

N° d'Enregistrement
au C.N.R.S.
A07229

THÈSE

présentée à

l'Université de Paris VI

pour obtenir

le Grade de Docteur ès Sciences Naturelles

par

Raymonde BONNEFILLE

SUJET de la THÈSE : ASSOCIATIONS POLLINIQUES ACTUELLES ET QUATERNAIRES
EN ETHIOPIE (Vallées de l'Awash et de l'Omo)

TOME : 1

Soutenue le 12 Octobre 1972 devant la Commission d'Examen

M. J. PIVETEAUPrésident

Mme. M. VAN CAMPO.....
M. H. FAURE.....
Mlle. H. ALIMEN.....
M. R. PICH-SERMOLLI.....
M. J. CHAVAILLON.....

} Examineurs

PARIS 1972

III - R E S U L T A T S P A L Y N O L O G I Q U E S :

HAUTE VALLEE DE L'AWASH

A. - G E N E R A L I T E S

Introduction

Située au centre de l'Ethiopie, la vallée de l'Awash (fig.1) coule, sur la plus grande partie de son cours dans le Rift éthiopien, fossé d'effondrement limité par des failles et jalonné de volcans récents: Wochacha (4 millions d'années), Gariboldi Pass (Pléistocène récent et Holocène).

La rivière Awash prend sa source au Mont Worqué, à 3000 m d'altitude dans les montagnes du pays Shoa, à l'ouest d'Addis Abeba. Coulant dans une direction du sud-est, elle fait un brusque coude au niveau de Mojo et prend alors une direction nord-est qui est celle des failles principales. Le fleuve draine, au nord, une partie des eaux du plateau éthiopien, au sud, celles du plateau somalien. Les principaux affluents, les rivières Millé et Kassam, prennent leur source sur les reliefs, très loin à l'intérieur du plateau éthiopien. Les eaux de la rivière Awash n'atteignent pas le Golfe d'Aden elles se perdent dans une vaste zone endoréique où existent plusieurs lacs, notamment le lac Abbé.

A propos des rapports entre les dépôts sédimentaires et la tectonique, dans cette région, M.TAIEB (1969) a montré que l'Awash, dans sa vallée supérieure et sur une partie de sa vallée moyenne, coule dans une série de bassins, zones d'effondrement où s'accumulent les dépôts. Ces compartiments affaissés alternent avec des zones surélevées où la rivière creuse des gorges profondes (fig.26). Ces différents territoires sont délimités par des failles principales responsables de la mise en place du Rift éthiopien. La zone des gorges, entre Koka et Mojo, marque la limite entre la vallée moyenne et la vallée supérieure.

La vallée supérieure.

La vallée supérieure proprement dite a une longueur d'environ 150 km et l'altitude moyenne des régions sur lesquelles elle s'étend est de l'ordre de 2000 à 2500 m. Le bassin de Melka Kontouré (1), qui est le bassin de la Vallée supérieure de l'Awash, est situé sur le bord du plateau éthiopien, c'est-à-dire dans la zone limite entre le rift et le plateau. A l'amont du lieu dit Melka Kontouré, des affleurements pléistocènes, accompagnés de niveaux archéologiques, ont été découverts par M.TAIEB au cours de ses recherches géologiques: Tagi, Liben, Bore, Tchanjo Basarga, Simburo, Tabel etc.. pour ne citer que les localités les plus importantes (voir fig.7 hors texte). Quelques prélèvements pour l'analyse pollinique ont été effectués à Dellou, à Simburo et Mojo. Cependant les recherches palynologiques entreprises concernent essentiellement les coupes principales situées près du gué de Melka Kontouré qui sont celles de Garba, Gomboré et Kella (pl.V, VII, VIII, IX et X). La découverte du site de Melka Kontouré par G.DEKKER en 1963, a donné lieu dès 1965, à une première campagne de fouilles archéologiques sous l'égide de J.CHAVAILLON. En 1966 ont été effectués les premiers prélèvements d'échantillons pour l'étude palynologique complétés ensuite en 1968 par de nouveaux prélèvements dans les coupes de Simburo et Touka.

(1) Le nom de Melka Kontouré est celui du gué. Par extension il a été appliqué à l'ensemble des formations du bassin de la vallée supérieure.

Les études préliminaires effectuées sur les premiers échantillons révélèrent la pauvreté en pollens des sédiments; nous avons donc jugé opportun de multiplier les prélèvements dans une zone où les dépôts sont en série continue et étendue, les chances d'obtenir des niveaux riches étant ainsi augmentées. Il nous a semblé bien préférable d'avoir à cet endroit plusieurs niveaux riches en succession stratigraphique bien situés dans la chronologie locale, avec des sites préhistoriques étudiés, plutôt que d'établir, à des endroits très dispersés, des résultats pour un ou deux niveaux entre lesquels la corrélation stratigraphique serait difficile. Pour cet ensemble de raisons la plupart des analyses palynologiques ont été effectuées sur les sédiments des coupes principales situées près du gué de Melka Kontouré: Garba, Gomboré, Kella, Touka et sur quelques échantillons des coupes de Simburo et Dellou.

Le bassin de la vallée supérieure de l'Awash, est situé à 50 km au sud-ouest d'Addis Abeba. Il s'étend sur 8 à 10 km le long des rives de la rivière Awash (fig.7 hors texte). L'altitude moyenne indiquée sur la carte I.G.N. de Y. EGELS (1971) reproduite sur la fig.35 hors texte est de 2025 m. Avant d'aborder les résultats des études palynologiques entreprises, il convient d'envisager quelques aspects des connaissances géologiques, préhistoriques, paléontologiques concernant la région étudiée.

B. - CADRE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION DE MELKA KONTOURÉ

Les données géologiques ont été établies en étroite collaboration d'une part avec M. TAIEB 1968, 1969, 1971 (1) dont les recherches sur le Quaternaire de toute la vallée de l'Awash font l'objet d'un travail d'ensemble, d'autre part avec J. CHAVAILLON (2) qui poursuit, à Melka Kontouré d'importantes recherches préhistoriques. Nous n'indiquerons ici que les éléments indispensables à la compréhension des travaux de Palynologie.

En bordure du plateau éthiopien, des failles normales ont permis l'installation d'une zone déprimée où se sont constitués plusieurs lacs de barrage étalés de Tagi à Kella (voir fig.26) (M. TAIEB, sous presse). Une faille très importante limite au sud-est le bassin de Melka Kontouré (fig.35 hors texte).

(1) pour ne citer que les notes les plus importantes.

(2) Voir liste de références bibliographiques Géologie.

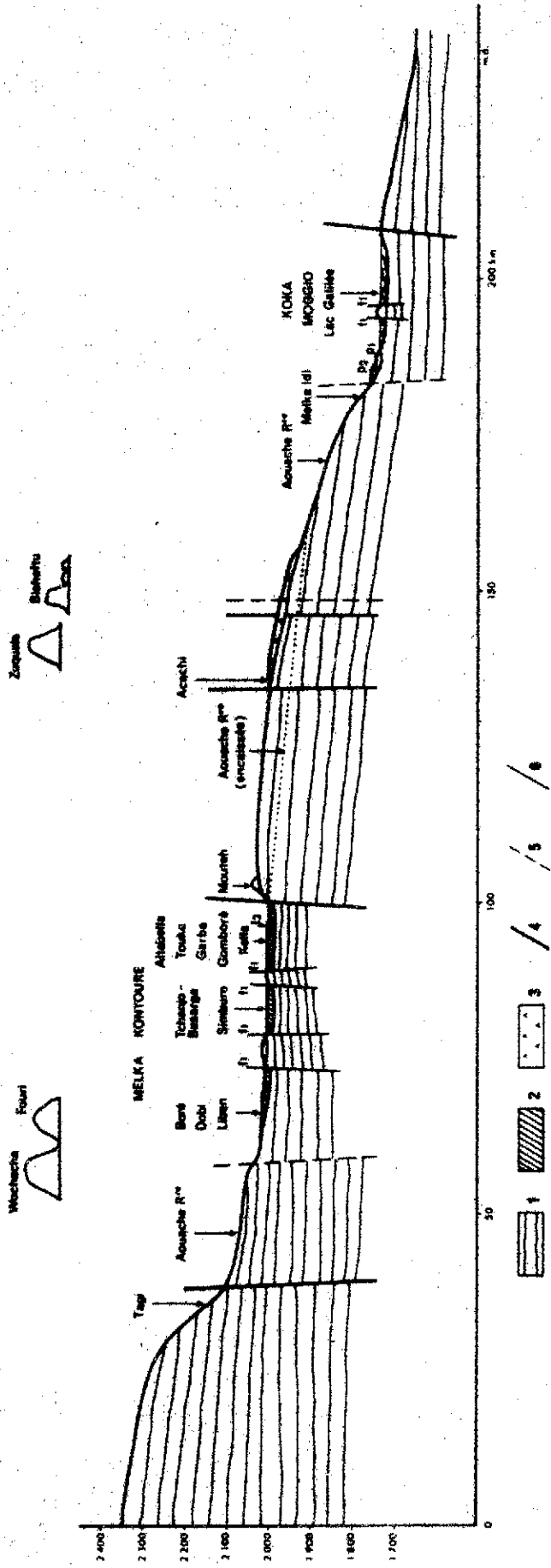


Fig. 26 : PROFIL STRUCTURAL DE LA VALLEE SUPERIEURE DE L'AWASH (d'après M. TAIEB, 1969)

1 - Substratum volcanique (série des Trapps) ; 2 - Dépôts fluvio-lacustres quaternaires ; 3 - Dépôts volcaniques aériens quaternaires (série d'Aden) ; 4 - Failles principales d'orientation S.W.-N.E. ; 5 - Failles principales supposées ; 6 - Failles secondaires (f 1) ; failles mineures affectant les dépôts quaternaires (f 2) ; P₁, P₂, P₃ : plages lacustres.

Cette faille met en contact les dépôts sédimentaires quaternaires avec les séries volcaniques trachy-basaltiques, très vraisemblablement d'âge tertiaire (série des Trapps, groupe d'Aschanghi) qui sont bien représentées à l'aval, dans les gorges (pl.III). Les dépôts quaternaires reposent eux-mêmes sur un substratum basaltique, également tertiaire, que l'on peut voir affleurer en quelques points à l'amont, notamment à Hofi et Altabella. Les dépôts du bassin de Melka Kontouré sont constitués par des sédiments à caractère fluvio-lacustre.

a - CARACTERE FLUVIO-LACUSTRE DE LA SEDIMENTATION

Des sables plus ou moins grossiers, à stratifications entrecroisées indiquant une sédimentation fluviale typique alternent avec des dépôts arbitraires, témoins d'une sédimentation plus calme en milieu plus ou moins fermé, sous une profondeur d'eau plus importante. Ces derniers renferment des Diatomées, souvent brisées, donc transportées. Les niveaux de diatomite bien caractéristique sont rares. On ne peut pas parler, à Melka Kontouré, de dépôts franchement lacustres tels que ceux connus à Mojo, avec de vraies diatomites, ou ceux de la basse vallée avec traces d'anciennes plages et dalles calcaires à Gastéropodes. Les niveaux à Gastéropodes et à Lamellibranches sont rares dans les séries de Melka Kontouré, les coquilles ne sont pas conservées par suite de phénomènes de dissolution, mais ont laissé des traces sous forme de moules internes. Les Unios, bien que peu abondants, sont essentiellement représentés dans les dépôts sableux. Leurs moules sont bien conservés quand les sables sont ferruginisés.

