

ASEQUA**BULLETIN DE LIAISON**

N° 41 juin 1974

SOMMAIRE

<i>Th. MONOD.</i> — Dix ans (1964-1974)	3
REUNION DU CONSEIL DE L'ASEQUA	5
COMPTE RENDU DE L'ASSEMBLEE GENERALE DE L'ASEQUA	7
NOUVELLES DIVERSES	8
TABLEAU DE L'ETAT DES RECHERCHES	
<i>P. ELOUARD.</i> — Colloque sur les désertifications au Sud du Sahara (Nouakchott, décembre 1973)	15
<i>H. FAURE.</i> — Origin of oceans : Polar plate wandering on equatorial bulge ?	21
<i>S. DUPLAIX et L. HEBRARD.</i> — Contribution à l'étude géologique du Quaternaire du littoral mauritanien entre Nouadhibou et le Cap Tifariti — A partir de l'étude des minéraux lourds	29
<i>H. PELLETIER et R. POMEL.</i> — Intérêt dynamique et paléogéographique des minéraux lourds et des galets du littoral rocheux de Côte d'Ivoire	43
<i>G. BEAUDET.</i> — La recherche, géomorphologique actuelle au Maroc	59
<i>C. DESCAMPS, G. THILMANS et Y. THOMMERET.</i> — Données sur l'édification de l'amas coquillier de Dloron Boumak (Sénégal)	67
<i>P. ELOUARD, J. EVIN, V. MARTIN et Ch. BECKER.</i> — Kjökkenmödding de Bangalère — Région du Saloum — Sénégal	85
<i>A. MARLIAC.</i> — Prospection archéologique des dépôts douroumiens	89
Liste des membres de l'ASEQUA 28 ^e liste : nouveaux membres (1 ^{er} juillet 1973 — 1 ^{er} juillet 1974)	95

ASSOCIATION SÉNÉGALAISE POUR L'ÉTUDE DU QUATERNAIRE AFRICAIN

Siège Social : Laboratoire de géologie — Faculté des Sciences, Dakar-Fann (Sénégal)

Compte courant postal : DAKAR 227-56 (ASEQUA)

Compte bancaire B.I.C.I.S. : DAKAR 45-911 (ASEQUA)

Conseil 1974-1976 : MM. C. DESCAMPS, O. DIA, P. ELOUARD, H. FAURE, G. GUIEU, R. GUITAT, L. HEBRARD,
J. C. LEPRUN, J. MEDUS, M. NIANG, M. SALL.

Bureau 1974-1976 :

Président d'honneur : Théodore MONOD

Président : Mamadou SALL

Vice-Président : Gérard GUIEU

Secrétaire Général : Cyr DESCAMPS

Secrétaire Adjoint : Jean-Claude LEPRUN

Secrétaire Administratif : Omar DIOP

Trésorier : Jacques MEDUS

Trésorier p.i. : Lucien HEBRARD

Membres d'honneur : H. ALIMEN

J. D. CLARK

M. I. NEUSTADT

Inscription. Pour être membre de l'ASEQUA et recevoir les bulletins il est recommandé d'adresser au bureau de l'ASEQUA, laboratoire de géologie, faculté des sciences, DAKAR-Fann (Sénégal), une fiche individuelle indiquant nom, prénoms, adresses, titres, diplômes, fonctions, spécialité, secteur de travail, travaux publiés et en cours.

Cotisations. Membre actif : 1.000 F. C.F.A. (20 F. française ou 4 dollars U.S.).

Membre bienfaiteur et organismes ou personnes morales : 2.500 F. C.F.A. (50 F. français ou 10 dollars U.S.)

Règlement de préférence par virement au C.C.P. 227-56 DAKAR (ASEQUA).

[ou à défaut par ordre de virement au Compte bancaire B.I.C.I.S. DAKAR 45-911 (ASEQUA).

Le talon du chèque tient lieu de reçu.

DIX ANS (1964 - 1974)

par T. MONOD

Président d'Honneur de l'ASEQUA

Noces de latérite ? Noces de *tarous*, ou de diatomite ? Peu importe, mais cet anniversaire ne pouvait être passé sous silence. Dix ans déjà ..., depuis cette réunion constitutive du 29 janvier 1964 et la circulaire signée de nos collègues H. FAURE et P. MICHEL annonçant la création de l'ASEQUA.

Une poignée de chercheurs, un premier et très modeste "Bulletin de liaison" de 5 pages ronéotypées, mais beaucoup d'ardeur au travail et de dévouement à une oeuvre commune : la graine ainsi semée n'allait pas tarder à germer, donnant une robuste plantule qui fait place, très vite, à un arbre robuste, couvert, déjà, de fleurs et de fruits.

Les feuillets ronéotés, dès leur n° 18, s'habillent d'une couverture et le nombre de pages s'accroît (le n° 30 compte ... 113 pages) ; avec le n° 33-34, nouvelle amélioration avec une impression en offset sur bon papier. Le Bulletin est devenu dès lors un périodique scientifique adulte, à part entière, et de notoriété internationale. Il publie d'ailleurs des articles dépassant largement non seulement le cadre de l'Ouest africain (par exemple sur le Natal, le Maghreb, l'Egypte, etc) mais même celui de l'Afrique continentale, avec des travaux sur Madagascar ou les Mascareignes. On doit d'ailleurs souhaiter que les limites de notre "diocèse" soient tenues pour ayant atteint leurs limites définitives, avec l'Afrique (dans son ensemble, îles atlantiques comprises), Madagascar et les Mascareignes. Et c'est déjà un colossal domaine.

Ajoutons que le Bulletin rend au chercheur les plus grands services en publiant, à côté des articles proprement dits, des nouvelles diverses, des compte rendus des recherches ou de réunions (congrès, etc), des listes de membres (avec leur spécialité), un index (n° 1-28), etc.

Avec ses 500 membres, dispersés dans 70 pays, l'ASEQUA peut considérer avec une satisfaction légitime le travail réalisé en dix ans. Elle a forgé un outil qui, déjà, a fait ses preuves. Et qui continuera longtemps, on peut en être assuré, à servir très efficacement les progrès de l'étude du Quaternaire en Afrique.

Les sujets d'étude, les problèmes, les sites à attaquer ne manquent pas, à travers notre continent, dont l'Ouest, à lui seul, pourrait occuper pendant quelques siècles de nombreux chercheurs ...

En souhaitant à l'ASEQUA et à ses membres tout le succès que mérite leur labeur, je veux ajouter avec quelle joie un homme vieillissant, bien obligé d'avouer enfin que la marche à pied dans le sable *commence* à le fatiguer, peut voir, avant de fermer une parenthèse ouverte en Mauritanie il y a 52 ans, ses modestes efforts si magnifiquement relayés par une active pléiade de jeunes chercheurs travaillant avec compétence et enthousiasme sous l'invocation de ma vieille devise : AD MAJOREM SCIENTIAE ET AFRICAE GLORIAM.

7 mars 1974

REUNION DU CONSEIL DE L'ASEQUA

26 DECEMBRE 1973

Une réunion du Conseil de l'ASEQUA a eu lieu au siège social à Dakar le 26 décembre 1973 à 15 h 30. Cette séance était présidée par D. NAHON.

1. Un bilan financier a été dressé par le trésorier pour le bureau 1972 et 1973. Ce bilan fait l'objet du rapport financier présenté à la fin de ce compte rendu.

Au cours de ce bilan Daniel NAHON a annoncé la fermeture du compte "ASEQUA"- mission géologique 73" ouvert à l'occasion de la mission pluridisciplinaire qui s'était tenu au Sénégal, en Mauritanie et au Maroc en janvier 1973. Cette mission avait eu une subvention de deux millions CFA. Le reliquat de cette mission environ un million CFA (1 033 000 francs CFA) a été reversé au compte B.I.C.I.S. de l'ASEQUA à Dakar.

D. NAHON informe que du matériel de camping ASEQUA est entreposé au Département de Géologie de la Faculté des Sciences de Dakar et se trouve à la disposition des chercheurs ASEQUA.

Le président a remis au trésorier le bilan des dépenses engagées par lui-même au cours du Bureau.

2. Au 1^{er} janvier 1974 se termine le bureau et le Conseil élu pour 1972 et 1973. Une assemblée générale est prévue pour le 25 janvier 1974 de 16 h à 18 h pour l'élection du nouveau bureau.

Le bureau de l'ASEQUA devra être représenté au cours des Congrès où l'étude du Quaternaire africain sera à l'ordre du jour. Le nouveau bureau sera chargé de désigner les personnes susceptibles de représenter l'ASEQUA en tenant compte des disciplines à représenter.

Les cotisations seront relevées à 1 000 francs CFA à partir du 1^{er} janvier 1974.

Rapport financier

Etat de la trésorerie au 26 décembre 1973 (exercice du 7 juillet 1972 au 26 décembre 1973).

1 - RECETTES

En caisse le 7 juillet 1972	821 241 F.CFA	
Cotisations arriérés 70-71	23 614	"
Cotisations 1972	216 250	"
Cotisations 1973	136 250	"
Total	1 197 355	"
Subvention de la présidence de la République ...	4 000 000	"
Total des recettes au 26 décembre 1973	5 197 355	"

2 - DEPENSES

Secrétariat	150 000 F.CFA	
Frais bancaires	41 700	"
Frais de bulletins, frais postaux bulletins n°s 33-34, 35-36, 37-38, 39	1 833 763	"
Inscription AMQUA	50 960	"
Fichier des âges absolus d'Afrique au Nord de l'Equateur	102 530	"
Abonnement au fichier informatique CNRS-PASCAL : QUATERNAIRE	30 800	"
Etude du Quaternaire du Sénégal (thèse et diplômes en cours)	25 000	"
Mission géologique 73 : Etude des altérations des roches et de la formation des sols suivant un méridien (Sénégal - Mauritanie - Maroc) ...	967 000	"
Total des dépenses au 26 décembre 1973	3 201 753	"
Solde en caisse au 26 décembre 1973	1 995 602 F.CFA	

La séance est levée à 16 h 30.

REUNION DE L'ASSEMBLEE GENERALE DE L'ASEQUA

11 FEVRIER 1974

L'Assemblée Générale ordinaire de l'ASEQUA s'est tenue le 11 février 1974 à 17 heures dans les locaux de l'association, au laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Dakar.

L'ordre du jour comportait le renouvellement du bureau et conseil pour 1974-1975 et des questions diverses.

Ont été élus :

Président :	Mamadou SALL
Vice-Président :	Gérard GUIEU
Secrétaire :	Cyr DESCAMPS
Secrétaire-adjoint :	Jean-Claude LEPRUN
Secrétaire administratif :	Omar DIOP
Trésorier :	Jacques MEDUS
Trésorier p.i. :	Lucien HEBRARD

Conseil :

C. DESCAMPS, O. DIA, P. ELOUARD, H. FAURE, G. GUIEU, R. GUITAT, L. HEBRARD, J.C. LEPRUN, J. MEDUS, M. NIANG, M. SALL.

L'ASEQUA fête cette année ses dix ans d'existence, et la présidence échoit pour la première fois à un sénégalais. L'Assemblée Générale a souligné cette coïncidence, qui marque tout à la fois la vitalité et l'enracinement de l'ASEQUA.

La proposition, présentée par le précédent bureau d'une modification de l'intitulé de l'association sans changement du sigle, a été entérinée. ASEQUA signifie donc Association sénégalaise pour l'Etude du Quaternaire Africain (ancien intitulé : Association sénégalaise pour l'étude du Quaternaire de l'Ouest africain).

Pour marquer le dixième anniversaire, un éditorial va être demandé au Professeur Théodore MONOD, Président d'Honneur.

L'Assemblée Générale renouvelle au Gouvernement de la République du Sénégal et à son Président ses remerciements pour l'important soutien financier qui permet à l'ASEQUA de publier un bulletin de présentation constamment améliorée et dont l'audience est partout reconnue.

Elle émet le vœu que le nouveau bureau soit reçu en audience par le Président de la République pour l'entretien de la situation de l'Association.

Les autres questions abordées ont été :

- l'organisation d'une permanence, dans le local de l'ASEQUA, tous les mardi matin ;
- l'envoi d'une lettre de rappel personnalisée aux membres, nombreux, qui ne sont pas à jour de leur cotisation ;
- la participation de l'ASEQUA à l'exposition "le Sénégal dans la Préhistoire" qui doit s'ouvrir prochainement au Centre d'Echanges Culturels de langue Française de Dakar.

Une réunion du bureau se tiendra dans la dernière semaine de février.

A 18 h, l'ordre du jour étant épuisé, le Président lève la séance.

NOUVELLES DIVERSES

Troisième Biennale de l'AMQUA (30 Juillet - 1^{er} Août 1974)

Université du Wisconsin - Madison, Wisconsin. Thème: l'Holocène

30 juillet 1974

Matin (Session 1) : "Méthodes quantitatives de reconstitution des environnements holocènes".

Après-midi (Session 2) : "Les migrations holocènes des Ecotones".

Soir : Discussion sur : "Le développement historique de la terminologie holocène".

31 juillet 1974

Matin (Session 3) : "Le changement climatique holocène et le sol/ Association géomorphologique".

Après-midi (Session 4) : "Le changement climatique holocène et les systèmes hydrologiques (fluvial et glaciaire)".

Soir : Réunion d'affaire de l'AMQUA.

1^{er} août 1974

Matin (Session 5) : "L'interaction de l'homme et du changement d'environnement holocène".

Après-midi (Session 6) : "Les climats de l'Holocène et leur signification".

Soir : Discussion générale d'après réunion sur les excursions.

Excursions

Excursion puis conférence (28 et 29 juillet) au Wisconsin central et oriental.

Sous la direction de D. MIEKELSON et F.D. HOLE.

Parmi les thèmes, on peut signaler les lacs varvés, les relations géologie-sols-végétation dans la zone centrale de Wisconsin, l'histoire glaciaire du Centre-Est du Wisconsin, etc. Le coût estimatif de l'excursion est de 45 \$, tout compris.

Excursion post conférence (2 août) au Wisconsin du SW

Directeurs : J.C. KNOX et L.J. MAYER.

Parmi les thèmes, on retient : stratigraphie alluviale holocène, paléosols, analyses polliniques à partir de dépôts de vallée, évolution du drainage, etc... ; coût 22 \$.

X^e Congrès international des Sciences du sol

Moscou 12-20 Août 1974

Le programme scientifique du congrès comprend des thèmes liés aux différentes branches de la science du sol, physique du sol, chimie du sol, biologie du sol, minéralogie du sol ainsi que la genèse du sol, la classification et géographie, l'amélioration du sol et sa conservation.

Les thèmes choisis pour la discussion ont une grande importance théorique et pratique. Parmi eux figure la thermodynamique des phénomènes et processus du sol, les âges absolu et relatif du sol, la structure de la couverture du sol, etc.

Une attention particulière sera portée sur la question du perfectionnement des méthodes de recherche dans chaque branche de la science du sol. Un symposium spécial sera consacré aux rapports sur les cartes des sols du monde.

Toutes les correspondances concernant le congrès devront être envoyées à l'adresse suivante :

The Organizing Committee of X.th International
Congress of Soil Science
Faculty of Soil Science
Moscow State University
117234 MOSCOW, U.S.S.R.

Paleomagnetic Correlation of Late Cenozoic Sediments (Quaternary Paleomagnetism) Tokyo 26-30 October 1974

Workshop conference on : Late Cenozoic magnetostratigraphy : Comparisons with bio-, climato- and litho zones.

ORGANIZERS

Hisao Nakagawa
Institute of Geology and Paleontology
Faculty of Science, Tohoku University
Sendai, Japan

George Kukla
Lamont-Doherty Geological
Observatory
Palisades, New York 10964, U.S.A.

CORRESPONDENCE

All correspondence and requests for information concerning participation in the conference should be directed to H. Nakagawa. Correspondence dealing with presentation of contributions and abstracts, travel grants, etc., should be directed to G. Kukla.

OBJECTIVE

Paleomagnetic stratigraphy (magnetostratigraphy) of sedimentary sequences offers to serve as the framework of global unified stratigraphic subdivision, which is the all time aim of the geologic community. Many years of work still lie ahead, but the organizers feel that the time has come to :

- 1) Review the partial results in the paleomagnetic intercorrelations of regional bio-, litho- and climato-stratigraphic systems.
- 2) Tackle problems stemming from the interpretative nature of determining the polarity corresponding to the time of deposition.
- 3) Discuss the requirements for data presentation.
- 4) Discuss the effective research strategy.

Le Quaternaire : Géodynamique, Stratigraphie et Environnement

A l'occasion du IX^e Congrès International de l'INQUA (Christchurch, décembre 1973) le Comité National Français de l'INQUA a publié avec l'aide du Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.) une mise au point de travaux français récents. Un volume de 240 pages abondamment illustré et réunissant des articles synthétiques dans les chapitres portant sur :

Chapitre I : Le Plio-Villafranchien.

Chapitre II : Le Pléistocène moyen.

Chapitre III : Le Riss et le Riss-Wurm.

Chapitre IV : Le Wurm.

Chapitre V : L'évolution des versants supraforestiers de la fin du Riss-Wurm à l'époque actuelle.

Chapitre VI : Le volcanisme quaternaire en France.

Chapitre VII : Recherches sur le Quaternaire marin.

Chapitre VIII : Progrès dans les recherches sur le Quaternaire en Afrique.

Chapitre IX : Méthodes et techniques.

Cet ouvrage, comme celui publié par le Comité National français à l'occasion du Congrès INQUA de Paris en 1969, constitue un document que chaque Quaternariste doit avoir dans sa bibliothèque.

Treizièmes journées de l'Hydraulique - Paris 16-18 Septembre 1974

Organisées par la Société Hydrotechnique de France (199, rue de Grenelle, 75007 PARIS), ces journées auront lieu à la S.I.E.M., 6 rue Albert-de-Lapparent, Paris 7^{ème}.

Parmi les six questions traitées, la Question I : Fluctuations

naturelles du cycle hydrométéorologiques, dont le rapporteur général est P. ROGNON, concerne plus spécialement le Quaternaire.

Les communications suivantes y seront présentées.

1. M.A. GEYH, J. MERKT, H. J. STREIF : Reconstitutions paléoclimatiques et paléoécologiques à partir de l'étude des sédiments lacustres de l'Allemagne méridionale.
2. J.C. DUPLESSIS et M. BOULANGER : Le point actuel de la paléoclimatologie.
3. L. LLIBOUTRY : Réactions des glaciers alpins aux fluctuations du cycle hydrométéorologique.
4. C. LORIS : Informations climatologiques stockées dans les calottes polaires.
5. M. SERVANT : Les oscillations climatiques depuis 10 000 ans sur la bordure méridionale du Sahara.
6. P. DE MARTIN : Les moyens d'appréhension du passé climatique de la période historique.
7. L. DORIZE : Quelques exemples d'oscillations pluviométriques en France d'après les données météorologiques.
8. F.P. GULI : Les cycles de l'eau et de la température du milieu.
9. R.E. QUELENNEC : Variations hydro-climatiques dans le bassin du Nil.
10. J. LABEYRIE : Les techniques de datation utilisables pour les recherches paléoclimatologiques.
11. C. PONTIKIS : Deutérium dans le cycle de l'eau atmosphérique.

COLLOQUE SUR LES DESERTIFICATIONS AU SUD DU SAHARA

(Nouakchott, décembre 1973) (1)

Compte rendu par P. ELOUARD

I. Esprit et organisation du colloque

Les buts recherchés par les organisateurs du colloque peuvent se schématiser en trois propos :

- Faire dialoguer des spécialistes très divers sur un même problème, celui des désertifications, en y apportant des éclairages différents.
- Provoquer un dialogue entre scientifiques et responsables mauritaniens sur le problème de la sécheresse et de la désertification.
- Informer et faire réfléchir la fraction instruite de la population sur les ressources de leur pays et la nécessité d'une exploitation prudente de l'environnement.

Trois buts aussi divers devaient créer un certain nombre de difficultés dans le dialogue et d'inéquations dans les exposés ou les interventions. En contrepartie, cela nous a amenés à rester dans le concret et à ne pas perdre de vue les problèmes mauritaniens réels.

Les communications qui devaient être faites n'étaient nullement du style présentation d'un résultat d'une recherche. Les auteurs devaient présenter une synthèse des résultats acquis par eux et par les chercheurs de même spécialité dans le domaine des désertifications. On s'orientait un peu vers le style rapporteur mais plus large que le simple rapport des notes présentées. Un tel système présente l'avantage d'être plus synthétique

(1) Les communications faites au congrès seront publiées dans le Bulletin de l'I.F.A.N.

mais l'inconvénient d'être moins à la pointe de la recherche. D'après ce qui a été dit plus haut, on comprendra que la synthèse ait eu beaucoup plus d'importance que la connaissance des recherches de pointe.

Le colloque proprement dit a duré trois jours suivis d'une excursion dans l'Adrar mauritanien. Le premier jour a été consacré à l'évolution du climat en Mauritanie depuis l'Holocène. Le deuxième jour à la dégradation du milieu et à ses conséquences humaines. Le troisième jour était réservé aux moyens de remédier à la désertification.

2. Evolution du climat en Mauritanie depuis le Quaternaire récent

Il semble qu'une des difficultés de dialogue entre les chercheurs ce premier jour, ait résidé dans une différence d'échelle dans la considération des événements.

Géographes, historiens et géologues avaient tendance à considérer les événements sur plusieurs milliers d'années voire dizaines de milliers d'années. A cette échelle, l'existence d'oscillations climatiques paraît évidente. Il n'y a plus personne pour nier que le Sahara et sa bordure aient connu des périodes de pluviosité plus grandes et des périodes d'aridité identiques ou supérieures à l'actuelle.

A partir de là s'inscrit un double problème : ces oscillations présentent-elles un caractère cyclique et pouvons nous en établir la période ? L'époque actuelle s'inscrit-elle dans une oscillation vers l'aridité ?

La plupart des auteurs (Ph. CHAMARD, Ch. TOUPET, P. ASSEMIEN, P. ELOUARD) après avoir décrit les oscillations climatiques ont admis une tendance à l'aridité depuis le XVIII^e ou le XIX^e siècle (Ch. TOUPET, S. ROBERT, Ph. CHAMARD). P. ELOUARD voit un caractère cyclique dans les oscillations climatiques. Ce n'est qu'une hypothèse mais qui éclaire un certain nombre de données d'observations et s'inscrit dans une tendance actuelle de très nombreux chercheurs américains et européens à voir des cycles dans l'activité solaire et les phénomènes climatologiques.

Des cycles de 22 000 (21 000 ?), 3 000 (3 300 ?), 1 000 (1 100 ?) semblent se dégager des observations sédimentologiques en Mauritanie. L'hypothèse d'un cycle de 21 000 ans a été émise par ailleurs par E. BERNARD.

Dès lors, il ne paraît pas outré d'envisager des périodicités très courtes à échelle humaine. On pense à 30 et 11 ans. La périodicité de 11 ans (taches solaires) en climatologie générale connaît d'ardents promoteurs en Amérique comme en Europe et en Afrique.

Les météorologistes, les agronomes, les pédologues et les hydrologues ont étudié les phénomènes climatiques au Sahel à une toute autre échelle. Les chiffres de 30 à 50 ans paraissent des durées élevées. Il est plus difficile dès lors de déceler des périodes. Cependant la connaissance historique des sécheresses de 1913, 1943 et 1972 militerait en faveur d'une périodicité de 30 ans non perçue par les calculs des météorologistes dont le maximum de données porte sur 70 ans (J. GIRAUD). Les météorologistes n'ont pas décelé non plus de périodicité de 11 ans dans les données météorologiques de Dakar. Cela paraît un argument sérieux contre l'existence d'un cycle de 11 ans. On peut se demander cependant si le total annuel est un chiffre représentatif des phénomènes climatiques.

Les conclusions des chercheurs de l'O.R.S.T.O.M. vont vers une constatation de sécheresses exceptionnelles qui se répètent dans le temps sans que l'on sache pourquoi. L'Afrique de l'Ouest a déjà connu et connaîtra encore de telles sécheresses sans que l'on puisse prévoir leur époque de retour ni leur amplitude (P. CHAPERON). On voit là une conclusion opposée à la première envisagée. Toutefois si les pédologues et hydrologues s'appuient sur les données des météorologistes, les climatologues viennent au secours des géologues et géographes.

R. GARNIER et M. LEROUX, avec la notion d'équateur météorologique, nous font comprendre la liaison période chaude mondiale et déficit pluviométrique dans les marges intertropicales, donc dans les régions qui nous intéressent. Les périodes chaudes anciennes dans les zones extratropicales sont donc des périodes arides pour la bordure méridionale du Sahara. Malheureusement la notion de cycle climatique, n'est pas décelable actuellement par suite de l'ignorance des rythmes de l'activité solaire (M. LEROUX). Cependant nous vivons depuis 1880 et plus particulièrement 1910 une période de réchauffement des zones extratropicales qui va de pair avec un déficit de pluies et une irrégularité dans leur répartition dans la zone tropicale de l'Afrique occidentale. Une modification de cet état dans un avenir proche paraît bien improbable (M. LEROUX).

3. L'homme et le milieu

La deuxième journée est centrée sur la description de nombreuses observations relatives d'une part à la pénétration du climat et à la

désertification anthropique et d'autre part à la sécheresse 1968-72 et à ses conséquences.

Th. MONOD cite des espèces animales et végétales dont la disparition ne s'explique que par une péjoration du climat. D'autres hécatombes sont évidemment le fait de l'homme. Pour X. de PLANHOL, le déboisement au Moyen-Orient, dans des zones comparables au Sahel, est dû uniquement à l'homme et particulièrement aux sédentaires.

Les conséquences de la sécheresse sur l'environnement et la vie de l'homme sont analysées par H. POUPON, J.R. PITTE et A. Lericollais.

Dans la discussion reviennent beaucoup les deux pôles, destruction par l'homme et destruction naturelle de l'environnement, sans que l'on puisse délimiter les responsabilités de chacun. Les participants se mettent d'accord pour voir dans les marches du Sahara un milieu précaire, fragile, difficile à préserver. La mise en defens même, qui paraît à certains une solution, en permet pas à toutes les espèces végétales de se régénérer.

Une longue discussion est amorcée sur les responsabilités respectives des nomades et des sédentaires dans la destruction du milieu. Il semble qu'un équilibre à peu près satisfaisant ait été atteint jadis par les uns et les autres. Cet équilibre est rompu par les grosses concentrations urbaines et par la sédentarisation des nomades qui se comportent en nomades dans un environnement fixe.

La discussion de l'après-midi porte beaucoup plus sur les comportements humains face à la sécheresse 68-72.

