d'altitude, à faune marine "chaude". En 1930, M. ANTOINE décrivait en détail un de ces gisements, à la carrière Martin d'El Hank, près du phare de Casablanca. NEUVILLE et RUHLMANN donnaient, en 1941, une description générale de ce cycle sous le nom de "Tyrrhénien". Il a été précisément défini et baptisé ANFATIEN en 1958 par P. BIBERSON et décrit en détail en 1961 par ce même auteur. Comme pour les autres cycles marins du Quaternaire marocain, la faune conchyliologique a été étudiée en 1952 par G. LECOINTRE et révisée par lui en 1963.

b) Coupe-type

Elle se trouve dans la "Cunette" de Sidi Abderrahman, près de Casablanca.

- Localisation précise : il s'agit du site classé A de NEUVILLE et RUHLMANN à la carrière Schneider de Sidi Abderrahman-Ancienne Exploitation, prolongé par une "cunette" d'exploitation nouvelle, ouverte en 1947, d'une longueur de 620 m, au N.-N.E. du front principal de taille de la carrière ; cette coupe est située sur le flanc/de la colline d'Anfa.

Sud-Ouest

- Cadre géologique : la cunette de Sidi Abderrahman possède un plancher d'exploitation dont la côte la plus basse se trouve à + 18 m ; il est en général entaillé dans les marnes crétacées où percent, vers le N.E., des pointements de quartzites cambriens du substratum pouvant dépasser l'altitude de + 25 m. Le sommet des formations quaternaires de la coupe atteint + 38 m. Les niveaux marins de l'Anfatien se développent entre + 20 et + 28 m, au pied d'un escarpement rocheux qui a disparu de la topographie actuelle, car il a été enseveli sous de puissants atterrissements postérieurs.

- Situation géomorphologique : Le littoral fossile de la transgression anfatienne a été recoupé, au cours du creusement de la tranchée d'approche (la "cunette") et de l'exploitation ultérieure. Des fouilles systématiques ont été entreprises en plusieurs points délaissés par l'exploitation ; aussi le tracé ancien de la côte, comme la morphologie et la stratigraphie, ont pu être étudiés, photographiés et cartographiés sur les 620 m de la cunette.

Il s'agit d'une falaise anfractueuse pouvant atteindre une quinzaine de mètres, percée à diverses hauteurs de grottes plus ou moins profondes, qui ont été emplies d'abord par les sédiments marins de la transgression, remaniant parfois des remplissages continentaux antérieurs, puis complètement comblées par diverses formations colluviales postérieures qui débutent au moment de la régression subséquente.

- Description de la coupe. Trois coupes essentielles de formations marines de l'Anfatien ont été publiées en 1961 par P. BIBERSON ; elles ont été prises dans la cunette de Sidi Abderrahman : 1° à la "Grotte des Ours" (pp. 226-230) ; 2° à la "Grotte des Littorines" (pp. 264-267) ; 3° une coupe générale synthétique (pp. 123-135 et fig. 17, p. 124). C'est cette dernière qui sera commentée ici.

On a utilisé la nomenclature de NEUVILLE et RUHLMANN en la complétant par des indices et

en regroupant certains éléments. Cette coupe comporte six groupes de formations : 1° le substratum anté-quaternaire P-Q ; 2° le complexe ancien J-H ; 3° le remplissage inférieur marin Go-G1-G2 ; 4° le remplissage supérieur continental Do-D1-D2-D3-D4 ; 5° la dune C et sa "croûte" B ; 6° les "limons rouges superficiels" A. Seul le 3° complexe, noté G, se rapporte aux sédiments marins de la transgression anfatienne.

1° - Le substratum est ici généralement représenté par des marnes du Crétacé ; en d'autres points, il peut être constitué par des quartzites du Cambrien.

2° - Le niveau J résume, dans la cunette, le complexe J-M-N-O analysé par NEUVILLE et RUHLMANN au site classé B de l'Ancienne Exploitation ; il représente le Maarifien régressif. La formation subordonnée H est la "grande dune" amirienne consolidée. L'ensemble est attaqué en falaise par la transgression anfatienne.

3° - Le remplissage marin G de NEUVILLE et RUHLMANN a dû être subdivisé en trois horizons pour des raisons surtout paléontologiques. C'est ce complexe, pouvant atteindre 8 m de puissance, qui constitue le type des sédiments anfatien.

L'horizon Go, tout à la base, ne se rencontre que dans les fonds de grottes ou les profondes marmites du platier, au pied même de la falaise morte. Il remanie des formations continentales plus anciennes appartenant à l'Amirien supérieur, formations qui ont livré de la faune et des industries préhistoriques. Cet horizon Go ne dépasse par 1 m de puissance ; il est caractérisé par la présence d'éléments de la faune "chilo-péruvienne", notamment des formes naines de Purpura plessisi LECOINTRE et quelques spécimens de la faune "nordique", tels que Littorina littorea et Purpura lapillus. Ce mélange de faunes à écologies dissemblables est similaire à celui rencontré dans le niveau J du Maarifien régressif.

L'horizon G1 ne se trouve aussi que dans quelques endroits particulièrement bien protégés, par

exemple par des blocs de rochers éboulés de la falaise, et dans les grottes, au-dessus du niveau Go. La lumachelle qui constitue ce niveau peut atteindre 1,50 m. On note la disparition totale de la faune "chilo-péruvienne", mais surtout la pullulation extraordinaire des Littorines. D'après les études de G. LECOINTRE, elles se seraient trouvées dans un milieu extrêmement favorable à leur développement, comparable aux eaux littorales actuelles de la Norvège.

L'horizon G2 a raviné les précédents et se développe beaucoup plus largement. Il atteint l'altitude de + 28 m et a été reconnu sur une profondeur de 150 m au large de la falaise. Il est caractérisé par la disparition presque totale de la faune "nordique", la récurrence très fugitive de la faune "chilo-péruvienne" à Trochatella trochiformis et Acanthina crassilabrum, mais surtout par l'invasion cryptogène de Purpura haemastoma et l'apparition de Patella safiana, faune "chaude" de caractère "sénégalien", inconnue des niveaux inférieurs du Quaternaire marocain.

4° - Le remplissage supérieur D est constitué par des limons divers, à faunes continentales et industrielles préhistoriques, qui se sont accumulés pendant la période climatique subséquente correspondant à la régression post-anfatienne, période considérée comme étant le "Tensiftien du Maroc atlantique".

5° - La dune mal consolidée C, reposant en discordance sur le complexe D, et la "croûte calcaire B qui la surmonte appartiennent à la période régressive d'un autre cycle marin plus tardif : l'Ouljien.

6° - Les limons rouges A sont les "limons rouges" classiques du Soltanien du Maroc occidental.

- Datations en âge absolu. Les coquilles marines du complexe G ont fait l'objet d'une tentative de datation par analyse du T^{230} / U^{234} ; elles ont été reconnues comme plus anciennes que 200.000 ans B.P., limite de la méthode.

c) Description du cycle dans l'ensemble de la région

- Géomorphologie : le cycle anfatien représente l'ensemble transgression-régression de l'Océan atlantique sur la Meseta marocaine succédant à la régression post-maarifienne qui, sur le continent, a vu le dépôt des formations de l'"Amirien du Maroc littoral".

La falaise terminale de rivage maximum est bien conservée sur la périphérie occidentale de la colline d'Anfa. Elle est le plus généralement entaillée dans les formations amiriennes. Cette falaise morte n'apparaît plus dans la topographie actuelle car elle a été effacée par des atterrissements postérieurs et n'est remise au jour que par suite de l'exploitation de carrières ou de fouilles systématiques. Elle a été dégagée de cette manière dans la cunette de Sidi Abderrahman où une partie est aujourd'hui parfaitement visible au lieu-dit "Cap Chatelier".

Creusée dans un grès calcaire fortement consolidé, si beaucoup de ses grottes ont été détruites par l'exploitation de la carrière, on peut observer encore ses formes polies par les vagues, les lapiès et marmites du pied de falaise et les nombreux trous de Mollusques lithophages qui se situent à diverses hauteurs de son abrupt. De nombreuses coquilles de Gastéropodes marins fossiles y adhéraient encore au moment des travaux mais ont été récemment détruites par les visiteurs.

Au pied de falaise, les sédiments marins proprement anfatien se sont accumulés sur une épaisseur de 8 m. Ils sont recouverts de formations continentales plus tardives. En avant du rivage extrême, les blocs éboulés ont protégé les sédiments marins où se rencontrent de nombreux fossiles, sans parler des niveaux supérieurs qui contiennent aussi de la faune et des industries préhistoriques ; de nombreux et très importants témoins subsistent. Il s'agit d'un site unique au monde, témoignage exceptionnel (étant donné son ancienneté) de la morphologie d'une falaise fossile et de la stratigraphie

de son remplissage, les uns et les autres datant du Pléistocène moyen.

Cette coupe-type se retrouve, la plupart du temps moins complète, sur toute la bordure occidentale de la colline d'Anfa. Les sites les plus connus sont la carrière Racine, la carrière Martin et la carrière Thomas. Cette dernière montre que, au moment du stationnement de la ligne de rivage maximum, le littoral était à cet endroit constitué, non par une falaise comme dans la cunette de Sidi Abderrahman, mais par une plage en fond de baie où les sédiments marins se sont accumulés, au-dessus des formations amiriennes, jusqu'à + 34 m d'altitude absolue.

- Altitudes absolues et relatives. Dans la cunette de Sidi Abderrahman, les sédiments marins de l'Anfatien ne dépassent pas + 28 m ; à la carrière Martin, ils atteignent + 27 m ; à la carrière Racine + 28, mais à la carrière Thomas, mieux protégée, on les identifie jusqu'à + 34 m. Il semble donc que, à la latitude de Casablanca, la transgression anfatienne ait culminée à + 30, compte tenu du balancement des marées qui a pu amener des sédiments à une altitude plus élevée que le niveau moyen de 4 à 5 m, sur les parties plates de la côte occupées par des plages et non plus par des falaises.

- Lithologie. Comme toutes les formations littorales quaternaires de Casablanca, les sédiments marins de l'Anfatien comportent des galets, des graviers et des sables avec, surtout dans les grottes, d'importants amas lumachelliques de coquilles marines. Ces formations diverses sont aujourd'hui fortement consolidées. Une dissolution partielle des carbonates a provoqué la formation de poches et galeries karstiques emplies postérieurement de matériaux colluviaux. Parfois, des recristallisations calcaires ont constitué des planchers stalagmitiques le long de ces galeries. Les sables ont été consolidés en grès, mais ils sont peu abondants car les dunes de la régression semblent peu importantes, du moins dans le secteur étudié, ce qui laisserait à penser que l'océan ne s'est pas retiré très loin, dans

l'avenir immédiat tout au moins. De nouvelles transgressions marines se manifesteront avant que l'on puisse enregistrer le témoignage d'une régression importante.

- Faune et flore. Comme il a été rapporté au sujet de la stratigraphie du site-type, le début de la transgression anfatienne a vu la même association faunique que celle du Maarifien régressif : survivance d'une faune "chaude" de type "chilo-péruvien", avec notamment Purpura (Acanthina) plessisi LECOINTRE, de forme naine parce que sans doute mal adaptée au biotope de l'époque, et présence d'une faune "nordique" à Purpura (Nucella) lapillus LINNE et Littorina littorea LINNE.

Dans un second temps de la transgression, par suite d'un refroidissement probable des eaux littorales, la faune "chilo-péruvienne" disparaît complètement et on constate le pullulement de la faune "nordique" : Purpura (Nucella) lapillus LINNE et surtout le Littorina littorea LINNE qui semble avoir trouvé là, à cette époque, son biotope d'élection.

Dans un troisième temps, au maximum transgressif, les eaux océaniques se sont réchauffées.

La faune "nordique" n'est plus représentée que par quelques individus, alors que la faune "chilo-péruvienne" fait une réapparition éphémère avec Calyptra (Trochatella) trochiformis GMELIN et Purpura (Acanthina) crassilabrum LAMARK ; mais, surtout, on assiste à l'"invasion cryptogène" (selon l'expression de G. LECOINTRE) de Purpura haemastoma LINNE et à l'apparition de Patella safiana LAMARK, ces deux derniers Gastéropodes de type "sénégalien" étant des fossiles typiques d'une nouvelle faune "chaude" qui se maintiendra au Maroc jusqu'à nos jours et dont G. LECOINTRE a fait la caractéristique de son "Quaternaire récent".

Quoiqu'il s'agisse de sédiments marins, la faune mammalogique n'est pas entièrement absente des formations de plage de l'Anfatien. Les fossiles recueillis au fond des grottes, dans l'horizon Go, avec des industries préhistoriques, sont fortement roulés et appartiennent plus certainement à la partie supérieure des formations du cycle

continental amirien. Par contre, ceux qui ont été récoltés dans les horizons G1 et G2 sont plus vraisemblablement contemporains de la transgression anfatienne. Parmi ces derniers, on a déterminé : Elephas iolensis POMEL, Rhinoceros simus BURCHEL, Hippopotamus amphibius LINNE, Equus mauritanicus POMEL, Alcelaphus probubalis POMEL, Gazella atlantica BOURG., Hyena striata ZIMM., Canis anthus CUV., Hystrix cristata LINNE, Ursus arctos bibersoni ENNOUCHI et diverses espèces indéterminées : Elephas, Hippotragus, Gazella et Cervus, ainsi que des os d'oiseaux. On voit donc la survivance de quelques espèces forestières comme Elephas iolensis et Ursus arctos qui abondaient à l'Amirien et une association faunique "soudanaise" de savane, numériquement importante, avec des Euidés zébrés, des Antilopes et des Gazelles.

Aucune analyse pollinique des échantillons de terrains prélevés avant 1956, n'a été achevée à ce jour.

- Industries préhistoriques. Des pièces lithiques diversement roulées ont été recueillies dans les trois horizons individualisés au sein des formations anfatiennes. Celles provenant des horizons G0 et G1 semblent être remaniées de niveaux plus anciens datant grosso modo de l'Amirien.

Il en est probablement de même pour une partie de celles qu'a livré l'horizon G2. On peut essayer comme l'a montré l'Abbé BREUIL à la carrière Martin, de se baser sur le degré d'usure des pièces pour effectuer un classement. Il est cependant difficile d'utiliser ce critère pour définir un stade archéologique précis. De l'examen de milliers de pièces provenant de ces niveaux, on retire la conviction qu'il s'agit d'industries acheuléennes appartenant pour la plupart de la fin de l'Acheuléen moyen et non à l'"Abbevillien", comme l'ont écrit NEUVILLE et RUHLMANN.

- Âges absolus. Seuls les carbonates des coquilles marines des horizons G0, G1 et G2 de la cunette de Sidi Abderrahman ont fait l'objet de tentatives de datations

par la méthode d'analyse de T^{230}/U^{234} . La conclusion est qu'elles sont plus anciennes que 200.000 ans.

- Extension. L'Anfatien a été parfaitement identifié à Rabat (carrières de Kebibat, de Marie-Feuillet, etc.). G. LECCINTRE (1963) le signale à Larache et Tanger, au Nord, et en de nombreux points de la côte au Sud de Casablanca. M. GIGOUT l'avait reconnu, morphologiquement, dès 1951 au Cap Cantin.

5°) Le Maarifien (par P. BIBERSON)

a) Historique

Cycle reconnu en 1941 par R. NEUVILLE et A. RUHLMANN à 56 m d'altitude absolue, aux carrières de Beau-Site (P.K. 6,500 de la route 106 de Casablanca à Ben Slimane, à l'Est de la ville) et attribué par eux au "Milazzien", puis retrouvé par eux à la carrière Schneider de Sidi Abderrahman à + 20 m. Défini et baptisé MAARIFIEN en 1958 par P. BIBERSON; La description détaillée des sites-types et de plusieurs autres coupes de ces niveaux de la région de Casablanca a paru en 1961. La faune malacologique a été étudiée par G. LECCINTRE en 1952 et revue en 1963.

b) Coupe-type

Pour le maximum transgressif, il s'agit des carrières dites du Maarif (quartier de Casablanca), exploitation Tarit I et II et carrière Schneider du Maarif-Aéroport.

- Localisation précise : à l'angle N.W. du Camp Caze (Aéroport de Casablanca), à 300 m, vers l'Ouest, de l'origine de la piste de Moulay Thami. La carrière Schneider, la plus éloignée de la côte actuelle, se trouve à environ 4 km de l'Océan.

- Cadre géologique : les formations marines quaternaires reposent directement sur une plateforme d'abrasion nivelant les quartzites cambriens et sont surmontées par le grès calcaire de dunes consolidées recouvert d'une mince couche de "limons rouges" ou, en leur absence, de terre végétale brune.

- Situation géomorphologique : la plateforme d'abrasion arasant le Paléozoïque se développe entre 40 et 60 m d'altitude absolue et présente un pendage vers l'Océan de 1,3 % sur un axe S.E.-N.W.. Elle se heurte vers l'intérieur, aux environs de + 60 m, à un relief topographique à substrat de quartzites qui suit sensiblement la courbe de niveau de + 100 m et présente l'aspect d'une falaise morte très dégradée (coupe de la carrière Schneider de l'Aéroport). Les deux carrières Tarit sont situées à environ 200 m de cette ligne de relief, en direction de la mer.

- Description de la coupe : à la carrière Tarit I, où la séquence est la plus complète, au-dessus des quartzites cambriens se sont accumulées cinq formations quaternaires principales :

1-) A la partie inférieure, une formation de plage, avec un poudingue de base constitué de galets de quartzite emballés dans des sables de plage grossiers passant à des sables fins lités, avec lentilles de lumachelle ; enfin, par endroits, un sable dunaire mieux calibré, à grains éolisés, termine cette première séquence marine. Ce complexe de base est fortement consolidé en un grès compact très dur.

2) En certains secteurs de la carrière, les formations de plage précédentes sont directement surmontées, non par une dune, mais par un niveau continental légèrement rubéfié qui s'est constitué alors que les sédiments marins étaient encore meubles. En effet, dans ce "joint rose", les Mollusques marins voisinent avec des coquilles de Pulmonés fossiles ; ils sont conservés côte à côte dans le même état physique. Cet amalgame s'est consolidé dans un seul et même laps de temps.

3) Ravinant l'ensemble a + b, de nouvelles formations marines recouvrent le complexe inférieur avec, comme précédemment : à la base, des galets qui remplissent les lapiès et marmites creusés par la nouvelle transgression, puis des graviers et des sables de plage avec coquilles marines, enfin une dune, qui n'exède pas ici 5 m de puissance.

4) Une croûte calcaire, diffuse en profondeur, plus compacte au sommet, apparaît parfois quand la partie supérieure de la formation n'a pas été érodée.

5) De rares lambeaux de "limons rouges" surmontent par places la "croûte" d), mais ils sont plus communément remplacés, dans ce secteur, par une terre végétale sablo-calcaire de couleur brun-grisâtre.

Le complexe marin 1) a livré la faune classique de "Quaternaire ancien I" de G. LECOINTRE, dite faune "chilo-péruvienne" : Calypta (Trochatella) trochiformis GMELIN et Purpura (Acanthina) crassilabrum LAMARK ou Purpura (Acanthina) plessisi LECOINTRE. Il est attribué au Messaoudien régressif dont la ligne de rivage maximum se trouve à 6 km plus à l'intérieur des terres, aux environs de l'altitude + 100m.

Le complexe marin 3) possède la même association faunique, mais les tests des mêmes espèces de Mollusques fossiles sont de dimensions nettement moins grandes que ceux du complexe inférieur 1). C'est ce niveau 3) qui est le type du MAARIFIEN.

La couche continentale intercalaire 2) a fourni diverses espèces de Gastéropodes terrestres déterminés par P. JODOT, notamment Euparypha pisana MULL. var. machadoi LOCARD et Cochlicella cf. barbara L. . Ce niveau continental, comme la dune qu'il remplace localement, appartient à la régression du Messaoudien. Il correspond aux limons diluviaux rubéfiés à pisolithes ferrugineux de la proche carrière Schneider de l'Aéroport, qui ont livré un outillage pré-acheuléen III, de type olduvaien, et sont attribués au Villafranchien supérieur du Maroc atlantique nommé Salétien.

La "croûte" 4) n'est pas datée avec précision ; elle peut s'être formée à l'Amirien comme au Tensiftien et même être d'origine polygénique.

On ne possède aucune datation de ces formations en âge absolu.

c) Description du cycle dans l'ensemble de la région

- Géomorphologie : Le cycle maarifien représente le deuxième ensemble quaternaire transgression-régression de l'Océan atlantique sur le littoral de la Meseta marocaine. Il succède à la régression post-messaoudienne qui, sur le continent, a vu le dépôt des formations du Villafranchien supérieur du Maroc atlantique (SALETIEN de Salé et de la carrière Schneider de l'Aéroport à Casablanca.

La plateforme d'abrasion se développe, dans la région de Casablanca, sur une profondeur de 4 km, avec un pendage moyen de 1,3 %. Cette plateforme, largement entaillée par la vallée de l'oued Bouskoura (où s'est édifié le centre de Casablanca), bien visible topographiquement dans le quartier du Maarif, se retrouve, à l'Est de la ville, dans le faubourg de Beau-Site exploré en 1941 par NEUVILLE et RUHLMANN, où les formations sédimentaires du Maarifien avaient été identifiées à sa surface.

- Altitudes absolues et relatives. Le pied de la présumée falaise morte du maximum transgressif maarifien se situe, à la carrière Schneider de l'Aéroport, vers + 60 m.

Les formations marines les plus élevées, attribuables à ce cycle, se rencontrent à + 55 et + 56 m, aussi bien au Maarif qu'à Beau-Site. Les plus basses, appartenant à la phase régressive postérieure, se trouvent à + 14 m à Sidi Abderrahman-Extension et sont particulièrement bien développées à Sidi Abderrahman-Ancienne Exploitation (niv. J-M-N-0 de NEUVILLE et RUHLMANN) et à la proche carrière de la S.T.I.C. vers + 16, + 22 m. Par contre, à

Rabat, les sondages effectués sous la direction de G. LECOINTRE en 1959 permettent de déterminer que la régression a atteint là, au minimum, l'altitude négative de - 40 m. Un important massif dunaire s'est développé au cours de cette régression correspondant à l'Amirien du Maroc atlantique. Les sables calcaires ont eu le temps de se lapidifier fortement avant l'arrivée d'une nouvelle transgression marine : l'Anfatien, qui a façonné dans cette dune consolidée une falaise anfractueuse entre + 20 et + 35 m.

- Lithologie : Les dépôts du Maarifien comportent essentiellement, des formations de plage avec galets, graviers et sables lités contenant des lentilles de lumachelles de coquilles marines. Les niveaux régressifs passent insensiblement à la dune d'âge amirien qui peut, à Sidi Abderrahman par exemple, atteindre la puissance d'une vingtaine de mètres. Tout cet ensemble est aujourd'hui fortement consolidé en un grès calcaire très dur exploité en carrière pour la construction ; à Sidi Abderrahman, notamment, la Société Schneider en a extrait les blocs de pierre ayant servi à la construction de la jetée et des môles du port de Casablanca.

Comme il a été dit au paragraphe précédent, cette consolidation est très ancienne puisqu'elle a précédé l'avènement de la transgression anfatienne datant du Holstein, c'est-à-dire de l'Interglaciaire Mindel-Riss.

- Faune et flore. Les fossiles marins récoltés au site-type, comme ceux de Beau-site, montrent qu'au moment du maximum transgressif, la faune malacologique est sensiblement la même que celle du Messaoudien ; seule la taille des individus est plus petite. Cependant, les formes archaïques héritées du Pliocène, telles que Gryphea virleti ou Purpura cancellata, ont disparu.

Plus curieux est le mélange, puis le remplacement de faunes qui se produisent au cours de la régression subséquente. En effet, aux espèces "chilo-péruviennes" des hauts niveaux viennent s'entremêler des espèces "froides", notamment Purpura (Nucella) lapillus.