Les séries sédimentaires de Melka Kontouré se sont déposées au cours du Quaternaire dans un bassin situé sur le trajet du fleuve, bassin dont l'écoulement vers l'aval a été plus ou moins ralenti ou même supprimé à la suite de mouvements tectoniques. On peut considérer que l'apport, en provenance de l'amont a toujours existé. Cet apport a eu, aux différentes périodes, un rôle plus ou moins grand: important lors des dépôts grossiers, il a été réduit lors du dépôt calme des argiles feuilletées. Le bassin de Melka Kontouré ne doit pas être considéré comme un bassin endoréique. A fortiori, on ne pourra pas interpréter les résultats comme ceux d'une tourbière ou d'un véritable lac. Cependant, étant donnée la situation très à l'ouest de la vallée de l'Awash, ce qui se passe à Melka Kontouré du point de vue sédimentologique et palynologique est une composante de l'ensemble des phénomènes enregistrés dans une zone d'environ 50 km de diamètre, situé sur le rebord du Plateau éthiopien. Le phénomène d'apport ne doit pas être considéré, ici, comme un facteur gênant. Dans la mesure où il n'y a pas de différence géographique et géologique importante

entre le bassin amont et la région du gué de Melka Kontouré, les résultats enregistrés ont un caractère de généralité au lieu d'être limités à un point précis. Il n'en est pas de même pour un bassin situé dans la partie aval du cours de la rivière. A cet endroit les pollens et sédiments apportés de l'amont seraient un facteur perturbateur différent du contexte dans lequel les alluvions se déposent. Cependant, s'ils appartiennent à des associations qui n'ont rien de commun avec la végétation en place, leur évolution au cours du temps peut alors être distinguée de celle des éléments locaux.

b - PRESENCE D'ELEMENTS DE NATURE VOLCANIQUE DANS LES DEPOTS SEDIMENTAIRES

1) Couches cinéritiques

La succession stratigraphique, en plus des sables et argiles, précédemment cités, montre des couches cinérétiques déposées en eau calme (ce qu'atteste la présence de diatomées pélagiques dans la cinérite G.106) mêlées aux argiles qui ont été appelées par M.TAIEB "argiles tufacées" ou cinérites ou tufs cinérétiques. L'observation microscopique révèle la présence de quartz, des fragments de verre volcanique et de minéraux éruptifs. Il s'agit d'une reprise, dans la sédimentation, des dépôts provenant d'émissions volcaniques acides de type pluie de cendres qui résultent de l'activité des volcans dans toute cette zone. Les études granulométriques précises, complétées par les études morphoscopiques permettent de savoir si les cendres sont tombées directement dans le bassin ou si, d'origine aérienne, elles ont ensuite été emportées par les eaux de ruissellement (M.TAIEB, in R.BONNEFILLE et collab., sous presse).

2) Tufs ignimbritiques

Les ignimbrites et les ponces constituent un autre témoin important de l'activité volcanique. Au sein d'une séquence du Pléistocène moyen, une phase volcanique majeure a donné, sur une grande étendue du bassin, des dépôts volcaniques consolidés de plusieurs mètres d'épaisseur qui forment dans le paysage, en particulier à Kella, une falaise bien visible faisant un ressaut net dans la topographie actuelle (pl.V). Il est vraisemblable de penser qu'il s'agit "d'ignimbrites" formées par l'accumulation de "matériel principalement acide..., éjecté des orifices sous la forme d'une multitude de particules hautement incandescentes, principalement de petite taille" (P.MARSHALL, 1935, p.357). Les dépôts argilo-lacustres, au contact des formations volcaniques ont été cuits et présentent des ondulations dans la stratification, preuve de l'arrivée brutale du matériel volcanique dans les dépôts encore non consolidés. L'emplacement du point d'émission des "Ignimbrites" de Melka Kontouré n'a pas encore été déterminé.

En conclusion, nous devons retenir le témoignage de l'activité volcanique, à différentes époques du Quaternaire, dans le bassin de Melka Kontouré mais il n'a pas été repéré de véritable coulée basaltique d'âge quaternaire(1), au sein des dépôts. Le problème qui nous intéresse ici est de savoir dans quelle mesure ce phénomène intervient dans la sédimentation des pollens.

c - ACTIVITE VOLCANIQUE ET CONDITIONS DE SEDIMENTATION DES POLLENS

L'activité volcanique peut intervenir de deux manières différentes dans les conditions de sédimentation des pollens : soit en détruisant la végétation, soit en détruisant les pollens eux-mêmes.

1) Destruction de la végétation

Sur le passage des coulées ou des pluies de cendres la végétation est détruite mais elle demeure dans les vallées, sur les pentes des autres volcans qui n'ont pas été atteints. La superficie du paysage recouvert de végétation s'en trouve diminuée, la production pollinique réduite mais non interrompue pour autant dans ce secteur.

D'autre part, sur les coulées volcaniques la végétation se reconstitue dans un temps relativement court. Pour citer un exemple en Ethiopie, nous avons pu observer, sur les coulées basaltiques chaotiques récentes du Gariboldi Pass (coulées de la fin du siècle dernier) et du Fantale, l'installation d'une végétation arbustive dense, avec en particulier des Rumex arborescents, alors qu'aucun sol n'avait encore eu le temps de se former.

Ainsi, dans le cadre régional de ce travail, le caractère localisé dans le temps et limité dans l'espace de l'éruption volcanique fait que celle-ci n'intervient pas de façon importante dans les conditions de sédimentation des pollens. Dans le bassin de Melka Kontouré, ce facteur correctif, s'il est intervenu, peut être considéré comme négligeable. Il n'en serait pas de même si l'on avait entrepris une étude palynostratigraphique détaillée durant la période de 10.000 ans de l'Holocène, dans un lac de cratère de petites dimensions qui reçoit essentiellement la pluie pollinique d'une forêt proche bien délimitée, celle des versants du volcan.

2) Destruction des pollens

Peu de choses peuvent être dites sur les relations entre l'activité volca-

(1) Les basaltes qui affleurent à Hofi pourraient être soit quaternaires soit appartenir à la série tertiaire des Trapps.

nique et la destruction des pollens, l'état actuel des connaissances scientifiques en matière de conservation des pollens dans les sédiments étant plus que sommaire. Il est certain que les fortes températures, en particulier par l'accroissement de l'oxydation, entraînent une destruction totale des pollens. D'autre part, dans le temps très court qui correspond à la mise en place du dépôt volcanique on peut penser que la sédimentation des pollens n'a pas eu le temps d'être très importante. De fait, les ignimbrites et les cinérites franches se sont presque toujours révélées stériles au cours de nos observations (1).

La nature chimique acide des matériaux d'origine volcanique a probablement eu pour conséquence d'augmenter le taux d'acidité des eaux de lessivage. Ceci aurait pu intervenir dans un sens plus favorable à la conservation des pollens.

Les observations que nous avons pu effectuer sur l'ensemble des échantillons traités n'apportent aucune conclusion dans ce domaine (voir fig.42). Il y a eu surtout augmentation du taux de silice et par suite développement des diatomées. La présence constante de la Montmorillonite (M.TAIEB, INQUA PARIS 1969, sous presse), minéral argileux provenant de l'altération des roches pyroclastiques du bassin versant, témoigne par ailleurs d'un milieu riche en cations (Mg, Ca etc..) et à pH plutôt alcalin. De fait, les mesures de pH effectuées pour quelques uns des échantillons oscillent autour de la neutralité (pH 7-8), conditions qui ne sont donc ni complètement défavorables et vraiment propices à la conservation des pollens. On ne possède pas suffisamment de données au sujet de la conservation des pollens en pays à climat de type tropical pour pousser plus loin l'analyse de ces faits.

d - CARACTERE CYCLIQUE DE LA SEDIMENTATION

L'alternance, dans la succession stratigraphique, de cailloutis, sables et argiles, ainsi que leur répétition au cours du Quaternaire, a permis à M.TAIEB (J.CHAVAILLON et M.TAIEB, 1968) de mettre en évidence quatre cycles sédimentaires principaux. Ces derniers ont été nommés d'après les ravins où les affleurements apparaissent le plus nettement : le premier cycle Gomboréen (de Gomboré), le deuxième Garbien (d'après Garba), le troisième Tabellien (d'après Tabel), le quatrième correspond à l'Holocène. Chaque cycle débute par une phase sableuse plus ou moins grossière, ensuite on observe des dépôts plus lacustres et plus fins suivis parfois d'une phase d'émersion. Entre deux cycles sédimentaires prend place une période d'érosion, parfois indubitable tel le ravinement

(1) Rappelons que les cinérites du Massif Central ont elles, fourni des pollens (H.ELHAI et A.RUDEL, 1971).

bien marqué à la base du Tabellien et celui la base du vertisol (pl.VII,fig.2), parfois plus contestable telle que la limite entre le Gomboréen et le Garbien. Pour plus de compréhension quant à la situation stratigraphique des échantillons dont l'analyse pollinique a été entreprise, nous situerons ces quatre cycles dans un cadre schématique d'ensemble. Nous reviendrons ultérieurement au cours de la discussion des résultats palynologiques sur les questions de limites et d'interprétation de ces cycles.

1) Les cycles sédimentaires

a) Le premier cycle ou Gomboréen

Défini à Gomboré, il comprend environ 15 m de dépôt, dont 3 m visibles en affleurement. Une épaisseur de 12 m de sédiment a été décelée par les études géophysiques de sismique marteau (M.TAIEB, Rd.Père GOUIN, comm.orale). Dans les formations du Gomboréen, pour la plupart fluvio-lacustres s'intercalent les niveaux oldowayens. Il est vraisemblable de considérer que le Gomboréen ne représente qu'une faible partie des dépôts du Pléistocène ancien.

b) Le second cycle ou Garbien

Les dépôts du deuxième cycle sédimentaire ou Garbien recouvrent souvent ceux du Gomboréen. Leur puissance est d'environ 20 m. Ils comprennent plusieurs complexes ou séquences fluvio-lacustres dans lesquels s'intercale le tuf ignimbrétique qui marque un épisode volcanique important. A l'intérieur de ces formations H.CHAVAILLON distingue au moins six niveaux acheuléens principaux, qui sont des niveaux d'habitats, où la densité des outils taillés est considérable. Dans les couches stratigraphiques ont été également trouvées des pièces acheuléennes in situ; leur présence ne définit pas obligatoirement un niveau d'habitat mais seulement un niveau archéologique.

c) Le troisième cycle ou Tabellien

Au troisième cycle sédimentaire ou Tabellien appartiennent les argiles rose-saumon conservées en buttes de 2 à 5 m (pl.V et VII) pouvant atteindre 12 à 15 m à Touka et Tabel. Elles reposent sur une surface d'érosion due à un ravinement important qui a été fossilisée par un encroûtement gréseux avec graviers, fortement ferruginisés contenant des coquilles d'Unio, des ossements, des micro-mammifères et de l'industrie acheuléenne caractérisée par des bifaces de petites

dimensions, finement travaillés, de facture évoluée. Les argiles du Tabellien peuvent être interprétées comme des dépôts de pente sous ruisseau diffus non nettement canalisé (M. TAIEB, comm. orale). Elles contiennent des industries sur éclats rapportées au "Middle Stone Age". Le débitage de l'argile en petits prismes, ainsi que des traces de racines et de petites galeries remplies par le sédiment postérieur brun noirâtre, semblent être indicatifs d'un sédiment bioturbé ayant subi une évolution pédogénétique importante. Des alluvions d'origine torrentielle qui forment des poches ou des lits de cailloutis, parfois très grossiers s'intercalent dans les argiles. On observe aussi des bancs de ponces (pl.VII).

d) Le Quatrième cycle (ou Holocène)

La phase d'alluvionnement du Tabellien a été suivie par une période de creusement d'importance inégale suivant les endroits. Des sédiments argileux à Montmorillonite de couleur brune (vertisol) recouvrent indifféremment toutes les formations antérieures sur les zones hautes, les pentes et dans les vallées. Ils contiennent très fréquemment des concrétions ou poupées calcaires contemporaines de la période d'évolution pédogénétique du vertisol. Il s'agit là des formations holocènes qui représentent le Quatrième cycle. Près de Liben, l'emboîtement des dépôts holocènes dans ceux du Tabellien est bien visible. Une période d'érosion récente que l'on peut situer à quelques millénaires, a permis le creusement des vallées actuelles, parfois profonde de 15 à 20 m.

Conclusion.

Pour le bassin de Melka Kontouré nous retiendrons l'existence de 4 cycles sédimentaires: le Gomboréen, le Garbien, le Tabellien et l'Holocène. Chacun de ces cycles est composé lui-même d'une ou plusieurs séquences. Des ravinelements soulignent les limites de chacun de ces cycles. Un encroûtement ferrugineux relativement constant que l'on connaît à Garba, Hofi, Simburo, Kella etc.. marque la surface de ravinement à la base du Tabellien (M. TAIEB, sous presse).

2) Les niveaux ferrugineux .

Deux hypothèses peuvent être avancées quant à l'explication de l'existence d'un niveau ferrugineux dans une série stratigraphique:

Ce peut être un phénomène en relation avec la présence de la nappe phréatique qui se produit à n'importe quel moment, postérieurement à la sédimentation.