4. Remèdes à l'aridification

La troisième journée est consacrée aux moyens de luttés contre l'aridification et à la recherche de ressources nouvelles.

Le problème de l'eau est examiné sous différents aspects. L'exploitation des nappes est envisagée d'abord. P. ELOUARD fait ressortir qu'il n'y a pas de l'eau douce partout et que les nappes aquifères sont à rattacher à deux types, les nappes importantes de bassins sédimentaires et les nappes d'oueds. Les premières peuvent être exploitées en grand mais une surveillance est indispensable particulièrement pour Nouakchott. Les secondes doivent être exploitées avec circonspection en leur demandant des

débits limités. Les concentrations humaines des villes risquent de leur être fatales.

M. Mohamed Lemine ould Limam, Chef du Service de l'Hydraulique fait état des recherches d'eau entreprises depuis 1968, des résultats obtenus et des espoirs.

La déminéralisation des eaux salées pourra devenir un appoint important à condition d'utiliser l'énergie solaire (J. ARNAUD). Par contre, les déceptions apportées par les recherches sur la pluie provoquée sont, une fois de plus, évoquées (J. GIRAUD).

Le projet d'utilisation de la sebkha Ndrhamcha pour récupérer des éléments rares, par concentration, établi par H. FAURE est présenté. Ce projet demande des études préliminaires.

La lutte anti-aviaire et anti-acridienne est évoquée par M. Abdillahi O/ MOHAMED SIDIYA.

H.N. Le HOUEROU présente un certain nombre de moyens pour lutter contre la réduction du couvert végétal et améliorer les ressources du milieu biotique. Pour lui, les causes les plus profondes de la réduction du couvert végétal sont anthropiques et animales. Les concentrations humaines et animales sont dangereuses.

Le problème démographique est évoqué. Il provoque de longues discussions.

Les discussions par ailleurs, montrent de la part des responsables mauritaniens un souci de rechercher des moyens concrets d'améliorer les ressources. Les chercheurs pensent qu'il n'y a pas de solution miracle mais que de petites réalisations, telles que les barrages hydro-agricoles, sont plus profitables que des grandes réalisations. L'implantation de plantes nouvelles paraît une solution. Cependant les chercheurs se sentent démunis.

Ainsi dans l'avenir, les recherches appliquées doivent être poursuivies. Cependant, la connaissance de certaines limites de nappes aquifères liée à la connaissance de l'histoire géologique du Quaternaire montre qu'il n'y a pas de recherches appliquées possibles sans recherches pures.

ORIGIN OF OCEANS : POLAR PLATE WANDERING ON EQUATORIAL BULGE ?

par H FAURE*

The origin of the mega-continental plate rifting, which gives birth to new oceans, is not yet very well understood. But new observations in Afar region (1) show all begin with a great swell of the craton, the central part of which breaks down into a graben structure. This gives an attenuated crust (2). Then a new oceanic crust appears and the sea floor spreading generates a new ocean (3).

Other global facts are clearly shown : tight relations between vertical movements and horizontal translations (4), continuity and similitude between continental swell and oceanic ridge (1).

This classical Afar model has been compared with the first steps of Atlantic ocean birth (5). All facts, geomorphologic, sedimentary, tectonic and magmatic ones, are similar in the two models, with a 100 millions years (M.Y.) shifting.

But in both cases a strange coincidence appears. The first step of the rifting and oceanisation process seems to happen when the central part of the craton, long ago in a flat polar situation, happens to come accross the equatorial bulge of the Earth.

This was the case 230 M.Y. ago for North Atlantic ; 120 M.Y. ago for Equatorial Atlantic, and 60 to 30 M.Y. ago for Gulf of Aden and Red Sea (6), (8).

*Laboratoire de Géologie du Quaternaire, C.N.R.S., 92190 - MEUDON-BELLEVUE, France.

So the new proposed explanation is as following : when a flat megaplate from a polar region comes accross the equatorial bulge of the geoid, stress appear and when they add their latitudinal effects to the one of a mantle ridge they can originate great doming, rifting and then new oceans.

These variations of curvation in the plate could also explain pression modification giving state changes and temperature elevation in upper mantle which would explain geochemical characteristics of magma and volcanism in the rift.

Association of salt layers in pre-ocean rifts would also be a logical fact, if mega-rift origin is partly around tropical part of the geoid.

This new global hypothesis on first origin of oceans is mechanically possible as calculation on membrane stresses due to the movement of the lithosphere over the surface of the non-spherical Earth are sufficient to fracture the lithosphere [9].

ORIGINE DES OCEANS :

PLAQUE POLAIRE PASSANT SUR LE RENFLEMENT EQUATORIAL ?

L'origine des rifts qui se forment dans la plaque méga-continentale et qui donnent naissance à de nouveaux océans, n'est pas encore très bien connue. Mais de nouvelles observations dans la région de l'Afar (1) montrent que tout commence par un grand bombement du craton, dont la croûte s'effondre pour donner une structure en graben. Il reste alors une croûte atténuée (2). Puis une croûte nouvelle, de type océanique, apparaît et le phénomène d'expansion du fond océanique engendre un nouvel océan (3).

D'autres faits d'intérêt global sont aussi mis en évidence : des relations étroites entre les mouvements verticaux et les translations horizontales (4), une continuité et une similitude entre le bombement continental et la ride océanique (1).

Ce modèle classique de l'Afar a été comparé avec les premières étapes de la naissance de l'Atlantique (5). Tous les faits, géomorphologiques, sédimentaires, tectoniques et magmatiques, sont semblables dans les deux modèles, avec une différence d'âge de 100 millions d'années.

Mais dans les deux cas une étrange coïncidence apparaît. Le premier terme du processus de formation d'un rift et d'un océan semble se produire lorsque la partie centrale du craton restée longtemps aplatie en position polaire arrive à passer sur le renflement équatorial de la Terre.

Ce fut le cas il y a 230 millions d'années pour l'Atlantique nord ; il y a 120 millions d'années pour l'Atlantique équatoriale, et il y a 60 à 30 millions d'années pour le golfe d'Aden et la Mer Rouge (6), (8).

Aussi une nouvelle explication (7) de ce phénomène est proposée : lorsqu'une mégaplaque aplatie venant d'une région polaire passe sur le renflement équatorial du géoïde, des tensions apparaissent dont les effets latitudinaux ajoutés à ceux d'un gonflement du manteau peuvent engendrer des phénomènes de grand bombement, de rift, et de formation d'océans nouveaux.

Ces variations de courbure de la plaque pourraient aussi expliquer la modification de pression entraînant des changements d'état et une

Fig. 1 - Position of continents in relation to the equator at different periods of time, from K.M. CREER (1973).

During Permian the north west coast of present Africa followed the equatorial line. It was the time when North Atlantic opened. During Jurassic the north coast of Guinea Gulf was over the equatorial bulge. At that period in that place a rift began to fill with continental deposits. Between these two periods, during Triassic, West Africa passed over the equatorial bulge. It was the time of "triasic distension" with abundant doleritic intrusions.

- Situation des continents par rapport à l'équateur à différentes époques, d'après K.M. CREER (1973).

On remarque que la côte nord-ouest de l'Afrique actuelle suivait sensiblement la zone équatoriale au Permien, époque où l'Atlantique nord s'ouvrait. Au Jurassique, c'était la côte nord du Golfe de Guinée qui se trouvait en position équatoriale : le rift à remplissage continental s'amorçait alors. Entre ces deux périodes, au Trias, l'Ouest Africain franchissait le bourrelet équatorial, coïncidant avec l'époque de "distension triasique" responsable de la mise en place d'abondantes intrusions doléritiques.

UPPER
CARBONIFEROUS
AND
PERMIAN

TRIASSIC

JURASSIC

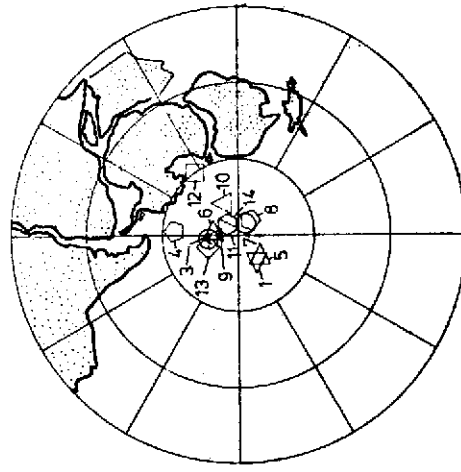
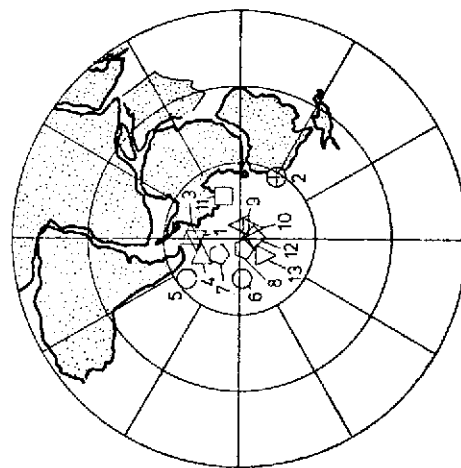
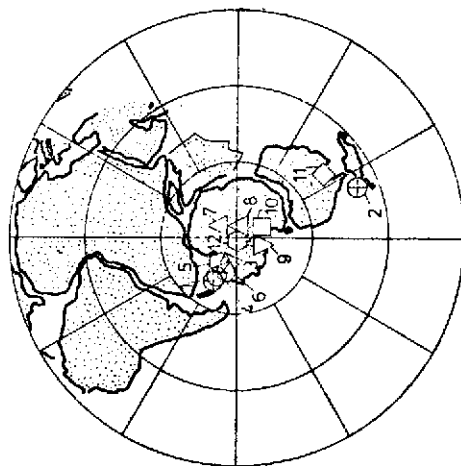
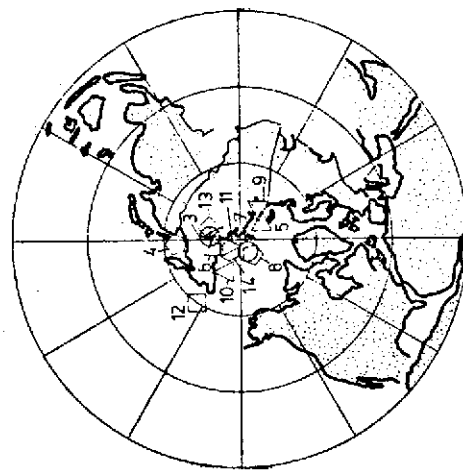


Fig.1

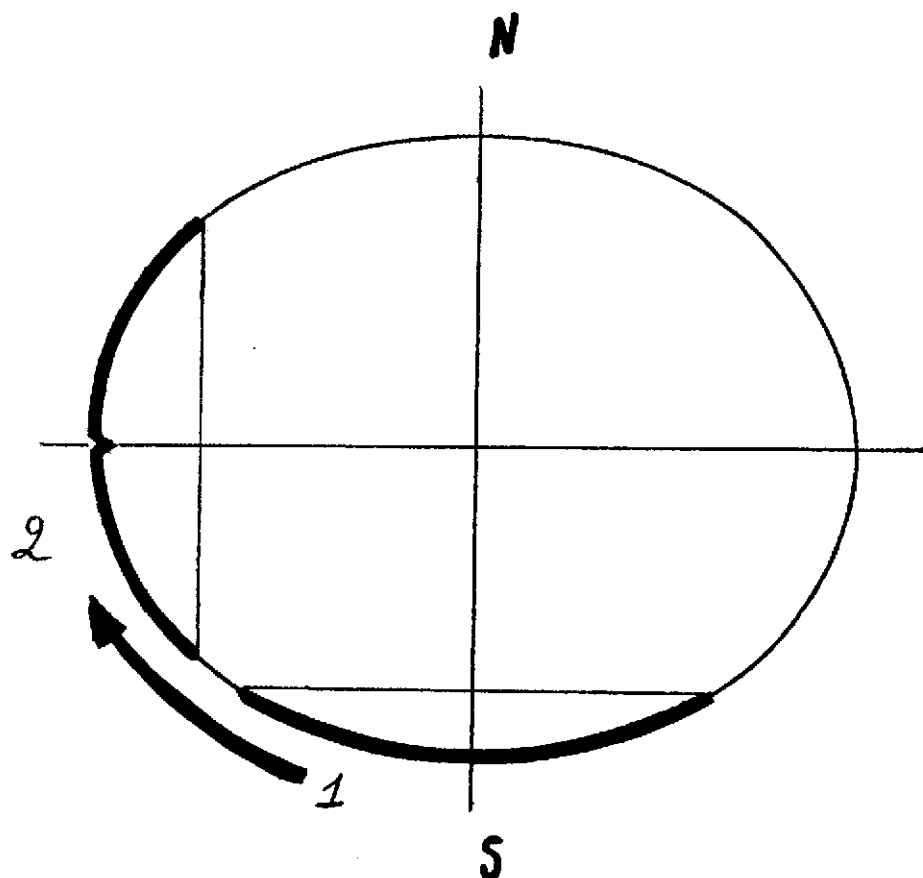


Fig. 2 - Sketch - plan showing the stress which appears when a flat megaplate from a polar region (1) comes across the equatorial bulge of the geoid (2).

The plate dimension is a quarter of the earth circumference - 10.000 km, the approximate dimension of the Gondwana continent - The difference of about 21 km between the polar and the equatorial radius reduces about 30 km the length of the arc subtense when in equatorial situation.

Schéma montrant la tension que peut provoquer l'adaptation d'une plaque venant du pôle (1) et passant à l'équateur (2).

La plaque a pour dimension le quart de la circonférence terrestre soit 10.000 km, dimension approximative du continent de Gondwana.

La différence des rayons terrestre polaire et équatorial, 21 km environ, entraîne un raccourcissement d'une trentaine de kilomètres de la corde qui soutient l'arc.

élévation de température dans le manteau supérieur - ce qui expliquerait aussi les caractéristiques géochimiques du magma et du volcanisme dans le rift.

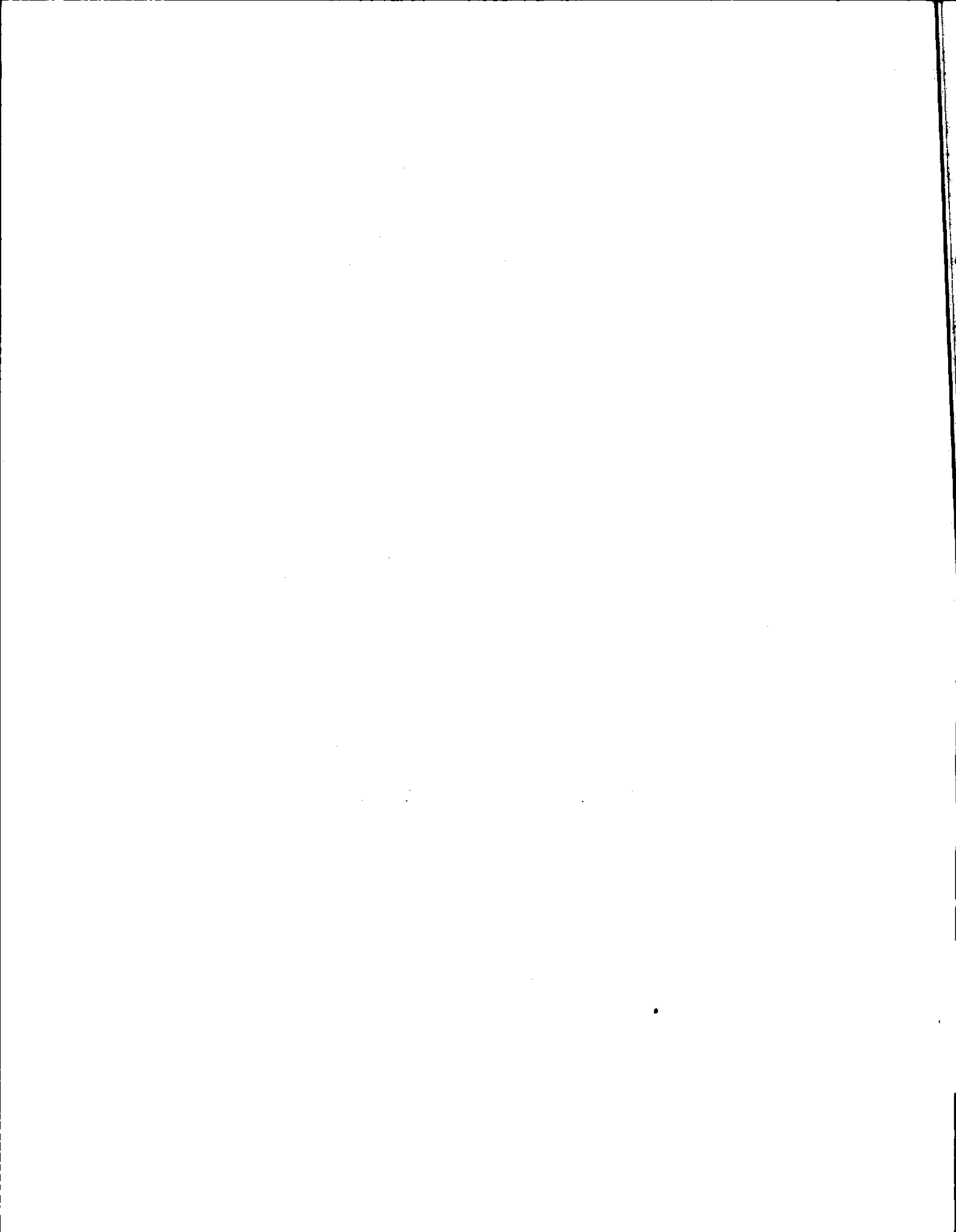
L'association des couches salifères dans des rifts pré-océans serait aussi logique, si l'origine d'un méga-rift se situe autour d'une zone tropicale du géoïde.

Cette nouvelle hypothèse globale sur l'origine première des océans est mécaniquement possible car les tensions de membrane dues à un mouvement de la lithosphère sur la surface d'une Terre non-sphérique sont suffisantes pour provoquer une fracture de la lithosphère [9].

Aknowledgement : I thank professor J. COULOMB for his most encouragine comments of this manuscript.

Remerciements : Je remercie Monsieur le Professeur J. COULOMB pour les encouragements qu'il m'a donnés et les corrections qu'il a apportées à ce manuscrit.

- [1] C.N.R.S.-C.N.R. Afar team, in *Rev. Géogr. Phys. Géol. dyn.* (2), vol. 15, fasc. 5, Paris, 1973.
- [2] R. BLACK, W.H. MORTON, J. VARET, *Nat. Phys. Sci.*, 240, 170-173 (1972).
- [3] Nombreuses références après A. WEGENER (1929) ; voir R. MESERVEY, *Paléogéogr., Paléoclimatol., Paléoécol.*, 9, 233-243 (1970) ; H. TAZIEFF, *C.R. Acad. Sci.*, 268, 2657-2660 (1968) ; F. BARBERI, S. BORSI, G. FERRARA, G. MARINELLI, R. SANTACROCE, H. TAZIEFF, J. VARET, *Journ. Geol.*, 80, 720-729 (1972), etc.
- [4] H. FAURE, in *Continental drift, sea floor spreading and plate tectonics : implication for the Earth Sciences*. D.H. TARLING et S.K. RUNCORN Ed., Academic Press, London, p. 723-725, 1973.
- [5] H. FAURE, II Congreso Latinoamericano de Geologia, Caracas (Resumenes) Caracas, Noviembre 1973, p. 15-16.
- [6] J. FRANCHETEAU, *Palcomagnetism and plate tectonics*. Ph. D. Thesis, Scripps Institution, S I O réf. 70-30, 345 p.
- [7] H. FAURE, 2nd Conference on African Geology, Addis Abeba, December 1973.
- [8] K.M. CREER, A discussion of the arrangement of Palaeomagnetic poles on the map of Pangaea for epochs in the Phanerozoic in, *Implications of Continental drift to the Earth Sciences*. TARLING et RUNCORN Ed., Acad. Press, p. 47-76, 12 fig., 10 tabl., 1973.
- [9] D.L. TURCOTTE, E.R. OXBURGH, Mid-plate tectonics, *Nature*, 244, p. 337-339 (1973).



CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DU QUATERNAIRE DU LITTORAL MAURITANIEN ENTRE NOUADHIBOU ET LE CAP TAFARIT

A partir de l'étude des minéraux lourds

par S. DUPLAIX* et L. HEBRARD**

RESUME

Les divers dépôts du Quaternaire marin ou continental sont caractérisés chacun par une association minéralogique différente, quelle que soit leur position géographique. La progression de l'amphibole commence dans les niveaux supérieurs de l'Aguerguérien et se continue à l'Ogolien.

ABSTRACT

The various of Quaternary, marin or sediments, are characterized, each, irrespective to their geographical position, by a different mineralogical association. The amphibols start at a higher level of the "Aguerguérien" and continu to the "Ogolien".

* Laboratoire de Géologie dynamique, LA 13 du C.N.R.S., Université de Paris VI, 4 place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

** Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Dakar. Laboratoire de Géologie du Quaternaire du C.N.R.S., 92 Bellevue.

Introduction

Cette étude préliminaire a pour but de préciser la stratigraphie, la sédimentologie, la paléogéographie d'une région où les formations quaternaires marines présentent une extension exceptionnelle.

La région étudiée est limitée au Sud par le parallèle 20°, au Nord par le parallèle 21° 20', marquant la frontière avec le Sahara espagnol, à l'Ouest par le méridien 18°, à l'Est par le méridien 15° (fig. 1). Cette région correspond à la feuille de Nouadhibou (Port-Etienne), 1/500 000, éditions 1965 de l'Institut géographique national (Paris).

C'est un vaste plan incliné vers le Sud-Ouest, de faible altitude, avec quelques buttes résiduelles, atteignant, au plus, 200 m d'altitude. Malgré la présence de la mer, le climat est désertique : s'il pleut encore une moyenne annuelle de 140 mm à Nouakchott, il ne pleut plus que 29 mm à Nouadhibou où les alizés NNE soufflent fort presque toute l'année.

I. Echelle stratigraphique quaternaire

A partir de la description d'affleurements, avec des critères morphologiques, lithologiques, paléontologiques, en utilisant également les résultats de sondages et de mesures géophysiques, la succession dans le temps des diverses couches géologiques quaternaires ou fini-tertiaires s'établit ainsi :

- La coupe géologique de la voie ferrée de Nouadhibou à Zouérate, entre le point kilométrique 0 et le point kilométrique 200, permet d'observer sur le socle précambrien une série sédimentaire, avec un très faible pendage vers l'Ouest, constituée à la base de dépôts continentaux tertiaires : grès kaoliniques du Continental terminal, une centaine de mètres de puissance, et ensuite des dépôts marins quaternaires : calcaires gréseux fossilifères d'El Aïouj, grès à stratifications entrecroisées de l'Aguerguer, une vingtaine de mètres de puissance.

- La coupe de l'extrémité nord de la baie d'Arguin par les collines de Tintane nous montre, en plus, entre les grès kaoliniques du Continental terminal et les calcaires gréseux fossilifères de l'Aïoujien, des grès glauconieux verdâtres du Tafarien, une trentaine de mètres de puissance.

Les affleurements du cap Tafari permettent de préciser cette coupe. Le Tafarien se présente ainsi de bas en haut :

- à la base, des grès à marmites, ferruginisés,
- au-dessus, en discontinuité, des grès friables fins verdâtres, glauconieux avec des lits interstratifiés de diatomites,
- au-dessus, en discontinuité encore, des grès à débris ligneux,
- ensuite des calcaires lités à microfaune,
- enfin, au sommet, une dalle de calcaire silicifié.

Ces coupes géologiques permettent donc d'établir une stratigraphie pour le Quaternaire marin mauritanien, du plus ancien au plus récent :

- 1 - Tafaritien (du cap Tafarit) : sable très fin à nodules calcaires, grès calcaire blanc et argile verte ou grès verts glauconieux à niveaux de diatomites. Calcaires lités à microfaune, au sommet.
- 2 - Aïoujien (du puits d'El Aïouj) : calcaire à coquilles dissoutes. Grès calcaire à *Radiorotula orbiculus*, grès à stratifications entrecroisées avec intercalations de paléosols à *Helix gruveli* et *Psammornis rostchildi* (Aguerguérien).
- 3 - Inchirien (de l'Inchiri) : lumachelles à coquilles encroûtées. Présence de madréporaire. > 30 000 ans B.P.
- 4 - Nouakchottien (de Nouakchott) : falun à coquilles souvent intactes ; terrasses à arches - 5 500 ans B.P.

Ces étages sont séparés, le plus souvent, par de profondes discontinuités d'érosion et de très légères discordances tectoniques. Ils affleurent en auréole autour de la sebkha Ndrhamcha, près de Nouakchott. L'Aïoujien s'étale largement à l'Est de Nouadhibou.

Mais les relations entre dépôts marins et formations continentales restent discutées. Dans cette région, au Tafaritien correspondrait le "haut glacis" cuirassé par des hydroxydes de fer ; l'Aïoujien serait représenté par le "moyen glacis" à croûte calcaire différenciée et l'Inchirien par le "bas glacis" à calcaire diffus. Mais des variations seraient possibles suivant les roches mères ou les roches en amont.

Pour l'Holocène, deux formations géologiques sont caractéristiques de deux périodes climatiques avant le maximum de la transgression nouakchottienne.

L'Ogolien (de l'Ogol) vers 20 000 ans avant le présent est représenté par un erg qui s'étendait sur l'Ouest de la Mauritanie et une grande partie du plateau continental exondé. Cet erg est caractéristique d'un climat désertique. Il semble que l'erg de l'Ogolien soit la reprise d'ergs plus anciens.