LINNE et Littorina littorea LINNE, association rencontrée dans le niveau J de Sidi Abderrahman. Ce fait avait incité G. LECOINTRE à rapporter ces niveaux à un "Quaternaire Ancien II" considéré comme un épisode mineur. L'exploitation scientifique de la carrière de la S.T.I.C. a permis de retrouver ces espèces "froides", mais à l'état pur, ce qui indique un refroidissement certain des eaux marines littorales. En effet, la faune "chilo-péruvienne" a momentanément disparu, remplacée par l'association Purpura lapillus L., Littorina littorea L., Littorina obtusata L. subsp. littoralis LINNE et Littorina saxatilis OLIVI var. rudissima BEAN. Ce renouvellement faunique se produit vers + 20 m d'altitude absolue, donc après un abaissement du niveau marin d'environ 40 m d'altitude par rapport au maximum transgressif, et après un recul du littoral de 4 km ; cependant il ne s'agit pas encore du point maximum atteint par la régression marine. On retrouvera cette faune ("nordique", pour le Maroc) au début de la transgression suivante, anfa-tienne, bien des dizaines de millénaires plus tard.

Les hauts niveaux du Maarifien n'ont livré que des vestiges d'un Proboscidién indéterminé. Par contre, les bas niveaux régressifs contiennent des fossiles terrestres de Vertébrés et d'Invertébrés qui appartiennent déjà à l'épisode climatique suivant.

Aucune analyse pollinique des formations maarifiennes n'a été menée à bien jusqu'à ce jour.

- Industries préhistoriques. Quelques instruments du Pré-Acheuléen évolué, légèrement roulés, ont été recueillis aussi bien à Tarit I qu'à Tarit II. NEUVILLE et RUHLMANN ne signalent aucune découverte aux carrières de Beau-Site. Par contre, ils ont récolté à Sidi Abderrahman Ancienne Exploitation, dans et à la surface du poudingue marin M, un assemblage complexe d'outils préhistoriques appelé globalement par eux "Clactéo-Abbevillien" mais qui, en réalité, est un mélange de plusieurs stades industriels d'âges différents. Une analyse typologique minutieuse, tenant compte de l'état physique des pièces, a permis de déterminer trois ensembles : 1°) une série très roulée, contemporaine de la formation de la plage, quand l'Océan

atteignait l'altitude de 20 - 22 m, outillage appartenant au Pré-Acheuléen IV ; 2^o) une série faiblement roulée, constituant le premier stade de l'Acheuléen ancien marocain, au moment où, par fortes marées ou tempêtes, les vagues lessivaient encore la plage ; 3^o) une série non roulée représentant l'Acheuléen ancien II, se développant sur un cordon de plage hors d'atteinte de l'Océan en régression.

On a considéré que les deux dernières séries qui appartiennent au début de l'Acheuléen ancien (ex-"Abbevillien" ou "Chelléen") sont à rapporter à la première partie du cycle climatique de l'Amirien du Maroc atlantique. Par contre, la première série, roulée avec les galets de la plage et qui fait typologiquement la transition entre le Pré-Acheuléen évolué et l'Acheuléen ancien archaïque, peut être considérée comme appartenant encore au cycle maarifien.

- Extension. Il est probable que le Maarifien existe à Rabat comme paraît bien l'indiquer le sondage de Kébibat. On le retrouve, morphologiquement, dans le "Golfe de Mazagan" et au Cap Cantin, (GIGOUT M., 1951). G. LECOINTRE l'a reconnu au Cap Rhir, à Agadir et dans la Province de Tarfaya.

6^o) Le Messaoudien (par P. BIBERSON)

a) Historique

Dès 1917, G. LECOINTRE avait déterminé des fossiles de ces hauts niveaux à + 75 m d'altitude à la carrière Schneider du Maarif - Aéroport. Le cycle a été reconnu en 1941 par R. NEUVILLE et A. RUHLMANN, à la carrière Gaudin I de Sidi Messaoud, près de Casablanca, et attribué par eux au "Sicilien". Défini et baptisé MESSAOUDIEN en 1958 par P. BIBERSON. La description détaillée des sites-types et de plusieurs autres coupes de ces niveaux de la région de Casablanca a paru en 1961. La faune conchyliologique a été étudiée en 1952 par G. LECOINTRE et revue en 1963.

b) Coupe-type

Carrières de Sidi Messaoud (Casablanca)
(BIBERSON P., 1961 a, pp. 49-55).

- Localisation précise : Point kilométrique 8, 100 de la route 109 de Casablanca à Berréhid, à 200 m à l'Ouest du Marabout de Sidi Messaoud et, approximativement, à 10 km à vol d'oiseau du littoral actuel.

- Cadre géologique : les formations quaternaires reposent directement sur le socle paléozoïque (schistes quartzites cambriens) et sont surmontées de limons récents formant la terre végétale.

- Situation géomorphologique : les carrières du secteur sont installées sur le flanc nord d'une vallée affluente de la rive droite de l'oued Bouskoura, vallée surimposée très postérieurement au dépôt des formations de plage messaoudiennes qui ont été partiellement érodées au moment du creusement. La plateforme d'abrasion marine constituée par le substratum arasé se situe entre + 90 et + 95 m d'altitude absolue.

- Description de la coupe : Au-dessus des schistes acadiens du substratum, se développent cinq formations sédimentaires quaternaires différentes :

1/ un complexe marin inférieur ravinant le Paléozoïque, avec un poudingue de base à galets bien roulés et enrobés dans un sable de plage organogène aux grains grossiers, provenant principalement de coquilles de Mollusques marins concassées. Ces sables constituent seuls la partie supérieure du complexe où l'on rencontre quelques rares coquilles déterminables. Cet ensemble était déjà lapidifié au moment du dépôt du complexe superposé.

2/ un complexe marin supérieur, ravinant le précédent niveau, avec des galets en plaques de schistes mal roulés à la base ; puis des sables de plage aujourd'hui consolidés en un grès très dur, avec des lentilles de lumachelles de coquilles de Mollusques marins.

3/ à leur sommet ces sables de plage ^{passent} insensiblement à un grès dunaire de même nature mais à grains éolisés ; il n'y a plus trace de fossiles.

4/ ces grès calcaires, parfois karstifiés, et les lapiés sont remplis d'un limon sableux rubéfié, à cailloutis de base, constitué par des galets de quartzite allochtone, parfois de fort calibre, bien roulés, qui ravine le complexe b-c.

5/ un sol brun-rouge, épousant la topographie actuelle, recouvre d'un voile uniforme les formations superficielles.

Le complexe 1/ a livré une faune marine dont les éléments les plus caractéristiques sont Gryphea virleti DESHAYES passant à G. cucullata BORN., comme au Fouarat (Rharb) ou à Argoub-el-Hafid (Rabat), Acanthina plessisi LECOINTRE, avec sa forme P. nicklesi var. imsouanensis LECOINTRE, dans un contexte de faune "sénégalienne" au cachet ancien d'allure pliocène il semble s'agir d'un lambeau du "Pré-Calabrien" = Moghrébien de G. CHOUBERT.

Le complexe 2/, plus riche, est caractérisé par la faune "chilo-péruvienne" du Q.A. I de G. LECOINTRE : Calyptra (Trochatella) trochiformis GMELIN et Purpura (Acanthina) crassilobum LAMARK ou Purpura (Acanthina) plessisi LECOINTRE ; il s'y mélange des formes sénégaliennes : Clavatula bimarginata LMK, Nerita senegalensis GMELIN, Murex lyratus A. ADAM, Marginella cf. ambigua DESHAYES ou d'autres actuellement en Méditerranée orientale comme Nassa circuncincta A. ADAM.

C'est le complexe 2/ qui est le type du MESSAOUDIEN. La plage a fourni des fragments d'une défense d'un Proboscidién indéterminable. Il n'y a ni flore connue, ni, à Sidi Messaoud, d'industries préhistoriques qui, par contre, ont été recueillies dans un niveau du même âge à la carrière Déprez.

Les niveaux 3/, 4/, 5/ ne sont pas fossilifères dans le secteur de Sidi Messaoud.

c) Description du cycle dans l'ensemble de la région

- Géomorphologie : Le cycle messaoudien représente un ensemble transgression-régression de l'Océan atlantique sur littoral de la Meseta marocaine. Il succède à la régression post-pliocène qui, sur le continent, a vu la constitution des dépôts du Villafranchien inférieur (Moghrébien s.s. du Fouarat et d'Argoub-el-Hafid, suivi de l'édification d'un important système dunaire) et du Villafranchien moyen responsable de l'accumulation des "limons coquelicots" de la "Formation rouge de la Mamora" = Moulouyen du Maroc atlantique = Villafranchien moyen (type d'Arbaoua, Tardiguet-er-Rahla et Douar Doum).

Il précède le cycle climatique du Salétien qui se développe au cours de la régression postérieure au maximum messaoudien.

- Altitudes absolues et relatives. Alors que, dans la région de Casablanca, les niveaux les plus hauts attribuables au Pré-Calabrien = Moghrébien s.s. se rencontrent à Médiouna vers + 170 m d'altitude absolue, les formations les plus élevées connues du Messaoudien se trouvent à + 110 m à la carrière Bouchaïb Ben Kamel, située à 300 m au N.E. du P.K. 11,100 de la route n° 7 de Casablanca à Marrakech. Les plus basses, appartenant à la phase régressive, se situent vers + 50 m dans le quartier du Maarif : Carrières Tarit I et II, où elles sont ravinées par la transgression suivante de l'Océan : le "MAARIFIEN".

- Lithologie : les dépôts du Messaoudien sont essentiellement constitués par des formations de plage avec galets, graviers et sables contenant par endroit des lumachelles de coquilles marines. Ces éléments, peut-être en partie transgressifs à l'origine, ont, sauf au voisinage de la ligne de rivage maximum, été remodelés et mis en place au cours de la régression subséquente comme l'indique le passage insensible à la dune, au matériel éolisé, qui très souvent les surmonte.

Tout cet ensemble est aujourd'hui fortement lapidifié en un grès calcaire très dur exploité en carrières pour la construction des immeubles de la ville de Casablanca. Cette consolidation est très ancienne comme le montrent les karsts qui s'y sont souvent développés et les lapiés et marmites emplis de sédiments marins des transgressions postérieures.

- Faune et flore. Comme l'ont montré les fossiles récoltés dans les carrières du site-type de Sidi Messaoud, la faune marine est caractérisée par la survivance de quelques espèces pliocènes, qui vont disparaître par la suite, en mélange avec des formes de passage à des espèces purement quaternaires (par exemple, Gryphea virleti passant à Gryphea cucullata) par la présence aussi d'espèces de mers chaudes aujourd'hui émigrées, dites "sé-négaliennes", et surtout par la faune "chilo-péruvienne" de G. LECOINTRE : Calyptra (Trochatella) trochiformis et Purpura (Acanthina) crossilobum ou Purpura (Acanthina) plessisi, forme évolutive de Purpura (Acanthina) gallica GERVAIS, abondante dans le Pliocène du Maroc méridional (Province de Tarfaya) avec des formes de passage. A noter aussi la présence, rare il est vrai, de Purpura (Acanthina) cancellata BELLARDI, connue du Miocène supérieur de l'Italie, où elle est rarissime, et du Pliocène du Portugal, seulement.

Il n'y a, jusqu'ici, aucune trace de flore.

- Industries préhistoriques. Aucune industrie n'a été récoltée dans le secteur de Sidi Messaoud. Par contre, deux carrières possédant des formations messaoudiennes ont livré dans leurs plages, datées par leur faune, des industries incontestables très primitives : ce sont la carrière Déprez, au P.K. 11,600 de la route 106 de Casablanca à Ben Slimane et la carrière Schneider du Maarif-Aéroport.

Dans l'une et l'autre de ces carrières ont été récoltés des outils préhistoriques très sommaires qu'on peut classer en deux séries : 1) une série très roulés, vraisemblablement antérieure à la constitution de la plage messaoudienne, composée de "galets aménagés" du type du

Pré-Acheuléen I (ex-Pebble-Culture I) de Tardiguet-er-Rahla recueilli dans les limons du Villafranchien moyen = "Moulouyen du Maroc atlantique" et 2) une série faiblement roulée, sensiblement contemporaine du milieu messaoudien dans lequel elle se rencontre, dont P. BIBERSON a fait le type du Pré-Acheuléen II (ex-Pebble-Culture II) du Maroc atlantique.

La présence de la série 1) semble bien confirmer que le "Moulouyen du Maroc atlantique" est antérieur à la transgression messaoudienne.

7^o) Le Moghrébien

L'individualité et l'âge de ces formations marines et dunaires sont fortement controversés. La deuxième partie de cette note s'efforcera de faire le point de ces discussions. Toutefois, sans prendre aucunement partie dans le débat, il a paru nécessaire d'en connaître l'objet. Les observations suivantes sont dues à G. CHOUBERT.

a) Eponyme et historique.

Le terme de Moghrébien a été créé en 1953 par G. CHOUBERT et R. AMBROGGI. Moghreb signifie Occident, et l'éponyme de ce niveau est donc la zone côtière du Maroc occidental.

b) Faciès

Il s'agit généralement de grès calcaires coquilliers et durs, pouvant atteindre 60 m de puissance. Ils sont généralement suivis par des dunes consolidées souvent creusées de larges puits de dissolution remplis de formations rouges continentales. Toutefois, à Tarfaya, il existe des sables non consolidés à la base du Moghrébien et dans l'arrière-pays de Rabat, le niveau est représenté par des bancs de galets et de conglomérats fluvio-marins.

c) Faune

La faune marine est chaude et de cachet essentiellement pliocène. Toutefois, elle est nettement appauvrie par rapport à la faune pliocène classique de Dar bel Hamri (Rharb) et de l'oued Arjet. En outre, des espèces quaternaires apparaissent.

Les Vertébrés continentaux recueillis dans l'arrière-pays de Rabat (ARAMBOURG C. & CHOUBERT G., 1957-65) sont les suivants : Elephas africanus ARAMB., voisin de E. planifrons ; un mastodonte (Anancus ozirés) ; des Stylohipparion : des Boeufs et des Rhinoceros. Selon C. ARAMBOURG, cette faune est typique du Villafranchien inférieur bien connu en Algérie.

d) Age

Dans la vallée du Fouarat (Mamora); la discordance du Moghrébien sur le Pliocène marin prouverait l'âge post-tertiaire de la formation. D'autre part, le Moghrébien serait postérieur aux calcaires lacustres du Saïs de Meknès et des hamadas du Sud. Enfin, les dépôts moghrébiens sont antérieurs aux "formations rouges de la Mamora" que les auteurs rapportent au Villafranchien moyen ou supérieur. Le Moghrébien se placerait, selon G. CHOUBERT, à l'extrême base du Quaternaire et serait à rapprocher du Calabrien italien.

D.- Quelques coupes significatives du Quaternaire marin marocain.

La description qui précède des niveaux marins quaternaires, due pour l'essentiel à P. BIBERSON, et surtout fondée sur l'analyse des formations de Casablanca, ne peut à elle seule rendre compte de la complexité des formes et des dépôts tout au long des côtes marocaines. Aussi, plusieurs coupes caractéristiques, décrites par

différents auteurs, sont-elles rapportées ici. La plupart concernent le littoral atlantique ; mais l'une d'entre elles a été relevée sur la côte méditerranéenne.

1°) Le Quaternaire marin de la Province de Tarfaya

Ces coupes sont étudiées dans la monographie géologique régionale rédigée en collaboration par G. CHOUBERT, A. FAURE-MURET, L. HOTTINGER, C. VIOTTI et G. LECOINTRE (1966). Les formations suivantes sont décrites, de la plus récente à la plus ancienne :

a) Mellahien

Il s'agit de quelques "buttes de sables et de grès dont l'apparence grisâtre tranche sur la teinte générale plus ou moins jaune ou rousse des autres sédiments".

Les fossiles suivants ont été recueillis dans deux gisements : Ostrea stentina PAYRAUDEAU (extrêmement abondante et qui, selon G. LECOINTRE, apparaît au Maroc au Flandrien), Chlamys flabellum GMELIN, Feliana diaphana GMELIN, Dosinia exoleta L., Tivela cf. bicolor GRAY, Turritella bicingulata BR., Messalia mesal AD., Notica cf. fulminata GMELIN, Amycla Pfeifferi PHIL. Selon G. LECOINTRE, cette faune ne comporte pas d'espèces actuellement éteintes, et possède un caractère méridional.

b) Ouljien

Divers gisements de ce niveau ont été découverts, généralement situés au pied de falaises mortes et se tenant entre + 2 et + 7-8 m d'altitude. Le plus riche de ces gisements contient la faune suivante, où Patella safiana LK et Purpura haemastoma L. sont particulièrement abondants : Arca laetea L., Arca noe L., Cardita calyculata L., Crassatella divaricata CHTZ (SCHROETER), Donax venustus POLI, Patella lusitanica GMELIN, Calliostoma chemnitzii PHIL., Gibbula umbilicalis D.C., Natina sp.,

Murex lyratus ADAMS, Bursa pustulosa REEVE. .. Murex erinaceus L.,

c) Quaternaire plus ancien

Au Marabout de Sidi bou Maleh, ce niveau lamachellique à ciment rosé, constitue un remblaiement étalé sur 3 à 4 km de profondeur, compris entre 13 m et 30 ou peut-être 40 m d'altitude. Il est surmonté d'une croûte contenant un outillage de type "Acheuléen évolué".

Ce remblaiement comporte les espèces remarquables suivantes, dont la plupart sont encore vivantes, " soit au large, soit plus au Sud": Meretrix (Pitar) tumens GMELIN, Trochotella trochiformis GM., Purpura (Ucella) angulata DUJARDIN, Acanthina crassilabrum LK, Clavatula flammulata KNUDSEN, Melampus gyramidalis SOWERBY.

Selon G. LECOINTRE, l'association de ces fossiles "rappelle beaucoup la faune des carrières supérieures de Casablanca " sans qu'il soit possible toutefois de décider si cette formation est messaoudienne ou maarifienne.

d) "Moghrébien" ou "Lumachelle pliocène à Pectinidés"

Les affleurements de grès marins à faune surtout pliocène sont fréquents sur le littoral de Tarfaya. Ravinant les sédiments crétacés ou "mio-pliocènes", ce niveau est généralement constitué de 10 à 15 m de grès jaunes fossilifères associés à quelques bancs calcaires plus durs. Au-dessus, en continuité, viennent des grès dunaires à stratification oblique pouvant atteindre par endroits 50 m de puissance, mais n'engendrant pas en surface une topographie dunaire. La partie sommitale de ces dépôts, encroûtés, se tient à une altitude variant selon les coupes entre +15 et + 80 m. En quelques endroits, ces dépôts marins passent latéralement à des formations continentales: "... se chargent progressivement de niveaux

à galets en s'approchant de la falaise crétacée et les formations continentales qui les surmontent avancent de 5 à 6 km à l'intérieur de la vallée sous forme d'une haute terrasse fluviatile." (CHOUBERT G., 1966, p.83).

D'un de ces gisements, G.LECOINTRE (1966, p.264) a tiré les fossiles suivants : Pectunculus sp., Ostrea lamellosa BROCCHI, Gryphaea virleti DESH., Ostrea sp. Anomia ephippium L., Flabellipecten almerai D.et R., Flabellipecten gentili D.et R., Flabellipecten planomedius SACCO, Pecten cf jacobaeus L., Chlamys multi-striata POLI, Chlamys excisa BROWN, Chlamys latissima BROCCHI, Chlamys inaequicostalis LK., Chlamys bollenensis MAYER, Lima inflata CHTZ., Mytilus sp., Tapes vetulus BASTEROT, cf Meretrix gigas LK., cf Meretrix brocchii DESH., Capsa lacunosa CHTZ., Patella cf. tenerifae MABILLE, Turritella vermicularis BROCCHI, Cassis saburon BRUG., Rotuloidea fimbriata ETM., Balanus perforatus BRUG., Balanus tulipiformis ELLIS, Balanus spongicola BROWN. D'autres gisements ont également livré : Acanthina gallica P. GERVAIS et Patella intermedia JEFF.

Pour G. CHOUBERT (1966), ce dépôt marin est à rapporter au Moghrébien, donc au Villafran- chien inférieur, encore qu'il concède que la faune de cet étage a "...un caractère pliocène... plus prononcé encore à Tarfaya que dans le Nord du Maroc" (p.70).

Quant à G. LECOINTRE, il considère que cette formation est pliocène.

2°) Coupe du Cap Rhir

Les magnifiques gradins et les falai- ses mortes étagées qui accidentent l'échine rocheuse du Cap Rhir ont été étudiées par J. DRESCH (1961, pp. 467- 468). De bas en haut, les niveaux suivants sont décrits par cet auteur :

" Au bord de la mer, on observe des grès coquilliers très durs qui reposent sur les calcaires jurassiques... la plate-forme d'abrasion qu'ils recouvrent se trouve à peu près à la cote 0. On distingue au-dessus :

- Une terrasse d'abrasion de 14 m environ... La terrasse est rongée par des lapiés comblés et recouverts par une lumachelle de 3 à 4 m.

- Une terrasse d'abrasion de 28-30 m... La terrasse est également rongée par des lapiés comblés et recouverts par une plage de 2 à 3 m, grès et lumachelle.

- Une terrasse d'abrasion de 55 m, recouverte également par une plage de quelques mètres.. La plage serait caractérisée, d'après G. LECOINTRE (1939), par la présence de Trochatella trochiformis, absent dans les plages inférieures.

- Plus haut, une autre plate-forme d'abrasion est visible... à partir de 65-70 m. Elle ne porte pas de plage.."

Enfin, J. DRESCH décrit un niveau supérieur, entre 315 et 355 m d'altitude, constitué par endroit de sables rouges de base, de conglomérats à très petits éléments paléozoïques, de 10 à 15 m de lumachelle et de 100 m de grès (dunaire) concordants. J. DRESCH rapporte ces dépôts supérieurs au Pliocène.

3°) Coupe du Cap Cantin

Déjà étudiée à plusieurs reprises, la belle coupe du Cap Cantin a été décrite en détail par M. GIGOUT (1951, pp. 149-152). Cet auteur observe les formes et les dépôts suivants du plus récent au plus ancien :

- Niveau inférieur - mer de 5 à 8 m - grès calcaires à grains fins, roses, contenant des Pulmonés

terrestres et quelques coquilles marines (Patelles, Moules). En outre, des ossements de Mammifères sont contenus dans cette formation : Hystrix cristata L., Equus mauritanicus POMEL, Bos primigenius BOJLIUS, Conochoetes taurinus prognu POMEL, Alcephalus bubalis PALLAS, Gazella atlantica BOURGUIGNAT, Gazella dorcas PALLAS. Ce niveau avait été dénommé Ouljien par M. GIGOUT dès 1949.

- Plage de 20 m. Il s'agit d'une formation marine jaune surmontée de grès dunaire. Le contact est souligné par un joint rose à cailloutis continental, Pulmonès, et par une croûte calcaire.

- Plage de 30 m. La base du dépôt est conglomératique, avec des Patelles, des Littorines, des Hélicèdes et des fragments d'os. Au-dessus se tient un grès calcaire rose fait de débris de coquilles qui vers le haut passe à une roche à grain très fin renfermant en abondance des Pulmonès continentaux.

- Niveau plus élevé. Cette formation culmine à 55 m d'altitude et comporte de bas en haut : des conglomérats de base à lits de Pectuncles ; une lumachelle à débris de coquilles ; un dépôt jaune et rose à Cardium edule, Huîtres et Pulmonès ; un grès coquillier.

- Niveau supérieur atteignant 70 m d'altitude. Dépôt à stratification souvent entrecroisée, comportant un conglomérat de base surmonté par un grès coquillier grossier contenant quelques moules de coquilles entières et des gravillons roulés disséminés dans la masse.