Ce peut être un phénomène d'origine superficielle lié au développement

d'un sol. Celui-ci est le témoin de conditions très différenciées. Son développement peut alors résulter soit des conditions climatiques particulières, par exemple humides et chaudes (sols ferrugineux de climat chaud), soit une évolution pédologique sous un climat semblable à celui des autres périodes mais de très longue durée. Dans cette dernière éventualité, le niveau ferruginisé signifie une lacune stratigraphique majeure dont on tiendra compte dans la reconstitution de l'évolution des paysages au cours des temps.

Les échantillons étudiés des niveaux ferrugineux s'étant révélés stériles, aucune information climatique ne peut être déduite par la méthode palynologique, pour la période à laquelle ils correspondent. On fera alors appel aux études géologiques et surtout pédologiques. Dans cet ordre d'idée D.NAHON (1971), à propos des cuirasses ferrugineuses quaternaires du Massif de Ndias (Sénégal occidental), a abouti aux conclusions suivantes : "Les phénomènes de migration et d'accumulation de fer et d'argile sont minimum durant les périodes arides et croissent lorsque les climats évoluent de l'aride vers l'humide." L'auteur souligne lui-même que ces conclusions, établies dans un cas très particulier, ne sauraient être appliquées à d'autres régions avant d'avoir entrepris pour celles-ci, des observations précises. Nous avons choisi de citer ce fait pour souligner l'intérêt qu'une collaboration étroite entre les recherches géologiques, pédologiques et palynologiques se complétant mutuellement, apporte à la compréhension des phénomènes climatiques.

2 - LES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES A MELKA KONTOURE

En groupant l'ensemble des coupes de Melka Kontouré on trouve, dans la succession stratigraphique, sur une épaisseur de 20 à 30 m, une vingtaine de niveaux archéologiques appartenant aux périodes oldowayennes, acheuléennes ainsi qu'aux périodes plus récentes. Ces niveaux se répartissent en deux catégories.

a - NIVEAUX D'HABITATS ET SEQUENCE SEDIMENTAIRE

Les niveaux d'habitats sont nombreux à Melka Kontouré. Selon M.TAIEB (INQUA 1969 sous presse), "ils correspondent à des émergences relatives sans que soient observés pour autant d'anciens témoins de processus d'ordre pédologique." Ce sont les fouilles préhistoriques qui permettent de préciser si l'on a affaire à des habitats ou à des niveaux stratigraphiques qui, par la présence d'outils in situ, témoignent de l'existence de l'homme associé à ce type d'industrie à l'époque considérée. La différence pour nous est importante: la présence

d'industries in situ n'implique pas un arrêt de la sédimentation. Par contre l'habitat, à l'époque de son installation implique momentanément, sur les bords du bassin une surface émergée. Toutefois il faut conserver présent à l'esprit le caractère localisé de l'habitat préhistorique, la période d'émersion, à laquelle il correspond, ne doit pas être comprise comme une phase d'émersion, à caractère général dans la stratigraphie de la région. Les déplacements du lit de la rivière dans "sa vallée" existent toujours même sans variations climatiques.

L'évaluation de la période d'émersion qui correspond approximativement à la durée de l'habitat (1) n'est pas facile à faire. Dans la stratigraphie, le temps n'est pas lié par une relation directe à l'épaisseur du sédiment. Une période d'occupation humaine qui a pu être longue, est concentrée dans une couche de tout au plus 20 à 30 cm; cette zone ayant été émergée, il n'y a pas de dépôt fluviatile, donc pas de sédiment à cet endroit. Mais alors le temps écoulé concentré dans ce niveau de faible épaisseur a été long; des changements dans la typologie des industries et la flore ont pu se produire. Ces derniers peuvent être enregistrés par la palynologie. C'est ce qui nous a conduit à effectuer des prélèvements très serrés pour les niveaux archéologiques. Les tableaux 59 et 73 font état des nombreux échantillons qui proviennent des sols d'habitats.

b - CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES ENTRE LES DIFFERENTS NIVEAUX D'HABITATS.

Sur deux coupes, même proches comme celles des ravins de Garba A et Garba B les habitats, en particulier les habitats acheuléens, ne sont généralement pas strictement contemporains d'une coupe à l'autre. Les habitats se situent, en général, au sommet d'une couche sableuse mais peuvent être présents à l'intérieur des sables. On établira donc, avec le plus grand soin, la correspondance stratigraphique latérale entre deux niveaux d'habitats, lorsque les échantillons n'auront pas été prélevés sur la même coupe. Les niveaux d'habitats contribuent, pour une part importante, à l'établissement de la chronologie des dépôts sédimentaires.

c - SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES DE MELKA KONTOURE.

L'essentiel des données de ce chapitre est emprunté aux très importantes études effectuées par J. CHAVAILLON depuis 1965, date des premières campagnes de fouilles. Pour toutes précisions et détails concernant la Préhistoire

(1) La durée de l'habitat peut être plus courte que la période d'émersion.

on se référera aux publications de cet auteur et de ses collaborateurs: N.CHAVAILLON, F.GUERRE et F.HOURS. Il n'est pas dans notre but ici d'en donner un résumé complet et exhaustif, mais nous voulons souligner quelques aspects qui ont des conséquences dans la situation et la compréhension des recherches palynologiques.

Sont connus à ce jour, à Melka Kontouré, au moins 8 niveaux d'habitats. Quatre d'entre eux ont été l'objet de fouilles importantes. Dans la dénomination préhistorique utilisée (J.CHAVAILLON), les sites archéologiques portent des noms de lieux : GARBA(1), GOMBORE, HOFI, etc.. Chacun d'eux est affecté d'un numéro (I, II, III etc..) attribué à un point précis. Ces chiffres n'ont aucune valeur stratigraphique, ils correspondent à l'ordre chronologique de la découverte des sites.

Les principaux niveaux d'habitats de Melka Kontouré dans la chronologie stratigraphique se répartissent de la manière suivante :

1 habitat du Middle Stone Age à GARBA III

6 niveaux d'habitats acheuléens: GARBA I, II, IV, GOMBORE II, III

1 habitat oldowayan principal : GOMBORE I

1) Le sol oldowayan de GOMBORE I.

A GOMBORE I, le sol oldowayan se trouve à 2 m environ au-dessus du niveau moyen des eaux de la rivière Awash. J.CHAVAILLON distingue le sol d'habitat proprement dit, qui est le niveau principal "GOMBORE IB", et dessous, à 30 cm et 50 cm, deux niveaux archéologiques "GOMBORE IC" et "GOMBORE ID" trouvés au cours d'un sondage et pour lesquels la densité des pièces est bien inférieure à celle du niveau IB. Plus de 110 m² de surface de ce sol ont été dégagés actuellement permettant la mise à nu d'un très grand nombre de pièces. L'étude typologique effectuée par J. et N.CHAVAILLON(1969), J.CHAVAILLON(1971 et sous presse), J. et N. CHAVAILLON (1971 a,b) a donné la répartition de ces pièces en galets cassés, choppers (galets aménagés par une taille uniface et galets aménagés par une taille biface), galets aménagés polyédriques, et enfin éclats. Ces auteurs établissent "qu'il s'agit indubitablement de "Pebble Culture"(J. et N.CHAVAILLON, 1969). Les fouilles récentes de 1969 et 1970 ont donné lieu à la découverte d'une structure tout à fait particulière qui pourrait être interprétée comme celle d'un abri: il s'agit d'un espace dénudé du sol, grossièrement en forme de cercle, délimité par des bords abrupts et entouré de cercles de pierres (J.CHAVAILLON et N.CHAVAILLON, 1971 b).

(1) Nous utiliserons une écriture en lettres capitales pour désigner les sites archéologiques et une écriture en lettres minuscules pour parler des divers ravins dans leur ensemble: Garba, Gomboré etc..

En conclusion "en se basant sur la faune et la typologie des objets lithiques, on peut attribuer une grande ancienneté à ce niveau archéologique: la comparaison avec les niveaux les plus anciens, ceux du Bed I et de la base du Bed II à Olduvai permet de désigner le site de GOMBORE I du qualificatif "d'Oldowayan".. une première étude permet de situer cette occupation à une période antérieure au million d'années"(J.CHAVAILLON,1971 a).

2) Les habitats acheuléens.

Jusqu'à ce jour deux des niveaux d'habitats acheuléens ont été dégagés sur de grandes surfaces, celui du site GARBA I (pl.IX) dont la fouille a été commencée dès Février 1965 et celui du site GOMBORE II fouillé en 1970 et 1971 (pl.X).

. Le sol acheuléen de GOMBORE II :

La plus grande surface de ce site ayant été fouillée en Décembre 1971, des précisions concernant l'étude typologique ne peuvent être apportées qu'ultérieurement à ce travail.

. Le sol acheuléen supérieur de GARBA I :

Situé au sommet de la séquence sédimentaire du Garbien, 108 m² d'une plage de sables et graviers avec galets ont été dégagés jusqu'en 1970. Le sol lui-même est peu épais, précédé par un niveau archéologique dans les sables immédiatement sous-jacents. La forme générale de l'habitat est maintenant très nettement visible. L'étude typologique de ce site a donné lieu à plusieurs publications (J.CHAVAILLON 1967 a,b,1968,1971 pour ne citer que les principales). L'industrie, composée essentiellement de bifaces, souvent en obsidienne, parmi lesquels les bifaces plats de type "limandes" sont les plus abondants, de très beaux hachereaux en trachy-basalte à débitage Levallois, des bolas et des boules polyédriques, comporte également de multiples pièces sur petits éclats notamment racloirs, grattoirs, burins etc. Il faut noter aussi la persistance des galets aménagés de facture archaïque (pl.IX,fig.2).

Conclusion

L'industrie de GARBA I a été qualifiée d'acheuléenne. Il faut entendre par ce qualificatif en Afrique, toute civilisation à pièces bifaces. En France, la période du Paléolithique inférieur qui comprend le Chelléen puis l'Acheuléen s'étend sur une période d'environ 500.000 ans. En Afrique, l'extension des civilisations à bifaces est considérable du nord au sud du continent. Elles font suite à la Pebble Culture et se rencontrent, en Afrique du Nord depuis environ 1 million

d'années jusqu'à -60.000 ans, en Afrique orientale depuis environ 1 million d'années jusqu'à -50.000 ans environ (J.D.CLARK, 1970 et tableau 35). Les associations d'outils et les techniques de fabrication sont souvent de facture différente entre l'Europe et l'Afrique ce qui rend la correspondance entre les deux continents difficile. Dans l'état actuel des connaissances, l'industrie de GARBA I appartient à l'Acheuléen supérieur et se situerait autour de 150.000, 120.000 ans B.P. par comparaison avec Olorgesailie, selon J.CHAVAILLON et L.S.B.LEAKEY (comm.orale).

3) Les niveaux du "Middle Stone Age" et du "Later Stone Age".

Le gisement de Melka Kontouré a été fréquenté pendant les périodes postérieures à l'époque acheuléenne et jusqu'à nos jours. Les industries du "Middle Stone Age" et du "Later Stone Age" sont connues dans l'autres régions en Ethiopie: région du lac Tana (L.S.B.LEAKEY, 1943), Gondar (J.D.CLARK, 1943) Yavello (J.D.CLARK) dans le sud du pays. Dans une contrée voisine, T.F.A.I. région d'Oboc, leur étude a été entreprise récemment par C.ROUBET (1970).

. Les niveaux archéologiques du "Middle Stone Age"

La période que l'on désigne, en Afrique orientale, sous le terme de Middle Stone Age est située grosso modo entre -35.000 et -10.000 ans B.P. (J.D.CLARK, 1970 voir tableau 35). A Melka Kontouré, les niveaux archéologiques du Middle Stone Age sont inclus dans la séquence géologique du Tabellien. Deux étapes principales semblent se dégager nettement (J.CHAVAILLON, 1971 a p.52):

La première comporte, avec des outils sur éclats, tirés de nucléus parfois Levallois, racloirs, petits bifaces plats, cordiformes encore quelques grands bifaces et hachereaux acheuléens. Le site le plus important, connu à ce jour est GARBA III où 7 niveaux archéologiques ont été reconnus (F.HOURS, non publié) (1) dont un niveau d'habitat. Ce niveau d'habitat, actuellement à l'étude, comporte une industrie apparentée au Fauresmith (comm.orale de J.CHAVAILLON). Un âge d'environ 40.000 à 50.000 ans pourrait lui être attribué.