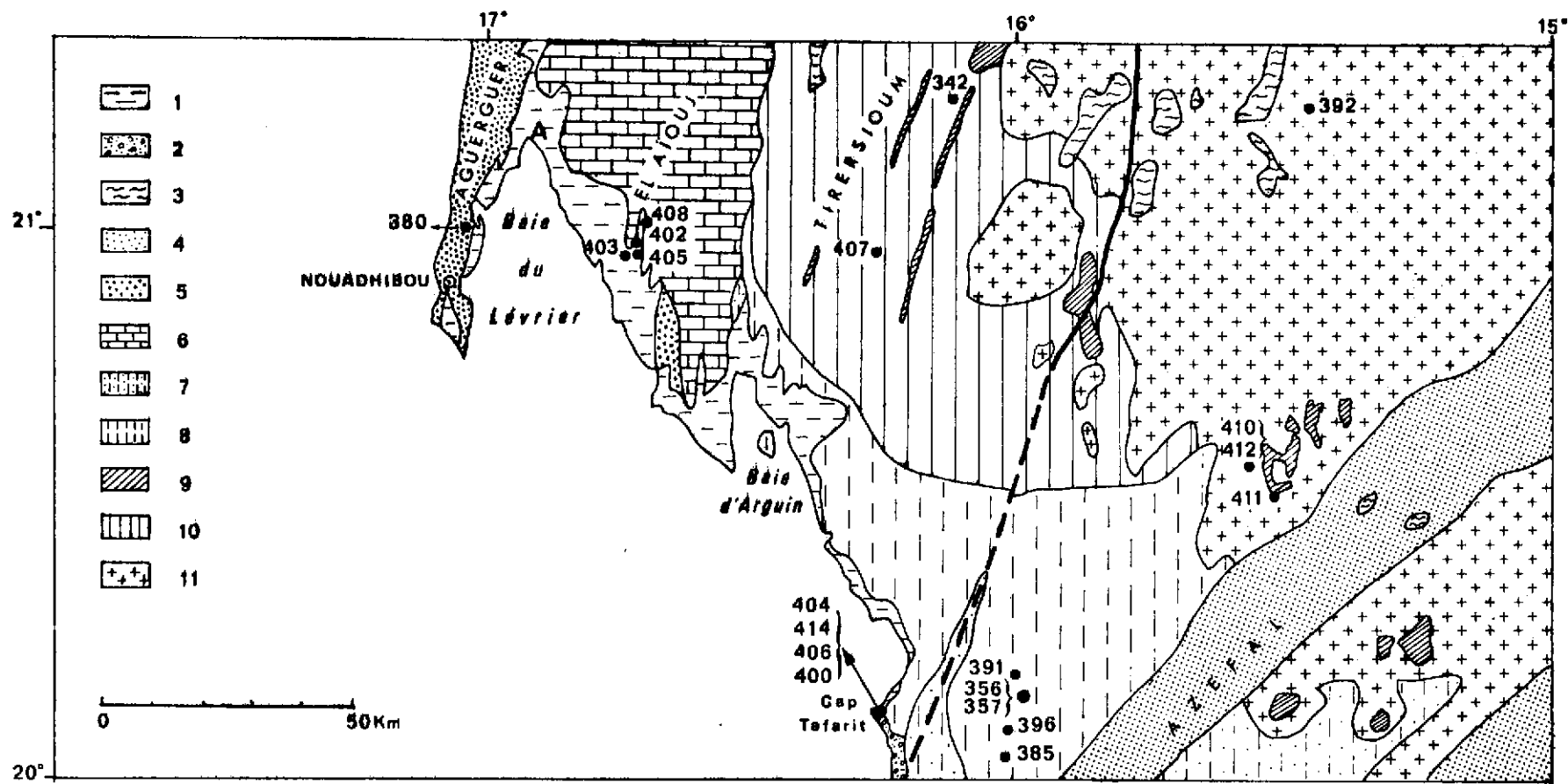
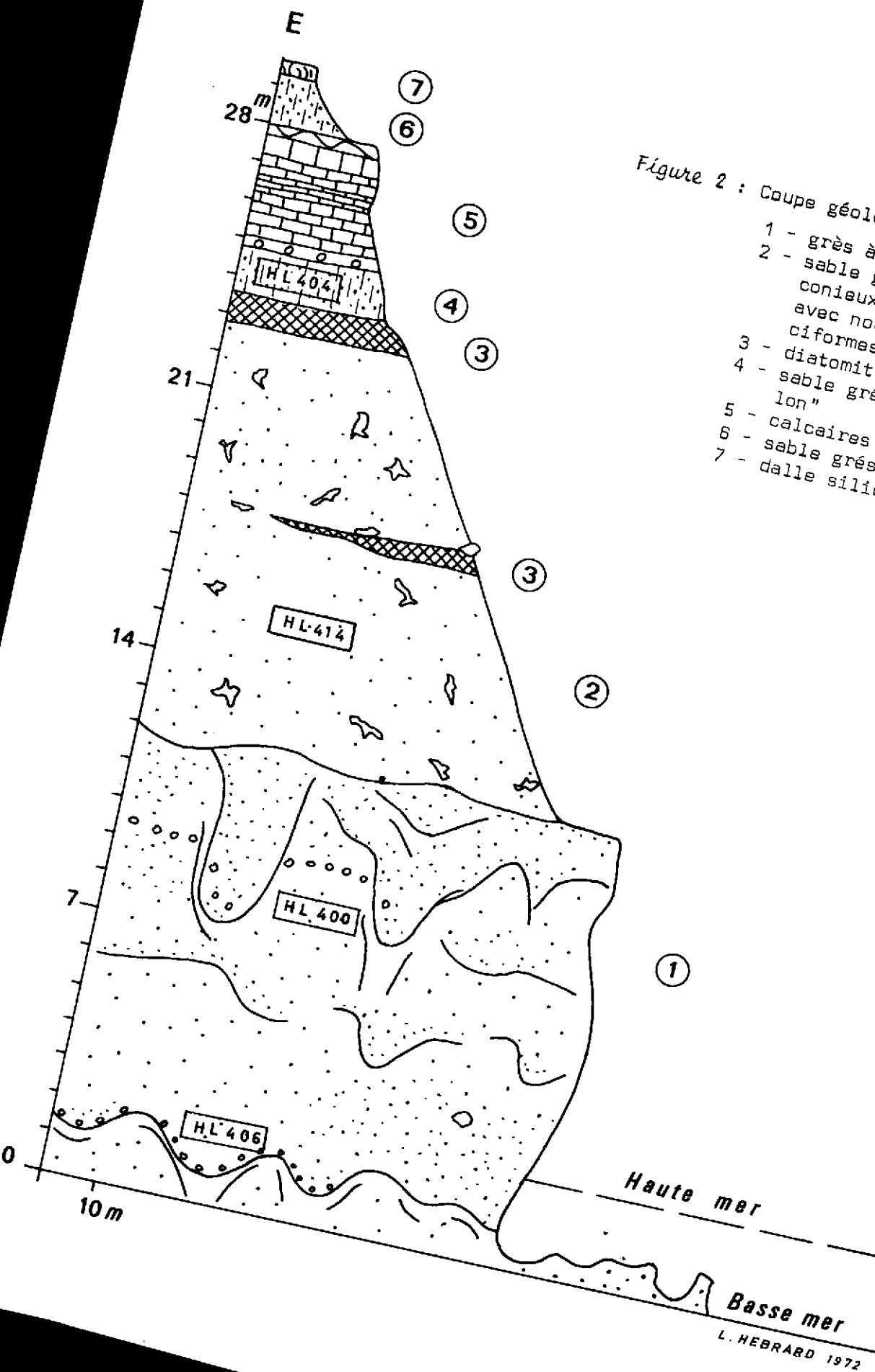


Figure 1 : Carte de la région et situation des prélèvements

L. HEBRARD 1972

Quaternaire	Holocène	Nouakchottien	1 argiles salifères 2 sables coquilliers marins (Nouakchottien ss) 3 dépôts lacustres à Diatomites (Tchadien)
	Pléistocène	Inchirien	4 sables éoliens (Ogolien)
		Aïoujien	5 grès à stratifications entrecroisées (Aguerguérien) 6 calcaire gréseux fossilifère (Aïoujien ss)
		Tafaritien	7 grès glauconieux verdâtre 8 grès à marmites ferruginisées 9 cuirasse ferrugineuse conglomératique
	Tertiaire		10 grès du Continental terminal
Socle précambrien			11 migmatites - amphibolites

Légende Figure 1



métamorphisme, staurotide, disthène, andalousite, sillimanite sont, dans cette coupe, relativement abondants.

L'arène HL 357 se différencie très nettement des grès du Cap Tafarit, tout d'abord par le grenat 13 % et par un pourcentage élevé d'épidote 61 %.

b) Aïoujien (Aguerguérien)

Tous les prélèvements de l'Aïoujien, sauf un, sont des grès à stratifications entrecroisées (Aguerguérien : faciès régressif littoral de l'Aïoujien).

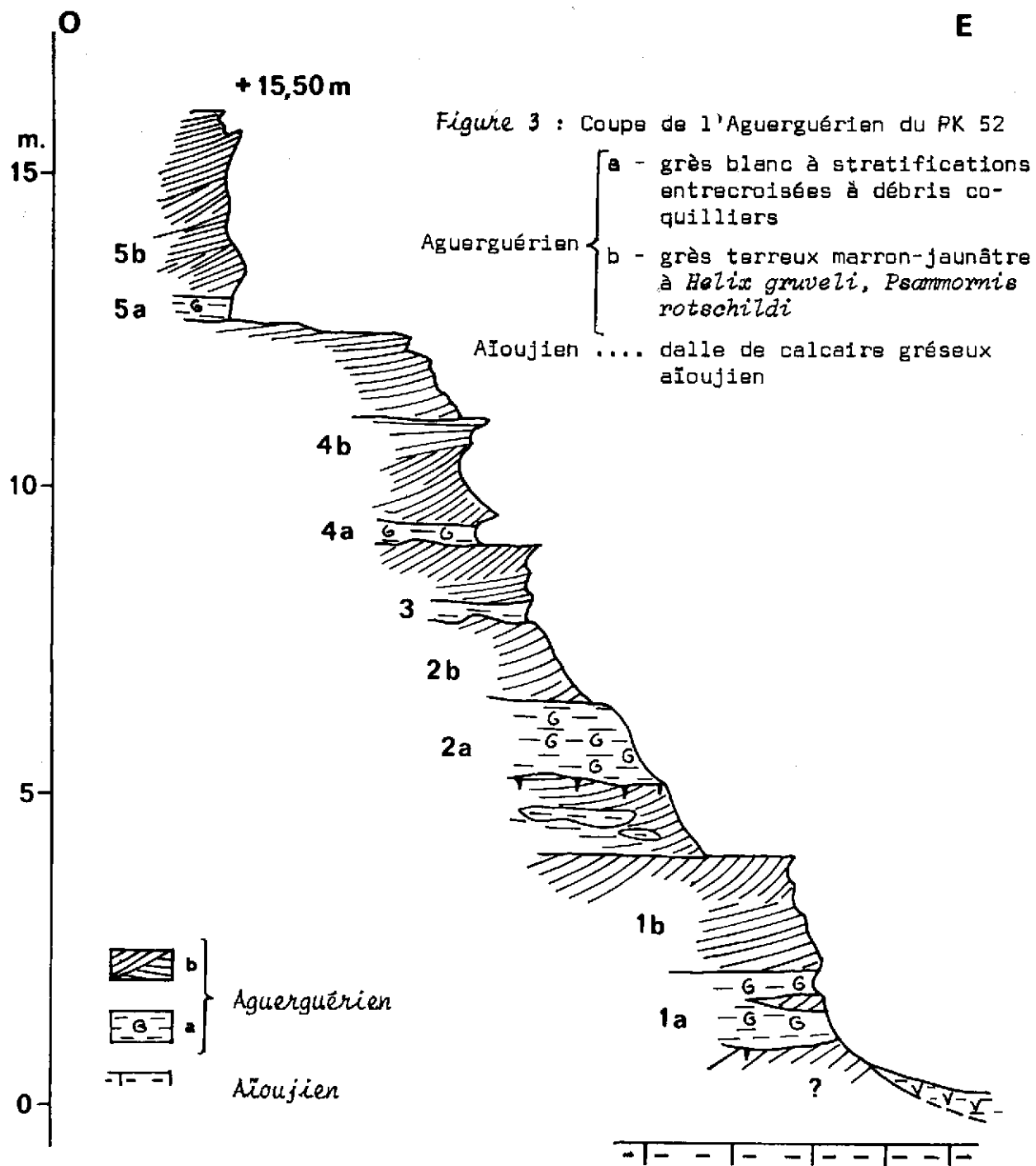
L'échantillon HL 356 est pris dans une terrasse fluviatile à 1 m au-dessus du Tafaritien HL 357. Les espèces minéralogiques y sont plutôt rares, deux minéraux caractérisent cette terrasse, l'épidote et le grenat. Sa composition minéralogique est à rapprocher de celle du Tafaritien que cette alluvion surmonte.

Les grès aguerguériens HL 380 et HL 405 ne présentent pratiquement aucune différence entre eux. Le minéral le plus abondant y est l'épidote mais accompagné de proportions non négligeables d'amphibole, de grenat, de zircon et de tourmaline.

La coupe du PK 52, aguerguérien (fig. 3) est formée d'une alternance de grès à *Helix gruveli* et de grès à stratifications entrecroisées. La composition minéralogique de cette coupe, paraît à première vue assez homogène, cependant un examen plus approfondi des résultats met en évidence un certain nombre de différences caractéristiques de chacune des formations. Dans l'ensemble il y a plus de tourmaline, de grenat, d'épidote et moins de zircon et de rutile dans les grès à stratifications entrecroisées que dans les grès terreux à *Helix gruveli*. Dans le niveau 3, qui est un paléosol, l'épidote est beaucoup plus abondante. D'autre part il y a une évolution nette de l'amphibole de la base au sommet de la coupe.

c) Inchirien-Nouakchottien

Le sol de reg HL 396 est caractérisé par le zircon, accompagné d'épidote et d'amphibole. L'arène à croûte gypso-carbonatée ne renferme pratiquement que de l'amphibole avec un peu d'épidote. Par contre, les dunes, quelle que soit leur position géographique, ne présentent entre elles aucune différence minéralogique. Il semble intéressant de retenir la présence constante de l'hypersthène et du pyroxène monoclinique et l'importance que prend l'amphibole dans l'association minéralogique.



Conclusion

Bien que le nombre d'échantillons des divers stades du Quaternaire soit assez restreint, il semble cependant possible, en ne considérant que les sédiments marins et dunaires, de caractériser chacun d'eux par sa composition minéralogique.

Au *Tafaritien*, si l'on excepte le grès à marmite plus riche en épidote, le spectre caractéristique est formé de zircon, tourmaline, minéraux titanés et minéraux de métamorphisme (staurotide, disthène, andalousite, sillimanite).

Dans les grès dunaires littoraux de l'*Aguerguérien*, ce sont l'épidote et le grenat qui sont représentatifs. La montée progressive de l'amphibole, de la base au sommet de la coupe PK 52, est à retenir. En dehors de cette coupe, les proportions pour tous les minéraux sont à peu près les mêmes que ceux de la partie supérieure de la coupe, surtout du niveau gréseux 4b.

Enfin les dunes continentales de l'Ogolien à la fin de l'*Inchirien* ont une association minéralogique composée de deux minéraux, amphibole et épidote.

Il semble bien que la progression de l'amphibole commence dans les niveaux supérieurs de l'Aguerguérien et se continue à l'Ogolien.

Tableau I. - Composition minéralogique de roches du socle et de grès Continental terminal.

Le signe + indique des pourcentages < 0,5.

		TOURMALINE	ZIRCON	GREMAT	RUITLE	ANATASE	BROOKITE	SPHENE	STAUROTIDE	DISTHENE	ANDALOUSITE	STILLMANITE	CHLORITOÏDE	EPIDOTE	AMPHIBOLE	PYROXENE MON.	HYPERSTHENE	CORINDON	MONAZITE
Gneiss	HL 410	3	13	12	+	1		2	2		1			32	31	2	1		+
Serpentine	HL 411	1	5	8					+		+			63	20		1		2
Pegmatite	HL 412		11	5	1	1		2	+		2			19	57	+	1		1
Continental terminal	HL 342	3	37	2	5			+	4	1	1			23	23	1			
	HL 407	3	48	1	3	5		1	1	1	+			23	10	1	2		1
	HL 391	9	76	2	2	5			2		+			4	+	+			+

Tableau II. - Composition minéralogique du Quaternaire
Le signe + indique des pourcentages < 0,5.

Inchirien-Nouabchoffien

Aïoujien (Aguerguérien)

Tafaricien

Coupe du PK 52 (A)

	TOURMALINE	ZIRCON	GREMAT	RTTLE	ANATASE	BROOKITE	SPHENE	STAUROTIDE	DISTHENE	ANDALOUSITE	SILLIMANITE	CHLORITOÏDE	EPIDOTE	AMPHIBOLE	PYROXENE MON.	HYPERSTHENE	CORINDON	MONAZITE
HL 406	5	26	4	11	2			4	4	3	1		38	1	1			+
HL 400	19	40		14	2			10	9	4	2		+	+	+			+
HL 414	10	52	+	19				10	5	2			2					
HL 404	26	29		8	6			2	1	17	+		10	1	+			
HL 357	1	18	13	1	1		1	+	1	2	1		61	+				
HL 356	+	2	21	+	+		1			2	+		73	1				+
HL 380	7	15	7	3	6		2	2	1	2	+		41	13				1
HL 405	6	5	9	+	1		+	1	1	4	2		57	14				+
1 a	10	32	4	6	6		1	2	2	6			28					3
1 b	25	15	8	1			1	2	+	6			39	3				
2 a	4	51	11	4	4			+	+	1			23					2
2 b	4	32	17	8	2		1	+	+	1			25	8				2
3	2	8	5	2	4		3	2	2	3			61	5				3
4 a	2	44	8	8	3		1	+	+	+			27	6	+			1
4 b	6	19	12	2	5		2	1	1	+			36	13	1		+	2
5 a	6	31	11	5	3		+	1	+	1			32	8				2
5 b	8	6	9	3	2		1	1	1	3			34	30	2			+
HL 396	1	52	5	4	3	+	1	1	+	+	1		17	11		1		3
HL 392		1	1				1						4	91	1	1		
HL 385	2	7	7	1			1	1		1			25	52	2	1		+
HL 402	+	1	4	1	1			+	+				21	53	10	7		2
HL 403	1	2	7	1	+		+			+			15	58	7	8		1
HL 408	+	1	6		+		2		+	+		+	16	61	7	6		1

Bibliographie

- DUPLAIX S. (1958). - Détermination microscopique des minéraux des sables. (2^{ème} éd.), Libr. Dunod, Paris.
- ELOUARD P. (1971). - Formations sédimentaires de Mauritanie atlantique. In Notice carte géologique de Mauritanie au 1/1 000 000, 185 p., bibl., à paraître.
- FAURE H., ELOUARD P. et HEBRARD L. (1969). - Quaternaire du littoral mauritanien entre Nouakchott et Port-Etienne. - *Ass. sénégal. Et. Quatern. Ouest afr., Bull. Liaison, Sénégal*, n° 23, p. 15-24.
- HEBRARD L. (1972). - Contribution à l'étude géologique du Quaternaire du littoral mauritanien entre Nouakchott et Nouadhibou. 18-21° latitude Nord. Lab. Géol. Fac. Sci. Dakar, 2 t., 549 p. polycopiées, 61 fig., 8 fig. h.t., bibl.

INTERET DYNAMIQUE ET PALEOGEOGRAPHIQUE DES MINERAUX LOURDS ET DES GALETS DU LITTORAL ROCHEUX DE COTE D'IVOIRE

H. PELLETIER* et R. POMEL**

Summary

On the tropical ivoirien shore the sedimentation is predominantly fine. The scarcity of rocky formations should reinforce our interest in their dynamics and paleogeography.

- THREE formations can be found in the rocky area : an old one is constituted of wide pebbles issued from the neogen surface of a dead cliff ;

a remodeled one whose pebbles present an alteration circle to each place, and are better sharpened. We can find "cuirasse" pebbles there ;

a new formation made of then pebbles in less resistant rocks.

- Old sandy beaches are richer in heavy minerals and heaviest, than nowadays beaches in fragil minerals, have distorted corteges compared to given lithologic continentales, towards the directed slights for the most active going East. Accidental mineralogic variations have dynamic causes : locally simultaneous slights ; regular variations have eustatic causes : transgressive sedimentation ; abnormal variations could have paleoclimatic causes.

*Docteur ès-Sciences, Faculté des Sciences, Laboratoire de Géologie, rue Kessler - 63000 Clermont-Ferrand - France.

**Laboratoire de Géomorphologie, Institut de Géographie Tropicale, Université d'Abidjan, et Collège Moderne I, B.P. 301 - Dabou - R.C.I.

- Today's sands of the occidental rocky shore seem to be quite autochthonous, old sand, allochthonous, guineo - liberians massifs issued, or provided by shoreland shoreling of the continental platform. In spite of the slights, once powerful, oriental shore sands can't be coming from west rocky sands : grain size bigger, not as good a selection, more important density in fragile minerals, in the East. The eburnean golf closing is the result of autochthonous materials during the ancient quaternaire, conflicting with VARLET and ARON authors' opinions but agreeing with LE BOURDIEC.

- Many issues are still unknown : paleoclimatic and recent tectonic's roles. Nevertheless, there main themes of research are being held : rocky platforms definitions ; study of rare live areas ; FRESCO and East SAN PEDRO, allocated with panamian faults ; mineralogic system extended to the whole Ivoirian sandy shore.

1. Les Méthodes

1.1. LE DOMAINE ETUDIE

Le littoral ivoirien est divisé en trois secteurs de dynamique très différente :

- du cap des Palmes à FRESCO, un secteur rocheux d'érosion ;
- de FRESCO à ABIDJAN, un secteur sableux d'ablation et de transfert ;
- d'ABIDJAN au cap des Trois Pointes, un secteur sableux d'accumulation.

Dans le secteur rocheux, le transport est piégé par une disposition en échelons.

Les effets de la houle et de ses dérives résultantes, se conjuguent à ceux de l'érosion sélective : c'est un cas d'adaptation d'une ligne de rivage à une houle oblique. En effet sur une côte attaquée par une houle sous un angle α , on appelle composante à effet d'érosion, $v \cos \alpha$ et composante à effet de transport $v \sin \alpha$. La stabilité exige donc, soit que $v \sin \alpha = 0$, et dans ce cas le transport est nul, et implique $\alpha = 0$ (loi de LEWIS), soit que $v \cos \alpha = 0$ (érosion nulle), ce qui donne $\alpha = 90^\circ$. Une plage oblique à la houle réalise rapidement les deux cas côte à côte par un tracé en escalier où les caps filo-

niens jouent le rôle d'épis.

1.2. LES ANALYSES

Les minéraux lourds sont extraits des sables, en deux fractions : de 74 à 174 microns, et de 174 à 350 microns. Séparés au bromoforme ($d = 2,88$), ils sont ensuite pesés. La magnétite, l'ilménite et la titanomagnétite sont prélevées ensuite à l'aide d'un aimant.

2. Les Résultats

Les cortèges minéralogiques comprennent 28 minéraux recensés. Les teneurs des minéraux lourds en magnétite, varient entre 5 et 90 %. Les teneurs en minéraux lourds, par rapport à l'échantillon total, varient entre 0,12 % et 86 %.

Pour les minéraux principaux on distingue : la staurotide de 1,5 à 98 %, la tourmaline de 4 à 24,5 %, la monazite de 0 à 29,5 %, le zircon de 0 à 37,5 %, la sillimanite de 1,5 à 16,5 %, l'amphibole de 1 à 69 %, l'andalousite de 0 à 13,5 % ; les minéraux secondaires rencontrés : spinelles de 0 à 2 %, grenats de 0 à 9 %, chloritoïde de 0 à 2 %, épidotes de 0 à 4,5 %, corindon de 0 à 5,5 %, zoïzite de 0 à 3,5 % ; enfin les minéraux accessoires : diallage, fibrolite, disthène, clinozoïzite, huperstène, anastase, sphène, brookite, spodumène, idocrase, rutile, apatite, et colombo-tantalite, dans des % inférieurs à 2 %.

3. Les Explications

3.1. LES EFFETS DE LA DERIVE LITTORALE

Ces variations traduisent dans le détail un fort courant de dérive d'Ouest en Est, de sorte que les minéraux du continent cheminent sur les plages. Les filons d'amphibolites alimentent des sables à amphiboles à MONDHO, à PAULI-PLAGE et à BATELEBRE I, plages situées à l'Est des caps filoniens. Les massifs granitiques situés entre KOUNOUKOU et NIEGA, alimentent des plages à tourmaline de NIEGA à SASSANDRA ; le fleuve, la Niega, qui traverse une zone de migmatites, fournit de la staurotide aux sables des plages orientales de NIEGA. Les teneurs en grenat à PAULI, LATEKO, BATELEBRE I et SASSANDRA, sont liées à des filons de pegmatite à grenat. Pour ces mêmes raisons, les

sables sont légèrement plus riches en minéraux ubiquistes après la traversée des massifs granitiques : 12 % à MONOHO mais 24 % à NIEGA ; 15 % à PAULI mais 24 % à LATEKO et 25 % à SASSANDRA.

L'étude des minéraux lourds de l'estran, montre un enrichissement net vers le haut des plages. Mais contrairement à certains auteurs, nous avons toujours rencontré des pourcentages de minéraux lourds très faibles sur les cornes des croissants et dans les bâches d'estran.

Sur les cornes, la turbulence du jet de rive est maximum, et les minéraux lourds, de faible diamètre, sont emportés malgré leur poids. Dans les creux, au contraire, le retrait moins turbulent, laisse des trainées de magnétite, la densité des particules l'emporte, et il y a dépôt.

Dans les bâches d'estran, seul un matériel très grossier et mal trié se dépose : les médianes avoisinent 1 000 μ et l'indice de mauvais triage So atteint souvent 1,70. Or il est connu que la dynamique d'un grain de zircon de 448 μ est comparable à celle d'un grain de quartz de 1 000 μ . En fait les minéraux lourds se situent surtout dans les fractions de 160 à 80 μ et sont le résultat d'une longue éluviation.

L'étude des minéraux lourds permet de préciser quelques apports alluviaux. A la passe de MONOHO, lorsque le ruisseau est barré, les sables sont grossiers, bien triés, sans argile. En surface, l'échantillon est pauvre en staurotide mais riche en amphibole : la passe est bouchée par une dérive dirigée vers l'Est, érodant les caps filoniens d'amphibolites. Une strate inférieure présente une plus grande finesse et un pourcentage notable d'argile : le ruisseau était ouvert ; une faible dérive dirigée localement vers l'Ouest, drainant un massif d'ectinite à KOUNOUKOU, alimentait les sables du bouchon en staurotide. A l'échantillon suivant les sables encore plus mal classés, riches en argile, sont riches en amphiboles : la passe du ruisseau était ouverte, et la dérive normalement dirigée vers l'Est.

Cette dynamique mise en évidence à l'aide de sables marqués - POMEL R. 1972 - est ici confirmée par l'étude des minéraux lourds. A SASSANDRA, la passe du fleuve est menacée par deux poulriers. Celui de l'Ouest, nourri par une dérive active dirigée vers l'Est, présente des sables riches en minéraux lourds érodés aux amphibolites du cap de la résidence. Le poulrier oriental alimenté par une faible dérive ne contient pas de minéraux lourds sur sa face fluviale. Il semble bien que la face maritime bénéficie du rabotage d'un delta immergé, observable sur photographies aériennes, ce qui expliquerait la richesse toute relative en monazite, zircon et disthène.