4°) Coupe à l'extrémité sud de l'agglomération de Rabat

A la sortie sud de Rabat, l'estran actuel, situé au pied d'une falaise haute d'une dizaine de mètres, est constitué par trois formations de plage superposées sur moins de 2 m d'épaisseur. (ANDRE A. & BEAUDET G., 1967). De la plus ancienne à la plus récente, ces formations

sont les suivantes :

- conglomérat à petits gravillons de quartz très roulés, à ciment lumachelliques rose-pâle comportant de rares coquilles entières de Pourpres et de Patelles. Une pellicule rubanée calcaire épaisse de 1 à 3 cm surmonte le dépôt.

- grès coquillier rose-pâle très fin, contenant quelques galets et des coquilles de Pourpres et de Patelles. Là encore, une pellicule rubanée calcaire, épaisse de 1 cm environ, surmonte le dépôt.

- grès fin rouge emballant des blocs de grès dunaire antérieur, des galets de Primaire, des Pourpres, des Patelles, des Moules, des Escargots continentaux et des pierres noircies de foyer. Ce dépôt, encroûté et lapiazé en surface représente probablement l'Ouljien, reconnu au Nord, à Rabat même, et au Sud, à Témara.

Ces trois dépôts de plage superposés se tiennent au pied d'une falaise façonnée dans un grès dunaire coquillier gris ou rosâtre, très dur et taraudé en surface par d'énormes lapiés comblés de sables argileux rouge. La base de ce grès dunaire ancien n'est nulle part visible.

5°) Coupe à 3 km au Nord d'Asilah

A. ANDRE (1969) a relevé à l'embouchure de l'oued Rharifa la coupe suivante, de bas en haut :

- marnes crétacées.

- c : formation marine épaisse de 3 cm comportant à la base un conglomérat résistant et au sommet grès coquillier très friable.

- d : formation sableuse épaisse de 1 à 2 m avec à la base des sables roux à pisolites, en

position intermédiaire des lits de galets continentaux, au sommet des sables rouges à nodules calcaires.

- e : lits de galets marins, de sables gris-noirs comportant de nombreuses coquilles de Moules.

A. ANDRE rapporte la formation c à l'Ouljien et le terme e au Flandrien. Ces deux dépôts récents se trouvent au pied d'une falaise morte façonnée dans les marnes crétacée et couronnée à 75 m d'altitude par un placage de Pliocène marin.

6°) Coupes de la région de Tanger

Reprenant diverses études plus anciennes, M. GIGOUT (1957) a donné la coupe synthétique suivante de la région de Tanger. Du plus récent au plus ancien, les niveaux marins suivants sont observables :

- Flandrien : maximum transgressif de + 2 m
- Ouljien : maximum transgressif de + 5 m
- plate-forme atteignant + 12 m
- formation culminant à + 25 m, à "faune tyrrhénienne" et comportant de bas en haut : des lumachelles et grès coquilliers, des sables argileux jaunes ou rouges, de gros blocs de grès roulés, une deuxième lumachelle, enfin des limons rouges conglomératiques.
- formation principale ancienne constituée de grès argileux lités, de grès calcaire ou de lumachelle. Sa faune, étudiée par G. LECOINTRE (1962), daterait du Quaternaire ancien, probablement du Sicilien.

7°) Coupe du littoral de Bou Dinar (Rif oriental)

G. MAUREE (1966 et 1968) a décrit à proximité de la Ras Tarf un bel étagement de formations

marines dont les faunes ont été étudiées par G. LECOINTRE. De bas en haut se succèdent les niveaux suivants :

- plate-forme culminant entre 6 et 12 m d'altitude. Faune : Patella safiana, Patella ferruginea, Cyclostoma, Cassis saburon. Ce niveau pourrait être rapproché de l'Ouljien et du Tyrrhénien récent.

- plate-forme s'élevant de 30-35 à 70 m, couverte de dépôts détritiques fluvio-marins à passées lumachelliques. Sa faune comporte : Pectunculus cor., Cardium echinatum, Meretrix chione, Columbella rustica, Cerithium rupestre, Gibbula cf. ardens. Ce niveau pourrait être l'équivalent du Tyrrhénien ancien.

- plate-forme s'élevant jusqu'à 80-90 m et couverte d'un dépôt fluvio-marin. Faune Monodonta sagittifera, Venus verrucosa, Tritonium nodiferum, Jagonia reticulata, Bittium reticulatum, Cerithium vulgatum, Corbulonia mediterranea, Conus mediterraneus, Columbella rustica, Ostrea cf. edulis. Ce niveau pourrait être l'équivalent du Sicilien récent et du Maarifien du littoral atlantique Marocain.

- plate-forme s'élevant de 100 m à 180 m, supportant des dépôts fluvio-marins et lumachelliques qui par endroits reposent en discordance sur le Pliocène. A titre d'hypothèse, ce niveau pourrait être parallélisé au Sicilien ancien et au Messaoudien de la côte atlantique.

Les études consacrées au Quaternaire marin du Maroc montrent donc la multiplicité des niveaux transgressifs : six ou sept formations différentes ont été reconnues. Mais, si dans quelques coupes célèbres, ces niveaux multiples s'emboîtent ou s'étagent de manière spectaculaire, ailleurs par contre le littoral peut être fort pauvre en formations marines héritées, ou bien encore ces dépôts se succèdent sur quelques mètres seulement. Ce n'est là qu'un des nombreux problèmes que soulève l'étude du Quaternaire marocain.

II- PROBLEMES, CONTROVERSES ET HYPOTHESES SUSCITES PAR

=====

L'ETUDE DU QUATERNAIRE MAROCAIN

=====

Les descriptions qui précèdent, oeuvres de différents chercheurs ayant travaillé dans diverses régions du Maroc, montrent quelle est la complexité des héritages du Quaternaire marocain et suggèrent bien des questions. Ainsi, en ce qui concerne le Quaternaire continental, il est indéniable que les hautes montagnes marocaines ont subi l'empreinte de périodes plus froides et sans doute plus humides que l'actuelle ; mais tous les niveaux alluviaux et colluviaux des diverses régions se sont-ils également constitués durant ces épisodes pluviaux ? Ou, bien au contraire, faut-il penser que l'élaboration des formes et des dépôts se faisait selon des rythmes particuliers et parfois asynchrones dans les différents milieux bioclimatiques et morphoclimatiques ? Les deux hypothèses ont été envisagées. D'autre part, le nombre des niveaux continentaux hérités du Quaternaire varie considérablement d'une région à l'autre et même de l'amont à l'aval d'un seul bassin versant, sans qu'il soit toujours possible de mettre cette variété au compte des particularités topographiques et lithologiques locales. Aussi, classiquement, les auteurs ont-ils tenté d'expliquer ces différences en évoquant des facteurs d'ordre climatique, tectonique ou eustatique.

En ce qui concerne le Quaternaire marin, l'existence et la succession des différents niveaux ne font guère de doute ; l'étude de coupes célèbres comme celle de Casablanca est à ce propos déterminante. Mais, les variations eustatiques étant par définition des phénomènes planétaires, il est indispensable d'établir des corrélations entre les observations effectuées sur le littoral atlantique

marocain et les résultats obtenus dans d'autres régions côtières, en particulier autour de la toute proche Méditerranée occidentale. D'autre part, le fait que certains secteurs littoraux marocains soient extrêmement pauvres en niveaux marins, alors que d'autres en montrent un étagement complet, incite à se demander quelle fut la part de l'eustatisme "vrai" et celle des déformations tectoniques dans l'évolution des marges continentales.

Un autre problème est celui des relations stratigraphiques entre héritages continentaux et niveaux marins. En effet, si l'hypothèse glacio-eustatique est bien fondée, ce qui apparaît comme de plus en plus probable, la situation respective des deux catégories de sédiments est essentielle à considérer pour comprendre la morphogénèse continentale : si les dépôts continentaux sont contemporains des régressions marines, leur mise en place daterait des épisodes pluviaux, équivalents moghrébins des glaciaires européens ; si au contraire ces dépôts passent latéralement aux formations marines des maxima transgressifs, leur mise en place serait à rapporter aux périodes interpluviales.

Enfin, la question de la limite Pliocène-Villafranchien a été particulièrement débattue au Maroc, surtout en ce qui concerne ces vieux dépôts marins et dunaires qui couvrent des étendues considérables des littoraux atlantiques et que G. CHOUBERT et R. AMBROGGI (1953) ont nommés "moghrébiens".

Le but de cette note n'est pas de prendre parti à propos de tels problèmes. Au contraire, les conclusions et les hypothèses formulées par les différents auteurs seront exposées ici de la manière la plus explicite possible, le moment n'étant pas encore venu de bâtir une synthèse cohérente où chacun des problèmes ainsi posés puisse trouver sa solution.

A.- Le problème de la limite Pliocène-Villafranchien

Ce n'est qu'à partir d'une date relativement récente que cette question fut débattue. Il est d'ailleurs vrai que la décision du XVIIIème Congrès géologique international (Londres, 1948), qui détachait le Villafranchien du Pliocène pour le ranger dans le Quaternaire, est en partie responsable de ces débats, encore que parfois l'expression imprécise mais commode de "Plio-Villafranchien" ait longtemps subsisté dans les textes et sur les cartes. Mais au delà du problème purement stratigraphique, qui en fin de compte n'est qu'une question d'accolade pouvant être réglée par une simple décision d'ordre paléontologique, le débat concerne également la compréhension génétique et paléogéographique du Maroc au tournant du Pliocène et du Quaternaire. Ainsi, par exemple, l'attribution des vieux dépôts marins de la façade atlantique au Pliocène ou bien au Moghrébien (Villafranchien inférieur) n'est pas seulement une question d'étiquette : dans le premier cas - attribution au Pliocène - le continent actuel aurait seulement subi une transgression ; dans la deuxième hypothèse - attribution au Moghrébien - la mer aurait transgressé deux fois : d'abord au Pliocène puis, après une régression, au Villafranchien inférieur.

D'autre part, il est très important de connaître le plus précisément possible la stratigraphie des formations anciennes - "plio-villafranchiennes" ou villafranchiennes - car de l'avis de la plupart des auteurs c'est lors de leur mise en place que se produisait au Maroc une mutation climatique fondamentale, faisant succéder des climats tempérés, probablement méditerranéens et comportant des épisodes tantôt plus frais et tantôt plus secs, aux climats sans doute assez chauds du Tertiaire.

1°) La question du Moghrébien

Depuis longtemps déjà, les géologues du Maroc attribuaient au Pliocène deux séries de dépôts marins ou littoraux, dont les faciès sont sensiblement différents :

- des marnes bleues (faciès plaisancien) et des marnes sableuses ou gréseuses (faciès astien), accumulées dans les cuvettes subsidentes de la péninsule tinjitanne, du Rharb et du Souss ;

- des conglomérats et des grès lumachellicques durs, souvent surmontés de grandes dunes de grès calcaires, s'étendant en placages relativement minces sur la plupart des intervalles plus stables séparant les cuvettes subsidentes.

Ces deux formations de faciès différents, parfois séparées comme dans le Souss par de petites discordances (LECOINTRE G., 1952), auraient donc été d'âge pliocène, les dépôts marneux s'étant accumulés d'abord dans les fosses subsidentes, alors que le maximum transgressif leur succédant et pénétrant sur les plates-formes stables aurait déposé des sédiments plus grossiers ensuite recouverts de sables coquilliers remaniés en dunes puis grésifiés lors de la régression fini-pliocène. Au total, dans cette hypothèse, les différences de faciès et les petites discordances locales s'expliqueraient en fonction de la date plus ou moins précoce de la transgression pliocène et de la conformation structurale du continent qu'envahissait la mer néogène.

Ce schéma était une première fois mis en cause par les recherches de G. CHUBERT, E. ENNOUCEI et J. MARÇAIS (1948) concernant la Mamora septentrionale. Dans cette région, les formations suivantes se succèdent de bas en haut :

- marnes miocènes
- sables astiens

- grès fossilifères

- " formation rouge " de la Mamora attribuée au Villafranchien.

Des grès fossilifères furent extraits des Huîtres et des Pectens roulés ainsi que les vestiges de Vertébrés continentaux, particulièrement des restes de Mastodontes et l'Eléphants ; or, l'association de ces deux genres de Proboscidiens caractérise le Villafranchien. Les grès superposés aux sables astiens appartiendraient donc au Villafranchien.

En 1953, G. CHOUBERT et R. AMBROGGI étendaient cette interprétation et séparaient du Pliocène franc un cycle marin autonome d'âge villafranchien : le Moghrébien, localement discordant sur le Pliocène et qui, du point de vue paléontologique, se caractériserait par la coexistence de genres marins encore pliocènes comme Ostrea et Pecten d'espèces déjà quaternaires telles que Trocharella trochiformis et Acanthina crassilabrum.

Plus tard, ces mêmes dépôts fluvio-marins de l'arrière-pays de Rabat fournissaient une faune de Vertébrés continentaux datée du Villafranchien inférieur (ARAMBOURG C. & CHOUBERT G., 1957-65).

Néanmoins, malgré ces arguments paléontologiques, l'accord ne s'est pas réalisé entre les géologues à propos de l'âge villafranchien et de l'autonomie stratigraphique des dépôts lumachelliques, fluvio-marins et dunaires "moghrébiens". Actuellement, concernant ce problème, les auteurs se divisent en trois tendances :

- Pour H. GIGOUT (1960, c) ces dépôts appartiennent au grand cycle marin pliocène et en représentent les faciès régressifs, la régression fini-pliocène ayant pu se poursuivre durant le Villafranchien inférieur. Dans cette optique, les formations marneuses et sableuses des cuvettes subsidentes dateraient de la transgression pliocène, tandis que les conglomérats, les grès coquilliers et les dunes dites "moghrébiennes" seraient

régressifs, les faciès transgressifs ayant été érodés sur les plates-formes stables lors de la mise en place des dépôts fluvio-marins régressifs. P. BIBERSON (1961,a) se rallie également à cette position et considère comme pliocènes les dépôts marins et littoraux anté-messaoudiens.

- Pour G. LECOINTRE (1963), l'essentiel de ces formations serait pliocène, toutefois, dans certaines localités comme la Mamora, l'arrière-pays de Rabat et le Souss, ces dépôts seraient bien villafranchiens, preuves de l'existence d'une transgression moghrébienne qui n'aurait envahi l'actuel continent qu'en certains lieux particuliers.

- Par contre, G. CHUBERT a maintenu à différentes reprises l'autonomie et la généralité de la transgression moghrébienne, qui seraient prouvées à la fois par les discordances séparant ses dépôts du Pliocène franc et par le mélange de faunes déjà quaternaires aux espèces encore pliocènes. G. CHUBERT a même proposé de paralléliser le Moghrébien au Calabrien, puis, plus récemment, à l'épisode chaud calabrien qui, en Italie, séparerait le Calabrien inférieur "atypique" du Calabrien supérieur froid à Cyprina islandica (CHUBERT G., 1957-65 ; CHUBERT G. & FAURE-MURET A., 1961-65). Toutefois, cette corrélation avec le Calabrien méditerranéen a été récemment mise en doute, sans que pour autant l'autonomie de la transgression moghrébienne soit niée (BEAUDET G., 1969). En effet, si la transgression moghrébienne eut des causes purement eustatiques, il est alors étonnant qu'elle n'ait pas réoccupé des régions déjà envahies par la mer pliocène, tel le Saïs de Meknès, alors qu'elle s'étendait sur des aires qui, telle la Basse-Meseta littorale (Chaouïa, Doukkala), n'avaient pas été occupées par la mer pliocène. La transgression moghrébienne aurait-elle été provoquée au Villafranchien inférieur, par des gondolements subsidents de panneaux littoraux, après le retrait de la mer pliocène ?

Ainsi, l'âge villafranchien inférieur des dépôts conglomératiques, gréseux et dunaires "moghrébiens"

paraît bien établi, mais les auteurs discutent à propos du "cycle moghrébien" : pour les uns, ces dépôts ne représentent que la régression pliocène ; pour les autres, ils sont les témoignages d'un épisode transgressif et régressif indépendant et postérieur au Pliocène. D'autre part, même dans l'hypothèse où l'autonomie du "cycle moghrébien" est reconnue, s'agirait-il d'une transgression déterminée par une variation proprement eustatique ou au contraire d'une invasion marine provoquée, au cours de la régression générale post-pliocène, par une subsidence régionale des panneaux littoraux du Maroc atlantique ?

2°) La question du "Saïssien"

Les entailles du plateau du Saïs de Meknès offrent les coupes suivantes de bas en haut :

- marnes néogènes comportant quelques bancs gréseux à leur partie supérieure ;
- "sables fauves" : sables jaunes à lits de gravillons roulés et à indurations gréseuses ; leur partie supérieure est rubéfiée sur quelques mètres d'épaisseur ;
- calcaires lacustres blancs offrant de nombreux faciès d'une puissance de quelques mètres à quelques dizaines de mètres ;
- couverture superficielle de sables argileux rouges contenant des grains de quartz jaunis et picotés, ainsi que des gravillons et des galets patinés de roches siliceuses primaires.

Les formations superposées aux marnes néogènes, particulièrement les calcaires lacustres du Saïs, ont fait l'objet de nombreuses tentatives de datation. Ainsi, tour à tour, ces calcaires lacustres furent attribués au Pliocène inférieur ou même au Sahélien (GENTIL L., 1918 ; DRESCH J., 1933 ; LEVY R., 1938), au Villafranchien

(SAVORNIN J., 1924) ou encore au Quaternaire ancien (post - villafranchien) "chelléen" (BOURCART J., 1931).

Quant à P. TALTASSÉ, qui a consacré sa thèse au Saïs (1953), il rapporte ces calcaires lacustres à un Pliocène supérieur continental.

Les Mollusques continentaux recueillis dans les sables fauves et les calcaires ne permettent pas une datation sûre : P. GODOT (1955) décrit parmi eux des Gastéropodes du Pontien d'Europe "ayant mis un certain temps à parvenir au Maroc"; selon cet auteur, les sables fauves et les calcaires lacustres appartiendraient donc au Pliocène inférieur. M. LORENCHET de MONTJAMONT (1964) parallélise les sables fauves aux couches inférieures de Dar bel Hamri, qu'il pense être "Sahéliennes"; les calcaires lacustres superposés auraient donc pu se déposer dès le Pliocène inférieur.

Pour G. CHOUBERT, les calcaires du Saïs seraient contemporains des calcaires lacustres, travertins et croûtes calcaires qui dans la province de Tarfaya, recouvrent les plates-formes d'érosion des hameïda. Or, les dépôts marins moghrébiens sont emboîtés de quelques dizaines de mètres dans la plus basse de ces plates-formes. Les calcaires du Saïs - constituant l'éponyme du Saïssien - seraient donc anté-moghrébiens. Le Saïssien a par conséquent été d'abord assimilé à un Villafranchien tout à fait inférieur, contemporain du Calabrien inférieur "atypique" d'Italie (CHOUBERT G. & FAURE-MURET A., 1961-65). Par la suite G. CHOUBERT (1965) devait rapporter le Saïssien à une époque humide et chaude du Pliocène supérieur.

Plus récemment, une nouvelle interprétation stratigraphique et sédimentologique des dépôts du Saïs a été proposée (BEAUDET G., 1969), appuyée sur deux remarques : 1/ le sommet des marnes marines néogènes est d'âge pliocène; 2/ les formations détritiques rouges superficielles, accordantes sur les calcaires lacustres, dateraient du Villafranchien supérieur. Dans cette hypothèse, la succession

des phases géologiques serait la suivante :

- sédimentation marine pliocène : dépôt des marnes supérieures.

- régression pliocène dans le bassin du Saïs, peut-être provoquée par des mouvements tectoniques ; dépôts des couches sableuses fluviomarines puis fluviatiles ("sables fauves"). Ces dépôts, provenant essentiellement des roches siliceuses du Plateau central, remaniaient probablement des sols altérés riches en kaolinite.

- arrêt de la sédimentation continentale sableuse et constitution en surface de sols rouges épais et évolués où parmi les argiles, domine largement la kaolinite.

- installation du lac du Saïs, nourri par les solutions calcaires provenant du Moyen Atlas, et où se constituent par aggradation ou néoformation des argiles montmorillonitiques.

- après la vidange ou l'assèchement du lac du Saïs, mise en place à la surface des calcaires lacustres, de dépôts détritiques siliceux et altérés provenant surtout du Plateau central et transportés par des fleuves divagants ou par des nappes d'eau ruisselantes. Ces dépôts supérieurs, dont les quartz sont altérés, montrent côte à côte illite et chlorite interstratifiés montmorillonite-illite, et kaolinite.

Parmi cette succession de dépôts, la limite entre Pliocène et Villafranchien serait à rechercher entre les marnes et les sables fauves, la partie supérieure de ces sables fauves daterait du Villafranchien inférieur, les calcaires du Saïs seraient à ranger dans le Villafranchien moyen et les formations rouges superficielles appartiendraient au Villafranchien supérieur.

Pas plus qu'en ce qui concerne les dépôts marins, la limite Pliocène-Villafranchien n'est donc

pas sûrement connue parmi les formations continentales. Ignorance d'autant plus regrettable que les contrastes des faciès observés dans le Saïs sont très certainement à rapporter à d'importants changements morphobioclimatiques qu'il serait nécessaire de mieux situer dans le temps.

3°) La mutation climatique villafranchienne

Depuis assez longtemps, la plupart des auteurs s'accordent à penser que l'époque-charnière Pliocène-Villafranchien, ou même la seule période villafranchienne, connaît un important changement climatique. Ainsi R. RAYNAL (1961) décrit dans le bassin de la Moulouya des formations "plio-villafranchiennes", antérieures au niveau moulouyen, contenant quelques restes de flore tropicale ou subtropicale et des galets très arrondis ayant probablement subi une forte altération chimique. Par contre, le Moulouyen (Villafranchien supérieur) serait le premier pluvial quaternaire dont "le climat... devait être moins rude qu'au Salétien tout en étant plus froid qu'à l'Amirien et au Soltanien. Les formations à caractère périglaciaires sont très générales et s'étalent largement sur les piedmonts..." (CHUBERT G. & alt., 1956).

Ainsi, la période villafranchienne aurait connu le passage d'un climat tropical, probablement assez chaud et humide, à des séquences davantage tempérées (méditerranéennes ?) faisant alterner pluviaux et interpluviaux.

Des travaux récents ont tenté de préciser la nature et la date de cette mutation climatique.

Dans le Rif, les dépôts du Villafranchien inférieur, conservés dans des poches ou des cuvettes endoréiques, sont en partie le résultat d'une altération de type tropical in situ : parmi les argiles, la proportion de kaolinite est partout dominante ou notable (MAURER G., 1968). Toutefois, ces altérations étaient déjà en partie

remaniées par le ruissellement et l'écoulement torrentiel. La faune malacologique recueillie dans les sédiments villafranchiens inférieurs du Rif oriental indique une ambiance de type méditerranéen. Le villafranchien supérieur aurait été une période où s'arrêtait l'altération et où au contraire avaient lieu d'énormes remaniements des dépôts et des sols antérieurs, par écoulement torrentiel, laves boueuses et ruissellement étalé. Au total, G. MAURER décrit dans le Rif une substitution progressive d'un climat de type méditerranéen à des conditions d'altération du genre tropical. Cette substitution aurait commencé dès le Villafranchien inférieur, à peine ébauchée à l'Ouest du Rif, plus nette à l'Est ; elle aurait été enfin totale au Villafranchien supérieur où cependant s'opposaient encore un Rif oriental plus sec à un Rif occidental demeuré au moins saisonnièrement plus humide et peut-être même déjà enneigé.