La seconde phase comporte un faciès complexe d'industries parmi lesquelles on peut reconnaître des outils apparentés aux pointes dites stillbayennes (de Stillbayen, industrie de Stillbay, province du Cap).

. Les industries du "Later Stone Age"

En Afrique orientale, le stade qui suit la "Seconde Période Intermédiaire" après le Middle Stone Age est désigné par le terme de "Later Stone Age". Il commence

(1) Comm.orale au VIIe Congrès Panafr.de Préhistoire et d'Et.du Quaternaire Addis-Abeba 6-11 déc.1971.

vers -10.000 B.P. et comporte une industrie caractérisée par les microlites (S. COLE, 1965). En Afrique du Nord les industries de cette époque sont qualifiées d'épipaléolithiques (J. TIXIER, 1963). A Melka Kontouré le "Later Stone Age" représenté par une industrie sur éclats d'obsidienne, se rencontre à l'intérieur des dépôts du vertisol aussi bien à Garba qu'à Gomboré et Kella. Une première étude (F. GUERRE, 1971) entreprise à Kella n'a pas permis de mettre en évidence les microlithes géométriques mais un grand nombre de petits outils: burins, couteaux, lamelles à dos etc.. associés à de la poterie.

En conclusion au rappel sommaire de ces quelques données concernant la Préhistoire de Melka Kontouré, il convient de retenir deux faits importants:

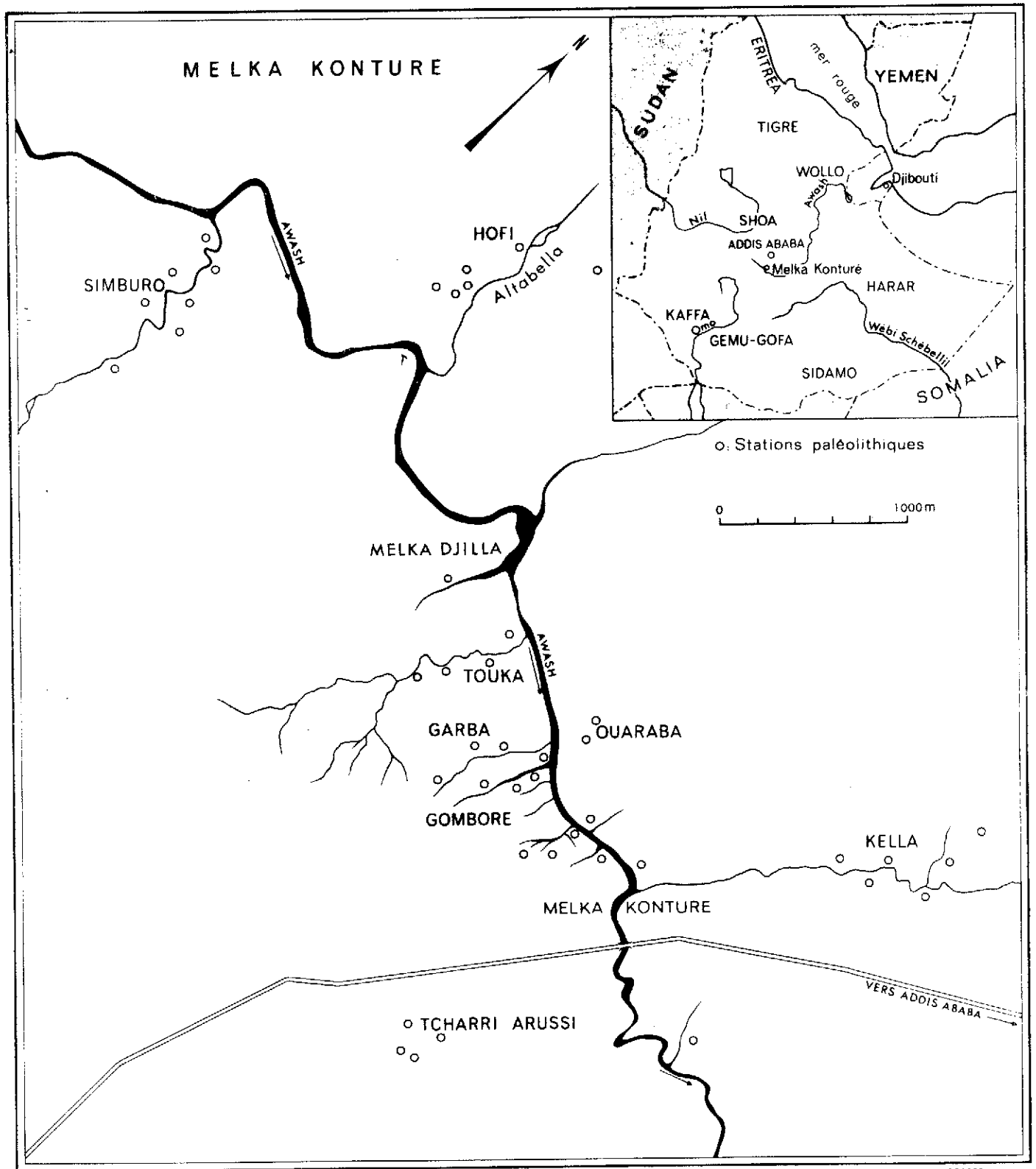
- La présence de très nombreux niveaux archéologiques qui témoignent des principales périodes de la Préhistoire de l'Afrique orientale, depuis l'Oldowayen jusqu'à l'époque actuelle.

- La présence d'industries bien caractérisées, en niveaux d'habitats remarquables par l'abondance des pièces qui permettent une étude typologique détaillée valable statistiquement.

Nous considérons comme provisoire l'absence actuelle de datation absolues. Les études de Préhistoire, par comparaison avec celles des sites connus et datés d'Afrique orientale, notamment ceux d'Olduvai et d'Olorgesailie permettent de situer approximativement dans le temps les niveaux de Melka Kontouré. Cependant, au sujet de la chronologie des dépôts sédimentaires, deux réserves doivent être faites :

. Etant donné l'essor nouveau pris par les études de Préhistoire à la suite de découvertes récentes de nombreux sites dans ce pays, les progrès des recherches archéologiques vont probablement apporter de légères modifications aux dates suggérées ici.

. La date du million d'années (ou 1,5 million) pour le niveau oldowayen de GOMBORE I résulte de comparaisons typologiques avec l'industrie du sommet du Bed I et de la base du Bed II à Olduvai (J. CHAVAILLON et L.S.B. LEAKEY, 1971, d'après comm. orale de J.C.). Une confirmation de l'âge ancien est apportée par la faune archaïque à Omochoerus et Metridiochoerus déterminés par Y. COPPENS (in, J. CHAVAILLON 1971 a). Melka Kontouré, jusqu'à ce jour, demeure la seule région d'Ethiopie où l'industrie type "Pebble Culture" est connue et étudiée au moins partiellement. A Olduvai les civilisations oldowayennes dites développées se poursuivent durant la période du Pléistocène moyen. Dans une étape aussi précoce de recherches dans



M. DECOBERT

Fig. 27 Localisation des principales coupes étudiées de la région de Melka Konturé (Ethiopie)

de domaine en Ethiopie, la prudence s'impose. Il ne semble pas non plus possible d'oublier que la comparaison avec Olduvai rend plus frappante à Melka Kontouré la faible épaisseur des dépôts du Pléistocène inférieur ou Gomboréen, ce qui pose un réel problème géologique.

Les fouilles que J.CHAVAILLON entreprendra prochainement au site de GARBA IV pourront apporter de précieux renseignements en permettant de comprendre ce qui se situe, archéologiquement parlant, entre les niveaux oldowayen et acheuléen de Gomboré.

3 - LES ETUDES DE CHRONOLOGIE ABSOLUE

Certaines datations sont en cours. Malheureusement pour d'autres échantillons les essais tentés se sont révélés jusqu'à présent infructueux. En attendant de plus amples résultats dans ce domaine, nous nous bornerons ici à une énumération des tentatives effectuées jusqu'à présent.

a) Le niveau de tuf ignimbritique situé au centre de la séquence garbienne a été soumis pour une datation par la méthode du K/Ar à Westwood, New Jersey (Service du Dr. RONALD G. SENECHA). L'échantillon s'est révélé non datable par les techniques utilisées dans ce laboratoire (M.TAIEB comm.orale).

b) Un essai de datation est en cours par les traces de fission de l'Uranium sur des verres volcaniques contemporains du dépôt sédimentaire sableux du niveau (1) situé au-dessus de l'habitat oldowayen de GOMBORE I (J.P.CARBONNEL, laboratoire de Géologie dynamique, Paris).

c) D'autres échantillons ont été envoyés par J.CHAVAILLON à Nairobi pour des mesures de Paléomagnétisme. Celles-ci permettent de préciser si l'on se trouve dans une période à polarité inverse, c'est-à-dire antérieure à -700.000 ans ou dans une polarité normale postérieure à -700.000 ans (A.COX et al., 1965).

En résumé, l'obtention de dates absolues apparaît fort souhaitable dans le cadre d'ensemble des travaux géologiques, préhistoriques, palynologiques, paléontologiques (microfaune) etc... entrepris sur le gisement de Melka Kontouré. Il est regrettable que nous ne puissions en faire état au moment de la rédaction de ce travail. On peut cependant espérer que dans un délai relativement court, on puisse disposer d'un certain nombre de datations.

(1) L'échantillon donné pour la datation appartient au même niveau que le prélèvement Gomb.165 (fig.40).

MELKA KONTOURE			
Stratigraphie	Industries et sites archéologiques	Faune	Chronologie proposée (1971)
Holocène	Later Stone Age KELLA		Holocène
-----Ravinement-----			
Tabellien	Middle Stone Age GARBA III 40.000 ans		Pléistocène supérieur
-----Ravinement-----			
Garbien	Acheuléen supérieur de GARBA I 120 à 150.000 ans GOMBORE II Acheuléen de GARBA II Acheuléen de GARBA IV	Eléphants, Hippopotames, Bovidés, Antilopes, Chevaux, Rhinocéros.	Pléistocène moyen
-----Ravinement (J.C.)-----			
Gomboréen	Oldowayen de GOMBORE I 1,2 à 1,5 M.	IB Proboscidiens Hippopotamidés, Phacochérinés, Métridiochoerus, Bovidés, Antilopidés, Asiniens, Hipparion. IC et ID Métridiochoerus Omochoerus Hipparion	Pléistocène inférieur ?

Tableau 36 : Succession stratigraphique de Melka Kontouré et situation dans la chronologie du Quaternaire (R. BONNEFILLE, J. CHAVAILLON, M. TAIEB Etat des recherches en 1971)

Les dates indiquées sont approximatives.

4 - LES DONNEES DE LA PALEONTOLOGIE ANIMALE

Des témoins de la faune existent dans la plupart des sédiments de Melka Kontouré, les fossiles se présentent dans des états de conservation très variables. On trouvera dans la thèse de M.TAIEB une énumération plus détaillée. Les fossiles de Melka Kontouré sont étudiés par Y.COPPENS qui a donné, pour les niveaux GOMBORE I et GARBA I, une première liste de déterminations : Hippopotamidés, Bovidés, Antilopidés, Proboscidiens (Elephas type E.recki à Kella) Rhinocérotidés, Phacochérinés etc... "La faune s'accorde tout à fait avec celle d'un milieu de savane, elle n'est pas très riche et pas chronologiquement très significative. Les informations sont essentiellement basées sur les Suidés: Metridiochoerus (Prono - tochoerus) qui a une très longue durée d'existence et Omochoerus qui serait proche de Kalpochoerus décrit dans le gisement de Cornelia en Afrique du Sud, et contemporain en Afrique de l'Est de la faune du sommet du Bed II à Olduvai, ou de celle du gisement de Peninje en Tanzanie. Ces indications permettent d'attribuer aux formations qui contiennent ces Suidés un âge d'environ 1,4 à 1,2 millions d'années" (Y.COPPENS, comm. orale).

Des études sur la microfaune viennent d'être entreprises tout récemment par J.J.JAEGER qui a déjà repéré (campagne 1971) plusieurs niveaux à microfaune dans les sols acheuléens en particulier celui de GOMBORE II et au-dessus de GARBA I. Des changements qualitatifs dans la composition de la microfaune peuvent apporter des renseignements d'ordre écologique et même climatique (J.J. JAEGER sous presse) qu'il y aura lieu de corrélérer avec les résultats palynologiques.