La répartition des minéraux lourds révèle cependant quelques anomalies. La teneur en sillimanite est assez constante : 12 % en moyenne.

Or les gisements alluvionnaires sont très localisés sur la coupure I.G.N. SASSANDRA 4 D. La répartition de ce minéral tend à prouver que les sables d'estran sont, en fait, constitués d'un stock homogène, dominés par la triade : amphiboles, staurotide, tourmaline, avec une part importante de sillimanite et parfois d'andalousite. Par rapport aux minéraux alluvionnaires des feuilles SASSANDRA 4 C et 4 D, l'on note l'absence quasi-totale du zircon et de l'épidote, présents dans les massifs granitiques qui dominent de KOUNOUKOU à NIEGA, et de LATEKO à SASSANDRA. L'absence d'épidote est à mettre en rapport avec l'ancienneté relative du matériel : l'épidote est un minéral fragile, et nos sables ont été remaniés. Il n'en est pas de même du zircon, qui est très résistant, aussi bien mécaniquement que chimiquement : mais ne peut cheminer très loin car sa densité est très élevée.

Le zircon a dû se concentrer dans les hautes plages lors d'une période transgressive. Actuellement, l'érosion étant faible, les plages sont alimentées par rabotage de la plateforme continentale. Les sables ne peuvent provenir du socle actuel, dont les versants raides ne libèrent que des arènes grossières : médianes = 0,63 à 0,70 mm. Les sables des plages sont, excepté dans les criques fermées, pauvres en minéraux lourds (par exemple à LEBLEKO), une granulométrie plus fine : Md. = 0,37 mm. Ces sables dérivent de sols profonds. Une humidification du climat a pu provoquer une altération des épandages dépourvus de couvert végétal, lors d'un stade régressif. Le matériel a été alors remanié par la transgression suivante, et la légère régression actuelle l'alimente en minéraux typiques des filons : amphiboles...

3.2. LA DISTINCTION DES PLAGES ACTUELLES ET DES PLAGES ANCIENNES

A ce matériel paramétamorphique, s'oppose nettement celui des formations de hautes plages. Nous en avons recensé à des altitudes variant entre 4 et 8 m : à BATELEBRE, VODIEKO, LEBLEKO, GODE, NIEGA, PEKO, DADAMIEKRO, NOUNOUKOU, DOULAYEKO, MONOGAGA et MONOHO. Les formations anciennes se caractérisent par une prépondérance des minéraux lourds résistants rares, dans les formations actuelles : monazite, zircon et à des degrés moindres : corindon, rutil, spinelle, anatase et clinozoïsite. Inversement, par la faiblesse en minéraux fragiles, comme la sillimanite et l'amphibolé, dont les formes allongées sont favorables aux longs cheminements. Les % moyens de minéraux lourds sont assez faibles pour les plages actuelles : 2,40 %, mais atteignent des proportions importantes pour les formations anciennes : 24 %. La teneur des minéraux lourds en magnétite, est encore plus à l'avantage des plages anciennes : 69 %, contre 18 %. Les teneurs en minéraux ubiquistes : 50 % pour les formations anciennes, et 20 % pour les plages actuelles ; les teneurs en minéraux paramétamorphiques : 49 % pour les plages anciennes, et 78 % pour les plages actuelles. La granulométrie permet de même d'opposer les deux formations. Mise à part la présence d'argile,

les sables des plages anciennes sont bien classés : $S_o = 1,39$ à $1,45$. Les médianes calculées sur près de 200 prélèvements, se situent entre $0,44$ et $0,55$ mm, pour la fraction sableuse, et la présence de près de 25 % de picotés-luisants dans les sables des plus hautes plages, dénote un matériel remanié sur des altérites grossières. Les % d'émoussés, (35 à 38 %), l'indice d'usure (121 à 126), sont comparables à ceux des plages actuelles, preuve qu'il s'agit bien de formations de plage.

Il semble que les formations actuelles soient nourries par le "Dunkerquien" comme sur le littoral oriental étudié par Le BOURDIEC (1958), mais à un degré moindre, car la dynamique marine est contrariée par la disposition en escaliers (cf. POMEL R. et HINSCHBERGER F. 1972). En un premier temps, les cordons dunkerquiens ont été érodés et les sables étalés sur la plateforme continentale (MARTIN J. 1973). Actuellement, l'apport sédimentaire s'effectue perpendiculairement à l'estran par simple rabotage.

La morphologie des grains confirme la distinction d'un matériel ancien à zircon - monazite - tourmaline - colombo-tantalite et andalousite, et d'un matériel récent à sillimanite - staurotide et amphiboles.

- Les monazites se montrent complètement ovoïdes, voire sphéroïdes, parfois altérées en profondeur. Les grains de tourmaline ont des angles arrondis. Les zircons sont les uns transparents, et usés, les autres semi-opaques et très altérés dans leur masse. Les andalousites sont émoussées, les colombo-tantalites arrondies ou ovoïdes, souvent polies et luisantes.

- Les grains de sillimanite se présentent toujours sous forme de microlites frais aux arêtes subémoussées. Les grenats sont souvent anfractueux ou non-usés. Les grains de disthène sont subanguleux à subémoussés. Les amphibolites sont toutes lamellaires, avec des angles légèrement arrondis.

Les sables des plages entre 4 à 6 m datent d'une phase transgressive (1). Une régression (2) précédente aurait permis l'altération de la plateforme continentale. Les sables grossiers et les minéraux lourds seraient demeurés sur les hauts de plages protégés par des caps rocheux. L'abondance de zircon et de monazite, minéraux très durs, prouve l'ancienneté des formations. Cette mer transgressive, plus active que l'actuelle, alimentait une dérive violente qui a déblayé les

(1) Transgression nouakchottienne ou flandrienne.

(2) Régression ogolienne ou préflandrienne (Néoglaciale).

libéré des chaos de boules à leur pied : la mer actuelle les lèche sans les déplacer. Mais l'existence d'un front continu de falaises est à mettre en rapport avec un stade transgressif plus ancien et plus ample, peut-être INCHIRIEN (1). Il aurait façonné des plages anciennes d'altitude comprise entre 6 et 8 m.

3.3. L'ETUDE DES GALETS

3.3.1. Etude morphométrique et typologie

L'hypothèse de deux stades transgressifs semble confirmée par l'étude des galets. Les cordons actuels sont très rares car la pédogénèse est intense. La mer nettoie les gros blocs issus des altérites cristallines, à Tabou, Bérébi, Monoho, Kounoukou ou Sassandra.

- Néanmoins à Kounoukou, de minces cordons existent, dans des gneiss, des pegmatites et des embréchites. Les galets sont peu altérés, même en surface. Leur usure est liée à leur dimension, mais elle diminue très vite lorsque la taille croît. La médiane des largeurs est de 3,6 cm ; celle des émousés de première grandeur de 370.

- Une deuxième formation existe, par exemple à la pointe Monoho, au cap Bérébi et près de Gbaoulo. Elle frange l'arrière de blocs subanguleux actuels. Son émousé de premier ordre est voisin de 460 pour les dolérites et un peu plus pour les gneiss et les embréchites. Son émousé de deuxième ordre est remarquable pour des galets de plus de 7 centimètres de longueur : 900.

Il s'agit d'un matériel remanié. En effet, l'usure de deuxième ordre semble acquise lors de la phase terminale de mise en place. Les galets présentent une auréole d'altération qui est la preuve d'une migration centrifuge des éléments les plus solubles des galets, surtout les sels de fer et de manganèse. Cette auréole a disparu à l'emplacement des arêtes. Elle est conservée sur les faces planes des galets, et le long des diaclases. Le mode discontinu de l'auréole est la preuve du remaniement récent d'un matériel ancien. Deux interprétations chronologiques sont possibles : les galets sont nouakchottiens et remaniés actuellement ; les galets sont inchiriens, altérés durant la régression ogolienne et remaniés au Nouakchottien. La rareté des formations de galets actuels est un argument en faveur de la seconde hypothèse. Les datations sur ciment calcaire, entreprises à Gif-sur-Yvette, devraient permettre de résoudre ce problème.

(1) Transgression inchirienne ou ouljienne (Interglaciaire).

- Localement enfin, des galets épars gisent sur des plateformes rocheuses, remarquablement continues entre 7 et 8 m, à Kounoukou et Monoho, ou entre 8 et 10 m à Latéko.

Les coupes, réalisées dans le manteau qui fossilise la plateforme de Latéko, ont permis la mise à jour d'une série de "vasques" comparables aux vasques de corrosion par les sels et les embruns. Les galets d'anatexite ont été retenus dans ces vasques. La médiane des largeurs avoisine 6,3 cm et l'indice d'émousé de premier ordre, 520 pour une dissymétrie faible : 510 à 540. L'usure de deuxième ordre atteint 700. Il s'agit sans aucun doute d'une usure marine. La présence d'une auréole d'altération indique un matériel ancien. Les galets sont quelquefois altérés dans la masse, les feldspaths sont transformés en kaolinite. Les quartz eux-mêmes sont oxydés suivant leurs plans de clivage. De nombreux galets sont constitués de débris de la cuirasse qui coiffe les plateaux du Continental terminal. La largeur de la plateforme en avant de la falaise morte explique la conservation de ces matériaux : un mince manteau d'épandage a fossilisé la formation. La falaise morte est elle-même fixée par une couverture végétale dense.

Il semble que ces galets soient contemporains de la falaise morte. Leurs grandes dimensions contrastent avec les formations actuelles ou remaniées. Une telle mise en place aurait pu s'accompagner d'un climat plus sec que l'actuel. L'auréole d'altération des galets serait alors due à une phase postérieure plus humide.

3.3.2. Etude pétrographique

Dans l'ensemble les dolérites et les quartz sont plus résistants que les pegmatites et les gneiss. Les galets de cuirasse sont assez rares mais semblent se comporter comme les pegmatites : l'émousé atteint 470.

La composition pétrographique des formations caillouteuses peut refléter les données géologiques locales : ainsi le pourcentage de gabbro doléritique à Monoho : 30 % ; celui de migmatites à Latéko : près de 60 % ; ou encore le pourcentage de micaschistes à Kounoukou : plus de 10 %. Mais seul le pourcentage en galets de cuirasse, est un indice d'ancienneté. Ces galets peuvent avoir été façonnés à une époque où la falaise du Continental terminal était vive. Il est aussi possible, qu'une mer transgressive ait modelé des débris d'épandage issus d'un stade régressif. Dans tous les cas, pas de galets de cuirasse à Kounoukou car la falaise est actuellement morte ; près de 3 % à Monoho, dans des formations, retouchées semble-t-il par une mer nouakchottienne ; plus de 40 % à Latéko, sur une large plateforme en avant d'une falaise qui était vive lors de la mise en place des galets.

4 - Schéma provisoire du Quaternaire sur le littoral rocheux ivoirien

4.1. LA TRANSGRESSION DE L'INCHIRIEN MOYEN

A l'avant-dernière transgression, le niveau marin est supérieur à l'actuel, d'environ trois mètres. Tout le littoral est bordé de falaises vives. Le climat plus sec que l'actuel permet la corrosion de belles plateformes entre 8 et 10 m. Une série de galets très émousés indique une pédogenèse moins intense que l'actuelle.

4.2. LA REGRESSION OGOLIENNE

Vient ensuite une régression brutale à -110 m (MARTIN 1972). Le climat plus sec, provoque un épandage sur l'actuelle plateforme continentale.

4.3. LA PERIODE PRENOUAKCHOTTIENNE

Au début de la transgression suivante, l'humidification rapide du climat, l'absence de couvert végétal, provoquent une altération rapide des épandages. Les plages anciennes à 6 - 8 m sont recouvertes de ces altérites très évoluées (cas à BATELEBRE II ou à DADAMIEKRO). Un surcreusement fluvial fait reculer le front de l'ancienne falaise en partie masquée par ces formations de pentes : ce qui explique son inadaptation au tracé du littoral actuel. Les petites lagunes dans le socle datent de cette époque (BATELEBRE I et BATELEBRE II).

4.4. LA TRANSGRESSION NOUAKCHOTTIENNE

Une transgression s'amorce alors. Elle ne semble pas dépasser 0,50 m à 1 m. La mer construit des plages en draquant la plateforme, et concentre des sables grossiers et les minéraux lourds qui ont résisté à l'altération (surtout ceux des granites : ZIRCON et MONAZITE). Dispersant les matières fines, la mer construit des plages entre 4 et 6 m. Les caps ennoyés sous les éboulis sont déblayés. Les cordons de galets sont localement remaniés : cas de MONOHO. Les blocs rocheux sont lavés. La mer utilise cette abondance de matériaux et façonne quelques encoches. Le socle est libéré de ses épandages. Un grand nombre d'organismes marins : vermetes, oursins, perforent les moindres redents rocheux, laissant des traces à moins d'un mètre au-dessus des hautes mers actuelles. Un climat plus sec que l'actuel permet le développement de plateformes de corrosion étagées sur les caps et dans les baies. La dérive violente construit alors un littoral en échelons, guidée en cela par

	NOMENCLATURE			CLIMATS	DATATIONS Fin des périodes	MORPHOGENESE	
	GLACIATIONS	EUROPE	SENEGAL-MAURITANIE-MAROC			BASSE-COTE	LITTORAL ROCHEUX
VILLAFRANCHIEN	Pliocène			Très sec	-2 500 000 ans	Surface Pliocène et Continental	
	Biber-Danau			sec sec	-1 500 000 ans	Glacis à 350 m	Glacis à 200 m sur surf. plio.gauchie
	Gunz-Danube	R +30 m		humide	-700 000 ans	Altération du glacis 350 m	Altération du glacis 200 m
PLEISTOCENE	Interglaciale (Cromérien)	T Sicilien +100 m		sec	-420 000 ans	Entailles du glacis de 350 m	Entailles du glacis de 200 m
	Mindel-Ester	R -5 m		très contrasté	-320 000 ans	Haut glacis à 300 m	Haut glacis à 100 m
	Interglaciale (Hälsenstein)	T Milazzien +50 m T Tyrrhénien 1+35		humide	-130 000 ans	Mobilisation du fer et induration	Cuirasse sur glacis 100 m du Ct.
	Riss-Saale	R -75 m		sec	-105 000 ans	Entaille du haut glacis et glacis à 200 m	Entaille du glacis 100 m
	Interglaciale (Éémien)	T Tyrrhénien 2 +15-80 m T Normannien 1 et Tyrrhénien 3	T Haut-Monastirien-Ouljien +10 m T Bas-Monastirien-Inchirien inférieur +6 à 8 m	Tropical humide	-70 000 ans	Phase d'altération du moyen glacis	Plages à 10-50 m Falaise et galets sur plateformes
	Eoglaciale du Würm-ancien	R -90 m	Inchirien moyen 0 m	Soudanien très sec	-37 500 ans	Bas glacis à 130-140 m	Bas glacis à 50 m
	Interstade de Gottweig	T Normannien 2 +3 à 5 m	T Inchirien supérieur +3 m	Tropical sec	-31 000 ans		Mise en place de galets. Hautes plages à 5-8 mètres
	Méoglaciale et Néoglaciale Würm-récant	R -80 m T Normannien 3 R -100 m	R Ogolien -110 m	Soudanien très sec (aride)	-20 000 ans	Entaille du Bas glacis	Entailles et cheneaux lagunaires
HOLOCENE	Tardiglaciaire		T Prénouakchottien	Tropical très humide	-17 000 ans	Remaniements locaux et sédimentation fine dans les plaines alluviales	Altération de la plateforme continentale
	Boréal		-1 m	Tropical humide	-5 500 ans		
	Atlantique	T Flandrien	T Nouakchottien +1 m	Tropical humide	-5 000 ans		Plages à 3-5 m Plateformes de corrosion remaniement de galets
	Sub-Boréal		+0,50 m	Tropical	-2 500 ans		Ependages
	Sub-Atlantique		0 m	Plus sec qu'actuel	-1 700 ans	Dégagement du Bas Pays	Flets à 10 m
	Actuel			Equatorial atténué Faciès littoral			

Tabl. - Hypothèses géochronologiques depuis le Villafranchien, d'après différents auteurs

les contrastes lithologiques et sans doute un réseau de failles en escaliers.

4.5. LA LEGERE REGRESSION ACTUELLE

La régression actuelle, provoque l'érosion généralisée des hautes plages. Cette période correspond à l'installation de l'homme qui ajoute aux épandages ses dépôts, souvent très épais : terre de case - faluns - canaris... L'humidification du climat contribue à la fixation des versants par la végétation. Rendus raides par deux transgressions et une régression brutale, les versants n'évoluent plus et les formations pédogologiques y sont embryonnaires. Quelques criques retiennent ce matériel pauvre en minéraux lourds. Des dérives alternées, depuis que le littoral est adapté à une houle oblique, contribuent à bien trier les sables et à leur donner un bon émoussé. Partout ailleurs, les houles peuvent raboter la plateforme continentale, et alimenter des plages en sables moyens et en minéraux paramétamorphiques.

5 - Conclusions

5.1. BILAN DE L'EROSION ET DE LA SEDIMENTATION (Cf. HINSCHBERGER et POMEL, 1973)

Si de l'Ogolien au Nouakchottien, la côte rocheuse ivoirienne a été activement érodée, actuellement l'érosion marine est faible : quelques apports de minéraux mobiles par leur forme allongée : biotite et surtout amphiboles. Le littoral rocheux, adapté à la houle, est stable ; les plages engraisent et démaigrissent selon l'incidence des houles mais sans qu'une quantité importante de sable ne migre.

Les causes sont plus générales que locales ; ce sont :

- la faiblesse du marnage de la marée (moins de 1 m) ;
- la situation de la Côte d'Ivoire en position "traînante" sur la plaque orientale de l'océan Atlantique. Les "côtes à bord traînant" (INMAN et NORDSTROM, 1971) ont un potentiel d'érosion et de dépôt faible. L'arrière-pays est peu élevé, le drainage est mûr, les estuaires peu chargés en troubles, la plateforme continentale étroite, peu favorable à la rétention de matériaux qui puissent être dragués par les houles.

Au total le littoral rocheux ivoirien, en dépit de la puissance

de la "barre", donne une impression réconfortante de stabilité.

5.2. COMPARAISON AVEC LE LITTORAL SABLEUX

Le littoral central et oriental sableux est par contre plus instable. Au cours du Quaternaire il semble que deux types de cordons aient été mis en place, colmatant le fond d'un golfe marin et obstruant un réseau de vallées fortement entaillées. On distingue des cordons blancs minces et espacés qui seraient pré-littoraux, et des cordons roux massifs, typiquement littoraux. Le colmatage du golfe est difficilement explicable par apport occidental comme le signale LE BOURDIEC P., car les cortèges minéralogiques sont différents : d'après cet auteur à l'Ouest les minéraux des formations anciennes ont une tendance ubiquiste et les cortèges sont assez pauvres, à l'Est ils sont métamorphiques et beaucoup plus riches.

Nos études minéralogiques dénotent des matériaux métamorphiques pour les plages actuelles de l'Ouest, et plutôt ubiquiste pour les plages anciennes.

En l'absence de comptages précis sur les falaises-versants du littoral occidental et sur les cordons orientaux, il nous est impossible de trancher ; d'autant que les études granulométriques confirment les hypothèses de LE BOURDIEC P.

Les sables actuels de l'Est sont plus grossiers et moins bien triés que ceux de l'Ouest. Cependant les sables anciens de l'Est ont des granulométries comparables et même des indices d'émoussé plus faibles que ceux des plages anciennes du secteur rocheux. Dans l'état actuel des recherches il ne nous est pas possible d'expliquer ces derniers faits.

5.3. INTERET DES SECTEURS ROCHEUX POUR L'ETUDE DES LITTORAUX TROPICAUX

La part d'incertitude dans nos conclusions ne doit pas masquer l'intérêt que présente le secteur rocheux pour la recherche géomorphologique tropicale. Les criques et les petites lagunes ont enregistré fidèlement la morphogenèse quaternaire. Les plateformes rocheuses ont pu être modelées sous climats plus secs. Les lagunes sont entaillées dans des épandages épais très comparable aux bas-plateaux décrits par TASTET (1970) dans la région d'Abidjan.

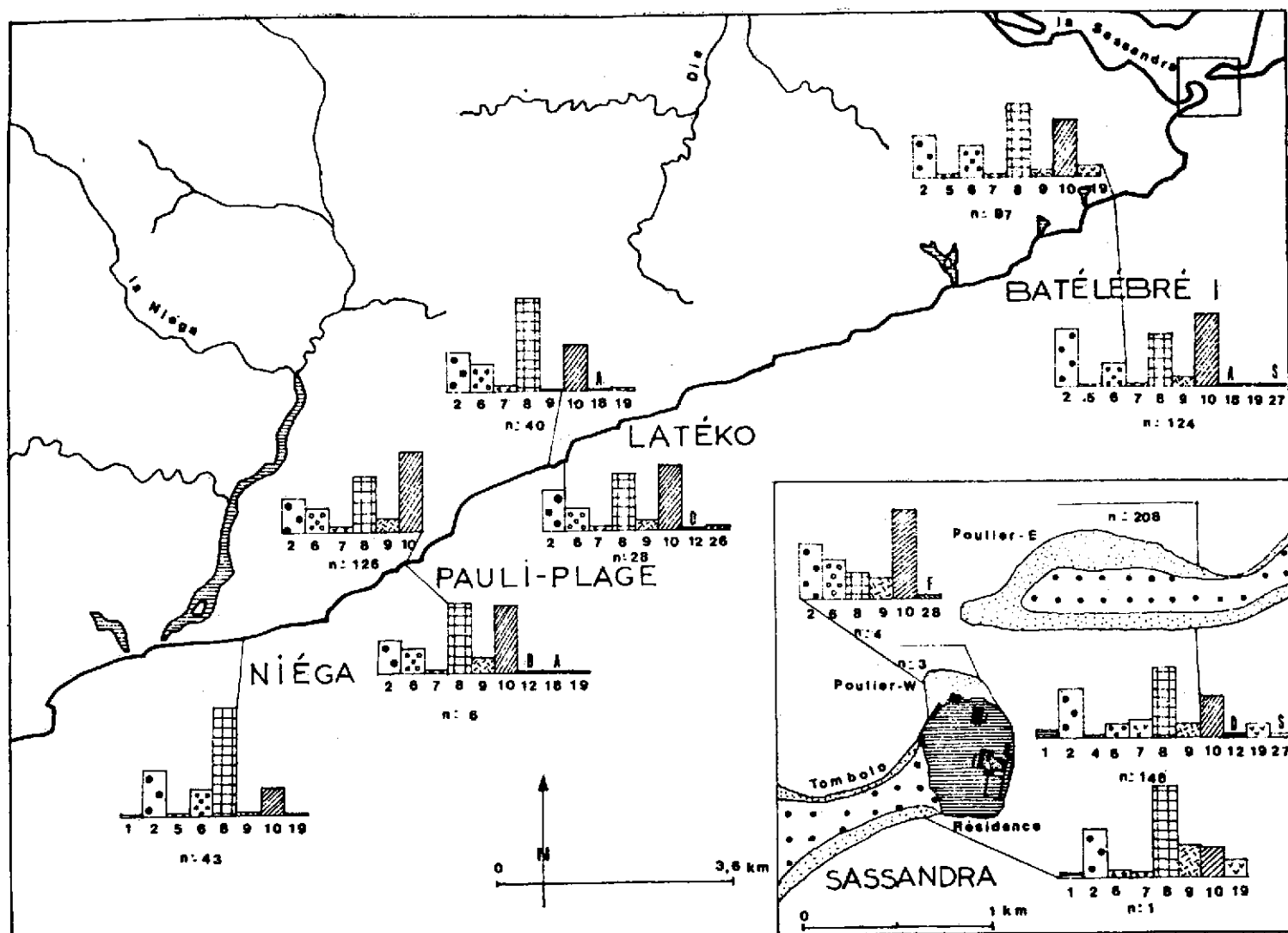
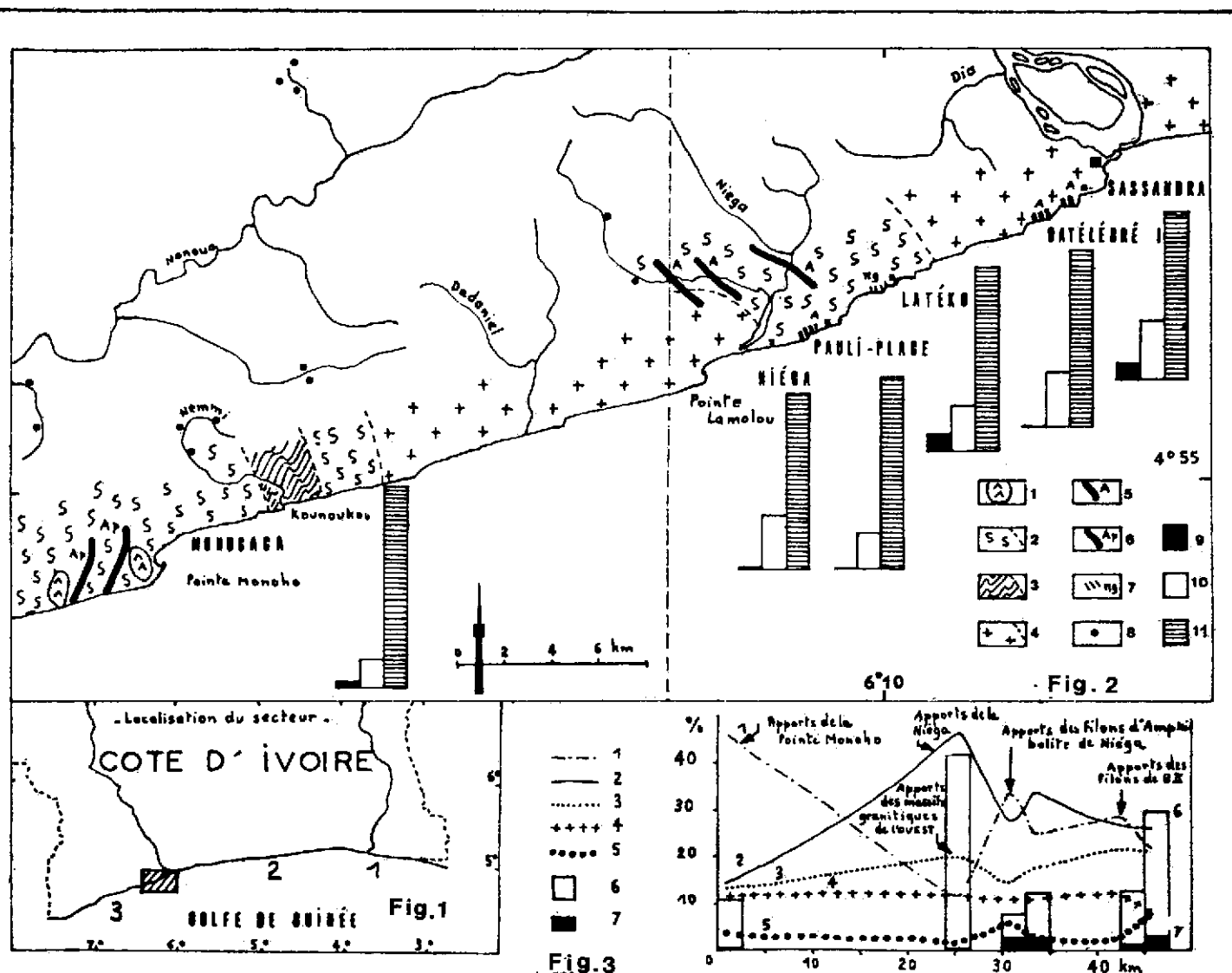


Fig. 4. - Les cortèges minéralogiques de NIEGA à l'embouchure de la SASSANDRA.