Sur les bas plateaux qui encadrent à l'Ouest et au Nord le Plateau central, l'évolution climatique villafranchienne aurait été grossièrement la même (BEAUDET G., 1969). Les sédiments marins ou continentaux du Villafranchien inférieur - "Moghrébien" à l'Ouest, "Sables fauves" dans le Saïs - portent les marques certaines d'une altération profonde de type tropical : sols rouges lessivés épais de plusieurs mètres, apparition de fortes proportions de kaolinite attaque superficielle des galets de quartzite et carie des quartz. Cette altération, qui paraît avoir été inaugurée durant le Pliocène, se serait poursuivie pendant le Villafranchien moyen ; ce serait lors de cette période "biostatique" que se seraient déposés les calcaires du Saïs, provenant de la mise en solution des terrains calcaréo-dolomitiques secondaires du Moyen Atlas. Le Villafranchien supérieur aurait connu un bouleversement radical des conditions morphogénétiques. Dans les vallées du massif, parcourues au moins saisonnièrement par des écoulements fluviaux d'une énorme puissance s'élaboraient de vastes glacis d'érosion couverts de très grosses blocailles siliceuses patinées. Sur les plaines bordières, des fleuves divagants probablement tem-

poraires et des nappes d'eau ruisselantes étalaient les altérations locales et les galets provenant du massif. Entre les crues, ces plaines d'épandages s'asséchaient et le vent y remaniait les débris fins : 5 à 50 % des sables du Villafranchien supérieur portent des marques d'éolisation ; d'autre part, les galets sont couverts d'une patine assez comparable au "vernis désertique" récent des marges nord-africaines du Sahara. Autour du Plateau central, la mutation climatique aurait donc eu lieu entre Villafranchien moyen et Villafranchien supérieur faisant succéder un climat semi-aride ou même semi-désertique, peut-être méditerranéen en tout cas saisonnièrement contrasté, à une ambiance plus humide peut-être comparable à celle de l'actuelle forêt mésophile tropicale.

Ainsi, la réalité d'un changement climatique d'âge villafranchien au Maroc est admise par tous les auteurs, et il est fort probable que ce changement a consisté en un passage de conditions tropicales à un climat général de type méditerranéen. Toutefois, selon les régions étudiées, les avis diffèrent quant aux particularités climatiques du Villafranchien supérieur. Dans la Moulouya, le Villafranchien supérieur aurait connu l'installation du premier pluvial humide et froid (le Moulouyen). Dans le Rif, le climat régional serait devenu progressivement semi-aride, cependant encore saisonnièrement humide à l'Ouest. Dans le Plateau central, des conditions très sèches auraient alors succédé brutalement à l'ambiance tropicale assez humide du Villafranchien moyen.

Il se peut donc que le Villafranchien ait été non seulement une période de mutation climatique, mais qu'encore cette époque ait connu une sérieuse différenciation des milieux bioclimatiques - et morphogénétiques - régionaux. Dans l'Oriental, où les dépôts villafranchiens ne comportent pas de traces d'altération tropicale (A. RUELLAN), l'assèchement aurait pu débiter dès la fin du Pliocène.

Dans le Rif, montagne très compartimentée et contrastée, l'assèchement et la mise en place des conditions méditerranéennes auraient été progressifs et régionalement très nuancés. Dans le Plateau central, pays alors peu élevé et de latitude légèrement plus méridionale, l'assèchement aurait été plus brutal, tandis que dans les montagnes atlasiques apparaissaient pour la première fois des conditions assez froides.

De toute manière, du point de vue paléoclimatique, la période villafranchienne, ou "plio-villafranchienne" paraît bien être une époque-charnière qui connut la fin des climats tertiaires, sans doute assez comparables aux actuels climats tropicaux, et l'installation de conditions méditerranéennes régionalement aussi variées que le sont les climats régionaux actuels du Maroc.

B.- Les problèmes du Quaternaire marin marocain

Les travaux de G. LECOINTRE, de M. GIGOUT et de P. BIERSON; ainsi que ceux d'autres auteurs, ont démontré l'existence sur la façade atlantique du Maroc de plusieurs transgressions marines quaternaires, séparées par des épisodes régressifs. Mais, ces variations eustatiques étant forcément planétaires pour ce qui est des océans et des mers ouvertes, il est nécessaire de corréler ces résultats avec ceux obtenus dans d'autres régions littorales, particulièrement avec les conclusions tirées de l'étude des rivages méditerranéens.

D'autre part, l'examen des faunes marines et littorales peut permettre de connaître les variations climatiques que subissait la terre marocaine - ou du moins sa façade océanique - au Quaternaire.

Enfin, il convient de mentionner l'importance relative qu'ont accordé les différents auteurs

aux variations proprement eustatiques et aux déformations tectoniques de la marge continentale.

1°) La question des corrélations

Depuis longtemps les géologues du Maroc tentent d'établir des corrélations satisfaisantes entre les niveaux transgressifs reconnus au Maroc et les épisodes marins - ou séries d'épisodes marins observés sur les rivages méditerranéens : Calabrien, Sicilien, Tyrrhénien, Versilien (Flandrien). Mais, encore que les approximations actuellement admises soient certainement valables, bien des points de détail demeurent obscurs.

a) Les niveaux anciens

En ce qui concerne la corrélation des niveaux anciens du Maroc atlantique avec ceux de Méditerranée, les opinions des auteurs diffèrent selon qu'ils considèrent ou non le "Moghrébien" comme la première transgression quaternaire.

En effet, si le Moghrébien est tenu pour le premier "cycle marin" Quaternaire, il est alors légitime d'en faire l'équivalent du Calabrien de Méditerranée. De ce fait, le Messaoudien apparaît comme la seconde transgression Quaternaire, contemporaine du Sicilien ancien, et le Maarifien est assimilable au Sicilien récent ou Milazzien. C'est là l'opinion de G. CHUBERT et de ses collaborateurs (en particulier : CHUBERT G & FAURE-MURET A., 1961-65 ; CHUBERT G., 1962).

Si, au contraire, le Moghrébien est considéré comme n'étant que l'épisode régressif de la transgression pliocène (même si cette régression a pu durer jusqu'au Villafranchien inférieur), le Messaoudien est alors le premier niveau marin authentiquement quaternaire, comparable au Calabrien. De ce fait, le Maarifien, deuxième transgression quaternaire, serait contemporain

du Sicilien. C'est là la position adoptée explicitement par M. GIGOUT (1960) et P. BIBERSON (1961, a).

Pour l'instant, rien ne permet de trancher entre ces opinions opposées. Il faudra attendre pour le faire, soit que la question du Moghrébien soit définitivement éclaircie, soit que de nouvelles méthodes de datation absolue permettent de comparer l'âge des formations atlantiques et méditerranéennes.

b) Les niveaux "tyrrhéniens" du Maroc

Depuis longtemps, les formations du Quaternaire moyen marocain (Anfatien, Harounien - Rabatien et Ouljien) ont été considérées comme d'âge tyrrhénien. Les travaux de E. BONIFAY et P. MARS (1959), définissant et datant en Méditerranée trois maxima transgressif tyrrhéniens, ont été rapprochés des études faites au Maroc et selon P. BIBERSON (1961 a ; 1962 ; 1964) les corrélations et les datations par rapport aux glaciaires alpins seraient les suivantes, du plus ancien au plus récent :

Anfatien : Paléotyrrhénien = Interglaciaire Mindel-Riss.

Harounien-Rabatien = Eutyrrhénien = interglaciaire Riss-Würm.

Ouljien = Néotyrrhénien = Interstade Würm I - II.

Ces corrélations, bientôt admises par la plupart des auteurs (CHUBERT G., 1962 ; LECOINTRE G., 1963) étaient d'autant plus convaincantes que la plupart des chercheurs étudiant les rivages de Méditerranée occidentale s'accordent pour décrire une avant-dernière transgression haute de quelques mètres, donc très comparable à l'Ouljien, et datant d'un interstade würmien.

Toutefois, les datations isotopiques des fossiles contenus dans les niveaux marins du Maroc atlantique ne s'accordent pas avec ces corrélations. L'Ouljien serait âgé de 70.000 à 85.000 ans, le Harounien de 140.000 ans et l'Anfatien de plus de 200.000 ans (limite de la méthode) (STEARNS C.E. & THURBER D.L., 1965). Or, d'après la plupart des auteurs, le Würm aurait débuté en Europe vers 70.000 B.P. : l'Ouljien ne peut donc être un interstade würmien mais doit être au contraire contemporain de l'interglaciaire Riss-Würm, le Harounien étant alors le contemporain d'un interstade rissien.

Somme toute, ces datations absolues contraignent de revenir aux corrélations suivantes, antérieurement proposées (CHOUBERT G.; 1957-65 et 1959) :

Anfatien = interglaciaire Mindel-Riss,
Harounien-Rabatien = interstade Riss,
Ouljien = interglaciaire Riss-Würm.

Le problème n'en est d'ailleurs pas résolu pour autant car la plupart des travaux en cours sur les littoraux méditerranéens attribuent un âge würmien à la transgression antérieure au Flandrien (c'est-à-dire à l'Ouljien du Maroc). Il n'est pas concevable que de part et d'autre du détroit de Gibraltar ce même niveau anté-flandrien soit l'équivalent de l'interglaciaire Riss-Würm au Maroc atlantique et contemporain d'un interstade würmien en Méditerranée ! D'autres observations et de nouvelles datations s'imposent.

c) Le "Flandrien"

Les dépôts de la dernière transgression sont connus depuis longtemps au Maroc. A proximité de Rabat, des grès à Moules appartenant à ce niveau sont âgés de 6000 ans environ et sont donc contemporains de l'épisode de Calais. (GIGOUT M., 1959). C'est peut-être à cette même période qu'il faut rapporter des sables de plage jaunes et légèrement grésifiés récemment découverts

sur le littoral proche de Rabat (ANDRE A & BEAUDET G., 1967).

Considérant que les vases foncées des estuaires appartiennent à cette même période, P. BIBERSON (1958) a donné le nom de Mellahien (de l'oued Mellah, où ces vases sont très largement représentées) à la dernière transgression du littoral atlantique, contemporaine du Flandrien d'Europe et du Versilien de Méditerranée.

Toutefois, l'observation a été faite à plusieurs reprises que les vases estuariennes passaient latéralement, vers l'amont, aux dépôts continentaux rharbiens (BEAUDET G., DESTOMBES J., JEANNETTE A. & MAURER G., 1960 ; ANDRE A. & BEAUDET G., 1967). Or les sédiments rharbien sont partout dans les basses vallées très récents, datant de l'Antiquité, ou même du Moyen-Age pour leur partie supérieure (DRESCH J. & LE COZ J., 1960 ; GIGOUT H., 1959). Les vases estuariennes ne seraient donc pas âgées de plusieurs milliers d'années, mais dateraient au contraire de l'époque historique.

Selon cette optique, il conviendrait donc de distinguer deux "Flandriens" correspondant à deux pulsations transgressives récentes (ANDRE A. & BEAUDET G., 1967 ; BEAUDET G., 1969) :

- un Flandrien ancien, âgé d'environ 6000 ans, comparable au Calaisien, et représenté sur la côte par des grès à Moules et, peut-être, dans les remblaiements des estuaires, par des sables et vases à Cardium edule que révèlent les sondages ;

- un Flandrien récent, comparable au Dunkerquien, dont les dépôts sont mal connus sur le littoral (des sables gris à Moules ?), mais représenté dans les estuaires par des vases foncées se raccordant latéralement aux sables et aux limons rharbiens.

Il paraît relativement aisé de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse grâce à l'emploi de méthodes de datations radiométriques au C¹⁴.

2°) Biotopes et climats quaternaires du littoral atlantique marocain.

Les travaux de G. LECOINTRE, de R. NEUVILLE et A. BUJLMANN, et de P. BIBERSON ont permis d'acquérir une connaissance précieuse des faunes marines et continentales vivant sur les plages ou à leur proximité au moment où les mers quaternaires s'avançaient ou se retiraient des plages aujourd'hui fossiles.

Le tableau ci-joint, surtout tiré des travaux de P. BIBERSON (1961, a), donne une image des variations de la faune sur le littoral atlantique marocain, ainsi qu'une interprétation des biotopes marins et littoraux.

A la vue de ce tableau, une première constatation s'impose : il n'y eut pas sur la façade atlantique du Maroc, en mer ou sur la marge continentale, de renouvellements ou de substitution spectaculaires de faunes telles qu'en subirent l'Europe moyenne et la Méditerranée occidentale. Ainsi, il n'y eut ici rien de comparable à l'invasion des Cyprines ou des Strombes, ni à l'arrivée des mammifères de la toundra. La façade atlantique du Maroc paraît avoir connu le plus souvent au Quaternaire un climat "subtropical", probablement méditerranéen.

Transgressions (niveaux marins)	Régressions (niveaux continentaux)	Faune marine		Faune continentale	
		Espèces caractéristiques ou principales	Interprétation du milieu	Espèces caractéristiques ou principales	Interprétation du milieu
	Rharbrien			Faune actuelle	
"Mellahien"		Faune actuelle			
	Soltanien			Fond subtropical. Arrivée d'espèces eurasiatiques "fraîches": Ursidés, sangliers, Cervidés.	Forêt ?
Ouljien		<u>Purpura haemastoma</u> , <u>Patella safiana</u>	Subtropical		
	Tensiftien			Rhinocéros, <u>Equus Bos primigenius</u> , Gazelles, Antilopes, Autruches	Savane ?
Anfatien		<u>Purpura haemastoma</u>	tropical		
		<u>Littorina littorea</u>	"nordique"		
		<u>Purpura plesisi</u> L. naines	Faune tropicale "appauvrie"		
	Amirien			Faune subtropicale + Ours, Bovidés, Cervidés. Escargots "lusitaniens".	Forêts
				?	?
				Eléphant, Rhinocéros, Hippopotame, <u>Equus</u> , Gazelle.	"Savane" arborée

Transgressions (niveaux ma- rins)	Régressions (niveaux con- tinentaux)	Faune marine		Faune continentale	
		Espèces ca- ractéristi- ques ou principales	Interpré- tation du milieu	Espèces ca- ractéristi- ques ou princi- pales	Interpré- tation du milieu
Maarifien		<u>Trochatella</u> <u>trochiformis</u> + <u>Littorina</u> <u>littoréa</u> et <u>P.</u> <u>lapillus</u> L.	Influen- ces "nordi- ques dans un fond subtropical		
		<u>T. trochifor-</u> <u>mis</u> , <u>Acanthi-</u> <u>na crassila-</u> <u>brum</u>	Tropical		
	Salétien			?	?
Messaoudien		<u>T. trochifor-</u> <u>mis</u> , <u>A. cras-</u> <u>silabrum</u> , <u>P.</u> <u>plessisi</u>	Tropical ("chilo- péruvien")		
	Régréguien			?	?
	Moulouyen				
"Moghrébien"		Faune pliocène + <u>T. tro-</u> <u>chiformis</u> et <u>A. crassila-</u> <u>brum</u>	Chaud		

Toutefois la marge océanique du Maroc a connu quelques modifications de la faune continentale, particulièrement à l'Amirien supérieur et au Soltanien. Mais l'Europe n'étant séparée du Maroc que par le détroit de Gibraltar, il se peut alors que l'invasion du Maroc atlantique par des mammifères "eurasiatiques" n'ait pas une signification climatique certaine : le Moghreb aurait pu servir de refuge aux animaux chassés d'Europe par les épisodes glaciaires.

Par contre, l'apparition au Maarifien supérieur et à l'Anfotien moyen de faunes marines "nordiques" est plus significative, les espèces marines vivant forcément en équilibre le milieu marin littoral. Ces épisodes marins frais ou froids, en tout cas "nordiques", "encadrent" la régression amirienne qui aurait donc connu, même sur la marge océanique du Maroc, des conditions climatiques assez sévères, probablement fraîches. Cette conclusion est en désaccord avec les recherches menées sur le continent où, au contraire, le pluvial amirien est généralement décrit comme étant particulièrement doux ou même "subtropical".

D'autre part, il est étonnant que le changement de climat dont font état tous les auteurs ayant étudié les dépôts continentaux villafranchien ne se soit pas traduit par une modification radicale des faunes marines, soit entre le Pliocène et le "Moghrebien", soit entre le Pliocène et le Messaoudien. Il semblerait ainsi que les côtes du Maroc atlantique aient toujours connu, au Quaternaire ancien, un climat assez chaud, assez peu différent de celui du Néogène. Autrement dit, le rythme climatique aurait pu changer sur le continent - faisant succéder des conditions méditerranéennes à une ambiance tropicale - sans que pour autant la température des eaux littorales océaniques soit notablement modifiée.

Somme toute, l'étude des faunes littorales montre l'existence de trois périodes climatiques sur la côte du Maroc atlantique au cours du Quaternaire :

- Quaternaire inférieur ("Moghrébien", Messaoudien, Maarifien inférieur) : dans une ambiance chaude, des espèces pliocènes survivent, accompagnées d'une faune quaternaire tropicale.

- Maarifien supérieur et Anfatién inférieur : venue d'espèces fraîches ou "nordiques" "encadrant" le pluvial amirien.

- Quaternaire récent (Anfatién, Harounien, Ouljien et Mellahien) : venue de faunes marines subtropicales qui constituent encore le fond des populations littorales actuelles.

Ainsi, sauf au Maarifien supérieur, à l'Amirien et à l'Anfatién inférieur, le littoral atlantique du Maroc n'aurait pas subi de modifications climatiques importantes.

3°) Eustatisme et tectonique

Les rapports entre variations eustatiques et déformations tectoniques littorales furent particulièrement discutés au Maroc.

En effet, s'opposant aux excès "dépéretistes" de certains chercheurs qui tentaient systématiquement de retrouver au Maroc les niveaux et les altitudes des maxima transgressifs déjà reconnus en Europe, J. BOURCART en vint à critiquer l'hypothèse des variations eustatiques multiples, puis à formuler sa fameuse théorie de la "flexure continentale" (1935, 1938, 1949, 1949-50, 1952-54). Pour J. BOURCART, le Quaternaire n'aurait connu qu'une seule transgression marine "encadrée" par les grandes régressions villafranchienne et grimaldienne. Ces dépôts marins étant déformés, flexurés ou même faillés, au voisinage du littoral,

ils donnent ainsi l'illusion d'avoir été mis en place par plusieurs transgressions ayant atteint des altitudes de plus en plus faible.

Depuis, plusieurs études minutieuses ont démontré la multiplicité des transgressions quaternaires et ont donc rendu sans objet une partie des hypothèses de J. BOURCART.

Reste toutefois à expliquer pourquoi dans des coupes célèbres telles celles du Cap Rhir, du Cap Cantin et de Casablanca, les niveaux s'étagent altitudinalement et chronologiquement, les plus bas étant aussi les plus récents. La plupart des auteurs pensent que c'est là la conséquence d'un soulèvement en bloc du continent au Quaternaire, cette isostasie étant peut-être provoquée par la décharge du continent liée à l'érosion et, corollairement, par la surcharge sédimentaire du plateau continental (ARIMBOURG C., 1952, a).

Sauf au droit de quelques régions manifestement subsidentes comme le Rharb, les maxima transgressifs se seraient donc inscrits sur l'actuel continent à des altitudes comparables, particulièrement dans les secteurs armés par un socle ancien et rigide. Ainsi, G. CHOUBERT et A. FAURE-MURET (1959) auraient retrouvé à Rabat le même étagement et les mêmes altitudes maximales des transgressions qu'à Casablanca, tandis que M. GIGOUT (1957, d) considère qu'à Rabat les niveaux marins sont situés un peu plus bas qu'à Casablanca, la région étant probablement légèrement plus subsidente, ou plutôt moins soulevée. Autrement dit, partout sur les secteurs littoraux non subsidents devrait pouvoir être retrouvé l'étagement complet des niveaux marins à des altitudes assez comparables.

Cette interprétation a été récemment mise en cause en ce qui concerne la zone littorale Casablanca-Rabat, pourtant installée sur le socle hercynien

de la Meseta (ANDRE A. & BEAUDET G., 1967 ; BEAUDET G., 1969). Il semblerait qu'en effet le nombre et la position des niveaux marins quaternaires varient très rapidement d'un point à l'autre du littoral :

- à Casablanca, l'étagement des niveaux marins s'étend sur 10 km de profondeur dans le continent actuel et les altitudes atteintes par les transgressions successives sont les suivantes : 100 m environ pour le Messaoudien, 55-60 m pour le Maarifien, 30-35 m pour l'Anfatien, 18-20 m pour le Harounien, 5-7 m pour l'Ouljien, 2 m pour le Mellahien.

- de Mohammedia aux abords de Rabat, les dépôts marins post-villafranchien n'atteignent que quelques mètres d'altitude ; souvent, ces dépôts ont été mis en place par une transgression unique ; parfois, l'estran encore actuel a été envahi à quatre reprises différentes par des transgressions marines qui superposent leurs dépôts sur quelques mètres d'épaisseur seulement.

- à Rabat, les dépôts marins du Quaternaire ancien s'accumulent en lisière du littoral actuel sur une quarantaine de mètres d'épaisseur ; les seules transgressions qui aient pénétré sur le continent sont d'âge anfatien et harounien.

Ces dispositions variées ne peuvent s'expliquer qu'en faisant intervenir des mouvements tectoniques littoraux différentiels, dont la nature et le point d'application ont pu changer au cours du Quaternaire : le secteur casablancais se serait soulevé continûment, de plus en plus flexuré récemment et à proximité du littoral actuel ; le panneau Mohammedia-Rabat aurait été le siège d'un mouvement de bascule vers le large mais n'aurait jamais été suffisamment déprimé pour que les transgressions quaternaires mordent sérieusement sur le continent actuel ; enfin, à Rabat, le littoral aurait d'abord été subsident, permettant la superposition des dépôts marins du Quaternaire ancien, puis un mouvement à plus large rayon de courbure

aurait provoqué la pénétration des transgressions du Quaternaire moyen et récent.

D'autres études, menées dans d'autres régions littorales, devraient pouvoir éclairer cette question de la mobilité tectonique des littoraux au Quaternaire.

Au total, les études menées depuis un demi-siècle sur le Quaternaire du Maroc offrent un bilan largement positif : si certaines attributions et corrélations font encore l'objet de controverses entre les différents auteurs, l'existence et la succession des variations eustatiques sont aujourd'hui solidement établies.

C.- Le Quaternaire continental post-villafranchien

En ce qui concerne les formes et les dépôts du Quaternaire continental, la ressource n'existe pas de faire appel à des arguments paléontologiques pour dater et comparer entre eux les niveaux : toutes les interprétations sont donc en partie subjectives. Aussi, les problèmes posés par le Quaternaire continental du Maroc sont-ils plus nombreux que ceux relatifs au Quaternaire marin, et plus éloignés encore de trouver leur solution.

Parmi ces questions, la plus importante est celle de la genèse et de la datation des niveaux continentaux : ont-ils tous été élaborés durant les Pluviaux ou bien au contraire à différentes époques dans les divers milieux morphoclimatiques. D'autre part, il se peut que certains éponymes de la stratigraphie quaternaire continentale proposée en 1956 aient été mal choisis. Par ailleurs, l'importance et l'âge des mouvements tectoniques récents sont très inégalement connus à travers le Maroc. De même, les altérations et les sols développés durant le Quaternaire post-villafranchiens n'ont pas été étudiés partout et parfois

n'ont pas été distingués des sédiments qui les portent. Au total, il convient de se demander s'il ne serait pas préférable de substituer une nouvelle nomenclature stratigraphique du Quaternaire continental, plus vague et plus compréhensive, à celle qui est en usage actuellement, précise sans doute mais risquant d'introduire des confusions.

1. La question des éponymes

Récemment, le choix de certains éponymes de la stratigraphie continentale quaternaire proposée en 1956 a été critiqué (BEAUDET G., 1969).