Conclusions

Les données préliminaires concernant les formations quaternaires de Melka Kontouré peuvent être résumées dans le tableau 36. La succession stratigraphique proposée par M.TAIEB est mise en relation avec les principaux niveaux d'industries et la macrofaune qui leur est associée. Ce tableau présente le cadre chronologique dans lequel se situent les recherches palynologiques effectuées. Les arguments sur lesquels repose la stratigraphie présentée sont exposés au paragraphe "Position stratigraphique des niveaux pollinifères" et dans le chapitre "Synthèse et Interprétation des résultats" à la fin de cet ouvrage. A la suite de faits nouveaux et d'hypothèse récentes sur le Quaternaire d'Afrique orientale (Tanzanie et Kenya) la limite entre le Pléistocène inférieur et le Pléistocène moyen a été reculée. De ce fait les dépôts qui définissent le Gomboréen pourraient appartenir à la base du Pléistocène moyen.

C. - R E S U L T A T S D E S A N A L Y S E S P O L L I N I Q U E S

Les résultats des analyses polliniques de ce paragraphe sont présentés selon un ordre qui correspond à la situation géographique des affleurements. Sont envisagées successivement les coupes de la vallée supérieure de l'Awash: Simburo, Melka Djilla, puis celles des localités près du gué de Melka Kontouré: Touka, Garba, Gomboré et Kella (voir fig.27).

I - COUPES DE LA VALLEE SUPERIEURE

Nous avons précédemment explicité, dans le chapitre "Données préliminaires" les raisons pour lesquelles l'échantillonnage de toutes les coupes de la vallée supérieure n'a pu être effectué. Les analyses polliniques dont il est fait état, dans ce paragraphe, concernent les formations pléistocènes de Simburo et Melka Djilla.

a - COUPE DE SIMBURO

1) Localisation géographique

Le ravin de Simburo est un petit affluent de l'Awash situé à 5 km en amont de Melka Kontouré. Une belle entaille montre les formations du Pléistocène ancien, moyen et supérieur atteignant à cet endroit une puissance d'environ 17 m. Deux niveaux archéologiques dont l'un à nombreux galets aménagés, ont été notés à la base de la coupe. L'emplacement des échantillons étudiés est indiqué sur la fig.28.

2) Description sommaire de la coupe

Elle est illustrée par la fig.28 et la légende qui lui correspond.

3) Résultats des analyses polliniques

Les résultats d'ensemble sont rassemblés dans le tableau 37, page 283. Aucun spectre pollinique valable n'a pu être mis en évidence dans les neuf échantillons préparés. La présence de pollens de Graminées et Podocarpus a été notée dans deux échantillons, les autres peuvent être considérés comme stériles.

Age	Echantillon	N° de préparation	Nature	Quantité	Observations
TABELLIEN	S. 398	P1 - S26	sables	150 g	fragments végétaux
	S.399	P8 - S25	argile consolidée	100 g	présence de <u>Graminées</u> et <u>Podocarpus</u>
	S.400	P7 - S25	argile grise	150 g	Graminées
GARBIEN	S.401	P4 - S25	croûte argileuse durcie (paléosol ?)	140 g	néant pas de pollens observés
	S.401bis	P6 - S25	intérieur os, même niveau	50 g	néant " "
	S.402	P3 - S25	argile tufacée	110 g	néant " "
	S.403	P2 - S25	sables	130 g	néant " "
	S.404	P1 - S25	sables et graviers	180 g.	néant " "
COMBO REEN	S.405	P7 - S28	argile sableuse	200 g	néant " "

Tableau 37 : Résultats des observations microscopiques effectuées sur les échantillons de Simburo traités pour l'analyse pollinique.

Légende de la coupe de Simburo (fig.28)

- argile montmorillonitique brune du vertisol

Ravinement

- argile rose
- sable un peu consolidé avec graviers (S.398)
- argile gris verdâtre
- niveau argileux consolidé (S.399)
- argile grise (S.400)
- croûte ferrugineuse
- graviers ferruginisés homométriques à stratifications entrecroisées
- croûte argileuse durcie avec oxydes de fer et de manganèse (S.401)
- argile tufacée verdâtre (S.402)
- sables (S.403)
- graviers gris brunâtres à stratifications entrecroisées (S.404)
- sables

niveau acheuléen

- lit de gravillons

niveau à pebble tools

- marne verdâtre tufacée (S.405)

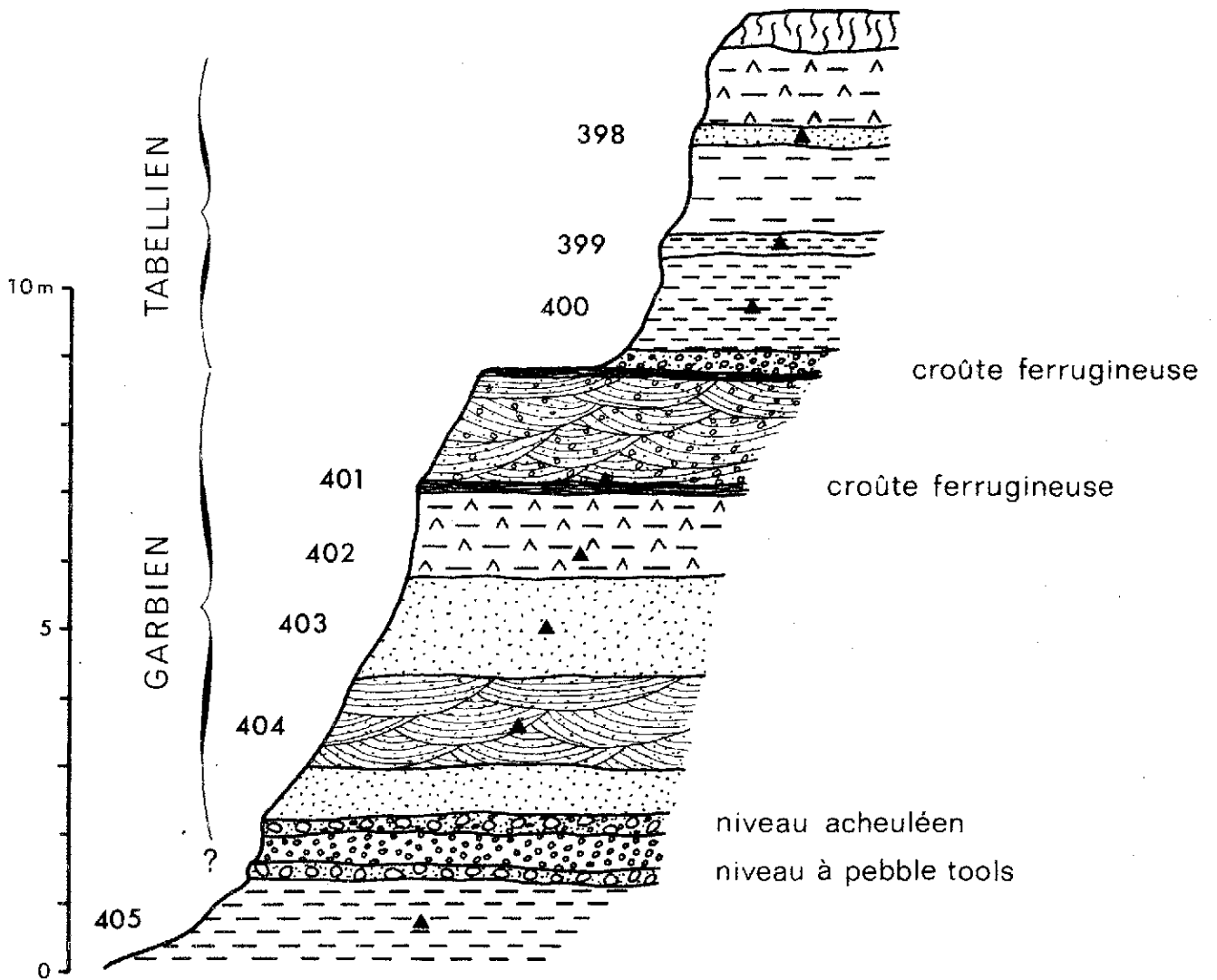


Fig. 28 : LOCALISATION DES PRELEVEMENTS POUR L'ETUDE PALYNOLOGIQUE SUR LA COUPE DE SIMBURO

b - COUPE DE MELKA DJILLA

1) Localisation géographique

Entre le ravin de Simburo et le ravin de Touka, les affleurements de Melka Djilla, considérés par M.TAIEB d'âge pléistocène moyen sont visibles au bord de la rivière Awash, où a été levée la coupe de la figure 29.

2) Description de la coupe

La description de la coupe est donnée par la fig.29 et la légende correspondante.

3) Résultats des analyses polliniques.

Les résultats sont indiqués globalement sur le tableau 38.

Age	Echantillon	N° de préparation	Nature	Quantité	Observations
G A R B I E N	MG. 192	P ₁ - S ₇	argile sableuse	165 g	milieu minéral
	MG. 193	P ₂ - S ₇	argile verte	150 g	milieu minéral
	MG. 194	P ₃ - S ₄	argile grise	150 g	milieu minéral
	MG. 195	P ₄ - S ₄	sable	200 g	nombreux débris végétaux
	MG. 197	P ₅ - S ₄	argile à Unios et Lamellibranches	155 g	milieu minéral
	MG. 198	P ₆ - S ₄	argile sableuse	180 g	argile sableuse
	MG. 199	P ₇ - S ₄	argile tufacée	130 g	spores de moisissures
	MG. 200	P ₈ - S ₄	argile	150 g	milieu minéral

TABLEAU 38 : RESULTATS DES OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES EFFECTUEES SUR LES ECHANTILLONS TRAITES DE MELKA DJILLA

Légende de la coupe de Melka Djilla

- 0,8 m - sables ocres (M.192)
- 0,2 m - diatomite feuilletée (M.193)
- 1 m - argile tufacée (M.194)

niveau à industrie acheuléenne

- 0,4 m - argile verte (M.196)
- 0,60m - argile sableuse - à moules de Lamellibranches et d'Unio (M.197)
- 0,50m - argile beige (M.198)
- 1,5 m - argile tufacée
- 2 m - argile tufacée beige (M.200)

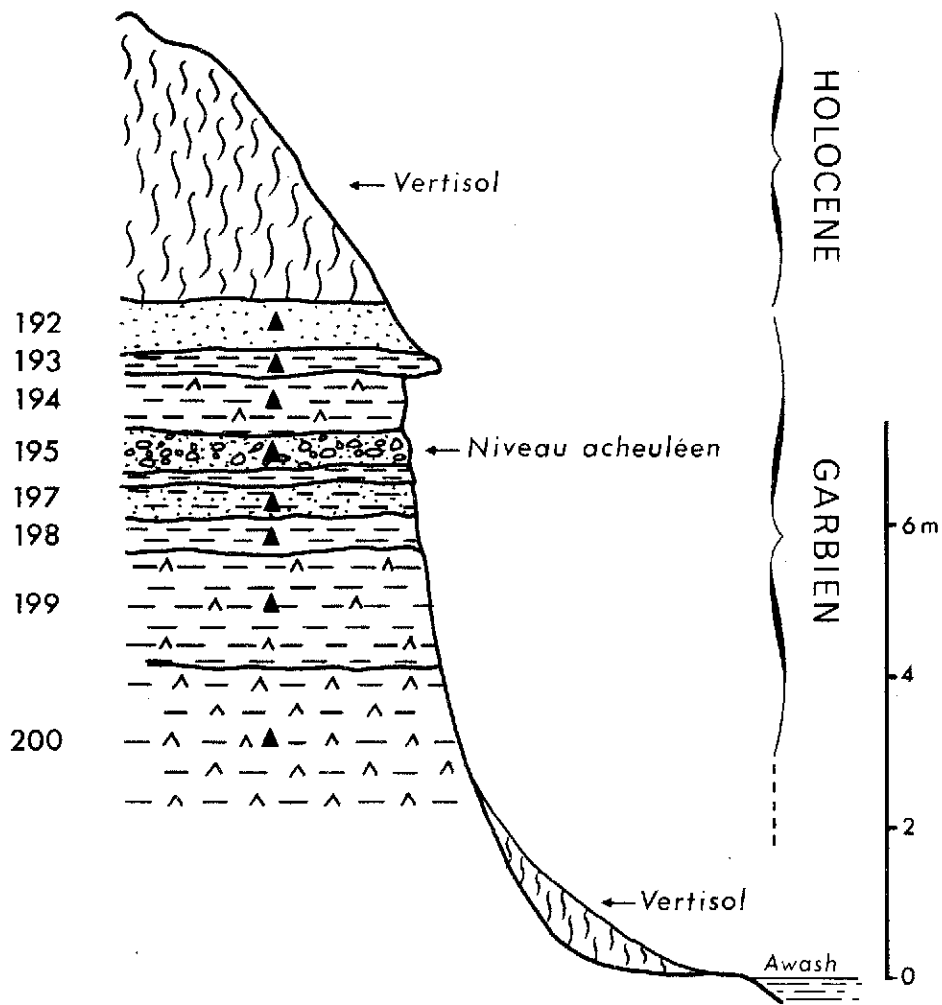


FIG. 29 : LOCALISATION DES PRÉLÈVEMENTS POUR L'ÉTUDE PALYNOLOGIQUE SUR LA COUPE DE MELKA DJILLA.