1. Zircon. 2. Tourmaline. 4. Monazite. 5. Corindon. 6. Sillimanite. 7. Grenat. 8. Staurotide. 9. Andalousite. 10. Amphiboles. 12. Disthène. 18. Zoïzite. 19. Epidotes. 26. Chloritoïte. 27. Spodumène. 28. Fibrolite.



Bibliographie

- ASSEMIEN P., FILLERON J.Ch., MARTIN L. et TASTET J.P. (1970). - Le Quaternaire de la zone littorale de Côte d'Ivoire. *Ass. sénégal. Et. Quatern. Ouest afr., Bull. Liaison, Sénégal*, n° 25, p. 1-14.
- HINSCHBERGER F. et POMEL R. (1972). - La morphologie des côtes rocheuses entre Monogaga et Sassandra (Côte d'Ivoire). *Ann. Univ. Abidjan*, série G, t. IV, p. 7-37.
- MARTIN L. et DELIBRIAS G. (1972). - Schéma des variations du niveau de la mer en Côte d'Ivoire, depuis 25 000 ans. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 274, p. 2848-2851.
- MARTIN L. (1973). - Morphologie, sédimentologie et paléogéographie du Quaternaire récent du plateau continental ivoirien. Thèse, Sciences, Paris, 340 p. polyc., 3 cartes h.t.
- POMEL R. (1972). - La côte de Krou : approche de morphologie et de sédimentologie littorale. Mémoire de Maîtrise de Géographie, Abidjan, I.G.T., 125 p.
- POMEL R. et HINSCHBERGER F. (1973). - Erosion et sédimentation littorale en Côte d'Ivoire. Rapport en vue du Congrès Int. de Géogr. de Moscou en 1976. I.G.U. Working group on shoreline Dynamics, Melbourne. Parkville, 13 p.
- TASTET J.P. (1972). - Le contexte géologique du site d'Abidjan. *Ann. Univ. Abidjan*, série G, t. III, p. 225-246.
- TASTET J.P. (1973). - Quelques considérations sur les classifications des côtes : application au littoral ivoirien. *Ann. Univ. Abidjan*, série C, Géologie.

LA RECHERCHE GEOMORPHOLOGIQUE ACTUELLE AU MAROC

par G. BEAUDET *

Le Maroc est le pays d'Afrique du Nord dont l'inventaire géomorphologique est le plus avancé. Cela tient d'abord au fait que depuis plusieurs décennies, des chercheurs ont consacré leurs études à de grands pans régionaux de ce pays si contrasté. Le pionnier en ce domaine fut J. DRESCH, qui allait par la suite animer la plupart des recherches postérieures ; sa thèse, publiée en 1941, mettait en évidence l'étagement morphogénétique du Grand Atlas de Marrakech et de ses abords. Après la guerre, ce sont les bassins continentaux de l'Est et du Sud-Est qui attirèrent les chercheurs ; la thèse de R. RAYNAL, en 1959, était consacrée au bassin de la Moulouya et mettait en évidence le rôle des épisodes froids et pluviaux quaternaires dans l'élaboration des piedmonts atlasiques ; à peu près au même moment, les travaux de F. JOLY sur les pays du Ziz (1961) aboutissaient à des résultats comparables et montraient la dégradation aride des processus morphogénétiques pluviaux vers le Sahara.

La décennie suivante vit le champ des études se déplacer vers le Nord-Ouest humide du pays, jusqu'ici négligé. Publiée en 1964, la thèse de géographie régionale de J. LE COZ proposait une description et une interprétation de la plaine de remblaiement quaternaire du Rharb. En 1968, G. MAURER décrivait les montagnes du Rif central, pays contrasté opposant chaînons et façades hyper-humides à des bassins secs. A. ANDRE donnait en 1969 une carte et une interprétation géomorphologiques des régions voisines du Haut et du Tangérois. Enfin, en 1969, G. BEAUDET consacrait sa thèse au Plateau central marocain, tentant de montrer les nuances morphogénétiques des diverses retombées de ce massif ancien.

* Université Paul Valéry, Montpellier, France.

Outre ces grosses études de géomorphologie régionale, des recherches thématiques d'une portée générale permettaient de préciser la stratigraphie et l'évolution des phénomènes quaternaires. En ce qui concerne le Quaternaire marin, G. LECOINTRE fit oeuvre de pionnier dès 1926 et poursuivit ses travaux jusqu'après 1960 ; dans le même domaine, les études géologiques et préhistoriques de P. BIBERSON permettaient la définition d'une stratigraphie sûre des épisodes transgressifs marins de la façade atlantique. Parallèlement, les recherches menées en commun par géologues et géographes, ainsi que l'activité de G. CHOUBERT et de ses collaborateurs, rendaient possible l'élaboration d'une stratigraphie célèbre du Quaternaire continental marocain (CHOUBERT G., JOLY F., GIGOUT M., MARCAIS J., MARGAT J. et RAYNAL R., 1956) qui rapportait aux pluviaux la constitution des dépôts de versants et des terrasses, et envisageait le raccord de ces formations continentales avec les épisodes régressifs marins. Plus tard, ces hypothèses devaient être nuancées, l'évolution morphogénétique quaternaire des régions marocaines si bien contrastées pouvant n'être pas synchrone (BEAUDET G., MAURER G. et RUELLAN A., 1967). Enfin, au même moment, les recherches pédologiques de A. RUELLAN (1970) débouchaient sur une interprétation géographique et chronologique des encroûtements calcaires, qui jouent un si grand rôle dans les paysages marocains.

Le bilan d'une quarantaine d'années de recherches géomorphologiques et connexes peut donc paraître satisfaisant. Il présente néanmoins d'incontestables lacunes. Tout d'abord, certaines régions demeuraient presque inconnues voici quelques années seulement, et il convenait donc d'avancer l'inventaire géomorphologique régional du Maroc. Par ailleurs, les hypothèses génétiques et stratigraphiques antérieurement élaborées, se voulant être de portée générale, étaient nécessairement schématiques, voire fausses lorsqu'elles étaient confrontées aux réalités régionales : il fallait donc s'attacher à la définition minutieuse des milieux morphogénétiques régionaux en y faisant intervenir tous les facteurs possibles (évolution paléomorphologiques, lithologie, variations paléoclimatiques, tectonique, données bioclimatiques, etc...) et en se dégageant des schémas généraux. Enfin, les études régionales antérieures, concernant des surfaces considérables, étaient forcément des "débroussaillages" recourant surtout aux méthodes classiques de la cartographie et de la stratigraphie descriptive, mais négligeant trop souvent, faute de temps et de moyens, les outils modernes de la recherche ; il convenait donc d'appliquer à de nouveaux terrains les ressources des méthodes modernes d'investigation : pétrographie fine, analyse des altérations, géochronologie, palynologie, etc...

Fort heureusement, cette nécessaire extension du champ de l'étude géomorphologique, tant du point de vue géographique que du point de vue méthodologique, est maintenant en bonne voie.

Au Nord du Maroc, J.-J. BARATHON, assistant à l'Université de Poitiers, a entrepris l'étude du Rif oriental. De l'oued Nekkour à l'Ouest, aux approches de la Moulouya, à l'Est, s'étend en effet une étonnante région,

peu connue, où des cloisons relativement peu élevées de matériel rifain charrié, ainsi que d'épais massifs volcaniques récents, séparent de vastes bassins perchés souvent peu réentaillés par les oueds. Dans deux articles récents concernant le bassin de Kbdani et une partie du bassin versant de l'oued Kert, J.-J. BARATHON met en évidence les points suivants :

- l'extension d'un aplanissement et de dépôts pontiens, succédant aux formations marines du Messinien (Miocène supérieur).
- l'existence locale, mais non généralisée, de cônes et d'épandages villafranchiens.
- l'importance dans les paysages d'un niveau d'érosion partiel post-villafranchien, datant probablement du début du Quaternaire moyen.
- localement, de moyennes et basses terrasses existent, l'une d'elle se raccordant latéralement aux dépôts marins transgressifs ouljien. Postérieurement, deux épisodes de colluvionnement ont eu lieu, ces dépôts de versants étant chacun surmontés par un encroûtement calcaire.
- les phases de tectonique récente paraissent importantes ; elles ont engendré des accidents souples du Pontien au début du Quaternaire, puis des fractures durant le Quaternaire ancien et moyen, les dernières déformations ayant pu se prolonger localement jusqu'au Quaternaire récent.

Dans le même domaine septentrional, mais cette fois à l'Est de la Moulouya, un jeune géomorphologue marocain de la Faculté des Lettres de Rabat, A. LAQUINA, entreprend depuis peu des recherches dans la partie nord-est du pays, espérant pouvoir les poursuivre dans l'Oranais voisin. Son objectif est double : reconnaître l'importance de la néotectonique dans ce secteur de petits massifs isolés mais énergiques ; étudier l'influence sur les modelés anciens et récents de la variété des conditions morphobioclimatiques qui échelonnent sur des distances relativement courtes la frange méditerranéenne encore quelque peu humide, les bassins intérieurs arides et les hautes plaines continentales à hiver froid.

La partie atlasique du Maroc fait l'objet de quatre études géomorphologiques régionales importantes, dont trois viennent maintenant à terme.

Depuis 1960, J. MARTIN, de la Faculté des Lettres de Rabat, consacre ses recherches au Moyen Atlas occidental et septentrional. Après avoir défini l'âge éogène de l'immense surface d'aplanissement qui recoupe les assises calcaréo-dolomitiques ondulées du Moyen Atlas tabulaire, J. MARTIN a montré l'importance des mouvements fini-miocènes bordiers qui donnent son élévation au Moyen-Atlas, et a découvert les remblaiements pliocènes des cuvettes du Nord-Est des Causses, jusqu'ici inconnus. De même a été

mise en évidence l'originalité de dépôts villafranchiens aux faciès très variés : épandages caillouteux, accumulations fluviales, calcaires lacustres et croûtes calcaires très épaisses. En ce qui concerne la morphogénèse post-villafranchienne, J. MARTIN tente de reconnaître l'extension respective des dépôts gélivés de la montagne, hérités des épisodes pluviaux froids, et des formations détritiques des altitudes plus faibles, probablement mises en place durant les phases interpluviales. L'étude minutieuse des glacis a démontré que systématiquement l'aplanissement latéral, sur lequel repose la couverture colluviale du glacis, avait pour niveau de base local un remblaiement alluvial linéaire le long des principaux oueds collecteurs, observation qui montre bien la complexité de l'évolution dont résultent ces formes que l'on a trop souvent considérées comme simples et monogéniques. Enfin, la contribution la plus évidente de J. MARTIN à la connaissance géomorphologique du Maroc concerne le modelé karstique ; existe là en effet une rare diversité de formes dues à la dissolution du calcaire et de la dolomie, depuis les petites dolines nivales de crêtes jusqu'aux énormes poljés-grabens du Sud-Ouest, depuis les effondrements sous-basaltiques jusqu'aux grandes dépressions fermées qui exhument le fond des bassins miocènes du Nord-Est.

Le Haut Atlas calcaire fait depuis une dizaine d'années l'objet des recherches de G. COUVREUR, de l'Université de Rennes. Cet épais massif d'assises calcaréodolomitiques jurassiques assez régulièrement plissées selon une direction WSW - ENE, duquel diverge la partie sud du Moyen Atlas, surplombe au Nord la dépression du Tadla et domine au Sud la gouttière de l'oued Dadss. L'étagement des formes, des dépôts et des processus morphogénétiques est remarquable. Au-dessus de 3 100 - 3 400 m se tient un véritable désert de gélifraction ancienne et actuelle, les sommets étant sculptés d'auges glaciaires. Plus bas, sous un couvert lâche de génévriers thurifères, les dépôts de la cryoclastie ancienne abondent encore, tandis que l'étage de moyenne montagne est caractérisé par la rareté des formations détritiques héritées, encore que de vigoureuses oppositions de versants entraînent l'apparition de fortes nuances locales. Au contact des dépressions bordières se développent d'immenses glacis de piedmont, surtout bien représentées au Sud, où ils sont magnifiquement étagés et parfois déformés.

C'est un autre piedmont qui constitue le terrain d'études de Mme F. BERAUD : le Haouz de Marrakech. L'objet de cette thèse de 3^{ème} cycle est l'élaboration d'une carte morphologique au 1/100 000 de cette belle plaine, mais les recherches maintenant terminées débouchent sur une interprétation globale du Haouz. Les immenses cônes issus du Haut Atlas, qui repoussent l'oued Tensift au pied des Jbilet, sont faits de plans étagés à l'amont se confondant à l'aval pour donner la plaine uniforme de Marrakech-Chichaoua, qui domine les terrasses du Tensift. La partie occidentale du piedmont paraît s'être continûment relevée durant le Quaternaire, permettant l'étagement de 6 niveaux de piedmont ; au contraire le secteur Est fut relativement subsident et les cônes mal distincts s'ennoient sous d'épais dépôts limoneux récents.

Le champs d'études de A. WEISROCK, assistant à l'Université de Nancy, est immédiatement voisin à l'Ouest : il s'agit de toute la partie occidentale du Maroc atlasique, du Haut Atlas au Tensift et du seuil de Chichaoua à l'Océan. A l'intérieur de ce vaste quadrilatère, trois thèmes de recherches géomorphologiques se dégagent :

- l'étude des niveaux continentaux, qui a été entreprise le long de l'oued Tensift et dans le couloir triasique d'Argana. L'étagement comporte parfois jusqu'à 7 plans de terrasses ou de glacis quaternaires dont seuls les deux plus récents ne sont pas encroûtés. Des études pétrographiques permettent de distinguer et de caractériser les nappes détritiques.
- l'étude systématique des énormes encroûtements calcaires - les plus puissants du Maroc avec ceux de la Basse-Moulouya - qui moulent interfluves et glacis-terrasses. Un problème délicat est celui qui consiste à reconnaître les déformations tectoniques des ondulations originelles de ces formations calcaires.
- l'examen des niveaux marins du littoral, dont le nombre varie sur de courtes distances. Ces recherches permettront de montrer l'inégale mobilité de la frange continentale et de préciser les relations chronologiques des dépôts marins et des formations continentales.

Enfin, deux thèses d'Etat entreprises en 1969 concernant le Maroc sud-atlasique.

A l'Est, J. RISER, de l'Institut scientifique de Rabat, consacre ses recherches au J. Sarhro et à ses retombées. Ce puissant bourrelet de terrains précambriens ne commande au Nord, au-dessus de l'oued Dadss, qu'un petit territoire ; par contre il domine au Sud un immense piedmont disséqué qui s'étale jusqu'aux hamadas sahariennes. La reconnaissance des formes structurales et des surfaces d'aplanissement étant faite, les recherches ont été polarisées sur l'étude des énormes nappes de piedmont à galets quartzitiques patinés du flanc sud ; la plus élevée, en 7^{ème} position, domine les crêtes structurales façonnées dans les assises paléozoïques et se trouve par endroits déformée. Paradoxalement, l'étagement disparaît le long de l'oued Drâ où ne subsiste plus qu'un remblaiement récent. Un autre centre d'intérêt est l'étude de l'érosion différentielle dans les granites du Sarhro ; si l'influence de la texture cristalline n'est pas douteuse - les aplites étant en saillie au-dessus des roches grenues - le rôle de la fissuration paraît déterminante, les paysages granitiques variés - coupoles, aiguilles, chicots, plaines - s'expliquant par la densité et la disposition des diaclases. L'étagement morphoclimatique hérité vient encore compliquer la compréhension de ces paysages montagnards très nuancés mais partout marqué par l'aridité.

A l'autre extrémité de l'Anti-Atlas, P. OLIVA, de la Faculté des Lettres de Rabat, étudie une région bien différente, encore que l'organisation structurale des bombements précambriens entourés d'assises

primaires soit semblable. Un premier trait est frappant : l'existence, autour des noyaux précambriens, de magnifiques replats d'érosion dominant des dépressions schisteuses tapissées de calcaires villafranchiens encroûtés, et bordées de glacis de piedmont étagés. Une chronologie fine du soulèvement récent de la chaîne et des variations paléoclimatiques est ainsi possible. L'étude du karst qui accidente les grands plateaux de calcaires cambriens conduit également à des résultats originaux puisque, bien que typiquement méditerranéen, ce karst s'est constitué sans que le gel interviene : la vitesse de dissolution des calcaires en pays méditerranéen peut ainsi être évaluée. Mais l'Anti-Atlas occidental et ses annexes doivent surtout leur originalité à l'influence atlantique qui, s'étendant sur une bande de plus de 100 km de large, permet aussi l'existence d'un paysan- nat sédentaire vivant de cultures sèches à la latitude du Grand Erg oriental ! Cette originalité se manifeste d'abord par la fréquence des beaux sols rouges méditerranéens qui feutrent de doux reliefs convexes. A plus faible altitude, la présence de solides croûtes calcaires sur les substrats lithologiques les plus variés pourrait encore s'expliquer par la proximité de l'Atlantique : des limons éoliens calcaires issus de la plateforme continentale découverte durant les régressions auraient été incorporés aux sols des dépressions relativement arides, alors qu'ils étaient lessivés sur les reliefs plus humides.

L'actuelle recherche géomorphologique au Maroc est donc active et dans quelques années la publication d'une géomorphologie régionale du Maroc sera possible. Souhaitons toutefois que la participation des chercheurs marocains à cette oeuvre se renforce.

Travaux récents concernant la géomorphologie du Maroc

- BARATHON J.J. (1972). - Sédimentation néogène, néotectonique et évolution récente du bassin de Kbdani et de ses bordures. *Rev. Géogr. Maroc*, n° 22, p. 61-73.
- BARATHON J.J. (1973). - Les grands traits de l'évolution morphologique des pays du Kert moyen et inférieur (Rif Oriental). "Etude de certains milieux du Maroc et de leur évolution récente". Trav. R.C.P. 249. Publ. C.N.R.S., p. 5-17.
- COUVREUR G. (1973). - Quelques aspects des hauts sommets du Haut Atlas central (Maroc). Trav. R.C.P. 249. Publ. C.N.R.S., p. 19-23.
- MARTIN J. (1973). - Esquisse de l'évolution géomorphologique quaternaire de la région du jbel Tichoukt (Moyen Atlas central). Trav. R.C.P. 249. Publ. C.N.R.S., p. 25-29.
- OLIVA P. (1972). - Aspects et problèmes géomorphologiques de l'Anti Atlas occidental. *Rev. Géogr. Maroc*, n° 21, p. 43-78.
- OLIVA P. (1972). - Croûtes et encroûtements sur roches non calcaires dans l'Anti Atlas occidental : hypothèses de recherche. Colloque maghrébin de Géographie (à paraître).
- OLIVA P. (1973). - Problèmes géomorphologiques dans l'Anti Atlas occidental. Trav. R.C.P. 249. Publ. C.N.R.S., p. 31-35.
- RISER J. (1971). - Le jbel Sarhro et sa retombée saharienne, présentation géomorphologique. *Rev. Géogr. Maroc*, n° 19, p. 97-110.
- RISER J. (1972). - Le système de glacis de l'oued Aoudraz ; un exemple d'étagement complet de glacis du Pléistocène. Colloque maghrébin de Géographie (à paraître).
- RISER J. (1973). - Les niveaux à galets d'El Bour (versant S du jbel Sarhro) et leur enseignement morphologique. Trav. R.C.P. 249, Publ. C.N.R.S., p. 39-40.

WEISROCK A. (1972). - Introduction à l'étude du Pléistocène dans la région du moyen Tensift (SW du Maroc). Colloque maghrébin de Géographie (à paraître).

WEISROCK A. (1973). - Note sur les glacis et terrasses d'Argane (Haut Atlas occidental). Trav. R.C.P. 249, Publ. C.N.R.S., p. 41-58.

DONNEES SUR L'EDIFICATION DE L'AMAS COQUILLIER DE DIORON BOUMAK (SENEGAL)

C. DESCAMPS* G. THILMANS* et Y. THOMMERET**

Résumé

Situé dans le delta du Saloum, l'amas coquillier de Diron Boumak forme une île artificielle d'une dizaine d'hectares où une espèce, *Arca senilis*, domine largement.

Les datations au radiocarbone, corroborées par certains textes anciens et l'étude biométrique des coquilles, montrent qu'un secteur de l'île qui atteint plus de 10 m d'épaisseur s'est édifié en moins de 500 ans, entre les VIII^e et XIII^e siècles de notre ère.

A partir du XI^e siècle le ramassage s'intensifie mais n'entrave pas le développement de la population d'*Arca senilis*, et l'arrêt de l'édification de l'île n'est pas consécutif à une surexploitation.

Une modification des conditions écologiques, provoquant un développement de la mangrove, est décelable à une époque récente, mais ne semble pas être à l'origine de cet arrêt, plutôt imputable à l'arrivée de nouveaux groupes humains (XV-XVI^e siècle).

* I.F.A.N., B.P. 206, DAKAR (Sénégal).

** Centre Scientifique de Monaco, Avenue Saint-Martin, MONACO.

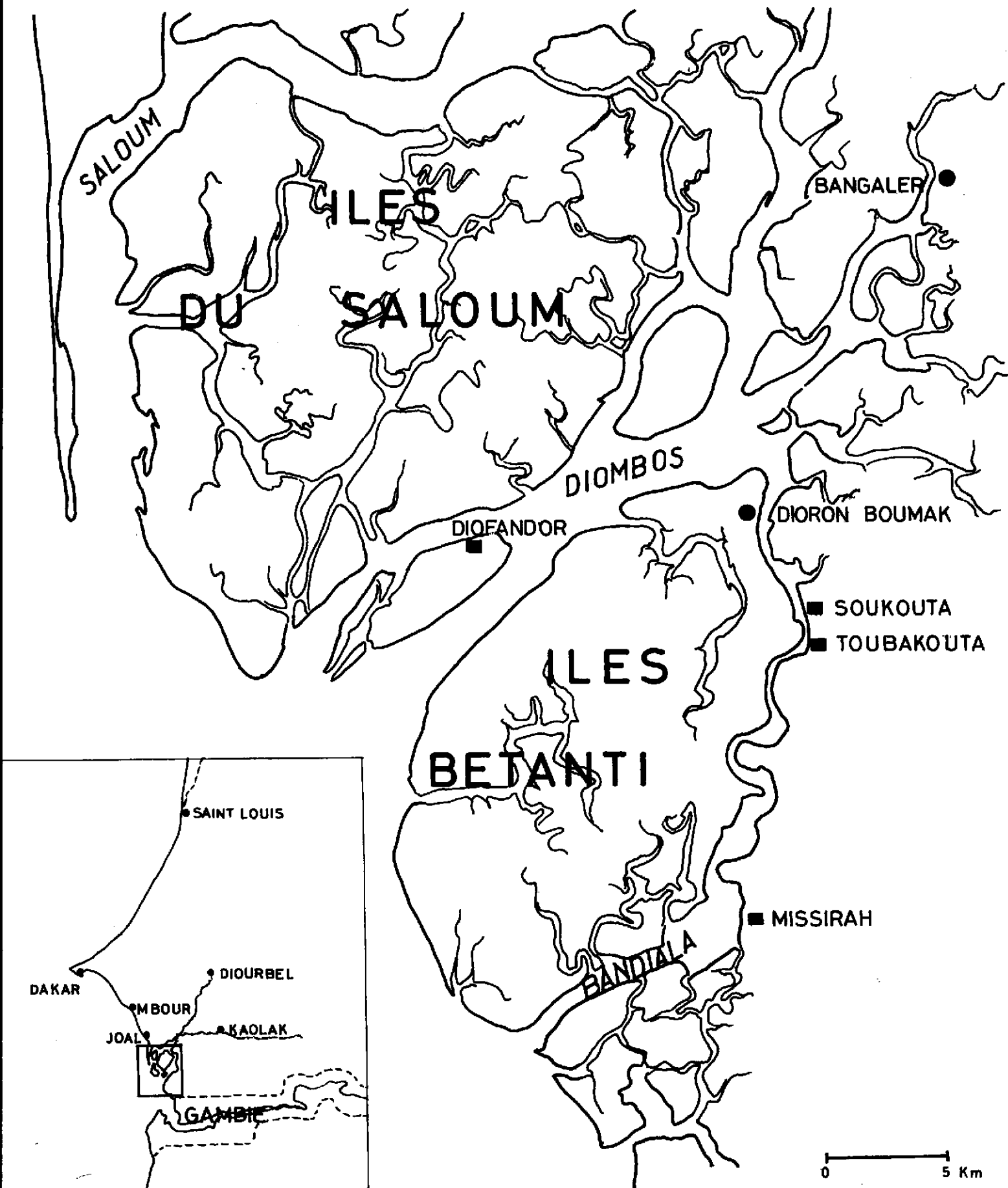


Fig. 1

I. Le site

Dans les deltas du Sénégal et de la Casamance, de nombreux amas coquilliers jalonnent les littoraux successifs. Certains d'entre eux seraient néolithiques, d'autres protohistoriques (A. RAVISE, 1970, p. 97-102 ; O. LINARES DE SAPIR, 1971, p. 50 ; C.A. DIOP, 1971, p. 457 et 1972, p. 687). Dans le delta du Saloum, ces amas, également nombreux, semblent tous protohistoriques. Il existe cependant des affinités entre la céramique de ces derniers et les tessons de certains kjökkenmöddings des deux autres deltas.