Ainsi, le Salétien (cinquième niveau en comptant à partir des fonds de vallée actuels) tire son nom de l'épandage de galets qui couvre, à quelques kilomètres au S.E. de Salé, le plateau de rive droite de l'oued Bou Regreg. Ce dépôt se retrouverait dans l'ensemble de l'arrière-pays de Rabat, tapissant des plateaux qui s'élèvent jusqu'à plusieurs centaines de mètres d'altitude. Or, dans la basse vallée du Bou Regreg, six niveaux de terrasses et de glacis s'emboîteraient sous les plateaux ainsi recouverts de l'épandage à galets, le plus élevé de ces niveaux devant être considéré classiquement comme régréguien, c'est-à-dire comme plus ancien que le "Salétien" classique. D'autre part, l'épandage à galets du plateau de Salé comporte un outillage lithique de facture primitive, que P. BIBERSON (1961, a) considérait comme appartenant à la Pebble-Culture évoluée de type olduvaiën. P. BIBERSON nomme maintenant "Pré-Acheuléen III du Maroc atlantique" cet outillage, mais de toute manière le considère toujours comme d'âge villafranchien supérieur.

Ainsi l'éponyme du "Salétien", deuxième niveau continental post-moulouyen, aurait été choisi parmi l'épandage des plateaux d'âge villafranchien supérieur, c'est-à-dire dans le Moulouyen de la stratigraphie classique.

Par ailleurs, l'éponyme de l'Amirien ne serait pas plus adéquat. En effet, la grande étendue plane des Beni Amir, dans le Tadla, est en réalité un bas plateau en contrebas duquel cinq niveaux de terrasses s'étagent dans la vallée de l'Oum er Rbia, la plus ancienne de ces terrasses étant peut-être d'âge villafranchien. Aussi il se pourrait donc que les formations rouges de la surface des Beni-Amir - éponymes de l'Amirien - soient en réalité le résultat d'une profonde altération fini-pliocène ayant pu être remaniée et pédogénétisée à d'autres reprises depuis. Si tel est le cas, l'éponyme de l'Amirien, troisième niveau post-moulouyen, aurait été également mal choisi.

Ainsi, il existerait bien dans certaines vallées des niveaux post-moulouyen en position "salétienne" ou "amirienne", mais leur dénomination serait malencontreuse, si bien que l'on ne pourrait pas comparer leurs dépôts et leurs altérations avec les "strato-types" leur ayant servi d'éponymes.

2. Les hypothèses morphogénétiques

La plupart des auteurs qui, avant-guerre, ont étudié le Quaternaire continental du Maroc ont admis implicitement ou comme allant de soi la position "depéretiste" consistant à paralléliser les niveaux continentaux avec les maxima transgressifs du littoral. Toutefois, J. DRESCH (1941) insistait déjà sur l'importance des variations climatiques dans l'élaboration et l'étagement des modelés : les sommets du haut Atlas ont été marqués par l'instauration d'épisodes froids, localement glaciaires ; le reste de la montagne a connu des variations de l'humidité et, dans les plaines bordières, des conditions arides étaient responsables de l'élaboration de formes spécifiques.

Après-guerre, les chercheurs en sont venus peu à peu à considérer que les niveaux continentaux du Maroc s'étaient élaborés durant les périodes pluviales, froides en montagne, et humides dans les bas-pays. La stratigraphie continentale proposée en 1956 reflétait expressément cette optique puisque chacun des termes de la nomenclature stratigraphique désignait non seulement un ensemble de formes et de dépôts, mais encore un épisode pluvial.

Depuis, diverses critiques ont été formulées à l'encontre de cette hypothèse et des travaux récents ont insisté sur la différenciation des milieux morphoclimatiques marocains au Quaternaire, où les conséquences des variations climatiques n'auraient pas forcément été ni semblables ni contemporaines.

Somme toute, actuellement, deux grandes séries d'hypothèses s'affrontent à propos de la morphogenèse continentale post-villafranchienne ; toutes deux sont étudiées ci-dessous.

a) Une série d'hypothèses "classiques" attribuant aux Pluviaux l'élaboration des niveaux quaternaires.

Ce n'est pas trahir la pensée des auteurs que de schématiser ainsi la succession des épisodes morphogénétiques intervenant, selon eux, lors d'une pulsation Pluvial-Interpluvial au Maroc :

1°) Installation des conditions pluviales et maximum pluvial.

Dans les hautes montagnes, compte tenu de conditions plus froides et plus humides, la limite inférieure des neiges permanentes ou persistantes s'abaisse, vient au niveau des plus hauts reliefs marocains, et enfin provoque la constitution de névés capables par endroits d'engendrer de courts glaciers, qui façonnent des cirques, polissent des verrous et poussent quelques moraines.

Un peu plus bas en montagne, où la neige demeure saisonnière, la cryoclastie débite les roches gélives, des niches de nivation s'approfondissent, et les débris clastiques entraînés par la solifluxion ou par le ruissellement pronival constituent d'épaisses accumulations désordonnées ou réglées de pieds de pentes, une partie de ces matériaux pouvant être d'ailleurs exportée par les oueds saisonnièrement puissants vers les bas pays bordiers.

Dans les bas pays, où le gel demeure un processus relativement peu actif, la météorisation n'en est pas moins active, compte tenu d'une humidité renforcée. Selon les données régionales ou locales, la solifluxion ou le ruissellement oeuvrent, entraînant ces débris parfois pédogénétisés vers le fond des vallées, le ruissellement et les divagations torrentielles pouvant élaborer au passage, sur les roches tendres, de véritables glacis d'érosion bientôt couverts d'apports détritiques. Même dans les espaces demeurés forestiers, l'humectation des formations superficielles aurait été telle que les débris pouvaient se mouvoir assez rapidement.

C'est donc durant les Pluviaux que s'élaboraient les héritages les plus remarquables : formes glaciaires, versants "périglaciaires", glacis d'érosion couverts et remblaiements alluviaux.

2°) Passage du Pluvial à l'Interpluvial

L'humidité devenant moindre et les températures s'élevant, les conditions morphogénétiques changent.

Dans les hautes montagnes, où glaciers et névés fondent, c'est peut-être alors que se constituent les "glaciers rocheux" et les bourrelets détritiques de l'aval des niches de nivation.

Plus bas en montagne, la cryoclastie étant moins active et fournissant moins de débris, le ruissellement concentré l'emporte et incise les pieds de versants construits durant l'épisode froid précédent.

Dans les bas pays, l'écoulement se concentre également sur les versants, d'un moindre débit liquide, mais surtout moins chargé en débris : glacis et terrasses sont entaillés, conséquence de l'encaissement des oueds secondaires et principaux. En même temps, en pays calcaire, les eaux ruisselantes ou subsuperficielles, moins abondantes, se déchargent à l'approche des saisons sèches du bicarbonate de calcium qu'elles contiennent : c'est alors que la surface des formes et des dépôts hérités des périodes pluviales s'encroûte, tandis que peuvent aussi s'élaborer des sols.

3°) Maximum interpluvial

Les processus morphogénétiques sont alors presque tous ralentis, faute de beaucoup d'eau et d'une alimentation suffisante en débris.

Il se peut que les oueds les mieux pourvus continuent alors de creuser lentement, ou encore que les niveaux de base restent stables.

C'est durant de semblables périodes que, dans la Tunisie présaharienne, la déflation éolienne mobilisait sur les chotts les cristaux de gypse pour les épandre sur les reliefs avoisinants (COQUE R., 1962) et que peut-être les dunes du Tafilalet montaient à l'assaut des niveaux alluviaux hérités (JOLY F., 1962).

À l'appui de ces hypothèses, il convient de constater que dans certaines vallées du Maroc, pourtant situées dans des milieux morphoclimatiques actuels fort différents, les différents niveaux quaternaires présentent en effet une assez grande analogie sédimentologique,

dont particulièrement fait état G. CHUBERT. Ainsi, les dépôts soltaniens sont souvent assez fins et rougeâtres, les formations tensiftiennes sont particulièrement pierreuses et encroûtées (en pays calcaire), quelques sédiments amiriens sont argilo-limoneux et rouges tandis que les dépôts "salétiens" sont fréquemment grossiers. Il semblerait donc qu'à travers tout le Maroc les conditions morphobioclimatiques des différents épisodes Quaternaires aient été suffisamment semblables pour laisser en maints endroits des héritages comparables.

D'autre part, quelques travaux morphologiques ont reconnu ou pressenti la continuité latérale et chronologique existant entre les formes glaciaires et périglaciaires des montagnes du Maroc, d'une part, et l'élaboration des niveaux de piedmont, d'autre part. Ainsi, R. RAYNAL (1961) a décrit en haute et moyenne Moulouya des glaciis et des niveaux de piedmont portant une couverture ou un remblaiement de débris géli fractés descendus des montagnes voisines. D'autre part, F. JOLY (1962) a parallélisé les sédiments quaternaires du piedmont de Ksar es Souk et du Tafilalet avec les formations glaciaires ou périglaciaires du Haut Atlas oriental. Enfin, G. COUVREUR (1956) a même évoqué l'action des glaces pour expliquer le modelé des plateaux d'El Hajeb, entre 1000 et 1400 m d'altitude.

Par ailleurs, l'un des arguments retenus à l'appui de ces hypothèses serait que les sédiments continentaux des basses vallées exoréiques - mis en place lors des Pluviaux, c'est-à-dire contemporains des minima régressifs marins, dans l'hypothèse glacio-eustatique - s'abaisseraient jusqu'au-dessous du niveau actuel de la mer. En particulier, la terrasse soltanienne d'amont disparaîtrait à proximité des estuaires pour rejoindre le minimum régressif "würmien".

S'appuyant sur cette hypothèse et considérant, après les travaux de E. BONIFAY et P. MARS (1959), que l'Ouljien était contemporain d'un interstade

chaud du Würm; P. BIBERSON (en particulier, 1961, a) a même pensé que l'équivalent marocain atlantique du Würm pouvait être subdivisé de la manière suivante :

- Interglaciaire Riss-Würm = transgression harounienne (Rabatienne) ayant atteint + 18 - 20 m à Casablanca (= Euthyrrhénien) ;

- Würm I = Pré-Soltanien (épisode continental qui serait représenté dans les coupes de Casablanca par des "Calcaires bréchoïdes rosés") ;

- Würm I - II = Interstade plus chaud ayant suscité sur le littoral atlantique du Maroc la transgression ouljienne (= Néotyrrhénien) ;

- Würm II - III et IV = période plus froide (et plus humide) durant laquelle se seraient mis en place les sédiments soltaniens.

Mais, on l'a vu les datations isotopiques des sédiments littoraux ayant contredit cette interprétation, il est douteux que cette série de corrélations puisse être pour l'instant retenue.

De toute manière, les auteurs de ces travaux n'envisageaient pas que les variations climatiques se soient reproduites telles quelles, semblables à elles-mêmes, à travers tout le Quaternaire. Au contraire, les épisodes des pluviaux auraient été marqués par des conditions climatiques différentes qui auraient laissé comme témoin des sédiments variés. Dans la mesure où les Pluviaux du Maroc peuvent être assimilés aux Glaciaires de l'Europe moyenne et alpestre, il serait donc possible d'établir les corrélations suivantes, du plus ancien au plus récent :

Régréguien = Danube II

Salétien = Günz

Amirien = Mindel

Tensiftien = Riss

Soltanien = Würm

b) Une série d'hypothèses nouvelles visant à différencier des régions morphogénétiques quaternaires

Les hypothèses morphogénétiques classiques ont été récemment critiquées (BEAUDET G., MAURER G. & RUELLAN A., 1967). En effet, elles ne tiendraient pas assez compte des dissemblances physiques régionales. L'action des périodes froides quaternaires est évidente en montagne et il est très probable que le façonnement des régions arides n'a pu être actif que durant les épisodes relativement humides, les Pluviaux. Par contre, les régions assez tempérées et humides des façades atlantiques et méditerranéennes du Maroc auraient pu connaître une tout autre évolution : durant les Pluviaux, elles se couvriraient d'une végétation dense qui retenait débris et sols sur les pentes, tandis que les oueds, bien alimentés en eau mais sans charge importante, creusaient. A l'Interpluvial au contraire, la végétation s'y éclaircissait, permettant l'ablation et le transport des sols antérieurement constitués et des débris rocheux : c'est alors que se seraient élaborés les glacis et les terrasses. Cette hypothèse expliquerait que dans ces régions relativement humide bien des dépôts quaternaires soient rouges ou rougâtres sur toute leur épaisseur : ces dépôts résulteraient de remaniement interpluvial de sols élaborés durant les périodes pluviales. D'autre part, le fait de considérer que les épisodes sédimentaires ont lieu, dans ces régions, non pas en plein pluvial mais durant l'Interpluvial ou au passage Pluvial-Interpluvial, rend compte d'une difficulté en ce qui concerne le "Soltanien" : ce niveau contient l'industrie atérienne qui ne date pas du Paléolithique moyen, du Würm, mais représente au contraire un Paléolithique tout à fait supérieur dont les horizons les plus récents sont âgés de 10 000 à 12 000 ans (ROCHE J., 1958 & 1959).

Ces hypothèses visant à différencier des régions morphogénétiques où l'enchaînement des processus

n'est pas le même ont été précisées depuis.

Dans le Rif central, G. MAURER (1968) définit deux ensembles de milieux port-villafranchiens. Dans les montagnes élevées, l'installation du Pluvial a détruit la végétation et provoqué l'évolution des versants sous l'influence du gel et de la neige ; les grosses accumulations pronivales dateraient des épisodes de passage du Pluvial à l'Interpluvial, alors que partout la fonte des neiges surcharge les écoulements en débris. Durant l'Interpluvial, les hautes montagnes étaient recolonisées par la végétation, des sols s'y développaient et le creusement linéaire reprenait. Dans les bas pays bordiers, le Pluvial entraînait la constitution d'un couvert végétal dense et les versants, évoluant peu, se maintenaient en équilibre, sauf dans les roches plastiques où la solifluxion se manifestait. Le passage à l'Interpluvial provoquait l'érosion des sols, la constitution de remblaiements alluviaux et, localement, l'élaboration de glacis d'érosion. La mise en place principale des dépôts se ferait donc au passage Pluvial-Interpluvial dans la haute montagne, et durant l'Interpluvial dans les bas-pays : le décalage chronologique des accumulations serait donc peu important entre les domaines, ce qui explique que ces formations se relaient en continuité de l'amont à l'aval. Par ailleurs, G. MAURER pense que le Würm a connu dans le Rif deux périodes froides ou pluviales séparées par un interstade plus doux, fait qui rendrait compte de l'existence de deux séries de dépôts soltaniens dans les bas pays.

Les études menées dans le Plateau central marocain ont abouti à des conclusions assez comparables (BEAUDET G., 1969). Trois domaines morphogénétiques s'étageraient dans cette moyenne montagne :

au-dessus de 1300-1400 m, un étage élevé qui, durant les Pluviaux a connu des conditions nivales ; pendant les Interpluviaux, des sols se développaient sur les accumulations pronivales héritées ;

- un étage moyen, trop peu élevé pour être froid durant les Pluviaux mais situé trop haut pour être sec pendant les Interpluviaux ; la végétation s'y serait toujours maintenue et, l'évolution des versants y demeurant très lente, aucun niveau ne s'y serait constitué.

- un domaine de basse altitude, couvert de végétation et de sol durant les Pluviaux, mais où l'érosion s'exercerait durant les Interpluviaux en raison de l'ouverture du tapis végétal, entraînant l'élaboration de deux grandes séries de formes différemment réparties : des glacis d'érosion et des accumulations colluviales de pieds de versants .

Postérieurement au Villafranchien, l'évolution climatique aurait été la suivante :

- une période ancienne correspondant aux "étages" Régréguien et "Salétien" de la stratigraphie classique ainsi qu'aux épisodes intermédiaires : climat assez humide et doux, n'entraînant pas l'apparition du froid pluvial en altitude et ne provoquant que de légères crises sèches interpluviales dans les bas pays ;

- une période intermédiaire (Amirien, Tensiftien et épisodes intercalés) où la succession des Pluviaux et des Interpluviaux aurait été bien marquée ; de cette période dateraient les accumulations pronivales d'altitude et les héritages interpluviaux les plus nets de bas pays ;

- une période récente (Soltanien) où le froid pluvial comme la sécheresse post-pluviale furent discrets. Enfin, l'accumulation des sédiments rharbiens aurait peut-être ^{été} suscitée à l'origine par un léger assèchement néolithique ou protohistorique, mais, très récente, elle serait due surtout à l'érosion anthropique des sols, conséquence des défrichements.

Ainsi, concernant la morphogénèse quaternaire, deux séries d'hypothèses sont aujourd'hui en présence : les premières considèrent que l'ensemble du Maroc a subi aux mêmes époques des processus morphologiques tendant vers les mêmes résultantes ; les secondes au contraire s'efforcent de définir des domaines morphoclimatiques différenciés où les processus seraient divers et où les niveaux doteraient d'époques variées. Le débat est ouvert et nous n'insisterons ici que sur ces conséquences stratigraphiques et terminologiques : si la première série d'hypothèse est adoptée, l'emploi de la nomenclature stratigraphique proposée en 1956 se justifie pleinement puisque, explicitement chacun des "étages" définis correspond à un Fluvial ; au contraire, si l'on retient la seconde série d'hypothèses, il est illogique d'utiliser des noms d'étages pluviaux pour désigner des niveaux qui, dans certaines régions, seraient d'âge interpluvial.

3. Les altérations post-villafranchiennes

L'importance de l'étude des altérations n'est plus à démontrer en ce qui concerne la compréhension de l'évolution climatique et morphogénétique. Mais la plupart des recherches pédologiques entreprises au Maroc avaient des buts cartographiques et agronomiques, se souciaient plus de la classification des sols que de la liaison des processus pédogénétiques aux événements quaternaires. Cependant, les hypothèses morphologiques élaborées au Maroc n'ont pas été complètement indifférentes aux pédologues ; ainsi, des chercheurs ont tenté de reconnaître quelle pouvait être l'importance des variations Pluvial-Interpluvial quant à l'élaboration des sols et en sont même venus à considérer que les processus pédogénétiques ne pouvaient s'exercer activement que durant les Pluviaux, au moment même où les sédiments quaternaires se seraient mis en place (PUJOS A., 1957 - 1958 ; DIVOUX P. & PUJOS A., 1958 ; RAYNAL R., 1962).

Plus récemment, les travaux de A. RUELLAN ont véritablement tenté d'intégrer les processus pédogénétiques dans les hypothèses relatives à l'évolution morphologique Quaternaire. Actuellement, les recherches des pédologues du Maroc tendent à décrire et à définir minutieusement les diverses catégories de processus pédogénétiques. Aussi devient-il possible d'avancer quelques hypothèses à propos des climats post-villafranchiens du Maroc, dans la mesure où les sols et les altérations sont en partie influencés par ces climats.

a) Les grands types d'évolution pédogénétiques

A. RUELLAN (1969) a été amené à distinguer deux catégories de processus pédogénétiques :

- des processus rapides et parfois réversibles : évolution et répartition de la matière organique, salinisation ou alcalisation, constitution de vertisols, certaines formes d'hydromorphie. Ces processus, qui se développent en quelques années ou dizaines d'années, sont surtout fonction de facteurs pédogénétiques autres que climatiques, par exemple la nature de la roche-mère et la pente. Ces processus rapides ne sont pas expressifs des climats quaternaires et de leurs variations, et caractérisent surtout des sols jeunes.

- des processus lents, exigeant des centaines ou des milliers d'années pour se développer : évolution du profil calcaire, évolution des argiles, rubéfaction, certaines formes d'hydromorphie. L'influence des facteurs non-climatiques sur ces processus est certaine, mais comme ces processus sont lents, les sols qui en résultent, sont tout de même expressifs des climats anciens. Il convient toutefois de ne pas oublier qu'un sol, dans la mesure où il n'est ni fossilisé ni remanié, continue d'évoluer en équilibre avec les climats successifs ; le terme de "paléosol" est donc ambigu dans ce cas puisqu'il désigne des formations superficielles qui ont commencé d'évoluer à une date ancienne, mais qui continuent de se développer actuellement.

Il n'est pas question de dresser ici un tableau des sols hérités ou actuels du Maroc; on se bornera donc à examiner quelques grands types de sols résultant de processus pédogénétiques lents et quelques grandes familles d'évolution pédologique, dans la mesure où ces sols et ces évolutions importent pour la connaissance des climats quaternaires du Maroc.

Les sols rouges

Il faut attendre le résultat des recherches en cours portant sur l'état du fer pour savoir ce qu'est exactement la rubéfaction et quelles sont les conditions qu'elle exige. Il est néanmoins possible de faire quelques remarques à propos des sols rouges.

Les sols rouges méditerranéens présentent une texture argileuse, sont décalcarisés dans les horizons A et B et exigent pour se développer un bon drainage et des variations hydriques saisonnières importantes. D'autre part, la rubéfaction est probablement un processus fort lent: les alluvions rharbiennes du Maroc, âgées de quelques centaines ou de quelques milliers d'années, ne sont pas rubéfiées et les dépôts les plus récents portant des sols rouges sont soltaniens.

Sur les roches calcaires ou dolomitiques cohérentes, la rubéfaction est un phénomène banal apparaissant dans les régions qui reçoivent actuellement de 400 mm à plus de 1000 mm d'eau par an, et jusqu'à plus de 2000 m d'altitude.

Sur les roches non calcaires comme les schistes et les grès siliceux, les sols rouges se cantonnent dans des régions actuellement assez sèches, ne recevant que de 250 à 500-600 mm d'eau par an.

Ce sont des sols rouges comparables qui, érodés et accumulés, donnent une teinte rouge ou rougeâtre uniforme aux sédiments quaternaires de certaines régions marocaines.

Les sols à accumulations et concrétions calcaires

Si l'entraînement du calcaire se poursuit actuellement dans les sols, la constitution des plus spectaculaires des accumulations et des concrétions calcaires (dalles, croûtes, encroûtements) est cependant un phénomène ancien : bien des croûtes servent actuellement de roche-mères au développement de sols superposés.

L'accumulation et le concrétionnement du calcaire prennent des formes multiples, depuis les simples amas friables jusqu'aux carapaces complexes qui associent croûtes feuilletées, dalles et pellicules rubanées à des encroûtements nodulaires, tuffeux ou pierreux (BEAUDET G., MAURER G. & RUELLAN A., 1967).

Chronologiquement pour une région donnée, le concrétionnement du calcaire se fait d'autant plus épais et plus important que le niveau quaternaire qu'il affecte est plus ancien : dans la Basse Moulouya, les dépôts villafranchiens sont les plus fortement encroûtés alors que les formations rharbiennes sont seulement le siège d'une accumulation diffuse.

Géographiquement, la plupart des régions marocaines connaissent l'accumulation et le concrétionnement du calcaire, du pied du Rif aux régions présahariennes. Cependant, la puissance et le durcissement des concrétions calcaires des sols connaissent une sorte d'optimum dans les régions assez arides : dans la vallée moyenne et basse de la Moulouya au N.E. du Maroc, entre Safi et Goulimime au S.W. du pays.

Topographiquement, dans une même région, le faciès de l'accumulation calcaire dépend de l'importance de la pente. Sur les replats, elle est peu marquée, alors que sur les versants assez raides et sur les ruptures de pente, elle est accusée ; enfin, elle n'apparaît pas visuellement dans les fonds.

L'origine des accumulations et des concrétionnements calcaires est très discutée. Tour à tour furent invoqués à ce propos les mouvements verticaux de l'eau dans les sols (per ascensum ou per descensum) et les dépôts effectués par les eaux superficielles ruisselantes. Or, il ne semble pas que le calcaire accumulé dans les sols ait une origine purement "verticale" puisque les horizons superposés aux croûtes ne sont pas forcément décalcarifiés et puisque les accumulations calcaires ne reposent pas forcément sur des roches-mères calcaires. Par contre, ces sols à accumulations calcaires sont toujours dominés à l'amont par des roches susceptibles de fournir du bicarbonate de calcium. Mais d'autre part, en dehors des sources travertineuses, il est peu probable que le calcaire ait été déposé par des eaux superficielles ruisselantes, car ce processus aurait laissé pour témoins des ravinements et parce qu'il faudrait alors expliquer la mise en place forcément postérieure des horizons meubles qui surmontent le plus généralement les accumulations calcaires.