Aucun des huit échantillons prélevés sur la coupe de Melka Djilla n'a fourni de pollens.

Conclusions

Considérant les observations microscopiques effectuées sur les échantillons des coupes de Simburo et Melka Djilla, une première remarque s'impose: les formations pléistocènes de la haute vallée de l'Awash se révèlent être très pauvres en pollens. Dès le début de ce travail, il s'est avéré que nous allions nous heurter aux difficultés déjà bien connues des Palynologues (M.VAN CAMPO, A. PONS, F. BEUCHER, E.M.VAN ZINDEREN BAKKER), ayant travaillé en Afrique sur des sédiments pléistocènes (1). La proportion des échantillons pollinifères étant faible, nous avons, dès le début de ce travail, concentré nos efforts dans une même région, multipliant les prélèvements sur des coupes proches les unes des autres, augmentant le nombre d'échantillons recueillis sur chaque coupe. C'est ainsi qu'ont été conduites les recherches pour les coupes principales de la région du gué de Melka Kontouré.

2 - COUPES DE LA REGION DU GUE DE MELKA KONTOURE

a - COUPE DE TOUKA

1) Localisation géographique

Le ruisseau de Touka est un affluent de l'Awash sur la rive droite. Il entaille profondément les dépôts sédimentaires qui se succèdent depuis le Pléistocène moyen jusqu'au Pléistocène supérieur ou Tabellien. Les formations du Tabellien sont bien représentées en amont du ravin de Touka par des argiles beige rosé qui affleurent sur une grande épaisseur. Les coupes I et II ont été relevées en aval, près du confluent du ruisseau de Touka avec la rivière Awash ainsi que le montre le croquis de situation de la fig.30.

2) Description des coupes I et II

Une description sommaire (2) de ces coupes est fournie par la fig.30 accompagnée de sa légende. Un niveau à industrie acheuléenne est indiqué sur la coupe II. Les tufs ignimbritiques sont bien marqués à cet endroit et présentent le même faciès que sur les coupes de Kella.

(1) Autres que ceux obtenus par sondage des lacs

(2) On trouvera de plus amples détails concernant la géologie dans la thèse de M.TAIEB, dont la soutenance est prochaine.

Légende des coupes de Touka

Coupe I

- 2 à 3 m - tuf ignimbrétique consolidé (T.142)
- 0,5 m - argile à nombreuses coquilles (T.141)
- 1 m - sables et graviers à stratifications entrecroisées avec de nombreux galets d'obsidienne au sommet (T.140)
- 2 m - argile sableuse à coquilles, moules internes très abondants (T.138 et T.139)
- 2 m - argile sableuse plus ou moins cachée par le vertisol remanié (T.137)

Coupe II

- 0,30 m - sables consolidés
- 0,30 m - argile diatomitique (T.191)
- 1,50 m - sables argileux (T.190)

Niveau à industrie acheuléenne

- 2 m - argile tufacée avec faune (canine d'Hippopotame), où a été prélevé l'échantillon T.188

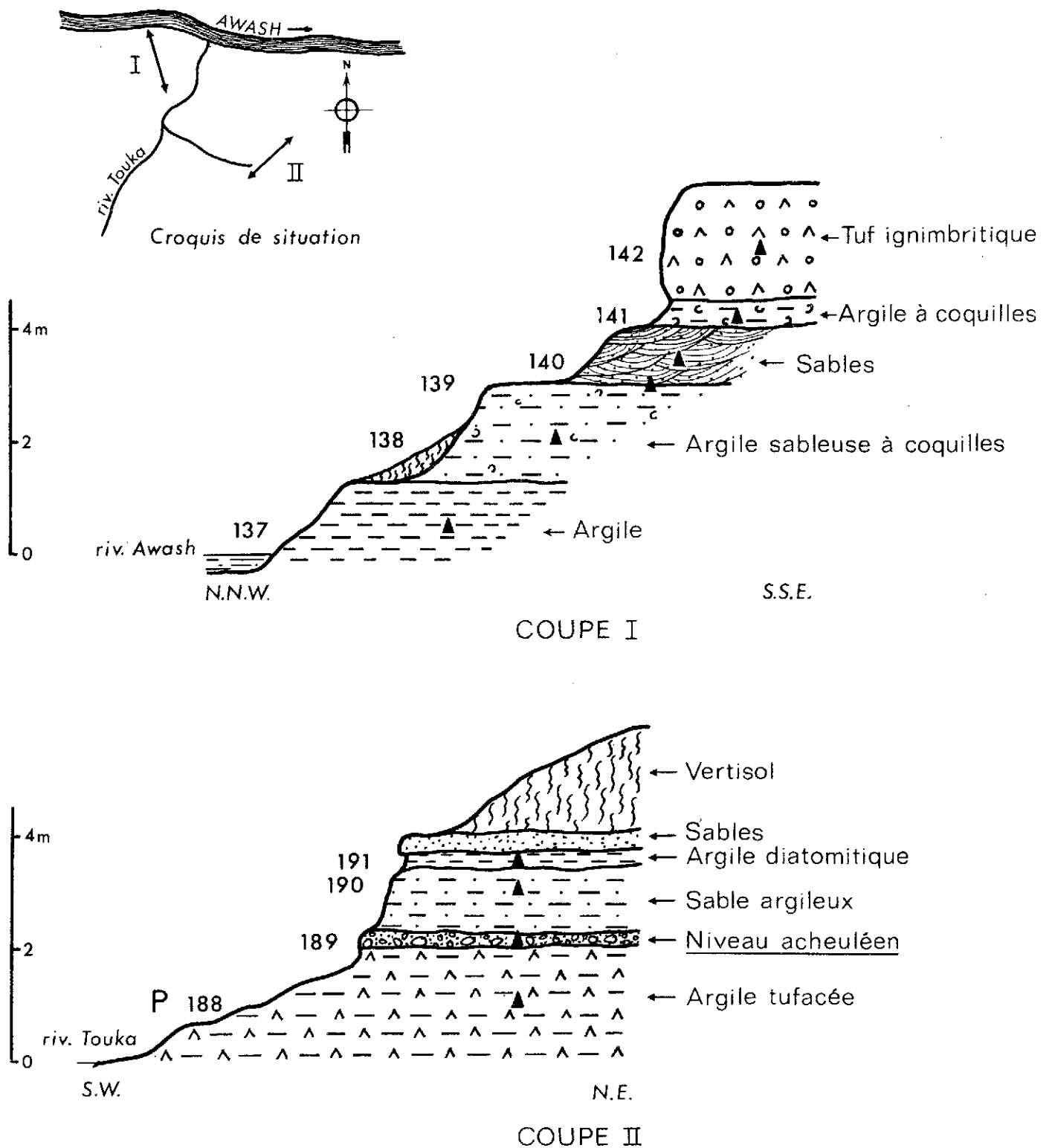


FIG. 30 : LOCALISATION DES PRÉLÈVEMENTS POUR L'ÉTUDE PALYNOLOGIQUE SUR LES COUPES DE TOUKA.

3) Résultats palynologiques.

Cinq des échantillons prélevés ont été préparés et observés. Les résultats sont consignés dans le tableau 39.

Coupes	Echantillon	N° de préparation	Nature	Quantité	Observations
COUPE II	T.189 Niveau acheuléen	P8 - S5	Remplissage d'os	77 g	Nombreux débris végétaux
	T.188	P5 - S4	Argile tufacée à faune	200 g	Spectre de 527 pollens
COUPE I	T.141	P8 - S11	Argile à coquilles	190 g	Milieu minéral
	T.139	P5 - S5	Remplissage osseux	187 g	Spores de moisissures
	T.138	P2 - S11	Argile sableuse	140 g	Milieu minéral

Tableau 39 : Résultats des observations effectuées sur les échantillons de Touka.

Un des échantillons étudié a permis de mettre en évidence des pollens en nombre suffisant. Il appartient à l'argile sufacée située sous le niveau acheuléen et considérée par M.TAIEB comme étant d'âge pléistocène moyen.

a) Composition de la microflore pollinique des argiles surfacées (T.188) coupe de Touka

Le tableau 40 donne la composition du spectre pollinique des argiles tufacées à faune de la coupe de Touka. Une microflore abondante et variée a été mise en évidence, il convient d'en souligner les caractéristiques principales.

b) Caractéristiques du spectre pollinique

Variété des taxons arborescents.

L'abondance et la variété des taxons arborescents apparaissent à la simple lecture du spectre et sont traduites par la longueur de la liste des arbres et arbustes. Dans cette énumération, il est possible de reconnaître:

- les essences principales de la forêt de montagne : Podocarpus gracilior, Juniperus procera, Olea africana, Hagenia abyssinica, ainsi que les arbustes qui, généralement les accompagnent: Rhus, Euclea, Buddleya, Myrica salicifolia etc..

- les arbres et arbustes de la savane herbacée: Acacia, Clematis, Indigofera, les Capparidacées;

- des éléments de végétation riveraine: tels que Celtis, Pterolobium stellatum et Piliostigma thonningii.

Abondance des Oléacées

Une trentaine de pollens environ a été attribuée aux Oléacées, parmi lesquels 19 pour la seule espèce Olea africana. Ils représentent 27% de la totalité des arbres du spectre et sont plus abondants que les autres essences notamment Podocarpus, Juniperus et Hagenia réunis. Le développement des Oléacées peut-il être attribué à des conditions plus sèches et plus chaudes, nous ne saurions l'affirmer.

Représentation quantitative des taxons de forêt

Exception faite des Olea et de Podocarpus il n'a été compté que 2 ou 3 pollens pour chacun des taxons de la forêt d'altitude. A la lumière des études sur la représentation pollinique actuelle de quelques forêts il faut interpréter ces faibles quantités comme les témoins d'une végétation éloignée, pas trop

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	16
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	1
Hagenia abyssinica	(ROSACEAE)	2
Olea africana	(OLEACEAE)	19
Olea type O. hochstetteri	(OLEACEAE)	7
Olea sp.	(OLEACEAE)	1
Oleaceae	(OLEACEAE)	3
cf. Rapanea	(MYRSINACEAE)	2
cf. Buddleya	(LOGANIACEAE)	2
Ebenaceae	(EBENACEAE)	2
Euclea sp.	(EBENACEAE)	7
Euclea cf. E. latidens	(EBENACEAE)	2
Myrica salicifolia	(MYRICACEAE)	1
Rhus sp.	(ANACARDIACEAE)	1
Rumex	(POLYGONACEAE)	1
Pterolobium stellatum	(CAESALPINIACEAE)	1
Piliostigma thonmingii	(MIMOSACEAE)	1
cf. Capparis	(CAPPARIDACEAE)	1
Capparidaceae	(CAPPARIDACEAE)	3
Clematis sp.	(RANUNCULACEAE)	3
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	27
cf. Indigofera	(PAPILIONACEAE)	2
Celtis	(ULMACEAE)	2
Acacia (2 espèces)	(MIMOSACEAE)	2
cf. Ricinus communis	(EUPHORBIACEAE)	2

Total AP 111

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	329
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	17
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	-	1
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	43
cf. Carduus	(COMPOSITAE)	1
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	1
Cruciferae	(CRUCIFERAE)	13
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	4
Rosaceae	(ROSACEAE)	1
Guttiferae	(GUTTIFERAE)	1
Euphorbia cf. E. hirta	(EUPHORBIACEAE)	2
cf. Nesaea	(LYTHRACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	1
Liliaceae	(LILIACEAE)	1

Total NAP 416

TOTAL 527

TABL. 40 : MICROFLORE POLLINIQUE DES ARGILES TUFACEES (T. 188) RAVIN DE TOUKA

cependant car Hagenia abyssinica ne semble pas polliniser très loin de son lieu de production. La végétation environnant la région où s'est effectuée la sédimentation des dépôts étudiés, est imaginée comme celle du fourré d'altitude avec Acacia dont la polyade a une faible capacité de transport.