Sur la rive ouest du Bandiala, bras méridional du delta du Saloum, à 6 km au NNW de Toubakouta, l'île de Dioron Boumak constitue un de ces amas, remarquable par ses dimensions (fig. 1). De forme vaguement rectangulaire, elle atteint 400 m du N au S et 250 m d'E en W. Le marigot de Guira la limite vers le Nord et le Bandiala vers l'Est, les deux autres côtés étant bordés par la mangrove. La rive du Bandiala constitue en partie une falaise atteignant près de 12 m en son point culminant (fig. 2). Vers l'Ouest au contraire, la hauteur diminue progressivement jusqu'au niveau de la mer.

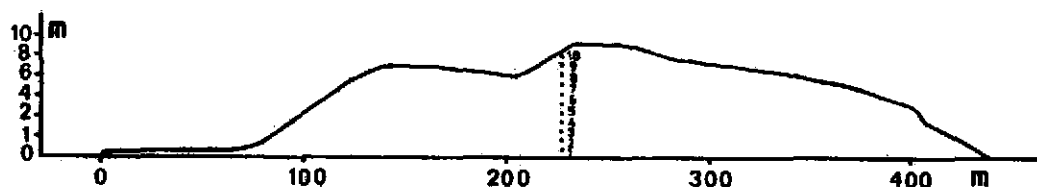


Fig. 2 - Profil de l'île de Dioron Boumak, vue de l'Est (relevé M. ALLEAU). Les points numérotés indiquent l'emplacement des prélèvements.

Un nombre élevé de tumulus, également formés de coquilles, couvre la surface de l'île ; 125 ont été recensés mais le nombre initial devait être voisin de 150, la partie nord de l'île ayant été bouleversée par l'exploitation des coquilles. Quelques-uns de ces tumulus ont été fouillés (1).

(1) Deux petits tumulus furent sondés par R. MAUNY (1961, p. 161) en 1956. Ils livrèrent respectivement 1 et 3 squelettes. Trois tumulus moyens, fouillés en 1971-73, contenaient 40, 41 et 68 squelettes (C. DESCAMPS et G. THILMANS, à paraître).

Ils renfermaient un nombre variable de squelettes. On peut estimer que la totalité des individus inhumés dans les tumulus de cette île devait atteindre plusieurs milliers. Certains d'entre eux sont accompagnés d'objets de parure, d'armes et de poteries cultuelles.

Le mérite d'avoir signalé la nature artificielle de cette énorme accumulation de coquilles revient à J. De SAINT-SEINE (1939) qui écrivait à Th. MONOD dans une lettre enthousiaste : "...Mais tous les coquillages qui la recouvrent sont des débris de cuisine. M. l'Administrateur LAFONT a employé le terme de faluns pour désigner de nombreuses îles similaires (1). C'est à mon avis une grave faute. Je mets au défi qui que ce soit d'extraire 1 m³ de ces coquillages sans qu'il soit possible d'y trouver 10 débris de poterie". Après une visite sur les lieux, Th. MONOD (1939) devait entériner ces observations. Actuellement, la nature artificielle de l'île est admise par tous.

La majorité des coquilles constituant Dioron Boumak appartient à l'espèce *Arca senilis* (arche en français ou pagne en wolof). Dans un des tumulus fouillés, voisin du bord de la falaise, les coquilles n'appartenant pas à cette espèce furent récoltées. L'ensemble ne pesait que 14 kg et n'entraînait donc pondéralement que pour une infime partie dans la masse de celui-ci. Dans un autre tumulus, éloigné du précédent et se situant cette fois dans la partie NW de l'île, fut cependant trouvée une importance quantitative de *Gryphea gasar* (huître de palétuviers) et de *Tagelus angulatus* (lamellibranche de milieu lagunaire ou estuarien). Dans la falaise Est, on aperçoit quelques lentilles -d'ailleurs très localisées- de *Tagelus angulatus* et de *Conus papilionaceus*.

Arca senilis, lamellibranche comestible à coquille équivalve aux côtes rayonnantes, se rencontre sur la côte occidentale d'Afrique, du Rio de Oro à l'Angola (M. NICKLES, 1950, p. 166-167). L'arche vit enterrée mais subaffleurante dans les eaux ayant une certaine agitation permettant un renouvellement important de particules alimentaires. Les principaux facteurs contrôlant la distribution de l'espèce semblent être l'agitation de l'eau et la nature du sédiment, la profondeur, la salinité. Certains mollusques, une raie (*Trygon margarita*) et l'homme sont les prédateurs (P. ELOUARD, 1973 ; V. YOLOYE, 1974).

(1) Allusion à un article de cet auteur (F. LAFONT, 1938, p. 407). La critique est d'ailleurs formelle, ce dernier concluant : "Bon gré, mal gré, il faut donc admettre l'origine humaine des faluns".

2. Données de chronologie absolue

Plusieurs datations au C¹⁴, sur lesquelles nous reviendrons, ont été effectuées sur du matériel provenant de tumulus situés sur la surface de l'île. Elles se situent entre les XI^e et XIV^e siècles de notre ère. Comme d'autre part un bracelet de cuivre avait été recueilli en place vers la base de la falaise (R. De SAINT-VAST, comm. orale), la totalité de la partie émergée paraissait d'âge protohistorique. En vue de vérifier cette hypothèse et de déterminer la vitesse d'accumulation des dépôts, une série de datations a été effectuée par le Centre Scientifique de Monaco.

Nous avons déjà signalé que le bord oriental de l'île est entaillé par une falaise suploombant d'une douzaine de mètres le niveau de la mer, et que mises à part quelques lentilles de *Tagelus* et de *Conus*, cette falaise est presque entièrement constituée d'arches. De nombreux tessons ainsi que des passages cendreaux se retrouvent à tous les niveaux. Des prélèvements furent effectués sur une verticale située un peu au Sud du point culminant. De sa base vers son sommet (qui atteint en cet endroit 10,50 m de haut), la falaise débute par un à-pic de 2 m, se poursuit par une pente de 40° environ et rejoint la surface selon un nouvel à-pic de 1,50 m (fig. 3).

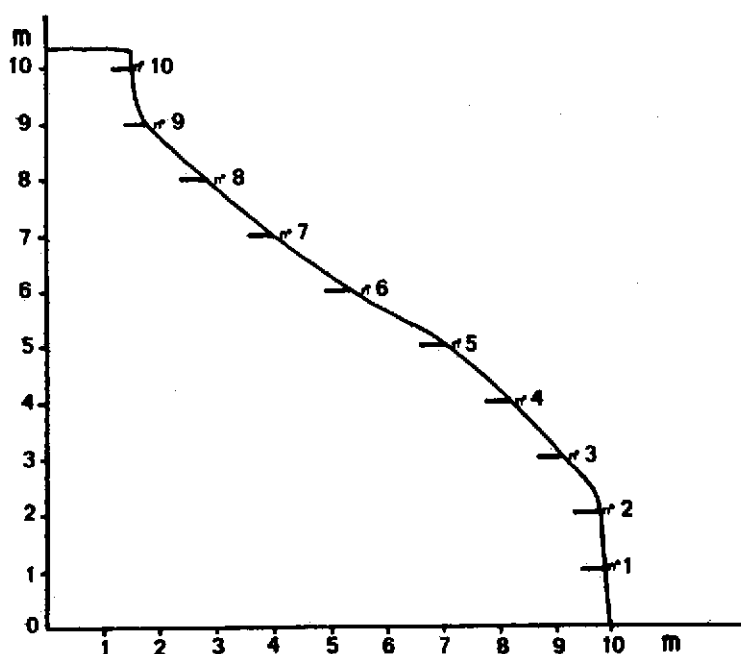


Fig. 3 - Profil de la falaise à l'endroit des prélèvements.

Après ravivage, dix échantillons, numérotés de 1 à 10, furent prélevés. Le premier d'entre eux se situe à 1 m au-dessus du niveau des moyennes-eaux, les neuf autres sont séparés les uns des autres par 1 m de hauteur en projection verticale. Les datations, effectuées sur les coquilles d'arches, sont les suivantes (les âges sont calculés avec la période conventionnelle du C₁₄ : 5570 ans) :

N° prélèv.	Réf.	$\delta^{14}\text{C} \text{ ‰}$	Age B.P.	Age ap. J.C.	Age (ap.J.C.) corrigé *
1.	MC-581	-179±8	1580±80	370	790
2.	MC-582	-164±8	1440±80	510	930
3.	MC-583	-155±8	1350±80	600	1020
4.	MC-584	-159±8	1390±80	560	980
5.	MC-585	-146±8	1270±80	680	1100
6.	MC-586	-135±8	1165±80	785	1205
7.	MC-587	-140±8	1210±80	740	1160
8.	MC-588	-134±8	1160±80	790	1210
9.	MC-589	-138±8	1190±80	760	1180
10.	MC-590	-132±8	1140±80	810	1230

Trois constatations se dégagent de ces résultats :

- la totalité de la partie émergée de l'île est d'âge protohistorique
- la durée d'édification de cette partie atteint un demi-millénaire
- la régression des datations par rapport aux niveaux d'échantillonnage n'est pas linéaire : une première phase d'édification (1 à 3 m) est suivie d'une phase d'accélération (Fig. 4).

Ajoutons qu'il est probable que des dates un peu plus récentes puissent être obtenues, le dépôt s'étant effectué "en écailles", les portions déclives d'un tas devenu trop élevé étant remblayées à leur tour. L'arrêt de l'édification doit cependant remonter à plusieurs siècles.

* Les coquilles marines ne vivant pas en milieu aérien fixent leur C₁₄ dans la proportion où elles le trouvent dans leur milieu. La formule appliquée est celle de BROECKER (Le $\delta^{13}\text{C}$ est supposé égal à 2 ‰). Cette correction a également été appliquée par I. OLSSON dans la datation des amas coquilliers de Basse Côte d'Ivoire. Elle entraîne un rajeunissement des résultats bruts qui peut atteindre plusieurs siècles. Comme le fait observer R. MAUNY (1973, p. 210) il importe de s'en souvenir lors des comparaisons avec les dates (non corrigées) relatives aux coquillages des deltas du Sénégal et de la Casamance.

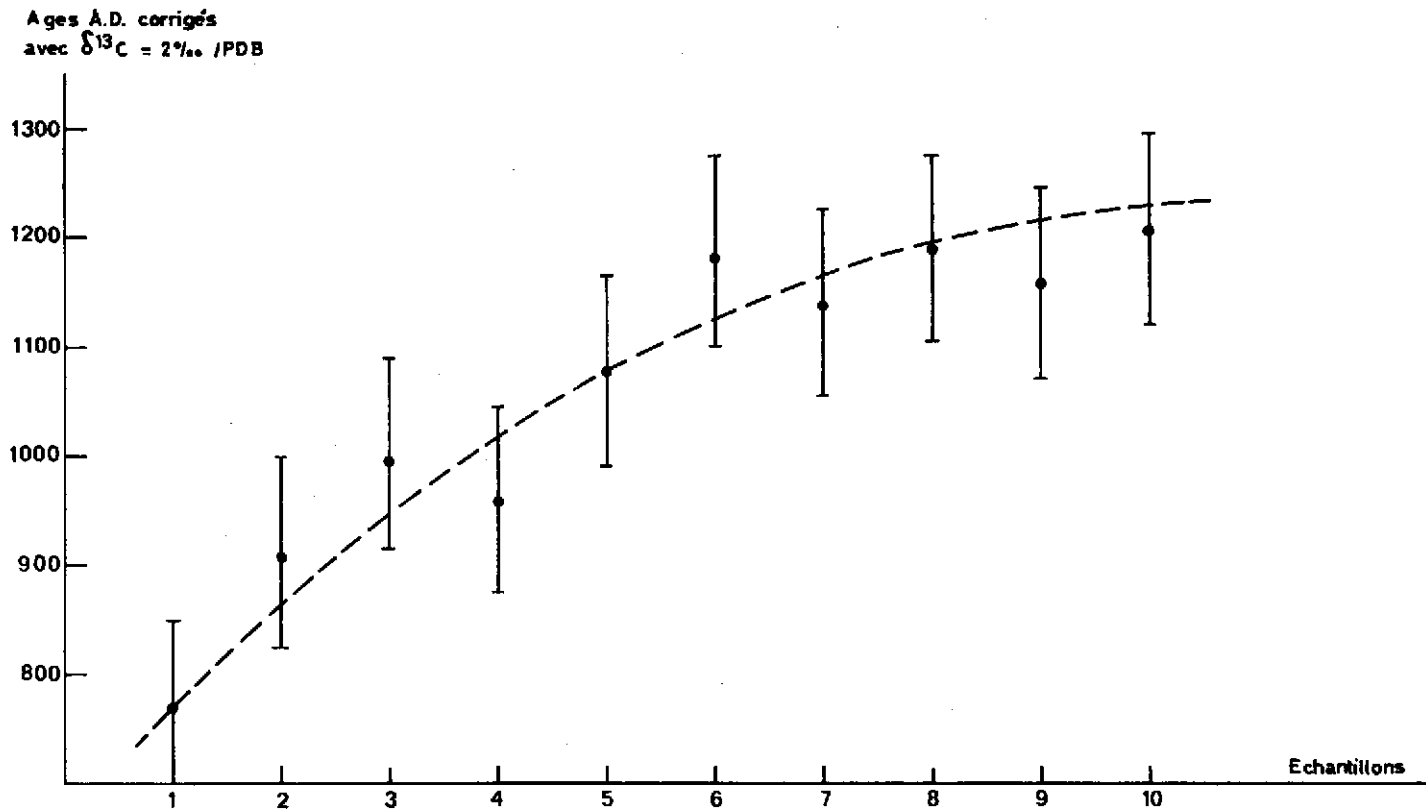


Fig. 4 - Graphique des âges absolus en fonction de la hauteur de prélèvement des échantillons.

En dehors de cette série, d'autres datations sont connues, soit pour Dioron Boumak, soit pour un autre amas coquillier du Saloum.

En ce qui concerne les premières, elles ont été faites à Dakar et à Gif-sur-Yvette à partir d'ossements, de charbons ou d'otolithes recueillis lors de la fouille archéologique de deux des tumulus qui s'élèvent sur la surface de l'île. Un de ceux-ci (A) était peu éloigné du bord de la falaise ; le second (C) se situait au contraire dans la partie NW. En outre, deux autres datations ont été obtenues à partir d'un sondage de surface dans le secteur SW, le seul où l'on ne trouve pas de tumulus. La plupart des résultats se situent entre les XI^e et XIV^e siècles et leur totalité entre les VIII^e et XVIII^e siècles. Cette dernière date, en inversion chronologique, doit probablement être rejetée. Elle concerne d'ailleurs une partie basse de l'île, et nous l'avons vu, dépourvue de tumulus.

Par ailleurs, quatre datations ont été effectuées à Lyon, à la demande de P. ELOUARD, sur des coquilles d'arches et d'huîtres provenant de l'amas de Bangalèr, situé à 15 km au NNE de Dioron Boumak. Ce kjökkenmøding est de vastes dimensions (plusieurs centaines de mètres de long) et atteint 6 m en son point culminant. Il est également constitué d'*Arca senilis* mais avec des intercalations de couches de *Gryphea gasar* qui, en certains endroits, ont près de 2 m de puissance. Les tessons de poterie sont du même type que ceux de Dioron Boumak. En faisant intervenir la correction de Broecker, les datations de cet amas concordent avec les nôtres (P. ELOUARD, comm. pers.).

L'ensemble de ces résultats est rassemblé dans le tableau suivant :

DIORON BOUMAK		âge Ap. J.C.	âge Ap. J.C. corrigé*
<i>Tumulus A</i> (près de la falaise Est)			
DaK-77	: charbons, -2,80 m (sous le sommet du tumulus)	1.136 ± 110	-
DaK-105	: charbons, -3,05 m	758 ± 120	-
<i>Tumulus C</i> (partie NW de l'île)			
Gif-2712	* otolithes, -1,50 m (sous le sommet du tumulus)	1.030 ± 90	1.430
Gif-2711	: os, -170 cm	1.310 ± 80	-
Gif-2713	: charbons, -2,20 m	1.100 ± 90	-
<i>Sondage</i> (secteur SW sans tumulus)			
DaK-115	: charbons, -0,30 m (sous la surface)	1.083 ± 118	-
DaK-84	: <i>Arca senilis</i> , -0,90 m	1.287 ± 114	1.707
BANGALER			
Ly-816	: <i>Arca senilis</i> , base de l'amas	300 ± 130	720
Ly-817	: <i>Arca senilis</i>	955 ± 155	1.375
Ly-814	: <i>Gryphea gasar</i>	975 ± 135	1.395
Ly-815	: <i>Gryphea gasar</i>	1.370 ± 125	1.790

* Le $\delta^{13}\text{C}$ est supposé égal à 2 ‰ pour les coquilles (rajeunissement de 420 ans) et à 0 ‰ pour les otolithes (rajeunissement de 400 ans).

3. Données historiques

Actuellement couverte de baobabs et dépourvue d'eau douce, Dioron Boumak ne dût peut-être jamais servir d'habitat permanent, mais de lieu de préparation des récoltes d'arches. Initialement l'île ne devait être qu'un banc sableux, voisin des lieux de ramassage. Elle s'accrut par l'accumulation progressive des coquilles que rejettent les récolteurs après en avoir retiré la chair. Cette activité répondait-elle uniquement aux besoins de la population locale ? Les arches continuent à être recherchées dans le delta, mais les estimations de l'importance de ces récoltes ne concordent pas. En 1939, J. FIGUIE (1939) estimait à 5 ou 6 m³ la récolte annuelle d'Arca par les habitants de Toubakouta alors que J. De SAINT-SEINE (1939), à la même époque, évaluait à 0,5 m³ la consommation journalière, en période d'hivernage, de ces mêmes habitants. De son côté, F. LAFONT (1938, p. 406) rapporte avoir observé, à Missirah, la formation, en un seul jour, d'un tas de plusieurs mètres cubes et affirme que des tas édifiés en moins d'un mois représentaient une masse totale d'au moins 30 m³. Quoi qu'il en soit, il existe bien d'autres amas dans le delta, dont certains d'importance considérable, tel celui de Bangalèr et l'on voit mal une population, même de l'importance de celle occupant actuellement la région (de 10 à 15.000 âmes) les ayant édifiés, pour sa seule consommation, en un demi-millénaire.

Quelques anciens textes viennent apporter la preuve que les îles du Saloum possédaient autrefois de véritables "conserveries d'exportation". Ils fournissent également des indications sur un mouvement de population qui pourrait en avoir provoqué la disparition. Nous allons les passer en revue.

Au milieu du XV^e siècle, le Vénitien Alvise CADAMOSTO (G.R. CRONE, 1937, p. 71) comme le Portugais Diogo GOMES rendirent visite à Niumi Mansa (Th. MONOD, R. MAUNY, G. DUVAL, 1959, p. 30, 42-44, 48), souverain de l'embouchure de la Gambie. L'historien A. TEIXEIRA DA MOTA (1946, p. 59-60, 64-65) fait observer à ce propos que Mansa est un vocable mandingue (roi), tout comme Niumi (littoral) et que ce dernier terme dût être employé par les Mandingues pour désigner l'étape ultime de leur progression, lorsque, après avoir suivi la Gambie, ils atteignirent l'Océan. Selon les traditions maliennes, l'arrivée des Mandingues en Gambie se rattacherait à Tira Makhan Traoré (XIII^e siècle), par contre certaines traditions de Gambie la font remonter à l'époque du Ouagadou (Ghana) (S.M. CISSOKO, 1968, p. 123).

Le Morave Valentim FERNANDES, compilateur écrivant au début du XVI^e siècle à partir de documents datant du siècle précédent, fournit sur les habitants de la région de Gebendor (actuel Diofandor, à l'embouchure

du Diombos) (1) d'intéressants renseignements : les habitants des deux sexes étaient tous potiers, le dégraissant des poteries était fait "d'écaillés pilées d'huîtres et de moules" (les trouvailles archéologiques confirment cette observation de dégraissant coquillier), les coquillages abondaient, les habitants les mettaient au feu jusqu'à ce qu'ils s'ouvrent, en retiraient la chair et la faisaient sécher au soleil. V. FERNANDES ajoutait : "une fois secs, on les transporte dans leurs pots aux foires d'autres gens, pour les vendre" (2)

A la fin de ce même XVI^e siècle par contre, le Capverdien A. ÁLVARES D'ALMADA, qui avait longtemps fréquenté la côte, mentionne que les habitants qui vivent "comme insulés" dans l'Entre-Saloum-Diombos, sont cette fois des Sérères (Barbacim). Loin de signaler les échanges commerciaux dont faisait état V. FERNANDES, il remarque : "Et ces gens demeurent comme sauvages et sont peu soumis au roi /du Saloum/" (L. SILVEIRA, 1946, p. 22).

Un changement semblait donc s'être produit : un groupe probablement mandingue, exportateurs de mollusques, aurait été remplacé, au moins partiellement, par des Sérères vivant repliés sur eux-mêmes. A. TEIXEIRA DA MOTA (1946, p. 64-65) fait observer que comme la population actuelle des îles du Saloum, les Niominka, sont Sérères, ceux-ci durent adopter le nom mandingue (Nka : homme) des populations établies à leur arrivée. De son côté, F. LAFONT (1938, p. 391) remarque que les Niominka du Gandoul (Entre-Saloum-Diombos) se disent Sérères du Saloum et que chez eux la confection de poteries est inconnue, les besoins locaux étant couverts par l'importation. Ce même auteur fait remonter leur établissement à 4 ou 5 siècles.

Il est probable que ces changements doivent être mis en rapport avec la création par les Guelwar du royaume du Saloum que J. BOULEGUE (1968, p. 198-201) après un examen comparatif des traditions et des textes, tend à placer à la fin du XV^e ou au début du siècle suivant (3).

(1) Duarte Pacheco PEREIRA, au début du XVI^e siècle, désignait sous le nom de Gibandor, la région littorale située entre les embouchures du Saloum et de la Gambie. Commentant ce passage, G.H. KIMBLE (1937, p. 86, n. 1) tout comme R. MAUNY (1956, p. 175, n. 114) estiment qu'il s'agit d'un toponyme au moins partiellement mandingue. L'actuel Diofandor, à l'embouchure du Diombos, semble lui correspondre au moins en partie.

(2) La traduction, basée sur le texte portugais publié (Th. MONOD, A. TEIXEIRA DA MOTA, R. MAUNY, 1951, p. 28), est nôtre. Les "moules" (bribigoës) de l'auteur doivent correspondre aux arches.

(3) La création du royaume du Sine par ces mêmes Guelwar est plus ancienne : seconde moitié du XIV^e siècle probablement, au début du déclin du Mali (N. DIOUF, Ch. BECKER, V. MARTIN, 1972, p. 758).

Ajoutons que les Sérères Niominka sont en majorité dans les îles au Nord du Diombos, alors que dans les îles du Sud, les Socé (Mandingues) dominant (1). L'arrivée de nouveaux groupes ne provoqua donc pas la disparition des occupants précédents mais put orienter différemment les structures socio-économiques.

4. Données biométriques sur les coquilles

Un texte mentionne sans équivoques, nous l'avons vu, l'exportation, au XV^e siècle, de mollusques des îles du Saloum. Le fait est donc certain, alors que la disparition de ce commerce à la suite de l'arrivée de nouveaux groupes humains n'est qu'une hypothèse émise après comparaison de textes différents. Comme le graphique des datations au C¹⁴ montre une accélération de l'accroissement des dépôts, une autre possibilité, celle d'une destruction partielle de la population d'arches par une exploitation trop intensive, devait être envisagée. Signalons à ce propos que P. MICHEL (1968, p. 901) attribue en partie (à côté d'une diminution de salinité) la disparition récente des *Arca* de l'embouchure du Sénégal à une "surexploitation par les riverains qui les consommaient" (2).

A - LES MENSURATIONS

Pour tenter d'élucider ce point, un test biométrique a été effectué sur les échantillons ayant servi aux datations : 50 coquilles ont été retirées au hasard dans chacun de ceux-ci (une seule coquille comptée dans le cas, fréquent, de valves en connexion) et nous avons mesuré leur diamètre antéro-postérieur, paramètre lié à la grosseur de l'arche. A titre comparatif, deux échantillons (A et B) furent prélevés à Soukouta dans deux tas de coquilles qui venaient d'être récoltées. Les résultats sont groupés dans le tableau suivant.

-
- (1) Encore que, comme le fait observer P. PELISSIER (1966, p. 407) à propos de Betanti, l'attribution à un de ces deux groupes puisse parfois répondre à des motivations étrangères à l'appartenance ethnique.
 - (2) L'auteur se base sur M. ADANSON. En fait, ce dernier traitait des huîtres et signalait qu'à l'époque (milieu du XVIII^e siècle) les arches étaient encore récoltées en abondance à la barre du Sénégal (J. JOIRE, 1947, p. 256). Elles n'en ont pas moins disparu de nos jours.

N° d'échant.	Effectif	Moyenne en mm	Variance	Ecart-type
1.	50	25,06	9,06	3,01
2.	50	22,04	8,88	2,98
3.	50	23,60	13,76	3,71
4.	50	24,22	21,21	4,60
5.	50	22,98	17,38	4,17
6.	50	24,42	13,76	3,71
7.	50	25,40	11,24	3,35
8.	50	27,06	59,66	7,72
9.	50	25,74	11,87	3,44
10.	50	25,96	13,92	3,73
A.	50	29,92	33,46	5,78
B.	50	30,40	11,55	3,40

B - NORMALITES DES DISTRIBUTIONS

Les mesures prises concernant des coquilles prélevées sur l'île, lesquelles pourraient ne fournir qu'une image déformée de la population, dans le cas où les récoltes auraient sélectionné les coquilles les plus grosses. Selon J. VIEILLEFON (1970, p. 22), les kjökkenmöddings de Casamance seraient constitués de coquilles triées en fonction de leur taille. Une observation de l'activité des récolteurs nous a toutefois montré qu'en certains endroits, le ramassage s'effectuait rapidement sans rejet de coquillages. L'effectif des échantillons est trop réduit pour que soient utilisés valablement des tests d'obliquité et de kurtosis ; signalons cependant que l'indice d'une forte obliquité (écart-type égal à 30 % de la moyenne) n'apparaît dans aucun des échantillons. Il est d'autre part bien connu que, même si la distribution des observations ne suit pas exactement la loi de GAUSS, celle des moyennes tend à s'en rapprocher.

Les valeurs extrêmes de l'effectif total (500) sont de 16 et 59 mm, la moyenne générale est de 24,6 mm. Cette dernière serait faible si l'on se basait sur M. NICKLES (1950, p. 166) qui écrit : "Coquille de 30 à 100 mm". Par contre, la mensuration par J. MONTEILLET (1974) de 2 328 valves non brisées d'*Arca senilis*, prélevées dans un dépôt coquillier naturel du Nouakchottien de la région de Saint-Louis, montre que 96,7 % d'entre elles ont une taille inférieure à 30 mm. Dans nos échantillons, ce pourcentage est de 88,4 %. L'écart n'est pas très élevé et ne plaide guère en faveur d'un ramassage vraiment sélectif.