Aussi l'hypothèse a-t-elle été proposée que les accumulations calcaires proviendraient de l'entraînement de solutions calcaires, depuis un amont calcaire, par la percolation des eaux subsuperficielles circulant plus ou moins rapidement à l'intérieur de matériaux meubles (BEAUDET G., MAURER G. & RUELLAN A., 1967). La constitution des concrétionnements calcaires connaîtrait alors deux stades :

- tout d'abord l'accumulation proprement dite, c'est-à-dire la concentration sur place du calcaire surtout venu de l'amont par percolation, lors de périodes globalement assez humides mais connaissant tout de même des conditions saisonnières assez sèches pour que le calcaire puisse se déposer dans les horizons moyens des sols, peut-être au niveau des racines ;

- une période de durcissement, où, sous l'effet d'un climat plus sec et à variations hydriques saisonnières accusées, le sommet des accumulations calcaires

se feuillette, se craquèle et se recouvre finalement de fines pellicules moulantes de calcaire déposées par les eaux subsuperficielles qui ruissellent au contact de l'accumulation calcaire peu perméable et des horizons supérieurs meubles et poreux.

Cette hypothèse implique donc, en ce qui concerne la genèse des concrétionnements calcaires indurés, la substitution d'un climat assez sec, en tout cas à longue saison sèche, à un climat plus humide ayant pu entretenir une percolation d'eaux abondantes et une végétation assez dense. Il serait donc logique de penser que les accumulations calcaires ont eu lieu au Maroc pendant les époques pluviales, alors que leur induration se serait faite durant les épisodes de passage du Pluvial à l'Interpluvial.

L' hydromorphie

En dépit de l'aridité apparente du Maroc, l'hydromorphie est cependant un phénomène très courant ; en effet, les précipitations méditerranéennes tombent généralement en moins de 60 jours et saturent souvent les sols.

Il est possible de classer les manifestations de l'hydromorphie en trois catégories :

- sur les roches peu perméables telles que les schistes, apparaît souvent un niveau moyen ou profond jaunâtre, parfois assimilable à un pseudo-gley et surtout développé sur les surfaces planes ou au pied des pentes.
- dans les niveaux sédimentaires anciens (l'Amirien en particulier), il est fréquent qu'apparaissent sur toute l'épaisseur du dépôt des taches calcaires dues au stationnement et au battement d'une nappe phréatique épaisse et aérée. Il se pourrait alors que, après le dépôt des sédiments colluviaux ou alluviaux, les conditions soient demeurées assez humides dans ces dépôts pour permettre l'accumulation et l'expression du calcaire.

- sur les roches et les dépôts siliceux du Maroc du Nord-Ouest, de la Chaouïa au Tangérois, existent dans les sols des niveaux à concrétionnements ferrugineux dont l'épaisseur peut parfois dépasser le mètre et qui évoquent alors les cuirasses tropicales. Comme les croûtes calcaires, les concrétionnements ferrugineux sont d'autant mieux développés que le niveau sur lequel ils reposent est plus ancien : les dépôts villafranchien sont parfois littéralement encuirassés alors que ce sont seulement des pisolites qui apparaissent sur les sédiments tertiaires. Ces horizons ferruginisés se sont probablement constitués, sur des pentes mal drainées, durant des périodes humides, capables d'entretenir une végétation dense, mais comportant des saisons sèches marquées.

L'évolution des argiles

Les études concernant les argiles sont encore trop peu nombreuses au Maroc. Cependant, quelques grands traits se dégagent. L'altération post-villafranchienne n'est jamais intense ; en particulier, la formation de kaolinite paraît être demeurée un phénomène très rare. Le plus souvent, la fraction argileuse des sols comporte une quantité notable d'argiles héritées telles celles des roches-mères (il s'agit souvent, pour les roches schisteuses et marneuses d'illite et de chlorite).

La montmorillonite se développe assez facilement lorsque le drainage devient déficient. Dans les milieux subhumides, il semble que la vermiculite apparaisse. Enfin, l'attapulgite existe dans certains sols des régions arides, en association avec les croûtes calcaires, indice de milieux "confinés" où se concentrent les solutions.

b) Les climats post-villafranchiens et les sols

L'étude des sols n'indique pas qu'il y ait eu de bouleversements climatiques post-villafranchiens au Maroc : la plupart des processus pédogénétiques reconnus

peuvent se comprendre dans le cadre de l'actuel climat méditerranéen. Ainsi, sauf dans les parties les plus humides du Rif, il n'existe pas de podzols au Maroc : les conditions climatiques n'y ont jamais été assez fraîches. D'autre part, nul indice de ferrallitisation post-villafranchienne n'a jamais été reconnu au Maroc, preuve que le climat n'y fut jamais de caractère tropical. Au total, il est logique de penser que le climat post-villafranchien du Maroc est demeuré continûment méditerranéen.

D'ailleurs, cette uniformité climatique fait qu'il est vain de vouloir caractériser un épisode post-villafranchien par la nature de l'altération qui affecte ses dépôts. On a bien signalé que les formations régréguennes du Rif se distinguent par l'apparition de vermiculite (MAURER G., 1968), mais c'est là un cas exceptionnel. Mais si la nature des processus pédogénétiques n'a guère varié dans le temps, le développement de certains d'entre eux est fonction de la durée : ainsi, les croûtes calcaires et les concrétions ferrugineuses les plus épaisses se tiennent sur les niveaux les plus anciens et, dans une certaine mesure, l'intensité de la pédogenèse peut être significative de l'âge des formations pédogénétisées.

D'autre part, des recherches récentes se sont efforcées de préciser la place chronologique des phases de pédogenèse parmi les variations Pluvial-Interpluvial du climat post-villafranchien du Maroc (BEAUDET G., MAURER G. & RUELLAN A., 1967). Une position déjà ancienne admettait en effet que les sols se seraient constitués durant les Pluviaux, en même temps que se déposaient les sédiments. Or, il semble qu'au contraire la pédogenèse ne soit possible que lors des phases de stabilité des versants, durant les périodes où les processus d'entraînement des débris sont très lents. Dans le temps alterneraient donc des périodes de morphogenèse active, durant lesquelles se constituent les niveaux alluviaux ou colluviaux, et des phases de stabilité morphologique qui voient les sols s'élaborer lentement. Autrement dit, les caracté-

ristiques pédologiques ne peuvent servir à définir une phase sédimentaire continentale ; ainsi, il est inexact de parler du "climat rubéfiant" de l'Amirien ou du Soltanien : la rubéfaction a pu intervenir avant le dépôt sédimentaire (dans ce cas, il s'agit du remaniement de sols rouges antérieurement constitués) ou bien encore après (dans ce cas, les formations sédimentaires ont été rubéfiées en surface après leur dépôt).

Ainsi, des recherches nouvelles tentent donc de préciser les rapports génétiques et chronologiques existant entre les phénomènes morphogénétiques et les processus pédogénétiques. Il s'en faut d'ailleurs pour que toutes les difficultés soient résolues ; par exemple, comment comprendre que les dépôts pluviaux des bassins de l'Est et du S.E. marocain portent des sols évolués à concrétions calcaires : dans ces milieux aujourd'hui arides, le passage Pluvial -Interpluvial ou l'Interpluvial demeuraient-ils assez humides pour que d'importantes quantités de calcaire soient mobilisées ?

Les hypothèses formulées jusqu'ici sont probablement beaucoup trop schématiques pour rendre compte de la diversité des milieux quaternaires marocains et des variations climatiques qu'ils ont subies.

4. La tectonique récente

Tous les auteurs s'accordent aujourd'hui pour reconnaître l'importance de la tectonique quaternaire au Maroc.

Plus particulièrement, il semble que partout les dépôts villafranchiens soient déformés. Dans le Rif et sur ses bordures, le Villafranchien est ployé (MAURER G., 1968) et même littéralement plissé dans le Haut (ANDRE A., 1969). A l'entour du Rharb, les cailloutis villafranchiens plongent sous la plaine récente et les

sondages les retrouvent à 400 m de profondeur au coeur du bassin (LE COZ J., 1964). Le long de la vallée de la Moulouya, les glacis moulouyens sont gondolés et présentent des contrepentes (RAYNAL R., 1961). Dans les parties nord et nord-est du Plateau central, la phase tectonique post-villafranchienne est définie comme la plus importante des déformations post-hercyniennes, puisque par endroits les topographies villafranchiennes auraient été soulevées de 500 m (BEAUDET G., 1969). Au Sud du Maroc, il est probable que le Haut Atlas se soit exhaussé au Quaternaire ; en tout cas, l'accident sud-atlasique a rejoué après le Villafranchien (JOLY F., 1962 ; CHOUBERT G. & FAURE-MURET A., 1965). La seule partie du Maroc qui ait peut-être connu la calme tectonique durant le Quaternaire est l'extrême Sud Saharién ; il est vrai que ces régions n'ont pas encore fait l'objet d'études morphologiques systématiques.

Toutes les recherches ont donc permis de reconnaître l'existence et l'importance de la tectonique quaternaire mais, implicitement ou explicitement, la plupart des auteurs pensent qu'il y eut une phase de déformations assez brève fini-villafranchienne ou immédiatement post-villafranchienne. En effet, les descriptions de dépôts post-villafranchiens déformés / sont rares ; de tels faits ont cependant été signalés en ce qui concerne la subsidence du Rharb (LE COZ J., 1964), la Basse-Moulouya où le niveau saletien serait flexuré (RUELLAN A., 1962), la région de Khémisset où sur un synclinal triasique les dépôts du Quaternaire récent seraient légèrement déformés (BEAUDET G., 1969) et au passage de l'accident sud-atlasique où les derniers mouvements tectoniques seraient post-amiriens (CHOUBERT G., & FAURE-MURET A., 1965).

Toutefois, si les mouvements tectoniques nettement postérieurs au Villafranchien paraissent peu fréquents, il est improbable que le continent soit resté immobile au Quaternaire moyen et récent. En effet, sur le littoral, l'étagement des niveaux marins est généralement mis au compte d'un relèvement continental en bloc.

La permanence des mouvements tectoniques quaternaires serait encore mieux démontrée si, réellement, les panneaux littoraux s'étaient déformés de manière différentielle (BEAUDET G., 1969).

Au total, les recherches menées jusqu'à ce jour montrent la généralité au Maroc d'une phase tectonique, parfois très vigoureuse, immédiatement post-villafranchienne. Ensuite, au Quaternaire moyen et récent, le continent aurait subi un relèvement épéirogénique continu, accompagné en quelques lieux privilégiés par des déformations différentielles.

Les conséquences de cette mobilité tectonique quaternaire sont très importantes, et n'ont peut-être pas été suffisamment soulignées. D'abord, dans la mesure où les volumes montagneux actuels sont en partie dus aux déformations post-villafranchiennes, l'étagement si remarquable des milieux altitudinaux s'explique donc partiellement par l'existence des déformations récentes : le développement des dépôts glaciaires, nivaux et "périglaciaires" dans les chaînes montagnardes est aussi une conséquence du puissant soulèvement quaternaire. Que l'on songe par comparaison à la Tunisie où les principaux reliefs dépassent à assez peu la limite altitudinale inférieure à laquelle se sont fait sentir les épisodes froids quaternaires.

D'autre part, les modalités de la tectonique récente ont probablement influé sur l'existence, la nature et l'étagement des niveaux quaternaires. Ainsi, la réalité de l'épisode climatique régréguien a pu être niée : selon R. BALZAL et J. TRICART (1964), le niveau régréguien proviendrait du dédoublement local de l'épisode moulouyen par un exhaussement tectonique intermédiaire. Par ailleurs, dans la mesure où l'importance des déformations récentes a influé sur le calibrage des vallées, ces déformations sont en partie responsables des caractéristiques des niveaux quaternaires. Ainsi, dans le Plateau central, les régions peu soulevées après le Villafranchien

sont traversées de vallées peu profondes mais souvent larges où les niveaux sont peu nombreux, mal distincts et toujours construits ; dans les secteurs davantage relevés, les vallées plus creuses sont souvent bordées de glacis alors que dans les zones où l'exhaussement quaternaire a été considérable les gorges étroites n'abritent aucun niveau (BEAUDET G., 1969). D'autre part, sur les bordures nord-ouest et nord, du Plateau central, un soulèvement précoce et important expliquerait que dès le Quaternaire ancien post-villafranchien les vallées du Bou Regreg et du Beht aient été assez creuses et larges pour que les modestes pulsations interpluviales régréguienne et salétienne aient pu s'inscrire dans les formes, alors que plus à l'intérieur le plus ancien des niveaux post-villafranchien est en position amirienne.

Il semble que parfois l'intérêt porté aux variations climatiques quaternaires ait été trop exclusif, si bien que le rôle des facteurs tectoniques dans l'élaboration des modelés quaternaires fut parfois minimisé ou négligé.

5. Proposition d'une nouvelle nomenclature du Quaternaire continental

La nomenclature proposée en 1956 (CHOUBERT G & alt.) fut rapidement adoptée par tous les spécialistes du Maroc des sciences de la Terre, généralisée... et même parfois exportée hors du Maroc. Mais en bonne logique, elle ne peut être utilisée que si la preuve est faite que les formes et les dépôts qu'il s'agit de nommer sont bien d'origine pluviale puisque les noms "d'étages" proposés par cette nomenclature désignent expressément des Pluviaux. Pourtant, cette terminologie fut pourtant utilisée même dans des régions où les auteurs pensent que les niveaux en question se sont élaborés durant les phases interpluviales (MAURER G., 1963 ; BEAUDET G., 1969).

Aussi, des confusions sont-elles à craindre puisque le même terme stratigraphique peut désigner à la fois un Pluvial et l'Interpluvial qui l'a suivi.

D'autre part, bien des niveaux ainsi désignés n'offrent pas les particularités sédimentologiques mentionnées comme caractéristiques dans la note de 1956. Ainsi, bien des niveaux amiriens sont caillouteux, et non constitués de sédiments rouges et fins.

Ainsi, à l'heure actuelle, les termes tirés de la nomenclature "classique" de 1956 ne désignent plus forcément ni un épisode quaternaire précis, ni un faciès sédimentaire caractéristique.

Enfin, malgré la décision prise en 1948 de rattacher le Villafranchien au Quaternaire, l'habitude s'est souvent maintenue, par oral et par écrit, de ne nommer quaternaire que la seule période post-villafranchienne. Ainsi, dans bien des ouvrages, l'expression de "Quaternaire ancien" ne désigne pas le Villafranchien, comme cela serait logique, mais le début de la période post-villafranchienne, et il existe ici encore une possibilité de confusion.

Pour en terminer avec ces ambiguïtés, il est donc souhaitable de proposer une nouvelle nomenclature du Quaternaire continental marocain.

L'ensemble du Quaternaire pourrait être divisé en deux périodes (périodes, si l'on répugne à employer le terme de système pour des durées géologiquement aussi courtes) :

- Quaternaire ancien = Villafranchien ;

- Quaternaire moyen et récent = Pléistocène

(le terme de Pléistocène désignerait donc dans ce cas la même époque qu'il désignait avant la décision de 1948).

Chacune de ces périodes pourrait à son tour être subdivisée en "sous-périodes" (plutôt qu'étages) ancienne, moyenne et

récente. Ainsi, le Pléistocène (Quaternaire moyen et récent) se subdiviserait comme suit :

- Pléistocène ancien (comportant les Pluviaux Régréguien et Salétien), ainsi que les épisodes interpluviaux suivants) ;

- Pléistocène moyen (comportant les Pluviaux Amirien et Tensiftien, ainsi que les épisodes interpluviaux suivants) ;

- Pléistocène récent (comportant le Pluvial Soltanien et l'épisode interpluvial suivant).

Dans cet esprit, les termes de la nomenclature de 1956 ne devraient être utilisés que lorsqu'ils désignent sûrement des niveaux et des dépôts élaborés durant les Pluviaux ; les auteurs pourraient donc continuer de les employer dans les hautes montagnes et dans les bassins arides de l'Est et du Sud-Est.

Par ailleurs, le terme de "Rharbien" pourrait être partout maintenu dans la mesure où les dépôts qu'ils désignent offrent dans toutes les régions des faciès comparables et puisque tous les auteurs s'accordent maintenant à lui attribuer un âge récent allant de la fin du Néolithique au Moyen-Age.

D. Les relations stratigraphiques et chronologiques entre formations marines et dépôts continentaux quaternaires.

Le domaine si intéressant qui se trouve au contact du littoral et des étendues continentales a été somme toute peu étudié au Maroc. Pourtant, son importance est capitale en ce qui concerne la compréhension des formes et des dépôts continentaux. En effet, dans la mesure où l'on admet l'hypothèse glacio-eustatique, les relations entre les deux catégories de sédiments sont déterminantes pour placer chronologiquement les périodes d'élaboration

des niveaux continentaux. Si ces derniers "plongent" sous le niveau marin, et se raccordent ainsi à des épisodes regressifs marins, leur élaboration daterait des périodes pluviales. Si au contraire les niveaux continentaux des bas pays se raccordent à des dépôts transgressifs, ils auraient été façonnés durant les périodes interpluviales. Les deux positions ont été tour à tour soutenues.

1. La position "classique"

Les auteurs de la stratigraphie "classique" de 1956 soutenaient que tous les niveaux continentaux du Maroc avaient été élaborés durant les phases pluviales. Logiques avec eux-mêmes, ils n'admettaient donc que ces niveaux s'intercalaient, alternaient, avec les transgressions marines quaternaires : " Il est encore difficile d'établir une correspondance exacte entre ces cinq étages climatiques (pluviaux) et les transgressions marines du Quaternaire. On est en général d'accord pour admettre l'alternance de ces dernières avec les formations continentales". (CHOUBERT G. & alt., 1956).

Aussi en est-on venu, surtout grâce aux travaux de G. CHOUBERT, à établir toute une correspondance stratigraphique où Pluviaux et épisodes transgressifs alterneraient harmonieusement dans le temps. Le tableau suivant synthétise ces tentatives :

Corrélations classiques entre les stratigraphies continentale
et marine du Quaternaire Marocain

Stratigraphie continentale		Stratigraphie marine	
Corrélation avec la stratigraphie alpine	Niveaux pluviaux	Transgressions (= Interpluviaux)	Corrélation avec le Méditerranée et l'Europe
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- Harou- nien	Eutyrrhénien? (=Interglaciaire Riss-Würm? ou interstade Riss ?)
Riss	Tensiftien		
		Anfatien	Paléotyrrhé- nien (Inter- glaciaire Mindel-Riss)
Mindel	Amirien		
		Maarifien	Sicilien (Sicilien II ?, Milazzien ?)
Günz	Salétien		
		Messaoudien	Calabrien ? Sicilien I?
Danube II ?	Régréguien ?		
		Pas de transgression connue	
Danube I ?	Moulouyen		

Point d'interrogation = pas d'accord explicite ou divergence entre les auteurs.

Ces corrélations étaient étayées par quelques observations. M. GIGOUT (1957) décrit dans la basse vallée du Bou Regreg une terrasse rharbienne qui s'abaisse vers l'aval et disparaîtrait finalement sous le remblaiement actuel de l'estuaire, semblant démontrer ainsi que les alluvions rharbiennes se raccordaient à une mer régressive post-flandrienne.

De même R. RAYNAL (1961) a signalé que dans la Basse Moulouya un encroûtement récent (considéré comme fini-pluvial) était recouvert au pied d'un versant par les dépôts flandriens. Enfin, il serait significatif que la terrasse soltanienne s'abaisse vers l'aval dans les basses vallées, puis disparaisse sous les formations flandriennes ou rharbiennes, ce qui indiquerait que la mise en place des alluvions soltaniennes s'est faite durant la régression post-ouljienne et anté-flandrienne.

Par ailleurs, dans son étude du littoral atlantique du Maroc P. BIBERSON (1961, a) considérait comme acquises les corrélations "classiques" et attribuait le nom des étages pluviaux aux dépôts qui s'intercalent entre les différentes formations marines.

2. Observations et hypothèses nouvelles

S'opposant à ce point de vue classique, des recherches récentes ont au contraire tenté de démontrer que dans les basses vallées les dépôts continentaux se raccordaient latéralement aux formations marines transgressives.

Dans l'estuaire de l'oued Lao, sur la côte méditerranéenne du Rif, ce raccord n'était établi que topographiquement, et non stratigraphiquement (BEAUDET G. & MAURER G., 1961). Par contre, dans le bas Tensift, trois terrasses continentales interstratifient leurs galets avec les dépôts lumachelliques de trois transgressions qui pourraient être respectivement anfatienne, maarifienne et messaoudienne (BEAUDET G., JEANNETTE A. & MAZEAS J.P., 1964).

Enfin, dans le bassin de Bou Dinar, sur la côte orientale du Rif, G. MAURER (1966 & 1968) a pu établir les passages latéraux suivants :

Tyrrhénien récent (Ouljien) --- "Tensiftien"
Tyrrhénien ancien (Anfatien ?) --- "Amirien"
Sicilien (Messaoudien ?) --- "Régréguien"

Par ailleurs, l'observation a été faite que la terrasse soltaniennne des basses vallées disparaissait vers l'aval sous le niveau de l'oued, mais qu'en fait ses dépôts rubéfiés s'interstratifiaient dans les sondages avec les sables à Cardium de la transgression flandrienne, jusqu'à quelques mètres seulement de profondeur (BEAUDET G., DESTOMBES J., JEANNETTE A. & MAURER G., 1960).

Enfin des recherches menées sur le littoral de la région de Rabat ont montré, en ce qui concerne la période post-ouljienne, la succession suivante de processus (ANDRE A. & BEAUDET G., 1967):

- maximum transgressif ouljien et mise en place des dépôts de plage ;
- retrait marin fini-ouljien et constitution, puis grésification des dunes de régression ;
- sur ces dunes, développement de sols rouges encroûtés durant une période assez humide (Pluvial soltanienn ?) ;
- au moment de la transgression flandrienne, dans une ambiance plus sèche, mobilisation des sols rouges superficiels donnant sur les plages fossiles une dernière accumulation rouge et fine (dépôts dits "soltaniens").

Ainsi, comme en ce qui concerne le Quaternaire continental, et pour les mêmes raisons, deux séries d'hypothèses s'affrontent quant aux relations stratigraphiques quaternaires Océan-continent. Pour les uns, les sédiments continentaux sont pluviaux et se raccordent

donc à des épisodes marins régressifs. Pour les autres, les formations continentales de certains bas pays sont d'origine interpluviale et passent donc latéralement aux dépôts transgressifs littoraux. Le débat reste ouvert, mais il convient de signaler l'ambiguïté de certains termes autour desquels se cristallise l'affrontement. Ainsi, qu'entendre par "régression" ou par "transgression" ? Désigne-t-on la baisse et la montée du niveau marin ou bien au contraire le minimum régressif et le maximum transgressif ? Et comment interpréter la position stratigraphique de sédiments continentaux qui s'interstratifient avec les dépôts d'une mer en hausse ou en baisse ? Seront-ils considérés comme pluviaux ou comme interpluviaux ? En réalité, la nature est plus complexe que ne l'envisagent les schémas explicatifs et les périodes particulières que désigne notre langage à la fois trop pauvre et trop précis (Pluvial, Interpluvial) ne sont en réalité que des moments dans une longue suite d'évènements s'enchaînant continûment.

E . Conclusion : La nécessité de nouvelles recherches et de l'emploi de nouvelles méthodes.