Dominance des Graminées dans la strate herbacée

Les pollens de Graminées représentent 62,5% de la totalité des pollens comptés et constituent 79% des pollens d'herbacés. Ces pourcentages traduisent une végétation ouverte où les espaces graminéens sont nombreux. Il faut remarquer les Crucifères et surtout les Composées tubuliflores. Leur abondance ainsi que la présence de Carduus s'interprète bien dans le contexte du fourré d'altitude.

b - COUPE DE KELLA

La rivière Kella est un affluent important du bassin supérieur de l'Awash qui aboutit au gué de Melka Kontouré. Elle prend sa source au pied du Fouri et du Wochacha. Nous avons effectué les prélèvements d'échantillons pour les études sédimentologiques et palynologiques en collaboration avec M.TAIEB sur des coupes relevées transversalement à la rivière Kella. Ces coupes sont numérotées de I à V de l'aval à l'amont. La coupe Kella I est la plus proche du gué de Melka Kontouré, il n'y a pas eu à cet endroit de prélèvements pour les analyses polliniques à cause de l'état très altéré des sédiments. Nous commençons donc par les résultats de la coupe de Kella II prélevée au niveau de la "butte Kella" (pl.V).

b - 1 - Coupe de la butte Kella

1) Description de la coupe

La description de la coupe est donnée sur la fig.31 et la légende correspondante.

2) Résultats palynologiques

Les observations microscopiques effectuées sur neuf des échantillons prélevés sur la coupe de la butte Kella ont été rassemblées dans le tableau 41. Quatre prélèvements dans de petits niveaux argileux stratifiés intercalés dans les ponces équivalentes à celles du sommet de la butte, de l'autre côté du ravin, se sont révélés tout à fait stériles.

Légende de la coupe de la Butte Kella

- argile montmorillonitique sombre (vertisol (K.407)
contenant des industries du Late Stone Age.
- sables argileux avec galets (K.406)
- ponces fines altérées (K.251)
- argile cinéritique (K.250)
- ponces fines altérées (K.249)
- argile altérée beige (K.246)
- argile altérée beige (K.255)
- tuf volcanique, tuf ignimbrétique (K.236)
- sables supportant des pièces acheuléennes (K.244)
- micropoudingue à graviers de trachyte, d'obsidienne et de basalte
gangue ferrugineuse (K.243)
- sables et graviers à faune et industries (K.242)
- conglomérat à éléments d'obsidienne comprenant un niveau d'argile
compacte (K.240 et K.241)
- argile à éléments volcaniques (K.239)
- sables à éléments grossiers d'obsidienne et de basalte (K.238)
- argile sableuse à diatomées, à passées latérales cinéritiques (K.237).

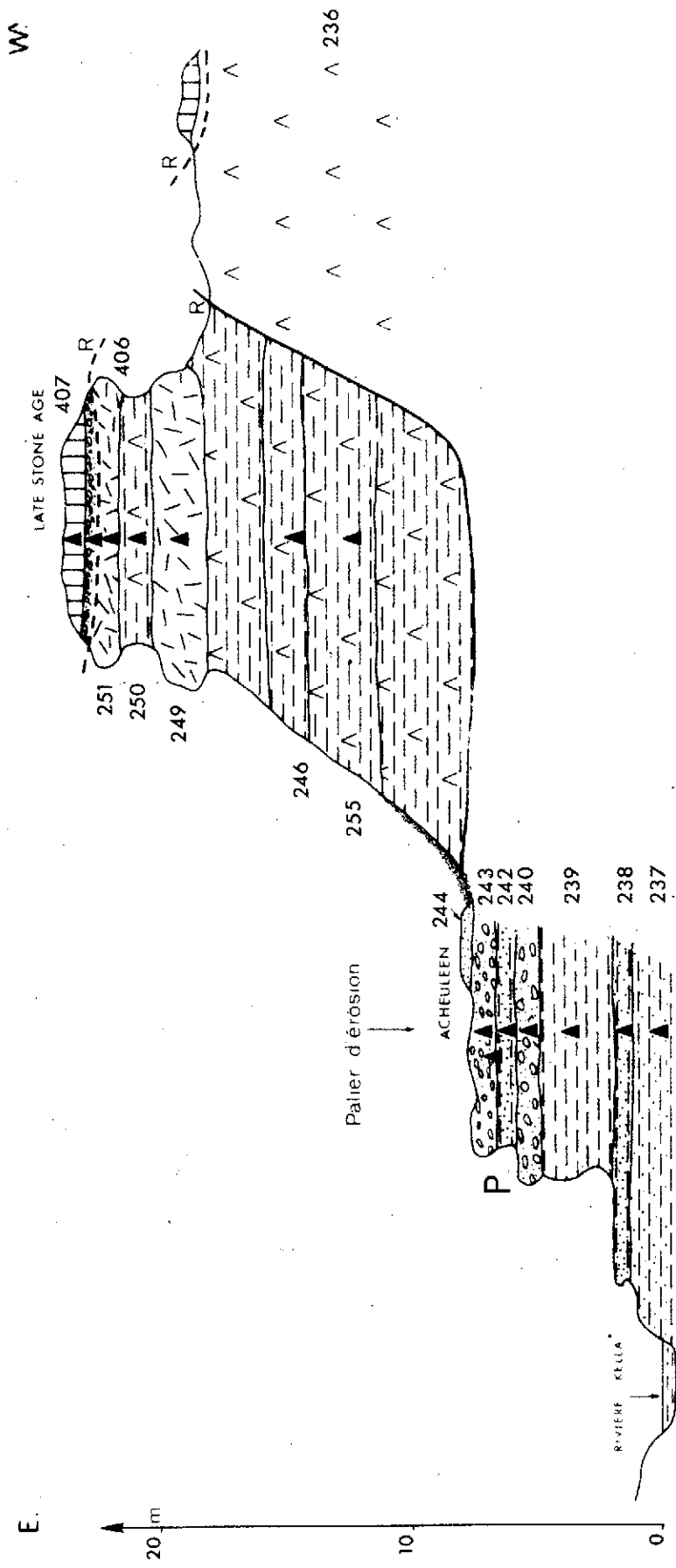


FIG. 31 : COUPE SCHEMATIQUE AU NIVEAU DE LA BUTTE KELLA (D'APRES M. TAIEB, 1971)

▲ : Localisation des échantillons étudiés

P : Spectre pollinique > 100

Echantillon	N° de préparation	Nature	Quantité traitée	Observations
K.407	P3 - S26	Argile	140 g	Néant
K.406	P2 - S26	Sables	150 g	Débris végétaux, Graminées
K.255	P8 - S18	Argile	150 g	Milieu humique spores de moisissures
K.257 bis	P5 - S9	Argile	120 g	Néant
Sans numéro	P1 - S4	Remplissage de cavité osseuse	86 g	Spectre de <u>331</u> pollens
K.344	P6 - S22	Remplissage de cavité osseuse	env.40 g	<u>19</u> pollens
K.241	P4 - S6	Argile	150 g	Néant
K.238	P7 - S11	Sables	190 g	Fragments végétaux
K.237	P8 - S19	Argile	120 g	<u>19</u> pollens

Tableau 41: Résultats des observations microscopiques effectuées sur les échantillons de la coupe de la butte Kella.

La lecture du tableau 41 montre que pour chaque échantillon une quantité importante de sédiment a été traitée qui varie de 40 à 190 g suivant les cas.

Selon le nombre de pollens observés nous distinguons :

- les niveaux fossilifères qui contiennent plusieurs centaines de pollens,
- les niveaux pauvres qui contiennent quelques pollens,
- les niveaux stériles pour lesquels on ne trouve aucun pollen.

3) Remarques préliminaires.

Il convient d'insister tout particulièrement sur la relativité de la notion de niveau stérile introduite à la suite d'un travail expérimental. Ce n'est pas une qualité intrinsèque du sédiment mais un qualificatif attribué à la suite de recherches dont la précision est fonction: de l'échantillonnage de la couche, de la quantité de sédiment traité, du degré d'approfondissement de l'observation microscopique. A propos de l'échantillonnage, un exemple de prélèvements sur deux coupes parallèles dans la même série sédimentaire sera envisagée en même temps que les résultats palynologiques de la falaise de Kella. Nous ne considérerons ici que les deux points suivants :

a) Quantité de sédiment traité

La lecture du tableau 41 ainsi que celle des tableaux 54,64 et 72 résumant les observations sur plusieurs dizaines d'échantillons des coupes de Garba et Gomboré ne révèle aucune relation directe entre la quantité de sédiment traité et le nombre de pollens repérés. La qualité de la fossilisation semble intervenir en premier lieu, différenciant niveaux riches et niveaux pauvres. Parmi les niveaux pauvres l'augmentation de la quantité du sédiment traité permet d'obtenir un plus grand nombre de pollens. Mais on est limité cependant par la durée du traitement. Faut-il, pour un niveau pauvre, qui contient 15 à 20 pollens dans tout le culot après traitement de 100 g d'échantillon, traiter 1 kg de sédiment afin d'obtenir quelques centaines de pollens; ou bien est-il préférable de traiter 10 échantillons de 100 g dans des couches différentes dans le but d'augmenter les chances de trouver des niveaux riches ? A quantité et difficulté égales du travail technique nécessitée par les préparations, nous avons choisi la deuxième méthode.

b) Degré d'approfondissement de l'observation microscopique

Les trois premières lames de montage du culot (1/10 de cm³) dans la glycérine sont observées sur toute la surface de la lamelle (22 x 38 mm). Cette observation préliminaire révèle suivant les cas :

- cas 1 : 6 à 10 pollens par lame
- cas 2 : 1 à 2 " "
- cas 3 : 0 pollen

Le cas 3 est rangé dans la catégorie des niveaux stériles. Dans les cas 1 et 2, les échantillons sont repris en liqueur dense pour enrichissement. Ils font l'objet d'une seconde observation microscopique au cours de laquelle, dans l'éventualité optimum, on repère pour l'échantillon 50 à 80 pollens par lame. Le culot est alors étudié complètement.

Dans le cas 2, l'observation de la totalité du culot a permis de mettre en évidence soit 18, soit 30 pollens au plus, répartis sur 8 à 10 lames. On ne peut alors extraire des spectres aucune information quantitative ni calculer aucun pourcentage. Des informations qualitatives peuvent être seules déduites de la présence des taxons. Ceux-ci apparaissent généralement au cours de l'observation préliminaire. Il est donc inutile, pour les niveaux pauvres, de poursuivre l'observation microscopique jusqu'à épuisement du culot. A l'avenir, les analyses polliniques pourraient être conduites ainsi : les niveaux riches étudiés jusqu'à

épuisement des culots donnent des spectres polliniques pour lesquels on peut calculer des pourcentages. Le nombre total est un chiffre absolu, expérimental. Les niveaux pauvres fournissent une indication qualitative traduisant la seule présence des éléments cités.

c) Niveaux riches

Ce sont ceux pour lesquels 1000 pollens ou plus ont été dénombrés. A la lumière des études sur la sédimentation pollinique les comptages peuvent être arrêtés à 1000. Cependant, par souci d'homogénéité avec les spectres dont le nombre est inférieur à 1000 et parce que dans les niveaux analysés au début de ce travail, tous les pollens avaient été dénombrés, les totaux exacts ont toujours été indiqués à l'unité près.

Après ces quelques remarques préliminaires, revenons aux résultats proprement dits des échantillons de la coupe de la butte Kella.

Pour la coupe au niveau de la butte, nous avons repéré deux niveaux pauvres qui ont fourni une vingtaine de pollens. L'argile sableuse de base qui, selon M.TAIEB appartient au Pléistocène ancien, révèle la présence de Graminées, de Rhus, de Dodonaea viscosa. Les Graminées existent également dans le niveau de l'échantillon K.344 situé sous le palier d'érosion, ainsi que dans les sables argileux noirs du Pléistocène récent au sommet de la butte.

La microflore pollinique la plus abondante a été fournie par le remplissage de la cavité interne d'un fragment d'os long extrait de la couche des sables et graviers (K.242 sur la fig.31).