C - COMPARAISON DES ECHANTILLONS SUR LEURS VARIANCES

La comparaison des variances a été effectuée par le test F de Sné-décor avec les résultats suivants. (Les valeurs en italique dépassent le

seuil de signification 0,01 lequel, tous les effectifs étant semblables, est de 1,94] :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	A.	B.
1.	-											
2.	1,02	-										
3.	1,52	1,55	-									
4.	2,34	2,38	1,54	-								
5.	1,92	1,96	1,26	1,22	-							
6.	1,52	1,55	0,00	1,54	1,26	-						
7.	1,24	1,26	1,22	1,89	1,55	1,22	-					
8.	6,58	6,72	4,38	2,81	3,43	4,33	5,32	-				
9.	1,31	1,34	1,16	1,79	1,46	1,16	1,06	5,03	-			
10.	1,54	1,57	1,01	1,52	1,25	1,01	1,24	4,29	1,17	-		
A.	3,69	3,77	2,43	1,58	1,92	2,43	2,98	1,78	2,82	2,40		
B.	1,27	1,30	1,19	1,84	1,50	1,19	1,03	5,16	1,03	1,20	2,90	-

On constate que huit de ces échantillons (n° 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10) ne diffèrent pas entre eux sous le rapport des variances. Par contre, celle du n° 8 est supérieure à toutes les autres, tandis que celle du n° 4 est supérieure aux n° 1 et 2 mais inférieure à 8.

Deux conclusions peuvent être tirées. Les échantillons ne présentant pas de différences proviennent tant de la base que des parties moyenne et supérieure de la falaise. La variabilité reste donc généralement constante durant toute la période d'édification. En second lieu, les variances aberrantes sont supérieures et non inférieures aux autres. On pourrait soupçonner dans le cas du n° 8, chez lequel ce phénomène est le plus marqué, l'existence d'une courbe unimodale à obliquité tournée vers les valeurs élevées, reflétant un accroissement des récoltes avec disparition des valeurs fortes. Nous verrons ci-après que tel n'est pas le cas, la moyenne de cet échantillon étant la plus élevée de toutes.

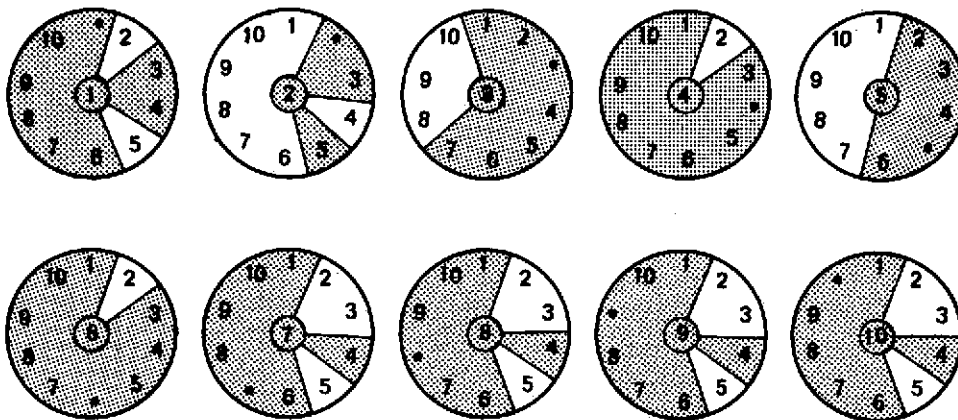
Quant aux échantillons A et B, ils furent prélevés à Soukouta dans deux tas de coquilles voisins l'un de l'autre, récoltés quelques jours auparavant. Leurs moyennes sont identiques ; par contre leurs variances diffèrent significativement. La variabilité de B rentre dans celle de la majorité des échantillons archéologiques, alors que celle de A s'en écarte, à l'exception de ceux (n° 4, 5, 8) à variance élevée. La cause en est probablement l'existence de variations localisées du biotope.

D - COMPARAISON DES ECHANTILLONS PAR LEURS MOYENNES

Les effectifs étant suffisants, la loi normale fut utilisée avec les résultats suivants. Les valeurs supérieures à 2,58 (P 0,01) sont en italique :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	A.	B.
1.	-											
2.	5,03	-										
3.	2,18	2,33	-									
4.	1,09	2,83	0,75	-								
5.	2,85	1,29	0,78	1,41	-							
6.	0,95	3,55	1,12	0,24	1,82	-						
7.	0,54	5,33	2,57	1,47	3,23	1,40	-					
8.	1,71	4,29	2,86	2,24	3,29	2,18	1,39	-				
9.	1,05	5,69	3,01	1,88	3,58	1,86	0,50	1,11	-			
10.	1,32	5,76	3,19	2,07	2,63	2,08	0,79	0,91	0,30	-		
A.	5,28	8,56	6,51	5,64	6,87	5,67	4,81	2,10	4,40	4,08		
B.	8,34	13,06	9,58	7,63	9,76	8,56	7,46	5,66	6,85	6,25	0,50	-

La représentation graphique ci-dessous (dans laquelle les moyennes des échantillons, numérotés, compris dans les zones grisées ne diffèrent pas significativement de celle de l'échantillon inscrit au centre) montre que les n° 1, 7, 8, 9 et 10, possédant des moyennes élevées, ne diffèrent pas entre eux ; les n° 4 et 6 possèdent des moyennes modérées, aussi ne diffèrent-ils d'aucun des autres, le n° 2 excepté ; les n° 2, 3 et 5 possèdent des moyennes basses, le n° 2 s'écartant le plus fréquemment des autres.



L'évolution dans le temps est celle d'une moyenne élevée (n° 1), suivie de moyennes basses à modérées (n° 2 à 6) avec, chez les échantillons les plus récents (n° 7 à 10), un retour à la moyenne élevée du début. Cette absence, sur 5 m de dépôts (échantillons 6 à 10) de différences dans la dimension moyenne des coquilles récoltées, ne plaide pas en faveur d'un épuisement de la population d'*Arca* sous l'effet de récoltes trop intensives. Il est à cet égard significatif de constater que le n° 8, dont la variance était la plus forte, se situe dans le groupe à moyenne élevée, tandis que le n° 2 à la moyenne la plus

faible, possède une variance ne différant pas de la majorité des autres échantillons.

Les moyennes des deux échantillons actuels ne diffèrent pas entre elles, alors qu'elles s'écartent de celles des échantillons archéologiques. Ce glissement vers des valeurs hautes résulte probablement d'un ralentissement dans les récoltes.

5. Eventualité de modifications écologiques

Jusqu'ici, nous avons supposé que le milieu était resté inchangé. L'on constate cependant que la base de l'île est située en dessous de la zone de balancement des marées. Un sondage de 1,5 m de profondeur, pratiqué au pied de la falaise n'a pas dépassé la couche coquillière. Dès 1939, constatant que les dépôts anthropiques du Bandiala étaient colonisés par la mangrove, Th. MONOD (1939) écrivait : "c'est sans doute le signe d'une oscillation positive du milieu marin". Plus récemment, M. PLAUD (1967, p. 15) fait observer qu'il semble que les îles du Saloum se soient enfoncées à une période récente ou actuelle.

La mangrove était présente dans la région lors de la période d'édification de Dioron Boumak (1) : nous avons signalé l'existence d'*Ostrea gasar* à empreinte rhizophorique dans plusieurs niveaux de la falaise Est, dont certaines situées près de la base, et dans un tumulus de la partie NW de l'île. Un sondage, voisin de ce dernier, poussé jusqu'à une profondeur de 3,50 m a révélé deux niveaux (0,50 à 1,50 m et 1,90 à 2,10 m) constitués presque uniquement de ces mêmes coquilles, accompagnées d'assez nombreux *Ta-gelus angulatus*.

Par ailleurs, un envahissement par la mangrove avec réduction consécutive de l'aire d'habitat des arches semble en cours de nos jours : la majeure partie du pourtour de l'île, y compris une zone nord bouleversée dans les dernières décennies par les exploitants de matériaux de construction, est ceinturée de palétuviers ainsi qu'un petit amas de coquilles consommées, situé à 300 m au Sud de Dioron Boumak, et devenu quasiment inaccessible. Toutefois, comme l'a constaté en Casamance J. VIEILLEFON (1970, p. 19), la progression d'un front de mangrove, en cas de conditions devenant favorables, peut être très rapide. L'arrêt de l'édification de l'île remonte à plusieurs siècles et il ne paraît pas nécessaire de faire intervenir un tel phénomène pour expliquer pourquoi les hommes ont cessé de faire de Dioron Boumak un dépotoir de coquilles d'arches.

(1) On se souviendra que V. FERNANDES signalait la récolte de deux sortes de coquillages.

Remerciements

Madame G. DELIBRIAS et M. Cheikh Anta DIOP ont bien voulu effectuer, à Gif-sur-Yvette et à Dakar, des datations d'échantillons de Dioron Boumak complétant et corroborant celles obtenues à Monaco. M. ELOUARD nous a autorisé à faire état de 4 datations inédites.

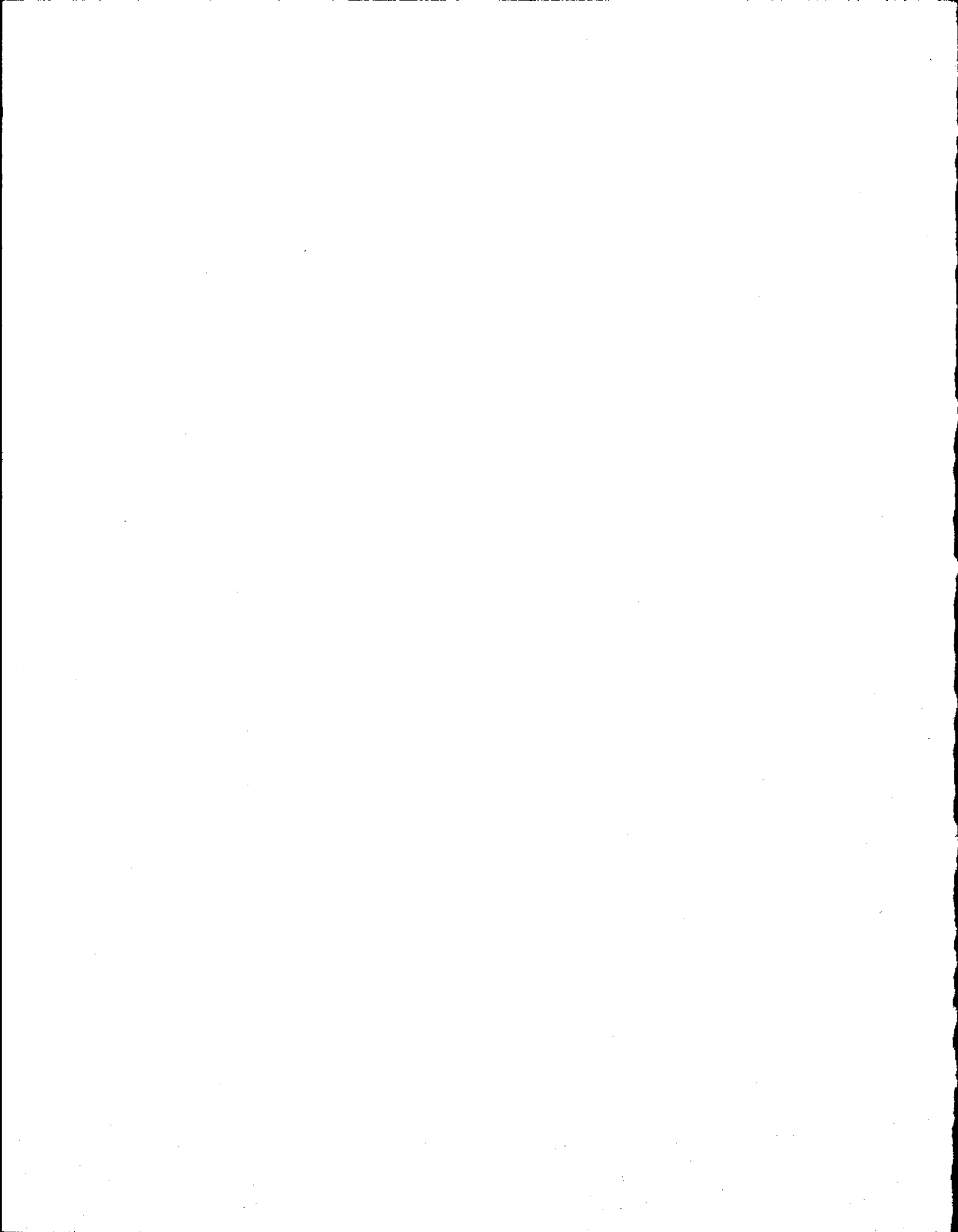
Melle BARNETT et M. N'DIAYE nous ont aidé dans la préparation de ce travail, et M. KRUKOFF a effectué en partie le traitement statistique des données.

Que tous trouvent ici l'expression de nos remerciements.

Bibliographie

- BOULEGUE J. (1968). - La Sénégalie, du milieu du XV^e siècle au début du XVII^e siècle. Thèse ronéot., Paris, 319 p.
- CISSOKO S.M. (1968). - Prophéties de roi mandingue : Mansa Dâli ! *Notes Afr.*, n° 120, p. 123-124.
- CRONE G.R. (1937). - The Voyages of Cadamosto. Trad. angl., London, 159 p.
- DIOP C.A. (1971). - Datations par la méthode du radiocarbone. *Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sénégal*, série B, t. XXXIII, n° 3, p. 449-460.
- DIOP C.A. (1972). - Datations par la méthode du radiocarbone. *Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sénégal*, série B, t. XXXIV, n° 4, p. 687-701.
- DIOUF N., BECKER Ch., V. MARTIN (1972). - Chronique du royaume du Sine par Niokhobaye Diouf, suivie de Notes sur les traditions orales et les sources écrites concernant le royaume du Sine, par Charles Becker et Victor Martin. *Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sénégal*, série B, t. XXXIV, n° 4, p. 702-777.
- ELOUARD P. (1973). - Ecologie des mollusques de la lagune de Fadioute (Sénégal) et son homologue fossile de Mbodiene (5 500 ans avant nos jours). Ex. prov. ronéot., 26 p.
- FIGUIE J. (1939). - Lettre au secrétaire-général de l'I.F.A.N., Saboya, 5-IV-1939. *Arch. Inst. fr. Afr. noire, Sénégal*, Doc. XV-5.
- JOIRE J. (1947). - Amas de coquillages du littoral sénégalais dans la banlieue de Saint-Louis. *Bull. Inst. fr. Afr. noire, Sénégal*, t. IX, p. 170-340.
- LAFONT F. (1938). - Le Gandoul et les Niominkas. *Bull. Com. Et. Hist. Sc. A.O.F.*, t. XXI, n° 3, p. 385-458.

- LINARES de SAPIR O. (1971). - Shell Middens of Lower Casamance and Problems of Diola Protohistory. *West Afr. Journ. Archaeol.*, vol. I, p. 23-54.
- MAUNY R. (1956). - Esmeraldo de Situ Orbis. Côte occidentale d'Afrique du Sud Marocain au Gabon, par Duarte Pacheco Pereira (vers 1506-1508). Texte port. et trad. fr., Bissau, 226 p.
- MAUNY R. (1961). - Tableau géographique de l'Ouest Africain au Moyen Age. Dakar, 587 p.
- MAUNY R. (1973). - Datation au carbone 14 d'amas artificiels de coquillages des lagunes de Basse Côte d'Ivoire. *West Afr. Journ. Archaeol.*, vol. 3, p. 207-214.
- MICHEL P. (1968). - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Dakar, 3 t., 1169 p.
- MONOD Th. (1939). - De fameux mangeurs de coquilles. *Notes Afr., Sénégal*, n° 4, p. 55.
- MONOD Th., TEIXEIRA da MOTA A., MAUNY R. (1951). - Description de la Côte Occidentale d'Afrique (Sénégal au Cap de Monte, Archipels) par Valentim Fernandes (1506-1510). Bissau, 223 p.
- MONOD Th., MAUNY R., DUVAL G. (1959). - De la première découverte de la Guinée, récit par Diogo Gomes (fin XV^e siècle). Bissau, 83 p.
- MONTEILLET J. (1974). - Etude quantitative d'un échantillon du Quaternaire récent de la région de Saint-Louis (Sénégal). *Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sénégal*, série A (sous presse).
- NICKLES M. (1950). - Mollusques testacés marins de la Côte occidentale d'Afrique. Paris, 250 p.
- PELISSIER P. (1966). - Les paysans du Sénégal. Saint-Yrieix, 939 p.
- PLAUD M. (1967). - Les lentilles d'eau douce des îles du Saloum. *Bur. Rech. géol. min.*, 74 p.
- RAVISE A. (1970). - Industrie néolithique en os de la région de Saint-Louis (Sénégal). *Notes Afr., Sénégal*, n° 128, p. 97-102.
- SAINT-SEINE J. de (1939). - Lettre à Th. Monod, Toubacouta, 12-IV-1939. *Arch. Inst. fr. Afr. noire, Sénégal*, Doc. XV-5. Correction de l'orthographe.
- SILVEIRA L. (1946). - Edição nova do Tratado breve dos Rios de Guiné feito pelo capitão André Álvares d'Almada. Lisboa, 102 p.
- TEIXEIRA da MOTA A. (1946). - A Descoberta da Guiné. *Bol. Cult. Guiné Port.*, vol. I, n° 1, p. 11-68.
- VIEILLEFON J. (1970). - Le problème des repères stratigraphiques quaternaires en Casamance (Sénégal). *Ass. sénégal. Et. Quatern. Ouest afr.*, *Bull. liaison, Sénégal*, n° 26, p. 12-23.
- YOLOYE V. (1974). - The Ecology of the West African "bloody cockle" *Anadra* (*Senilia*) *senilis*. *Bull. Inst. fond. Afr. noire*, série A, (sous presse).



KJÖKKENMÖDDING DE BANGALERE

Région du Saloum -Sénégal-

par

P. ELOUARD, J. EVIN, V. MARTIN et Ch. BECKER

Ce kjökkenmödding est situé à 10 km au NNE de Sokona, en bordure du bolon Irragago. C'est un très grand kjökkenmödding d'environ 100 m de long, 50 m de large et 3 à 4 m de haut. Il est surmonté de baobabs. Sa partie occidentale a été entaillée par un méandre du bolon Irragago.

Deux coupes géologiques ont été relevées ; la première au N du kjökkenmödding et la seconde le long du flanc occidental à 20 m de la première.

La première coupe montre de haut en bas :

6 - 1,60 à 1,90 m du sol.

Arca senilis L. de petite taille, dans un sol noir.

5 - 1,27 à 1,60 m du sol.

Gryphea gasar ADAN. seul et sans sol.

4 - 1,10 à 1,27 m du sol.

Faune diverse à *Arca senilis* L., *Gryphea gasar* ADAN., *Mytilus perna* L., *Tagelus angulatus* SOW., *Tympanotonus fuscatus* L., *Tympanotonus radula* L., *Semifusus morio* L., *Murex hoplites* P. FISCH et *Cymbium porcinum* LMK. Les cassures de *Semifusus morio* L. et *Cymbium porcinum* LMK indiquent nettement une consommation par l'homme.

3 - 0,57 à 1,10 m du sol.

Gryphea gasar ADAN. seules.

2 - 0,40 à 0,57 m du sol.

Gryphea gasar ADAN. dans un sol cendro-argileux.

1 bis - 0,40 du sol.

Sol gris indiquant un arrêt de l'accumulation des coquilles.

1 - 0 à 0,40 m du sol.

Arca senilis L. de petite taille et *Gryphea gasar* ADAN.

La deuxième coupe montre de haut en bas :

6 - 1,60 à 3,20 m du sol.

Arca senilis L. dans un sol gris de plus en plus abondant au fur et à mesure qu'on s'élève dans la série.

5 - 1,29 à 1,60 m.

Mélange d'huîtres et d'arches avec huîtres dominantes.

4 - 1,15 à 1,29 m.

Lit d'huîtres (*Gryphea gasar* ADAN.).

3 - 0,72 à 1,15 m.

Arca senilis L. de petite taille en plusieurs lits séparés par des niveaux argilo-cendreuse avec de nombreuses traces de charbon et présence de poteries.

2 - 0,65 à 0,72 m.

Gryphea gasar ADAN.

1 - 0 à 0,65 m.

Mélange d'*Arca senilis* L. et *Gryphea gasar* ADAN.

Deux prélèvements d'*Arca senilis* pour datation au radiocarbone ont été effectués dans le niveau 1 à 0,35 m du sol (éch. P.E. Sm 23) et dans le niveau 6 à 1,90 m (éch. P.E. Sm 24). Les âges obtenus sont respectivement de 1650 ± 130 ans et 995 ± 155 ans avant le présent.

Ainsi, on voit un fonctionnement du kjökkenmødding sur au moins un millier d'années. Durant ce millier d'année, *Arca senilis* et *Gryphea gasar*, outre quelques espèces accessoires, ont été consommées. La légère prédominance des huîtres paraît normale dans une région à mangrove bien développée.

On voit également que le kjökkenmödding n'a pas été édifié d'une façon ordonnée, mais traduit quand même un agencement logique. Il y a tout d'abord une accumulation de coquilles en bordure du bolon. Les nouveaux dépôts au-dessus et en arrière du premier créent une structure enveloppante d'E en W avec débordement vers le N et peut-être vers le S. Toutefois, cette vision obtenue à partir de deux coupes et quatre dates est schématique, l'agencement du kjökkenmödding présente nécessairement une complexité plus grande.

Il est intéressant de rapprocher ces datations de celle obtenue par R. MAUNY sur un squelette enterré au milieu d'un kjökkenmödding du même type des environs de Fadioute. La date obtenue est de 1 050 ans B.P. ce qui correspond aux deux dates intermédiaires obtenues à Bangalère.

On a donc ici une confirmation de l'occupation humaine au Moyen-Age du rivage marin du Sénégal de Fadioute au Saloum durant plus d'un millier d'années. Les datations réalisées un peu plus au Sud (15 km) sur le kjökkenmödding de Ndioroun Bou Mak nous apportent un complément d'informations (Travaux de C. DESCAMPS et G. THILMANS) avec un étalement de dates un peu moins grand.

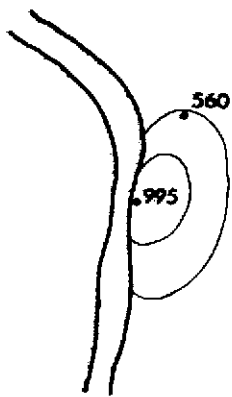


Fig. 1 : Plan

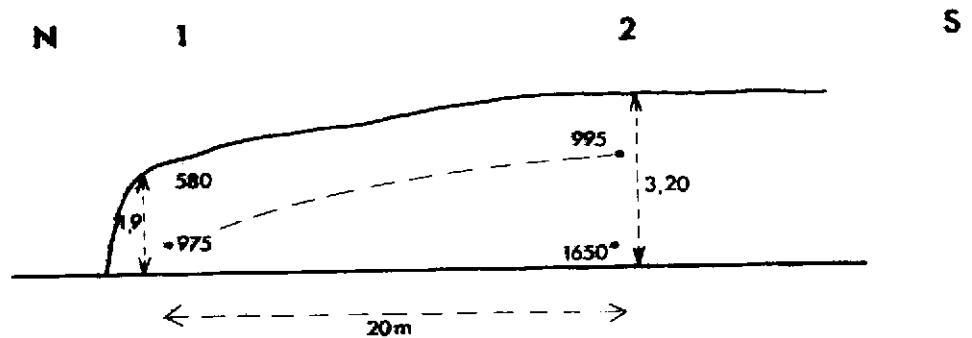


Fig. 2 : Coupe

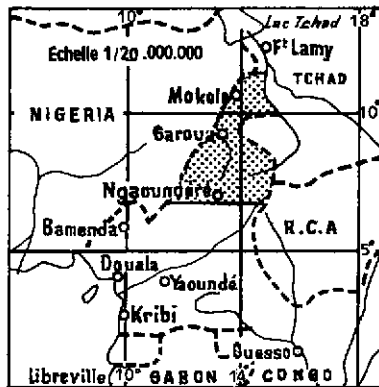
En conclusion il nous a semblé - et nous aimerions pouvoir le faire apparaître prochainement - disposer des deux extrémités d'une séquence archéologique : l'industrie "ancienne" de la basse terrasse du mayo Louti (base des dépôts douroumiens ?) et l'industrie "paléolithique supérieur" du sommet du glacis-terrasse de Sénabou. Une prochaine campagne dans la zone de Bouba Ndjidda (mayos Sénabou, Dopsa, Sénaroua, Lidi, etc...) pourra peut-être fournir plus de matériau et des provenances sûres (proximité du Crétacé du Tchad fournisseur de silex/grande étendue du Douroumien en dissection).

Bibliographie

- HERVIEU J. (1967). - Sur l'existence de deux cycles climato-sédimentaires dans les Mts Mandara et leurs abords (Nord-Cameroun). Conséquences morphologiques et pédogénétiques. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, t. 264, série D, n° 23, p. 2624.
- HERVIEU J. (1968). - Contribution à l'étude des industries lithiques du Nord-Cameroun. Mise au point et données nouvelles. O.R.S.T.O.M. Yaoundé, 36 p. multigr. Dessins de F. Meunier.
- MARLIAC A. (1968). - Prospection archéologique du Nord-Cameroun. Rapport de fin d'année. O.R.S.T.O.M. Yaoundé, 23 p. multigr.
- MARLIAC A. (1969). - L'industrie du mayo Toudoupteng. O.R.S.T.O.M. Yaoundé, multigr. (à paraître dans *Travaux et Documents O.R.S.T.O.M. Paris*).
- MARLIAC A. (1970a). - L'industrie de la basse terrasse du mayo Louti. Note préliminaire. O.R.S.T.O.M. Yaoundé, 43 p. multigr., 9 pl. photos. Dessins de Marthe Marliac (à paraître dans *Cahiers de l'O.R.S.T.O.M. Paris*).
- MARLIAC A. (1970b). - La prospection archéologique du Nord-Cameroun. Mise au point et méthodologie. O.R.S.T.O.M. Yaoundé, 16 p. multigr. (à paraître dans *Cahiers de l'O.R.S.T.O.M. Paris*).
- FRITSCH P. (1969). - Note préliminaire sur la morphologie du piémont Nord de l'Adamaoua dans la région de Kontcha (Cameroun). *Annales Fac. Sci. Univ. fédérale du Cameroun, Yaoundé*, n° 3, p. 10-11.
- PIAS J. (1967). - Chronologie du dépôt des sédiments tertiaires et quaternaires dans la cuvette tchadienne (Tchad). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, t. 264, série D, p. 2432-2435.