Le bilan d'un demi-siècle de recherches sur le Quaternaire marocain est certes assez satisfaisant. Sur le continent, la plupart des régions ont été au moins explorées par les chercheurs et certaines firent même l'objet de descriptions détaillées ; les problèmes ont été posés, sinon résolus et l'on commence à avoir une vue claire de l'ensemble des dépôts quaternaires continentaux. Sur les littoraux, l'existence et la succession des niveaux marins est maintenant bien établie et de brillantes études ont permis de connaître sûrement les faunes et les outillages que recèlent ces niveaux.

Toutefois, le temps n'est plus où l'ensemble des hypothèses concernant le Quaternaire marocain constituait comme il y a encore dix ans la plus cohérente et la plus séduisante des constructions qui aient jamais été proposées pour rendre compte de l'évolution

quaternaire d'une région. Depuis, des observations et des hypothèses nouvelles sont venues remettre en cause quelques pans de l'édifice.

Aussi doit-on au terme de ce bilan proposer quelques voies et méthodes nouvelles de recherches, de manière à faire le départ entre les hypothèses proposées... ou de façon à en bâtir d'autres.

Pour ce qui est du Quaternaire marin, il est nécessaire que l'ensemble des littoraux soit exploré et que les études dépassent le cadre de coupes célèbres mais ponctuelles et isolées. Peut-être qu'alors, l'importance de la tectonique littorale quaternaire apparaîtra pleinement. De toute manière, l'étude des sédiments littoraux ne représente qu'un pis-aller : l'essentiel des dépôts laissés par les allers et venues quaternaires de la mer se trouve sur le plateau continental et c'est là qu'il convient de mener des campagnes systématiques de sondages.

En ce qui concerne le Quaternaire continental, il est nécessaire de dépasser la démarche actuelle des recherches qui fait succéder des interprétations intellectuelles et subjectives à des observations trop souvent uniquement visuelles. Le recours à des méthodes scientifiques s'avère indispensable pour en finir avec l'affrontement d'hypothèses tout autant contradictoires que logiques. Toutes les catégories d'analyses sédimentologiques employées dans les autres pays doivent être introduites ou développées au Maroc. L'étude des altérations ne peut se fonder sur la simple considération des couleurs et sur la morphologie des profils ; les méthodes d'analyses physiques et climatiques existent et doivent être plus fréquemment utilisées au Maroc, tout en s'assurant qu'une collaboration étroite s'instaure ou se poursuive entre pédologues et géomorphologues.

Enfin, la question cruciale des climats quaternaires et de leur influence sur la morphogénèse doit être abordée d'une autre manière. Des recherches de paléontologie quaternaire continentale doivent être entreprises ;

il se peut en particulier que l'étude des petits mammifères, qui a donné par ailleurs des résultats décisifs, permette enfin de reconstituer l'environnement bioclimatique de la sédimentation continentale. Cette même reconstitution doit également être faite grâce à des recherches polliniques qui, jusqu'à présent n'ont presque jamais été tentées au Maroc !

Les problèmes sont posés et les méthodes de recherches existent. On pourrait donc s'attendre à ce que les recherches portant sur le Quaternaire marocain fassent des progrès décisifs dans les années prochaines. Il est hélas à craindre que les hommes et les moyens manquent pour atteindre ce but.

III. BIBLIOGRAPHIE

A. Ouvrages généraux, essais de synthèse et monographie régionales

- ANDRE A. (1969) Notice de la carte géomorphologique du Eharb septentrional, du Habt et du Tangérois. Thèse de 3^e cycle, Paris, tirage ronéo. provisoire.
- BEAUDET G., MAURER G. & RUELLAN A. (1967) Le Quaternaire marocain. Observations et hypothèses nouvelles. Rev. Géogr. phys. & Géol. dyn.
- BEAUDET G. (1969) Le Plateau central marocain et ses bordures. Etude géomorphologique. Inframar, Rabat, 480 p., 125 fig., 28 pl. photo., 1 carte coul. en 4 feuilles h.t.
- BIBERSON P. (1961) Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc atlantique. Publ. Serv. Antiq. Maroc, fasc. 16, 235 pp., 18 fig. 58 pl.
- BIBERSON P. (1963) Quelques précisions sur les classifications du Quaternaire marocain. B. Soc. géol. Fr., 7^e série., t.5, n^o 4, pp. 607-616, 4 fig., 1 tabl.
- BOURCART J. (1943) La géologie du Quaternaire au Maroc. Rev. Sci., Paris, n^o 3224, fas. 7, pp. 311-336, 12 fig.
- CHOUBERT G. (1957-65) Evolution de la connaissance du Quaternaire au Maroc ; 5^e congrès I.N.Q.U.A., Madrid-Barcelone 1957 ; Notes Serv. géol. Maroc, + 25, n^o 185, pp. 9-27, 3 tabl.
- CHOUBERT G. (1961) Quaternaire du Maroc. Biulperyglacjalny, Lodz, n^o 10, pp. 9-29, 3 fig., 3 tabl.
- CHOUBERT G., FAURE-MURET A. & HOTTINGER L. (1966). Aperçu géologique du Bassin côtier de Tarfaya. in " Le Bassin de Tarfaya". Notes & Mém. Serv. Géol. Maroc, n^o 175, pp. 7-106, 54 fig., 56 phot., 8 cartes & tabl. h.t.
- COQUE R. & JAUZEIN A. (1965) Le Quaternaire moyen de l'Afrique du Nord. B.A.F.E.Q.; n^o 3, pp. 117-132, 5 fig.

- DELARUE J., DESTOMBES J. & JEANNETTE A. (1956). Etude géotechnique de la région de Casablanca (Géologie, matières premières minérales, sols). Notes & Mém. Serv. géol. Maroc, n° 130, 173 pp.; 44 fig., 23 tabl., 2 pl. h.t. en coul., 1 carte géotechnique au 1 : 50 000 par J. Destombes et A. Jeannette.
- DESTOMBES J. & JEANNETTE A. (1966). Mémoire explicatif de la Carte géotechnique de la Meseta côtière à l'Est de Casablanca au 1 : 50 000. Régions de Mohammedia, Bouznika et Ben Slimane (avec une liste raisonnée des graptolites siluriens, par S. Willefert). Notes & Mem. Serv. géol. Maroc, n° 180 bis, 104 pp, 37 fig. 8 tabl., 4 pl. phot. h.t.
- DRESCH J. (1941). Recherches sur l'évolution du relief dans le massif central du Grand Atlas, le Haouz et le Sous. Imprim. Arrault. Tours, 700 pp., 206 fig., 40 pl. phot., atlas de 10 pl. et 3 cartes coul.
- DRESCH J. (1943). Problèmes morphologiques en Afrique du Nord. An. Géogr., n° 289, pp. 72-76.
- DRESCH J. (1953). Systèmes d'érosion en Afrique du Nord. Rev. Géogr. Lyon, vol. 28, n° 3 pp. 253-260.
- DRESCH J. (1960). Les changements de climat et les mouvements du sol en Afrique du Nord au Plio-Quaternaire. Inform. géogr., n° 3, pp. 107-113, 1 tabl.
- GIGOUT M. (1951). Etudes géologiques sur la Meseta marocaine occidentale (arrière-pays de Casablanca, Mazagan et Safi). Trav. Inst. Sci. Chérif., n° 3, et Notes & Mém. Serv. géol. Maroc, n° 86. 2t.; t.1 : 507 pp., 65 fig.; t. 2 : 18 pl. phot., 9 pl : cartes et fig. h.t., 1 tabl.
- GIGOUT M. (1957) Recherches sur le Quaternaire marocain. Trav. Inst. sci. chérif., serv. Géol. & Géogr. phys., n° 7, 77 pp, 20 fig., 4 pl. h.t.
- GIGOUT M. (1960). Nouvelles recherches sur le Quaternaire marocain et comparaisons avec l'Europe. Trav. Labor. Géol. Fac. Sci. Lyon, nouv. sér., n° 6, 158 pp, 29 fig., 3 pl. phot., 1 pl. h.t.
- GIGOUT M. (1965) Notice explicative de la carte géologique de la Meseta entre Mechra ben Abbou et Safi (Doukkala et Massif des Rehamna). Notes et Mém. Serv. géol. Maroc, n° 84 bis, pp. 3.31, 3 fig., 1 pl. h.t.

- JOLY F. (1961). Etudes sur le relief du Sud-Est marocain. Trav. Inst. Sci. chérif., sér. Géol. & Géogr. phys., n° 10, 578 pp.; 96 fig., 12 pl. h.t., 4 cartes coul.
- LECOINTRE G. (1926) Recherches géologiques dans la Meseta marocaine. Mem. Soc. Sci. natur. Maroc, n° 14, 158 pp., 32 fig., 12 tabl., 18 pl. h.t., 1 carte couleurs au 1 : 200 000^e.
- LECOINTRE G. & GIGOUT M. (1950). Notice explicative de la Carte géologique provisoire des environs de Casablanca au 1 : 200 000^e. Notes & Mém. Serv. Géol. Maroc, n° 72 bis, 42 pp., 1 pl. h.t.
- LE COZ J. (1964). Le Rharb - Fellahs et colons. Etude de géographie régionale. Tome 1 : Les cadres de la nature et de l'histoire. Rabat, 482 pp., 83 fig., 23 pl. phot.
- MAURER G. (1968). Les montagnes du Rif central. Etude géomorphologique. Edition maroc. et intern., Tanger, 502 p., 141 fig., 36 pl. photo., 3 cartes coul. h.t.
- RAYNAL R. (1961). Plaines et piedmonts du bassin de la Moulouya (Maroc oriental). Etude morphologique, Rabat, 618 pp. 79 fig., 52 phot., tabl.
- TALTASSE P. (1953). Recherches géologiques et hydrogéologiques dans le Bassin lacustre de Fès-Meknès. Notes & Mém. Serv. Géol. Maroc, n° 115, 300 pp., 71 fig., 5 pl. h.t. 40 pl. phot.

B. Le Quaternaire marin

- ARAMBOURG C. (1954). Les "plages soulevées" du Quaternaire. Quaternaria, Rome, 1, pp. 55-60, 2 fig.
- ARAMBOURG C. & CHOUBERT G. (1957-1965). Les faunes de mammifères de l'étage Moghrébien du Maroc occidental, 5^e Congrès I.N.Q.U.A., Madrid, Barcelone 1957. Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 29-33, 1 fig.
- BIBERSON P. (1955). Nouvelles observations sur le Quaternaire côtier de la région de Casablanca (Maroc). Quaternaria, Rome, 2, pp. 109-149, 12 fig, 1 tabl.

- BIBERSON P. (1956). Chronologie du Quaternaire côtier marocain. C.R. Soc. Sci. natur. & phys. Maroc, t.22, n° 1, pp 33-36, 1 tabl.
- BIBERSON P. (1958). Essai de classification du Quaternaire marin du Maroc atlantique. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 4, pp. 67-70.
- BIBERSON P. (1962). Données paléoclimatiques fournies par les Mollusques continentaux du Pléistocène de Casablanca, Maroc. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 254, n° 10, pp. 1840-1842.
- BIBERSON P. & GODCT P. (1965). Faunes de mollusques continentaux du Pléistocène de Casablanca (Maroc). Essai de conclusions paléoclimatiques. Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 115-143, 3 fig., 7 tabl., 10 pl. phot. h.t.
- BOURCART J. (1933). Au sujet des formations quaternaires du Maroc Atlantique, C.R. somm. Soc. géol. Fr., 10, pp.119-120.
- BOURCART J. (1935). Le Quaternaire du littoral de Rabat (Maroc). C.R. Acad. Sci., Paris, t.201, n° 19, pp. 839-840.
- BOURCART J. (1938). La marge continentale. Essai sur les régressions et les transgressions marines. B. Soc. géol. Fr., 5è sér., t.8, fasc. 5-6, pp. 393-474, 16 fig.
- BOURCART J. (1949). Nouvelles observations sur le Quaternaire du littoral marocain entre Casablanca et Safi. B. Soc. géol. Fr., 5è sér., t.19, fasc. 4-6, pp. 453-465, 10 fig.
- BOURCART J., CHOUBERT G. & MARÇAIS J. (1949). Sur la stratigraphie du Quaternaire côtier à Rabat. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 228, n° 1, pp. 108-109.
- BOURCART J. (1949-50). La théorie de la flexure continentale. C.R. Congr. int. Géogr., Lisbonne 1949, t.2, pp. 167-190, 16 fig.
- BOURCART J. (1952-54). Nouvelle défense de la théorie de la flexure continentale? C.R. 19è Congr. géol. int., Alger 1952, sect. 13, fasc.14, pp.57-69.
- CHOUBERT G. (1946). Essai d'interprétation de la courbe des terrasses marines quaternaires. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 223, n° 14, pp.511-513, 1 fig.

- CHOUBERT G., ENNOUCHEI E. & MARÇAIS J. (1948) Contribution à l'étude du Pliocène de la région de Port-Lyautey-Oued Fouarat. Notes Serv. Géol. Maroc, t. 1, n° 71, pp. 15-30, 1 fig., 3 pl. phot.
- CHOUBERT G. & AMBROGGI R. (1953). Note préliminaire sur la présence de deux cycles sédimentaires dans le Pliocène marin du Maroc. Notes Serv. géol. Maroc, t.7, n° 117, pp. 3-72, 2 fig., 22 tabl.
- CHOUBERT G. (1953-56) Observations à une communication de M. GIGOUT & Y. GOURINARD. Actes 4^e Congr. int. Quatern., Rome-Pise 1953, 2, p.599.
- CHOUBERT G. & FAURE-MURET A. (1959). Note au sujet du Fléistocène de la région de Rabat (Maroc). C.R. somm. Soc. Géol. Fr., 1, pp. 19-21.
- CHOUBERT G. (1960-62) Réflexion sur les parallélismes probables des formations quaternaires atlantiques du Maroc avec celles de la Méditerranée. Sympos. Wenner-Gren Found. Anthrop. Res., Burg Warsteistein (Autriche), juillet 1960 ; Quaternaria, Rome, 6, pp. 135-175, 5 fig. 8 tabl.
- CHOUBERT G. (1957-65). L'étage Moghrébien dans le Maroc occidental ; 5^e Congr. I.N.Q.U.A., Madrid-Barcelone 1957 ; Notes Serv. géol. Maroc, t.25, n° 185, pp. 47-55.
- CHOUBERT G. (1961-65). Quelques réajustements au tableau des corrélations des lignes de rivages de l'Atlantique (Maroc) et de la Méditerranée. Rep. 6 th. int. Congr. Quatern., Varsovie 1961, publ. Lodz, vol. 1, pp. 269-278., 1 dépl. h.t.
- CHOUBERT G. & FAURE-MURET A. (1961-65). Note au sujet de l'âge du Moghrébien. Rep. 6 th.int. Congr. Quatern., Varsovie 1961, publ. Lodz, vol. 2, pp. 53-59, 1 fig.
- GIGOUT M. (1946). Le Quaternaire du littoral atlantique du Maroc. Coupe du Cap Cantin. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 16, pp. 327-329, 2 fig.
- GIGOUT M. (1947). Quaternaire du littoral atlantique du Maroc. Les dunes quaternaires du Sahel. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 5, pp. 71-73.
- GIGOUT M. (1948). Quaternaire du littoral atlantique du Maroc. Traces de la transgression de 5-8m entre Casablanca et le cap Blanc. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 2, pp. 25-27.

- GIGOUT M. (1949). Définition d'un étage Ouljien. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 229, n° 11, pp. 551-552.
- GIGOUT M. (1952). La transgression flandrienne a dépassé de 2 m le niveau actuel de la mer, à Rabat (Maroc). C.R. somm. Soc. géol. Fr., 5, pp. 78-79, 1 fig.
- GIGOUT M. (1952-54). Critique à la théorie de la flexure continentale. C.R. 19^e Congr. géol. int., Alger 1952, sect. 13, Fasc. 14, pp. 45-46, 3 fig.
- GIGOUT M. & GOURINARD Y. (1953-56). Essai de corrélation du Quaternaire marin entre les côtes atlantique du Maroc et méditerranéenne d'Oranie. Actes 4^e Congr. int. Quatern. Rome-Pise 1953, 2, pp. 593-599.
- GIGOUT M. (1956). Recherches sur le Pliocène et le Quaternaire atlantiques marocains. Trav. Inst. Sci. chérif. Géol. & Géogr. phys. n° 5, 94 pp., 17 fig., 4 pl. h.t., 2 cartes h.t.
- GIGOUT M. (1957). L'Ouljien dans le cadre du Tyrrhénien. B. Soc. géol. Fr., 6^e sér., t. 7, fasc. 4-5, pp. 385-400, 1 fig.
- GIGOUT M. (1957). Rapports du Pliocène et du Calabrien au Maroc. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 8, pp. 136 - 139.
- GIGOUT M. (1957-65). Valeur de l'étage Ouljien ; 5^e Congr. I.N.Q.U.A., Madrid-Barcelone 1957 ; Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 91-93.
- GIGOUT M. (1958). Réflexions sur les bases du Quaternaire marin. B. Soc. géol. Fr., 6^e sér., t. 8, n° 4, pp. 349-362, 8 fig.
- GUILCHER A. & JOLY F. (1954). Recherches sur la morphologie de la côte atlantique du Maroc. Trav. Inst. sci. chérif., sér. Géol. & Géogr. phys., n° 2, 140 pp., 27 fig., 14 pl. h.t.
- JEANNETTE A., JOLY F. & MAURER G. (1961). Présence de quatre niveaux du Quaternaire marin sur la côte méditerranéenne du Maroc, à l'Est de Ras Taf (Cap Quilatès). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 252, n° 24, pp. 3836-3838.
- GODOT P. (1965). Malacologie continentale de quelques gisements quaternaires du littoral atlantique marocain. Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 101-108, 2 fig.
- LECOINTRE G. (1944). Problèmes biogéographiques du Néogène et du Quaternaire marins du Maroc. C.R. Soc. Biogéogr., Paris, 21, n° 178-181, pp. 47-50.

- LECOINTRE G. (1949). Niveaux paléontologiques dans le Quaternaire marin de Casablanca (Maroc). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 229, n° 23, pp. 1247-1249.
- LECOINTRE G. (1949). Sur le Quaternaire des environs de Casablanca. B. Soc. géol. Fr., 5^e sér., t. 19, fasc. 7-9, pp. 585-594, 1 fig.
- LECOINTRE G. (1952). Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc. Notes & Mém. Serv. Géol. Maroc, n° 99; t. 1 : Stratigraphie, 198 pp., 100 fig., 8 pl. h.t. ; t. 2 = Paléontologie (collab. P. Marie, J. Roger, G. Ranson, M. Vigneaux & E. Buge), 172 pp., 13 fig., 28 pl. h.t.
- LECOINTRE G. (1963). Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc. Tome 3 : Les acquisitions nouvelles durant la période de 1952 à 1962. Notes & Mém. Serv. géol. Maroc, n° 174, 76 pp., 7 fig., tabl., 2 pl. phot., index.
- LECOINTRE G. (1966). Néogène récent et Quaternaire du Bassin côtier de Tarfaya. in "Le Bassin côtier de Tarfaya". Notes & Mém. Serv. Géol. Maroc, n° 175, pp. 253-292, 9 fig. 3 pl. phot.

C. Le Quaternaire continental

- ABRARD R. (1921). Un gisement néogène à Meknès (Maroc). C.R. somm. Soc. géol. Fr., 15-16, pp. 204-205.
- ARAMBOURG C. (1938). Mammifères fossiles du Maroc. Mém. Soc. Sci. natur. Maroc, n° 46, 74 pp., 15 fig., 9 pl. phot.
- ARAMBOURG C. (1949). Les gisements de Vertébrés villafranchiens de l'Afrique du Nord. B. Soc. géol. Fr., 5^e sér., t. 19, fasc. 1-3, pp. 195-203, 2 fig.
- ARAMBOURG C. (1952). Note préliminaire sur quelques Eléphants fossiles de Berbérie. B. Mus. nat. Hist. natur., Paris, 2^e sér., t. 24, n° 4, pp. 407-418, 9 fig., 1 tabl., 1 pl. h.t.
- ARAMBOURG C. (1952). La paléontologie des Vertébrés en Afrique du Nord française. 19^e Congr. géol. int., Alger 1952, n° h.sér., 62 p.

- ARAMBOURG C. (1958-59). Au sujet de *Elephas iolensis* Pomel.
B. Archéol. maroc., t. 3, pp. 93-105,
2 fig., 2 pl. phot.
- BEAUDET G. & MAUREE G. (1960). Note préliminaire sur les
basses terrasses grises des vallées
éxoréiques du Maroc. Notes maroc,
Rabat, n° 13, pp. 45-50, 6 fig.
- BEAUDET G. & MATHEZ J. (1965). Observations sur l'évolution
de quelques versants du Plateau central.
Rev. Géogr. Maroc, n° 7, pp. 77-93, 2
tabl, 2 pl. phot.
- BOURCART J. (1931). Essai de classement des formations
continentales quaternaires du Maroc
occidental. C.R. somm. Soc. géol. Fr.,
16, pp. 256-259.
- BOURCART J. (1935). Le Quaternaire dans la région de Meknès
(Maroc). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 201,
n° 21, pp. 971-973.
- BOURCART J. (1955). Réflexions sur l'orogénèse quaternaire.
Géol. Rdsch., Stuttgart, Bd. 43, H. 1,
pp. 35-38.
- CHOUBERT G. (1946). Sur la géologie de la plaine des Beni-
Amir (Maroc occidental) C.R. somm. Soc.
géol. Fr., 11, pp. 209-211.
- CHOUBERT G. (1945). Sur l'influence des pluviaux sur le
creusement et le comblement fluviaux
durant le Quaternaire. C.R. Acad. Sci.,
Paris, t. 223, n° 20, pp. 810-812.
- CHOUBERT G. (1948-50). La limite du Pliocène et du Quaternaire
au Maroc. Rep. 18 th int. géol. Congr.,
Londres 1948, part 9, pp. 11-18, 1 carte.
- CHOUBERT G. (1950). Réflexions au sujet du Pliocène continen-
tal. Notes Serv. géol. Maroc, t. 3, n° 76,
pp. 13-91, 6 fig., 1 tabl. h.t.
- CHOUBERT G. & KUNTZ P. (1952). Note sur les plateaux des Schoul
et des Zaër (S. de Rabat). C.R. somm.
Soc. géol. Fr., 11, pp. 215-217.
- CHOUBERT G. (1953-55). Considérations sur la limite du
Pliocène et du Quaternaire d'après les
exemples marocains. Actes 4^e Congr.
int. Quatern., Rome-Pise 1953, 1, pp. 26-
28, 1 fig.
- CHOUBERT G. & ENICUCCHI E. (1954). Un nouvel Eléphant villa-
franchien au Maroc. Notes Serv. géol.
Maroc, t. 9, n° 121, pp. 25-27, 1 pl. h.t.