EXTENSION DES DEPOTS DOUROUMIENS AU CAMEROUN SEPTENTRIONAL

dessiné d'après J. HERVIEU 1969 et A. MARLIAC 1970



Plaine de Guélaï :
▲ Djekeli Louvar
▲ Gousda
▲ Oudal

ÉCHELLE : 1/2 000 000

0 20 40 60 km



Massifs montagneux

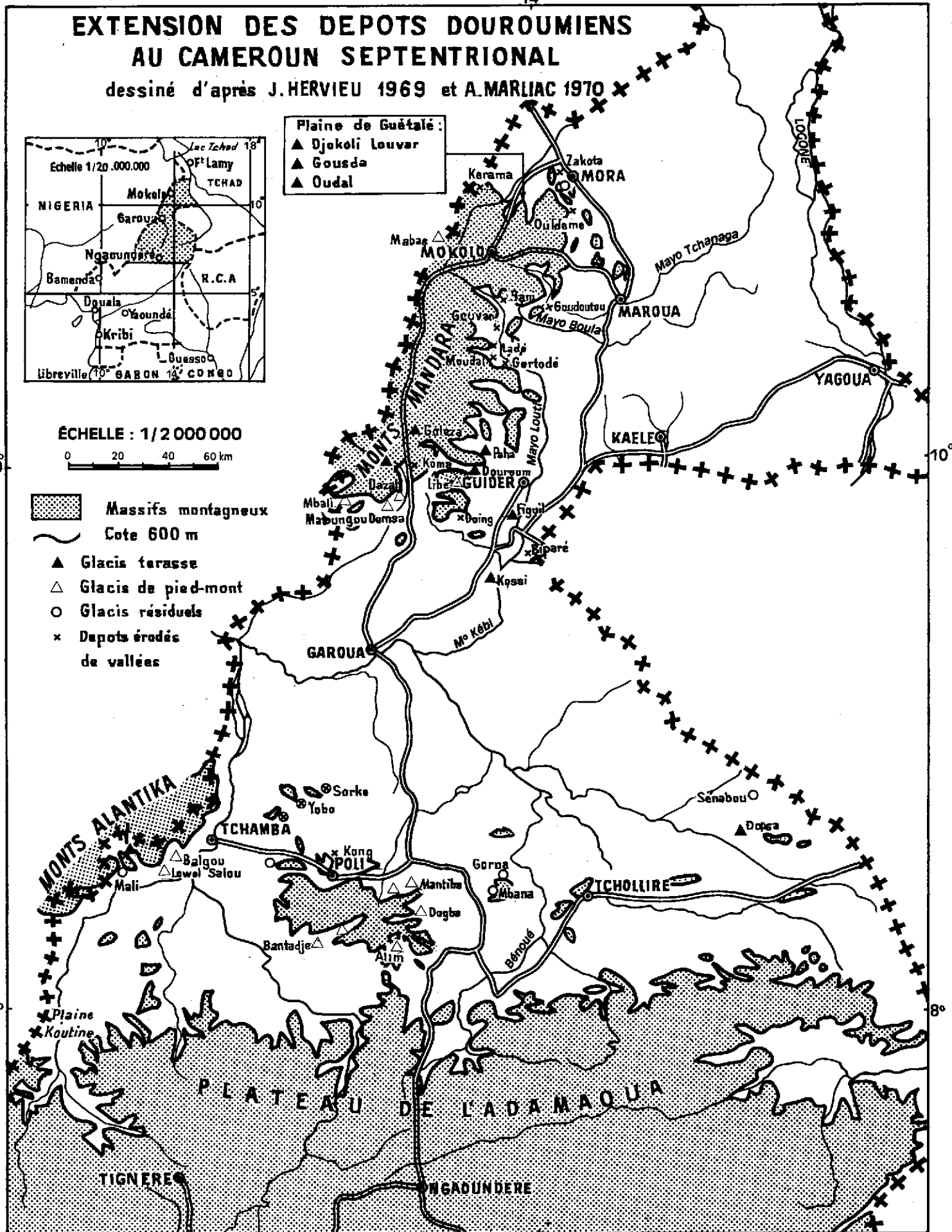
Cote 600 m

▲ Glacis terrasse

△ Glacis de pied-mont

○ Glacis résiduels

x Depots érodés
de vallées



De nombreux vestiges douroumiens sont signalés par P. BRABANT pédologue à l'O.R.S.T.O.M., au Sud du mayo Rey (SE de Tcholliré) et dans le bassin de la Vina (E de Ngaoundéré) [Communication personnelle et cf. BRABANT P. 1972 - Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000, feuille de Rey Bouba, Multigr. 189 p., O.R.S.T.O.M., YAOUNDE].

LISTE DES MEMBRES DE L'ASEQUA

28^e liste : nouveaux membres (1^{er} Juillet 1973 - 1^{er} Juillet 1974)

L'annuaire de nos adhérents arrêté au 31 décembre 1967 est publié. Il est offert gratuitement à tous les membres. Que ceux d'entre vous qui ne l'auraient pas, nous le demandent.

Nous envisageons une réédition de cet annuaire, dès que nos moyens nous le permettrons. Vous avez déjà eu une idée de la nouvelle présentation qui pourrait être donnée à cet annuaire, en lisant dans le bulletin n° 30, *"activités scientifiques des membres de l'association sénégalaise pour l'étude du Quaternaire africain"*. Le nombre des chercheurs ayant renvoyé la fiche de renseignement et le courrier que vous nous avez adressé, nous encouragent à continuer dans cette voie. Dans ce but :

1) la liste des nouveaux membres, qui se trouve en fin de bulletin, sera présentée de la façon suivante :

- nom et adresse de l'adhérent
- sa spécialité (Spéc.)
- son curriculum vitae abrégé (C.V.)
- régions géographiques des recherches (Rég.)
- thèmes des recherches (Th. 1, Th. 2, Th. 3)
- types de résultats obtenus (Rés.)
- méthodologie utilisée (Méth.)
- recherches en cours (En cours)
- méthodologie dans les recherches en cours (M.E.C.)
- difficultés rencontrées, problèmes non résolus (Diff.).

2) vous trouverez, dans ce bulletin, une fiche d'adhésion jaune, nouveau modèle. Elle s'adresse :

- aux nouveaux adhérents, bien sûr
- mais aussi aux anciens qui souhaiteraient, et nous le souhaitons, que soit publiée une fiche résumant l'essentiel de leurs activités scientifiques, fiche présentée comme ci-dessus.

Nous insistons pour que chacun fasse l'effort d'indiquer les types de résultats obtenus et la méthodologie utilisée...

Nous comptons sur la coopération de chacun.

Pour la liste des 495 premiers membres, voir les bulletins 2 à 39.

505 MABBUT Jack Alan
 School of Geography
 University of New South Wales
 Box I Kensington, N.S.W.
 AUSTRALIA, 2033

AUSTRALIE
 Géomorphologie

Spéc. : Géomorphologie

C.V. : M.A. Cambridge 1947
 Professeur-Directeur

Rég. : Australie

Th. 1 : Dunes de sable

Th. 2 : Pédiments

Rés. : Contrôles physiographiques des divers types de dunes du centre de l'Australie

Méth. : Mesures de vents, dans des stations-types ; observation du mouvement des sables, puits, examen de photographies aériennes

En cours : Dunes.

Diff. : Relation entre le régime des vents, les facteurs non météorologiques et la forme des dunes ; les rapports avec l'environnement passé et présent.

Trav. : Earlier work in South Africa
 Geomorphology et Surface Deposits of the Hopefield Fossil Site. Trans. Roy. Soc. S. Afr., 1955.
 Quaternary Events in the Winter Rainfall Area of South Africa. Proc. Pan-Afr. Cong. Prehistory, Livingstone, 1955.
 Physiographic Evidence on the Age of the Kalahari Sands, ibid.
 Several papers on coastal landforms in relation to archaeological sites in the Cape Province, South Africa, published in the Trans. Roy. Soc. S. Afr. and the S. Afr. Archaeol. Bull between 1951 and 1955.

Work in Australia

Aeolian Landforms in central Australia. Aust. Geog. Studies, 1967

Evidence on the Formation of Longitudinal Dunes. Aus. Geog., 1968

Asymmetry of Longl Dunes in the Simpson Desert. Aust. J. Sci., 1971

Many papers and chapters in books dealing with the Australian arid zone including its significance to early man in Australia (as in Aboriginal Man and Environment, eds Mulvaney and Golson, ANU Press, 1972).

504 MARSZALEK Donald S.
 Institute of marine Sciences
 10, Rickenbacker CSWY
 MIAMI, Florida, 33149 (U.S.A.)

MONDE
 Géologie
 Paléontologie

Spéc. : Géologie, Paléontologie

C.V. : B. Sci. Univ. of Illinois 1961
 M.S. Univ. of Illinois 1969
 Ph. D. University of Illinois 1970

Rég. : Monde

Th. 1 : Ultrastructure des algues calcaires

Th. 2 : Foraminifère

Th. 3 : Protozoaire

Rés. : Rôle des algues dans la production d'une structure de carbonate

Méth. : Microscope, Rayons X.

502 THE LIBRARIAN PERIODICALS
 Department, University College London
 Gower Street
 LONDON WCI (England)

503 BALDUR Gabriel
 1 Berlin 33
 Altensteinstr 19
 Konto Ffm 206825

501 F. ALAYNE STREET
 Department of Geography
 Downing Place
 Cambridge CB2 3EN (England)

ETHIOPIE
 Géomorphologie

Spéc. : Géomorphologie

C.V. : B.A. Hans University of Cambridge 1971
 M.A. University of Colorado, U.S.A. 1973
 Etudiant-chercheur

Th. 1 : Géologie africaine

Th. 2 : Stratigraphie du Quaternaire

Th. 3 : Oscillations climatiques

En cours : Implications paléoclimatiques, et dépôts glaciaires
 dans le bassin des lacs Galla (Ethiopie).

500 PEWE Troy L. ARCTIQUE, ANTARCTIQUE
 Department of Geology Géomorphologie
 Arizona State University
 TEMPE, Arizona (U.S.A.)

Spéc. : Géomorphologie

C.V. : B.A. 1940
 M.S. 1942 - University of Iowa
 Ph. D. 1952 Stanford University

Th. : Permafrost
 Histoire Quaternaire.

498 KUC Marian CANADA - ARCTIQUE
 Geological Survey of Canada Paléoécologie,
 Ottawa, Ontario Canada Paléobotanique
 601 Booth. Street, R 196
 KIA OE8

Spéc. : Biostratigraphie
 Paléoécologie
 Paléobotanique

C.V. : Doctor of Natural Sciences (1959)

Th. 1 : Histoire tertiaire et pléistocène de la végétation de
 l'Arctique canadien

Th. 2 : Biostratigraphie des dépôts organiques de l'Arctique
 canadien en relation avec la couverture végétale

Th. 3 : Protection de l'environnement arctique

Rés. : Publications de 1954 à 1973.

499 MOGUEDET Gérard
Ecole Supérieure des Sciences
B.P. 69
BRAZZAVILLE (R.P. Congo)

Spéc. : Géologie marine

C.V. : Docteur 3^e cycle géologie marine (Nantes 1973)

Th. : Etude sédimentologique et géochimique des lagunes du Congo
Etude sédimentologique et géochimique des vases sous-marines
du plateau continental congolais.

Rés. : Contribution à l'étude des sédiments superficiels du plateau continental de la Guyane française. Th. 3^e cycle.
Le plateau continental de la Guyane française et ses relations avec l'Amazonie. Sym. Intern. sur les relations sédim. entre Estrans et plateaux continentaux (Bordeaux 1973).

496 SOLECKI Ralph S.
Department of Anthropology, Columbia
University New York
NEW YORK 10027 (U.S.A.)

U.S.A.
Préhistoire,
Anthropologie

Spéc. : Préhistoire
Anthropologie

C.V. : Ph.D. Columbia University, New York 1958
Professor

Rég. : Middle East

Th. : Paléolithique, Mésolithique du Middle East

Rés. : Découverte, grâce à l'utilisation de Sciences interdisciplinaires, des temps et de la vie passés de populations datant du Paléolithique et du Mésolithique au Middle East

Méth. : Préhistoire, géologie, chimie, palynologie, paléozoologie

En cours : Sur des matériaux en provenance de Syrie, du Liban et de l'Irak

Diff. : Chronologie, typologie, conservation et échantillonnage.

497 POMEL René
 Collège Moderne 1
 B.P. 301
 DABOU (Rép. de Côte d'Ivoire)

Spéc. : Géomorphologie littorale

C.V. : Licencié d'Enseignement (Abidjan)
 Maître d'enseignement (Abidjan)

Rég. : SW de la Côte d'Ivoire
 Afrique de l'Ouest

Th. : Dynamique actuelle
 Morphogenèse quaternaire
 Paléogéographie, paléontologie

Rés. : Recensement des dépôts et traces anthropiques
 Mise en évidence de plateformes d'abrasion et de corrosion étagées
 Corrélation entre formations littorales par l'étude des minéraux lourds
 Sens des dérives
 Importance de l'érosion différentielle (galets et caps)

Méth. : Minéraux lourds, calcination, sables traceurs, granule, frages, mesures des auréoles d'altération sur galets - Morphoscopie - Datations.

En cours : "Plateformes d'abrasion, plateformes de corrosion, le cas du littoral rocheux ivoirien".

Changements d'adresses et rectifications

BATTISTINI René
U.E.R. du Centre d'Etudes Supérieures Ligériennes
Département de Géographie
45017 ORLEAN CEDEX (France)

BOULANGE R.
Département de Géologie appliquée
Tour 16-26 5^e étage
4, place Jussieu
75230 PARIS CEDEX 05

BOUREAU Ed.
U.E.R. 59 Botanique-Paléobotanique
Université de Paris VI
75 PARIS

BRONNER Georges
Centre de Géologie ouest-africaine
Laboratoire de géologie dynamique
Université des Sciences et techniques St-Jérôme
13397 MARSEILLE CEDEX 4 (France)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHES SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.)
Centre de Documentation
15, quai Anatole France
75007 PARIS

CHOUBERT G.
Commission de la carte géologique du Monde
Bureau de cartographie géologique internationale
36, rue Geoffroy Saint Hilaire
75 - PARIS 5^e

ELOUARD Pierre
Professeur
Département des Sciences de la Terre
15-43, Bld du 11 Novembre
69621 - VILLEURBANNE (France)

Dr. GHABBOUR Samir I.
Department of Natural Resources, African Institute
Cairo University
GIZA (Egypte)

GREBENART D.
L.A.P.E.M.O.
Faculté des Lettres
Avenue R. Schuman
13100 AIX-EN-PROVENCE (France)

GRITZNER J.A.
135 North Sirrine Street
MESA, Arizona 85201 (U.S.A.)

KOENIGUER J.C.
Maître-assistant
Laboratoire de Paléobotanique
Faculté des Sciences
12, rue Cuvier
75005 PARIS

LABORATOIRE DE ZOOLOGIE
Ecole normale supérieure
46, rue d'Ulm
75230 PARIS CEDEX 05

LECORCHE Jean-Paul
Centre de Géologie ouest-africaine
Laboratoire de géologie dynamique
Université des Sciences et Techniques St-Jérôme
13397 - MARSEILLE CEDEX 4 (France)

LIBRAIRIE CHARLES LUCAS
10, rue Armengaud
92210 SAINT-CLOUD (France)

LIBRARY UNIVERSITY OF TRIPOLI
Faculty of Science
Box 656
TRIPOLI (Libya)

MAGLIONE G.
Centre O.R.S.T.O.M.
B.P. 1386
DAKAR-HANN (Sénégal)

MARTIN L.
Instituto de Geociencias
Cidade universitaria
CP 20899
SAO PAULO (Brasil)

MORIN S.
Faculté des Lettres et Sciences Humaines
Département de Géographie
B.P. 755
YAOUNDE (Cameroun)

RUELLAN A.
E.N.S.A. Chaire de Science du sol
65, route de Saint Brieuc
35042 RENNES CEDEX (France)

SERIALS/EXCHANGE
University of Kansas Libraries
LAWRANCE, Kansas 66044 (U.S.A.)

SERVANT M.
Mission O.R.S.T.O.M.
Ambassade de France
LA PAZ (Bolivie)

SOCIETE NATIONALE DES PETROLES D'AQUITAINE
Service Documentation - Archives
26, Avenue des Lilas
64001 PAU (France)

SOUGY Jean
Professeur
Laboratoire de géologie dynamique
Université des Sciences et Techniques St-Jérôme
13397 MARSEILLE CEDEX 4 (France)

S.S.P.T. C° RHONE-PROGIL
25, quai P. Doumer
92408 COURBEVOIE (France)

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
Geology - geophysics library
405 Hilgard Avenue
LOS ANGELES, Calif., 90024 (U.S.A.)

Prof. Dr. ZIEGERT H.
Professor for Prehistory
University of Hamburg
Von-Melle-Park 6
2 HAMBURG 13 (Germany)

ZINCK A.
MOP-Oficina Edefologica del Centro
APDO-202 - CAGUA, Edo. Aragua (Venezuela)

ROUBET Colette
Institut de Paléontologie Humaine
1, rue René Panhard
75013 PARIS

VIENT DE PARAÎTRE

J.-P. Carbonnel

LE QUATERNAIRE CAMBODGIEN

Structure et Stratigraphie

Collection : Mémoires ORSTOM n° 60

21x27, 248 p., 55 fig., 31 tabl.,

bibliogr. 265 réf., 4 pl. photos.

Paris 1973

résumé en anglais

english abstract

Prix : 100 F.

Vente auprès du Service Central de Documentation de l'ORSTOM,
70, route d'Aulnay - 93140 BONDY - France.

Paiement effectué par virement postal ou chèque bancaire barré, au
nom de : *Régie avance SSC ORSTOM*, 70, route d'Aulnay, 93140 Bondy,
Compte 9.152-54, C. C. P. Paris.

Achat au comptant possible à la bibliothèque de l'ORSTOM,
24, rue Bayard - 75008 PARIS - France.

Cet ouvrage est édité en langue française.
Printed in French.

LE QUATERNAIRE CAMBODGIEN

STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

Le mémoire présenté ici est le résultat de quatre années de mission au Cambodge. C'est le premier essai de synthèse sur les phénomènes quaternaires en Asie du Sud-Est. Les problèmes posés ont été étudiés de diverses manières en utilisant une gamme de techniques étendue.

Ce travail est axé vers deux pôles, tout d'abord l'établissement d'un schéma structural de l'ensemble de la région permettant d'expliquer la néotectonique quaternaire, puis l'établissement d'une série stratigraphique reliée à des données géochronologiques sûres. Ces deux aspects fournissent un schéma paléogéographique général du Quaternaire continental cambodgien.

Contexte structural

Une étude des données géochronologiques de l'ensemble de l'Asie du Sud-Est a montré que les générations successives de granites sont d'autant plus jeunes que l'on s'éloigne de l'Indosinla vers l'Ouest. Cette structure en « pelures d'oignons » a laissé entre les feuillets structuraux des zones de moindre résistance au travers desquelles s'est jouée la néotectonique quaternaire avec la mise en place de toute une série de basaltes qui ont achevé la consolidation de la région. A une autre échelle d'observation cette partie de l'Indochine est caractérisée par une structure « en damier » mise en évidence par deux types d'accidents :

- des failles NW-SE, devenant N-S vers le Sud, observables aussi bien au niveau de l'affleurement qu'à celui de la péninsule ;
- des « seuils » SW-NE dont l'ensemble affecte la forme générale d'une vague en gradins dont la longueur d'onde serait d'environ 500 à 600 km.

Contexte stratigraphique

Pour chaque région et chaque groupe de phénomènes étudiés, une stratigraphie locale cohérente est résumée en fin de chapitre. Les principaux repères géochronologiques sont : la datation des basaltes de Haute-Cochinchine par traces de fission (0,65 m. a), l'existence de deux épisodes éruptifs situés de part et d'autre du dernier renversement magnétique (0,69 m. a) et la chute des tectites (0,70 m. a). De plus une faune complexe de mammifères (Loangien), placée au Pléistocène moyen, permet l'élaboration d'une stratigraphie générale en quatre termes principaux séparés par trois phases d'érosion ou de mouvements tectoniques.

Schéma paléogéographique

Les seuls sédiments plus anciens que 0,65 m. a. pouvant être considérés comme Villafranchiens sont ceux du sous-sol de la vallée du Mékong au niveau des « Bas-Plateaux », à la limite du socle mésozoïque et de la zone deltaïque. Ce piège à sédiments a été conservé grâce à l'existence d'une faille postérieure à la terrasse de + 100 m du Mékong et à un recouvrement basaltique important.

L'existence d'une pebble-culture atteste la présence de l'homme après cette phase tectonique majeure ; les premiers éléments de la faune du Loangien apparaissent alors, tandis qu'un alluvionnement argilo-sableux tapisse tout le Cambodge médian au-dessous de 40 m. La fin de cette séquence voit la pluviosité s'atténuer progressivement ; les dépôts d'origine chimique de la terrasse de + 40 m du Mékong ont enregistré ces fluctuations dans leur détail.

Un diastrophisme important fait suite, avec une phase d'érosion concomitante. Les rares témoins (terrasse fluviale de + 20 m) de la séquence sédimentaire suivante sont caractérisés par une série de micro-fluctuations climatiques suivie d'une importante phase humide encadrée par deux périodes d'érosion. La dernière de ces érosions est synchronisée de mouvements tectoniques, bien visibles dans le Sud du pays, auxquels sont associées les toutes dernières émissions volcaniques en milieu continental.

Un important hiatus sédimentaire s'établit au cours du Pléistocène supérieur auquel font suite les sables et limons holocènes. La création du Grand Lac ne remonte pas à plus de 5720 ans.

Le Quaternaire de la région présentée ici est l'aboutissement d'un long processus qui a débuté à l'Hercynien. Vieux craton cassé, brisé à chaque reprise tectonique, son évolution quaternaire s'est orientée vers une série d'injections magmatiques qui a déterminé une néotectonique originale où les déformations de type cassant ont prédominé.

A PARAÎTRE ULTÉRIEUREMENT :

Le gisement des vertébrés du Phnom Loang (Province de Kampot, Cambodge). Faune pléistocène moyen terminal (loangien).

de **BEDEN (M.)** et **GUÉRIN (C.)** - Avant-propos de **CARBONNEL (J.-P.)**.

LE QUATERNAIRE CAMBODGIEN STRUCTURE ET STRATIGRAPHIE

[Cambodian quaternary
Structure and stratigraphy]

The memoir presented here is the result of a four years mission in Cambodia. It is the first trial synthesis concerning the quaternary phenomena in Southeast Asia. The problems dealt with have been studied in various manners by using a wide variety of techniques.

This work is directed toward two different poles. Firstly, the drawing up of a structural model of the whole region which makes it possible to explain quaternary neotectonics and, secondly, the drawing up of a stratigraphic series linked to proven geochronologic data. These two aspects provide a general paleogeographic history of the continental Cambodian Quaternary.

Structural context

A study of the geochronologic data of Southeast Asia showed that the successive generations of granites become younger as one goes further west from Indosinia. This « onion skin » structure has left, between the structural sheets, zones of weaker resistance through which took place the quaternary neotectonics with the formation of a whole series of basalts, which completed the consolidation of the region. On another observation scale, this part of Indochina is characterized by a « chequered » structure revealed by two types of accidents :

- NW-SE faults becoming N-S toward the south, which may be observed at the outcrop level as well as that of the peninsula ;
- SW-NE shelves, the whole structure resembling the general form of a « tier wave » whose wavelength is between 500-600 kms.

Stratigraphic context

A local coherent stratigraphy is summed up at the end of the chapter for each studied region and group of phenomena. The principal geochronologic reference points are : the datation of the Upper-Cochin-China basalts by fission traces (0,65 million years), the existence of two eruptive episodes situated on both sides of the last magnetic reversal (0,69 million years) and the fall of tectites (0,70 million years). Moreover, a complex fauna of mammals (Loangian) located in the middle Pleistocene allows the elaboration of a general stratigraphy in four principal terms separated by three erosion stages or tectonic movements.

Paleogeography

The only sediments older than 0,65 million years that can be considered as Villafranchian are those of the basement of the Mekong valley at the level of the « Low Plateaux » at the limit of a mesozoic basin and of the deltaic zone. This sediment trap has been conserved, thanks to the existence of a fault, posterior to the + 100 m Mekong terrace and thanks to an important basaltic re-covering as well.

The existence of a pebble-culture attests to the presence of man after this major tectonic stage. The first elements of the Loangian fauna appear at that time, while a sandy-clay alluvion covers all of median Cambodia below 40 m. The pluviometry diminishes progressively at the end of this sequence. Deposits of chemical origin of the + 40 m Mekong terrace recorded these fluctuations in detail.

An important diastrophism with a concurring erosion stage follow. The rare outliers (+ 20 m river terrace) of the next sedimentary sequence are characterized by a series of climatic micro-fluctuations followed by an important humid stage between two erosion periods. The last of these erosions is synchronous with tectonic movements quite obvious in the southern part of the country. The very last volcanic eruption in continental field are associated with these movements.

An important sedimentary gap takes place during the Upper Pleistocene. It is followed by holocene sands and muds. The formation of the modern Great Lake does not date back to more than 5 720 years.

The Quaternary of the region described here is the end of a long process which began in the Hercynien. An old broken craton, cracked at each tectonic resumption, its quaternary evolution is oriented toward a series of magmatic injections which determined original neotectonics, where the deformation of the breaking type predominated.

IN PREPARATION :

Le gisement des vertébrés du Phnom Loang (Province de Kampot, Cambodge). Faune pléistocène moyen terminal (loangien).

de BEDEN (M.) et GUÉRIN (C.) - Avant-propos de CARBONNEL (J.-P.).

ERRATUM

K.W. BUTZER et C.L. HANSEN : "Late Pleistocene stratigraphy of the Kom Ombo plain, Upper Egypt : a comparison with other recent studies near Esna-Edfu". ASEQUA, Bull. de Liaison n° 35-36, décembre 1972.

- erreur de pagination à rétablir comme suit : p. 7 devient 9, p. 8 devient 7, p. 9 devient 8.
- mistake of pagination, to correct as follow : p. 7 becomes 9, p. 8 becomes 7, p. 9 becomes 8.

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25