- CHUBERT G. (1955). Sur les mouvements tectoniques quaternaires au Maroc. Géol. Rdsch., Stuttgart, Bd. 43, H. 1, p.203.
- CHUBERT G. JOLY F., GIGOUT M., MARÇAIS J., MARGAT J. & RAYNAL R. (1956). Essais de classification du Quaternaire continental du Maroc. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 243, n° 5, pp. 504-506.
- CHUBERT G. & FAURE-LURET A. (1965). Manifestations tectoniques au cours du Quaternaire dans le sillon préafricain (Maroc). Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 57-62.
- COUVREUR G., DRESCH J., JOLY F., LE COZ J., MAURER G., PUJOS A. & RAYNAL R. (1961). Excursion dans le Moyen Atlas, le Haut Atlas oriental et le Rif (21-31 Octobre 1959). Biul. peryglacjalny, Łódź, n° 10, pp. 107-168, 26 fig.
- DESTOMBES J., JEANNETTE A. & RAYNAL R. (1957). Rôle des processus périglaciaires dans la formation des dayas de la région de Boulhaut (Meseta côtière marocaine). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 245, n° 20, pp. 1736-1738.
- DESTOMBES J. & JEANNETTE A. (1957-65). Les dépôts continentaux du premier pluvial post-villafranchien dans la région de Casablanca.- Ben Slimane (Meseta marocaine occidentale) ; 5^e Congr. I.N.Q.U.A., Madrid-Barcelone 1957 ; Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 63-68.
- DRESCH J. & RAYNAL R. (1953). Formes glaciaires et périglaciaires dans le Moyen Atlas. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 11, pp. 195-197.
- DRESCH J. & RAYNAL R. (1953). Notes sur les formes glaciaires et périglaciaires dans le Moyen Atlas, le bassin de la Moulouya et le Haut Atlas oriental, et leurs limites d'altitude. Notes Serv. géol. Maroc, t.7, n° 117, pp. 111,121, 2 Fig., 4 pl. h.t.
- DRESCH J. & LE COZ J. (1960). Observations sur l'étage rharien (Maroc occidental). C.R. somm. Soc. géol. Fr., 5, pp. 108-110, 3 fig.
- ENNOUCHI E. (1948). Les Vertébrés du Quaternaire de Rabat (Maroc). C.R. somm. Soc. géol. Fr., 12, pp. 251 - 253.
- ENNOUCHI E. (1951). Découverte d'un Hipparion dans les environs de Rabat, Notes Serv. géol. Maroc, t.5, n° 85, pp. 139 - 144, 1 fig., 1 pl. h.t.

- ENNOUCHI E. (1953). Ossements fossiles découverts dans les fondations d'une maison à Rabat, C.R. Soc. Sci. natur. Maroc, t. 19, n° 1, pp. 14-16.
- ENNOUCHI E. (1953). *Omochoerus maroccanus* nov. sp., nouveau Suidé marocain. B. Soc. géol. Fr., 6^e sér., t. 3, fasc. 7-8, pp. 649-656, 2 fig.
- GIGOUT M. (1958). Appréciation des mouvements épirogéniques sur la Meseta marocaine au Pliocène et au Quaternaire, et conséquences pour la stratigraphie du Quaternaire marin. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 247, n° 2, pp. 225.- 228.
- GIGOUT M. (1960). Essai sur la paléoclimatologie, la sédimentation et la morphogénèse quaternaire au Maroc. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 2, pp. 42-43.
- HUVELIN P. (1966). Les déformations tectoniques en bordure du Haut Atlas au Plio-Villafranchien et leur extension aux Jebilet orientales (Maroc). C.R. Acad. Sci., t. 262, n° 10, pp. 1050-1053, 3 fig.
- JOLY F. (1949-50). Sédiments et glacis d'érosion dans le Sud-Est du Maroc. C.R. Congr. Int. Géogr., Lisbonne 1949, 2, pp. 110-125, 3 fig., 4 pl. h.t.
- JOLY F. (1952-53). Quelques phénomènes d'écoulement sur la bordure du Sahara, dans les confins algéro-marocains, et leurs conséquences morphologiques. C.R. 19^e Congr. géol. int. Alger 1952, sect. 7, fasc. 7, pp. 135-143.
- JOLY F. & RAYNAL (1961). Originalité des phénomènes périglaciaires au sud de la Méditerranée. *Biuletyn peryblacjalny*, Lodz, n° 10, pp. 31-33.
- JOLY F. (1965). Remarques sur l'emboîtement des formes quaternaires continentales dans le Sud-Est marocain. Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 71-77.
- LE COZ J. (1960). Banasa : Contribution à l'étude des alluvions "rharbiennes". B. Archéol. maroc, t. 4, pp. 469-470.
- LORENCHET de MONTJAMONT M. (1964). Nouvelles observations sur le Néogène du Maroc septentrional et sur le gisement de Dar bel Hamri. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 5, pp. 206-207.
- MARGAT J. & TALTASSE P. (1953). La tectonique récente dans le bassin lacustre de Fès-Meknès. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 13, pp. 254-256.

- MARGAT J. & TALTASSE P. (1953). Evolution morphologique et tectonique récente dans le bassin lacustre de Fès-Meknès. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 237, n° 22, pp. 1424-1426.
- MARGAT J. & TALTASSE P. (1953). Recoupement par une haute terrasse de + 150 - 180 m du lit de l'Oued Meknès. (Maroc). C.R. somm. Soc. géol. Fr., 15, pp. 308-311.
- MARGAT J. & TALTASSE P. (1954). Sur la présence du Pliocène marin dans la région de Fès-Meknès (Maroc occidental). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 238, n° 15, pp. 1603-1605.
- MARGAT J. & TALTASSE P. (1954). Existence d'un golfe pliocène dans la partie occidentale du Couloir sud-rifain (Maroc). C.R. somm. Soc. géol. Fr., 10, pp. 190-193, 3 fig.
- MARTIN J. (1965). Quelques types de dépressions karstiques du Moyen Atlas central. Rev. Géogr. Maroc, n° 7, pp. 95-106, 4 fig., 2 pl. phot., 1 carte h.t.
- MARTIN J. (1966). Recherches morphologiques sur la bordure septentrionale du Causse de Sefrou (Moyen-Atlas marocain). Rev. Géogr. Maroc, n° 10, pp. 31-46. 8 fig., 2 pl. phot. h.t., 1 carte.
- MENSCHING H. (1955). Das Quartär in den Gebirgen Marokkos. Geographisch. Kartographische Anstalt, Gotha, 79 p., 7 fig., 20 phot., 3 cartes h.t.
- MAURER G. (1957). Les principales formes de relief dans le massif de l'Outka, chaîne du Rif. Bull. Assoc. géogr. franç., Paris, n° 269-270, pp. 37-41, 1 fig.
- MAURER G. (1962). Les hauts niveaux continentaux du bassin de Targuist et des plateaux de la basse vallée de l'Oued Rhiss (Rif oriental). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 255, n° 7, pp. 1220-1222.
- MAURER G., MENSCHING H. & RAYNAL R. (1957-1965). La morphologie périglaciaire dans la chaîne du Rif (Maroc). Notes Serv. géol. Maroc, n° 185, pp. 81-86.
- RAYNAL R. (1952). Quelques exemples de l'action du froid et de la neige sur les formes du relief au Maroc. Notes maroc., Rabat, n° 2, pp. 14-18, 4 fig.

- RAYNAL R. (1955). Oscillations climatiques et évolution du relief au cours du Quaternaire. Notes Maroc., Rabat; n° 5, pp. 10-14, 2 fig., 8 pl. phot.
- RAYNAL R. (1956). Les phénomènes périglaciaires au Maroc et leur place dans l'évolution morphologique. Biul. peryglacjalny, Lodz, n° 4, pp. 143-162.
- RAYNAL R. (1959-60). Le périglaciaire préwürmien au Maroc. Colloque Univ. Liège, Commis. morphol. périglac. U.G.I., 1959 ; publ. Trav. Univ. Liège, Labor. Géol. & Géogr. phys., 17, pp. 109-122, 7 phot.
- RAYNAL R. (1960). Quelques aperçus sur l'existence et l'importance des phénomènes périglaciaires au Maroc. Biul. peryglacjalny, Lodz, n° 9, pp. 109-123, 4 pl. h.t.
- RAYNAL R. & TRICART J. (1963). Comparaison des grandes étapes morphogénétiques du Quaternaire dans le Midi méditerranéen français et au Maroc. E. Soc. géol. Fr., 7^e sér., t.5, n° 4, pp. 587-596.
- RAYNAL R. (1964). Recherches de géomorphologie périglaciaire en Afrique du Nord. Biul. peryglacjalny, Lodz, n° 14, pp. 91-98.
- RAYNAL R. (1965). Morphologie des piedmonts et tectonique quaternaire au Maroc oriental. Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 87-90.
- TALTASSE P. (1950). Remarques sur la surface de contact entre le calcaire lacustre du Saïs de Meknès et les sables fauves. Notes Serv. géol. Maroc, t. 3, n° 76, pp. 141-145, 3 fig.
- TALTASSE P. (1950). Premières observations sur la granulométrie des sables fauves du Saïs de Meknès. Notes Serv. géol. Maroc, t. 3, n° 76, pp. 197-204.
- TRICART J., JOLY F. & RAYNAL R. (1955). Etude morphométrique de galets nord-africains. Notes Serv. géol. Maroc., t. 13, n° 128, pp. 49-63.

D. Préhistoire, datations absolues et paléontologie humaine

- BALOUT L. (1955). Préhistoire de l'Afrique du Nord. Essai de chronologie. Serv. Antiquités Algér., 544 pp. 29 fig., 72 pl. h.t.

- BIBERSON P. (1953-56). Premiers éléments sur la présence de la "Pebble Culture" au Maroc atlantique. Actes 4^e Congr. int. Quatern., Rome-Florence 1953, 2, pp. 705-710, 4 fig.
- BIBERSON P. (1956). Le gisement de l'"Atlantrope" de Sidi Abderrahman (Casablanca). B. Archéol. maroc., t. 1, pp. 39-92, 48 fig.
- BIBERSON P., CHOUBERT G., FAURE-MURET A. & LECOINTRE G. (1958-59). Contribution à l'étude de la "Pebble Culture" du Maroc atlantique. B. Archéol. maroc., t.3, pp. 7-53, 6 fig., 2 pl. phot.
- BIBERSON P. (1961). Le Paléolithique inférieur du Maroc atlantique. Publ. Serv. Antiq. Maroc, fasc. 17, 544, pp., 52 fig., 194 pl.
- BIBERSON P. (1964). La place des hommes du Paléolithique marocain dans la chronologie du Pléistocène atlantique. L'Anthropologie, Paris, t.258, n^o 11, pp. 3074-3076.
- BIBERSON P. (1963). Observations sur le Pléistocène et la préhistoire de la province de Tarfaya (Maroc méridional). Museo arqueol. Tenerife, publ. n^o 5, pp. 157-171, 3 fig. 4 pl. phot.
- BIBERSON P. (1966). Réflexions sur de nouvelles datations du Quaternaire marocain. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 4, pp. 161-162.
- CHOUBERT G. & MARCAIS J. (1947). Le Quaternaire des environs de Rabat et l'âge de l'Homme de Rabat. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 224, n^o 26, pp. 1645-1647.
- CHOUBERT G. & ROCHE J. (1956). Note sur les industries anciennes du plateau de Salé. B. archéol. maroc, t. 1, pp. 9-37, 4 fig., 16 pl. h.t.
- CHOUBERT G., FAURE-MURET A. & MAARLEVELD G.C. (1967). Nouvelles dates isotopiques du Quaternaire marocain et leur signification. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 264, n^o 3, pp. 434 - 437.
- ENNOUCHI E. (1966). Essai de datation du gisement du Jebel Irhoud (Maroc). C.R. Soc. géol. France, n^o 10, pp. 405-406, 1 fig.
- GIGOUT M. (1959). Ages, par radiocarbène, de deux formations des environs de Rabat (Maroc). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 249, n^o 25, pp. 2802-2803.
- GIGOUT M. (1961). Vérification de la datation de deux dépôts quaternaires de Rabat (Maroc). C.R. somm. Soc. géol. Fr., 8, pp. 228.

- HUGOT H.J. (1965). Découvertes relatives au décalage chronologique du Paléolithique récent en Afrique de l'Ouest. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 260, n° 10, pp. 2861-2864.
- LECOINTRE G. (1950-52). La place de l'homme dans la stratigraphie du Quaternaire marocain. C.R. 13^e Congr. préhistor. Fr., Paris 1950, publ. Soc. préhistor. franç., pp. 425-428, 1 tabl.
- LECOINTRE G. (1953). Le Quaternaire de Rabat-Casablanca et ses relations avec la Préhistoire. Libya, Alger, t. 1, pp. 13-15, 1 pl. h.t.
- LECOINTRE G. (1958-59). Le gisement de l'Homme de Rabat. B. Archéol. maroc., t. 3, pp. 55-85, 8 fig., 3 pl. phot., 5 tabl.
- MARÇAIS J. (1934). Découverte de restes humains fossiles dans les grès quaternaires de Rabat (Maroc) L'Anthropologie. Paris. t. 44., n° 5-6, pp. 579-583, 2 fig.
- NEUVILLE R. & RUHLMANN A. (1941). La place du Paléolithique ancien dans le Quaternaire marocain. Coll. Hespéris, Paris-Rabat, 156 pp, 49 fig. 8 pl. h.t., tabl.
- OLSON E.A. & BROECKER V.S. (1961). Lamont natural radiocarbon measurements. Radiocarbon, n° 3, pp. 141-175.
- ROCHE J. (1952-55). Note préliminaire sur la grotte de Taforalt (Maroc oriental). Actes 2^e Congr. panafric. Préhist., Alger 1952, pp. 647-652, 2 fig.
- ROCHE J. (1953). Note préliminaire sur les fouilles de la grotte de Taforalt (Maroc oriental) Hespéris, Rabat, t. 40, pp. 89-118, 8 pl. 1 tabl., 1 dépl.
- ROCHE J. (1958). Chronologie absolue de l'Epipaléolithique marocain. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 246, n° 25, pp. 3486-3487.
- ROCHE J. (1959). Nouvelle datation de l'Epipaléolithique marocain par la méthode du carbone 14. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 249, n° 5, pp. 729-730.
- RUHLMANN A. (1945). L'Homme fossile de Rabat. Liste de la faune malacologique des différents niveaux marins du gisement de Kebibat. Hespéris, Paris. Rabat, t. 32, pp. 35-50.
- RUHLMANN A. (1945). Le Paléolithique marocain ; nouvelle esquisse d'une étude d'ensemble. Publ. Ser. Antiq. Maroc, fasc. 7, pp. 3-103, 15 fig., 1 tabl.

RUHLMANN A. (1951). La grotte préhistorique de Dar es-Soltan. Coll. Hespéris, Paris, n° 11, 210 pp., 67 fig., 2 pl. h.t.

STEARNS C.E. & THURBERS D.L. (1965). Th²³⁰/U²³⁴ dates of the late Pleistocene marine fossils from mediterranean and maroccan littorals. Quaternaria, t. 7, pp. 29-42.

VALLOIS H.V. (1945). L'Homme fossile de Rabat. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 221, n° 22, pp. 669-671.

VALLOIS H.V. & ROCHE J. (1958). La mandibule acheuléenne de Témara, Maroc. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 246, n° 21, pp. 3113-3116, 1 fig.

E. Altérations et sols quaternaires

CHOUBERT G. & BRYSSINE G. (1946). Sur les formations continentales du Quaternaire marocain. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 223, n° 21, pp. 863-865.

CHOUBERT G. (1948). Au sujet des croûtes calcaires quaternaires. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 226, n° 20, pp. 1630-1631.

CHOUBERT G. (1948). Sur l'âge des limons rouges superficiels du Maroc. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 227, n° 11, pp. 558-560.

CHOUBERT G. (1948). Sur la nature des limons rouges superficiels du Maroc. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 227, n° 13, pp. 639-641.

DIVOUX P. & PUJOS A. (1958-59). Sur l'importance fondamentale des lois tirées de l'étude du Rharb en ce qui concerne les pédogénèses récentes. Soc. Sci. nat. & phys. Maroc, Trav. Sect. Pédologie, t. 13-14, pp. 97-100.

GIGOUT M. (1958). Sur le mode de formation des limons et croûtes calcaires du Maroc. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 247, n° 1, pp. 97-100, 2 fig.

GIGOUT M. (1960). Sur la genèse des croûtes calcaires pléistocènes en Afrique du Nord. C.R. somm. Soc. géol. Fr., 1, pp. 8-10, 1 fig.

HUVELIN P. (1965). Sols rubéfiés et croûtes du piémont septentrional du Haut-Atlas de Demnate (Maroc). Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 95-97.

- MARGAT J., RAYNAL R. & TALTASSE P. (1954). Deux séries d'observations nouvelles sur les croûtes au Maroc. (Couloir sud-rifain et Maroc oriental). Notes Serv. géol. Maroc, t.10, n° 122, pp. 23-25.
- MAURER G. & SCHOEN U. (1964). La méthode d'analyse des argiles appliquée à l'étude morphologique du Rif. Al Awamia, Rabat, 13, pp. 93-117, 1 fig., 4 tabl.
- PUJOS A. (1953). Réflexions sur la rubéfaction des roches et des sols dans le Nord marocain et le Maroc oriental. Soc. Sci. Natur. & phys. Maroc., Trav. Sect. pédol., t. 6-7, pp. 97 - 105, 1 fig.
- PUJOS A. (1957). Terres rouges, noires, grises. C.R. Soc. Sci. nat. & phys. Maroc., t. 23, pp. 146-148.
- PUJOS A. (1958-59). Présentation de la carte du Rharb au 1/100.000 de P. DIVOUX. Soc. Sci. nat. & phys. Maroc, Trav. sect. Pédologie, t. 13-14, pp. 53-77, 3 fig., 1 carte, 4 annexes.
- PUJOS A. & RAYNAL R. (1959). La Géomorphologie appliquée au Maroc. Rev. Géomorph. dynam., Paris, n° 5-6 à 11-12, 10^e année, pp. 103-105.
- RAYNAL R. (1962). Pédologie et géomorphologie au Maroc. Rev. Géogr. Maroc, n° 1-2, pp. 19-21.
- ROEDERER P. (1957). Les sols de la station expérimentale d'Ellouizia. Publ. ronéo. Stat. cent. Ecologie de la Rech. agron. & ensgt agric., Rabat, 24 pp., 2 cartes.
- RUELLAN A. (1962). La Plaine du Zebra : carte pédologique au 1/20 000. Description et mise en valeur des types de sols cartographiés. Ronéo. Off. Nat. Irrig., 42 pp.
- RUELLAN A. (1962). Utilisation de la géomorphologie pour l'étude au 1/20 000 de la plaine du Zebra, Rev. Géogr. Maroc, n° 1-2, pp. 23-30, 2 fig., 2 cartes.
- RUELLAN A. (1963). Etude pédologique de la Plaine du Zebra. Ronéo. Off. Nat. Irrig., 395 p., 50 tabl. 77 fig., 41 photo., 10 h.t.
- RUELLAN A. (1965). Le rôle des climats et des roches sur la répartition des sols dans les plaines de la Basse-Moulouya. C.R. Acad. Sci, Paris, t. 261, pp. 2379-2382.

- RUELLAN A. (1966). Sols isohumiques et accumulations du calcaire en Basse Moulouya et dans l'ensemble du Maroc. Description, pédogénèse et classification. Ronéo., 178 p., 12 fig.
- RUELLAN A. (1966). Les sols isohumiques subtropicaux du Maroc. Conférence sur les sols méditerranéens (Madrid). C.R. pp. 81-89.
- RUELLAN A. (1967). Individualisation et accumulation du calcaire dans les sols et les dépôts quaternaires du Maroc. Cahiers O.R.S.T.O.M., série Pédologie, Vol. V, n° 4, pp. 421-462, 5 fig., 9 phot.
- RUELLAN A. (1969). Quelques réflexions sur le rôle des sols dans l'interprétation des variations climatiques du Pléistocène marocain. Rev. Géogr. Maroc, n° 15, pp. 129-140, 1 fig.
- SCHOEN U. (1966). Contribution à la connaissance des minéraux argileux dans les sols marocains. Publ. ronéo. I.N.R.A., Rabat, 134 pp., notes & tabl. annexes.
- WILBERT J. (1962). Croûtes et encroûtements calcaires au Maroc. Al Awamia. Rabat, 3, pp. 175-191, 1 tabl., 9 phot.
- WILBERT J. (1962). Un sol marocain polyphasé : le mersag d'Ellouizia. Al Awamia, Rabat, 4, pp. 171-177, 2 fig., 1 tabl.
- WILBERT J. (1965). Localisation géographique de la tirsification au Maroc. Cah. Rech. agron., Rabat, 20, pp. 1-22, 2 fig., 7 cartes coul., 1 pl. coul. h.t.
- WILBERT J. (1965). Tirs et sols tirsifiés au Maroc. Cah. Rech. agron., Rabat, 20, pp. 23-85, 12 pl.

F. Les rapports de l'Océan et du continent au Quaternaire

- ANDRE A. & BEAUDET G. (1967). Observations nouvelles sur les dépôts quaternaires des environs de Rabat. Rev. Géogr. Maroc, n° 11, pp. 77-98, 4 pl. fig., 1 carte h.t.
- ARAMBOURG C. (1952). Eustatisme et isostasie. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 234, n° 2, pp. 226-227.
- BEAUDET G., DESTOMBES J., JEANNETTE A. & MAURER G. (1960). Recherches géologiques et morphologiques sur le Quaternaire de la Meseta côtière atlantique marocaine entre Fédala, Bouznika et Boulhaut. Notes maroc., Rabat, n° 13, pp. 5 - 33, 12 fig. 1 pl.

- BEAUDET G. & MAUREL G. (1961). Dépôts et morphogénèse quaternaires dans la vallée inférieure de l'oued Lao. Notes maroc., n° 15, pp. 13-25, 9 fig., 1 carte.
- BEAUDET G., JEANNIETTE A. & MAZEAS J.P. (1964). Les dépôts quaternaires du bas oued Tensift (Maroc occidental). Etude géologique et morphologique. Rev. Géogr. Maroc, n° 5, pp. 35-61, 14 fig., 1 carte coul. h.t.
- CHOUBERT G. (1953). Sur les rapports entre les formations marines et continentales quaternaires. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 237, n° 15, pp. 826-828, 1 tabl.
- CHOUBERT G. (1953-56). Les rapports entre les formations marines et continentales quaternaires. Actes 4^e Congr. int. Quatern., Rome-Pise 1953, 2, pp. 576-590; 1 fig., 2 tabl.
- CHOUBERT G. (1957). Essai de corrélation entre les cycles marins et continentaux du Pléistocène au Maroc. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 245, n° 13, pp. 1066-1069, 1 fig.
- CHOUBERT G. (1957-65). Essai de corrélation des formations continentales et marines du Pléistocène au Maroc ; 5^e Congr. I.N.Q.U.A., Madrid-Barcelone 1957 ; Notes Serv. géol. Maroc, t. 25, n° 185, pp. 35-45, 2 tabl.
- GIGOUT M. (1957). Chronologie du Quaternaire récent marocain. Principe de la corrélation fluviomarine. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 244, n° 19, pp. 2404-2407, 2 fig.
- GIGOUT M. & RAYNAL R. (1957). Corrélation des phénomènes marins et continentaux dans le Quaternaire marocain. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 244, n° 20, pp. 2528-2531.
- GIGOUT M. (1958). Sur le Pliocène et le Quaternaire de Rabat et de Salé. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 247, n° 17, pp. 1363-1366.
- GIGOUT M. & RAYNAL R. (1959). Retouche à la corrélation des phénomènes marins et continentaux dans le Quaternaire marocain. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 248, n° 15, pp. 2223-2225.
- LECOINTRE G. (1952-54). La côte occidentale du Maroc et l'hypothèse d'Arambourg. C.R. 19^e Congr. géol. int., Alger 1952, sect. 13, fasc. 14, pp. 37-43, 3 fig.

- MAURER G. (1962). Rapports entre la terrasse marine ouljienne et les niveaux continentaux récents, autour de la baie d'Al-Hoceima (Rif oriental). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 255, n° 6, pp. 1138-1140.
- MAURER G. (1966). Formes et dépôts néogènes et quaternaires dans la partie occidentale du bassin de Boudinar (Rif oriental). Rev. Géogr. Maroc, n° 9, pp. 5-22, 7 fig., 2 pl. phot.
- RUSSO Ph. (1937). Observations nouvelles sur l'estuaire du Bou Regreg. C.R. somm. Soc. Géol. Fr., 15, pp. 225-227.
- RUSSO Ph. (1945). L'embouchure du Bou-Regreg (Maroc occidental) An. Géogr., Paris, n° 294, pp. 103-115, 2 fig., 2 pl.