4) Microflore des sables et graviers à faune et industries sous le palier de la butte Kella.

a) Age

Un sondage effectué par J.CHAVAILLON dans le niveau qui a livré les pollens a révélé l'existence d'une industrie comportant de nombreux galets aménagés, associés à un biface grossièrement façonné découvert par G.BAILLOUD. Ceci permet à J.CHAVAILLON de considérer cette industrie comme étant peut-être de l'Oldowayen évolué. La limite entre le Pléistocène ancien et le Pléistocène moyen est difficile à préciser sur les coupes de Kella en l'absence de ravinement dans les formations de base. Par corrélation latérale avec la coupe de Kella I, où a été repéré un niveau à Pebble Tools situé à la même cote que celui de

Gomboré, et par suite de la similitude des faciès lithologiques, les couches 237 et 238 peuvent être considérées d'âge pléistocène ancien. Il en résulte que les strates supérieures et en particulier le niveau étudié se situerait dans les formations de base du Pléistocène moyen, plutôt qu'à la fin du Pléistocène ancien (1). (M.TAIEB, comm.orale).

La composition de la microflore pollinique déterminée est donnée dans le tableau 42. Le tableau 42 présente par rapport à la publication préliminaire (R.BONNEFILLE, 1968) quelques modifications qu'il convient de commenter.

b) Déterminations particulières

Parmi les pollens donnés comme indéterminés lors de l'étude préliminaire de ce niveau, nous avons pu reconnaître depuis: Euclea, Piliostigma thoningii, Myrsine africana. Parmi les Chénopodiacées, Amaranthacées nous avons pu préciser la détermination des Achyranthes aspera ainsi que celle du genre Clematis dans les Renonculacées. Nous rappelons que la détermination du genre Dyschoriste repose sur les critères suivants: pollen de grande taille, 50 μ sur 32 μ , tricolporé avec le sillon étroit, et une endoaperture circulaire entourée d'une collette baculée, épaisse, régulière; l'exine est réticulée à mailles régulières. Les fentes peu marquées, divisant le mésocolpium en bandes régulières sont au nombre de 6. La présence des pollens de Palmées doit être remise en question. A l'exclusion de Phoenix reclinata, cette famille n'est pas représentée actuellement en Ethiopie. Les pollens qui avaient été l'objet de cette détermination au tout début de nos études palynologiques sont en très mauvais état de conservation. Il est vrai qu'ils présentent une seule fente aperturale, très souvent déchirée, et que la structure de l'exine fait penser à celle de certaines Palmées, c'est tout ce que l'on peut dire à leur sujet.

c) Problème des Cycadales

. Diagnose

La détermination des pollens fossiles attribués aux Cycadales repose sur les critères suivants :

Forme : pollens de forme ellipsoïdale

Dimensions: 35 à 40 μ suivant l'axe transversal

Aperture: sillon longitudinal, largement ouvert d'une extrémité à l'autre du grain, se présentant comme un simple repli ou une invagination de l'exine (voir pl.XIV)

(1) Ainsi que cela avait été indiqué dans une note préliminaire.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

cf. Encephalartos	(CYCADACEAE)	32	
Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	11	
Olea type O. hochstetteri	(OLEACEAE)	3	
Olea cf. O. africana	(OLEACEAE)	3	
Hagenia abyssinica	(ROSACEAE)	1	
Myrica cf. M. salicifolia	(MYRICACEAE)	2	
Myrsine cf. M. africana	(MYRSINACEAE)	1	
cf. Euclea	(EBENACEAE)	2	
Syzygium cf. S. guineense	(MYRTACEAE)	8	
cf. Piliostigma thonningii	(CAESALPINIACEAE)	1	
Combretaceae/Melastomataceae	-	1	
Loganiaceae	(LOGANIACEAE)	1	
cf. Palmae (?)	-	16	
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	4	
Clematis	(RANUNCULACEAE)	1	
Psychotria	(RUBIACEAE)	5	
Pistacia	(ANACARDIACEAE)	3	
Tamarix	(TAMARICACEAE)	2	
cf. Cissus	(VITACEAE)	1	
cf. Cadia purpurea	(PAPILIONACEAE)	1	
cf. Calpurnia subdecandra	(PAPILIONACEAE)	1	
	Total AP		100

HERBACES

Gramineae	(GRAMINEAE)	169	
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	17	
Compositae	(COMPOSITAE)	7	
Chenopodiaceae	(CHENOPODIACEAE)	7	
Chenopodiaceae/Amaranthaceae	-	1	
Achyranthes aspera	(AMARANTHACEAE)	1	
Dyschoriste	(ACANTHACEAE)	3	
Rumex	(POLYGONACEAE)	2	
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	3	
Umbelliferae	(UMBELLIFERAE)	2	
Cruciferae	(CRUCIFERACEAE)	3	
Euphorbiaceae	(EUPHORBIACEAE)	1	
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	5	
	Total NAP		221
Spores de Ptéridophytes (Sinopteridaceae)			2
Indéterminés			8
	TOTAL		331

TABL. 42 : MICROFLORE POLLINIQUE DES SABLES A FAUNE ET INDUSTRIES
COUPE DE LA BUTTE KELLA

Exine : Aucune structure de l'exine n'est discernable sur les fossiles. Sur certains pollens des granules informes ont été observés sur la face distale.

L'affinité avec les pollens monosulqués de Palmées avait été envisagée. Cependant, les pollens de Palmées ont une exine généralement ornementée ou structurée. D'autre part le sillon plus court que l'axe longitudinal du pollen se présente, chez les Palmées comme une interruption de l'exine. L'aspect en coupe transversale, illustré sur la photographie n°25, pl.XIV est donc très différent de celui indiqué pour les fossiles. Pour ces deux raisons les pollens fossiles ne peuvent pas être attribués aux Palmées.

. Affinités avec les pollens de Cycadales actuelles

La forme ellipsoïdale des pollens, leurs dimensions, les formes et l'aspect de l'aperture décrite au paragraphe précédent sont autant de caractères de Cycadales (G.ERDTMAN, 1943). Parmi les représentants actuels du groupe des Cycadales, il semble possible d'écarter le genre Ginkgo. Celui-ci montre en effet des pollens dont le sillon présente un contour ondulé très caractéristique.

Les Cycadales sont absentes de la flore actuelle de l'Ethiopie mais sont représentées en Afrique orientale (R.MELVILLE, 1958) par les genres et espèces suivantes :

Cycas thuarsii GAUD connu en Tanzanie et à Zanzibar; Encephalartos barteri CARRUTH. ex MIQ répandu en Ouganda et au Soudan, au Congo entre 900 et 2400m; E.septentrionales SCHWEINF. distribué en Ouganda, au Soudan, Congo entre 900 et 2400 m; E.hildebrandtii A.Br. et BOUCHE largement répandu en Afrique orientale entre 0 et 600 m, autour de 1200 m en Ouganda; E.bubalinus MELVILLE en Tanzanie, endémique des collines de Nguruman, ouest du lac Natron 1300-1600 m; E.tegulaneus MELVILLE au Kenya, endémique des "Mathews Range", 2100m.

Nous avons exclu le genre Cycas à cause de sa forme plus bréviaxe, de l'exine nettement plus épaisse, et des granulations visibles sur la face proximale des pollens.

La forme généralement longiaxe, l'absence de structure de l'exine ont permis de considérer les pollens fossiles de Cycadales comme étant proches du genre actuel Encephalartos. Parmi les espèces du genre Encephalartos connues en Afrique orientale, nous avons pu nous procurer E.bubalinus et E.hildebrandtii (voir pl.XIV). L'épaisseur de l'exine, la fine structure visible sur certains pollens d'E.bubalinus semble cependant éliminer toute affinité avec cette dernière espèce. Les pollens fossiles du niveau de Kella seraient donc à rapprocher de l'espèce E.hildebrandtii (1)

(1) Sous réserve que les espèces qui n'ont pu être observées ne montrent pas d'affinité plus grande.

. Affinités avec les pollens de Cycadales fossiles

Dans le catalogue de G.O.W.KREMP(1965) est indiquée, sous le nom d'Entylissa tecta NILSSON(1958), une forme qui paraît voisine de celles décrites ici. La taille est du même ordre de grandeur. L'épaisseur de l'exine, $0,5 \mu$, est tout à fait conforme à celle des formes que nous avons trouvées (Comparer les photos pl.XIV avec celles de G.O.W.KREMP, 1965 p.24-33).

Conclusion au problème des Cycadales.

Les pollens du niveau pléistocène de la coupe de Kella peuvent être apparentées aux Cycadales et considérées comme proches du genre actuel Encephalartos. Issus d'inflorescences raides, les pollens d'Encephalartos ne semblent pas avoir la possibilité d'être transportés très loin par le vent (J.B.GILLET in lettris). Il faut donc envisager l'existence de ces plantes à proximité du site étudié.

Les espèces actuelles du g.Encephalartos présentent, en Afrique orientale, des aires de répartition très discontinues. Une telle distribution géographique ne peut s'expliquer que par une plus large répartition ancienne. La grosseur des graines exclut, en effet (J.B.GILLET, in lettris) la possibilité de dissémination lointaine. La détermination des Encephalartos, dans des sédiments pléistocènes en Ethiopie, vient à l'appui de l'hypothèse d'une distribution géographique plus étendue de ce genre.

Groupe ancien, d'origine gondwanienne, le phylum des Encephalartos se serait développé en Afrique dès le Jurassique supérieur (H.GAUSSSEN, 1944). Des microrestes, sujets à caution il est vrai, seraient connus dans l'Oligocène de Grèce et le Miocène de Provence. En Ethiopie, le ravin de Kella aurait pu constituer, à l'époque quaternaire, un refuge pour le genre Encephalartos. Toutefois, nous ne pouvons pas totalement exclure, ici, la possibilité que les fossiles pléistocènes trouvés représentent des formes remaniées de dépôts plus anciens, par exemple jurassiques. A la question posée de l'existence de tels dépôts dans le bassin amont, M.TAIEB a répondu par la négative. Il n'y a pas d'affleurements de formations secondaires visibles actuellement, mais elles doivent exister vraisemblablement sous les basaltes.

d) Interprétation du spectre pollinique

La composition du spectre pollinique des sables à faune de la butte Kella est donnée dans le tableau 42. La diversité des taxa rencontrés sans prédominance nette d'une espèce semble un trait assez remarquable de cette flore, ce qui est en accord avec les données botaniques concernant les régions tropicales. Parallèlement doit être soulignée l'abondance des Graminées, dont le pourcentage représente plus de 50% du nombre total des pollens comptés ce qui est un fait notable.

La séparation des éléments appartenant aux plantes ligneuses de ceux appartenant aux plantes herbacées, Graminées exclues, permet, lorsque les chiffres sont établis sur le nombre des espèces, de tenter un essai d'interprétation du peuplement végétal (M. VAN CAMPO et collab., 1964). Dans le cas présent, les nombres d'espèces de différentes catégories de plantes sont les suivants: ligneux: 18 - herbacées: 11 - cryptogames: 2. Le rapport ligneux/herbacées (1,6) relativement élevé nous permet d'éliminer certaines formations végétales et, compte-tenu des remarques ci-dessus, nous incite à penser que ce spectre pourrait traduire une formation végétale tropicale forestière ouverte, c'est-à-dire comportant un grand développement des espèces graminéens.

e) Physionomie du peuplement végétal

Afin d'avoir une idée de la physionomie de la végétation illustrée par le spectre pollinique du tableau 42, il a paru instructif de tenter d'en situer les divers taxons dans les types de formations végétales définies par R. PICHI-SERMOLLI (1957). Ceci a été réalisé dans le tableau 43, simplifié par rapport à une première présentation (R. BONNEFILLE, 1968). La colonne correspondant à la "forêt de basse altitude" a été supprimée. Étaient seuls classés dans ce type les pollens d'Encephalartos. En effet, si un habitat commun pour E. hildebrandtii est la forêt côtière du Kenya, cette espèce peut exister jusqu'à 1200 m, et E. tegulaneus dont la localisation est proche de l'Éthiopie est connue jusqu'à 2100 m (J. B. GILLET, in lettris). Nous avons enlevé également la "savane de montagne" qui ne comprenait que les Graminées. Celles-ci peuvent être présentes dans le fourré. On comprend tout à fait qu'un fort pourcentage traduit une végétation plus ouverte. L'absence de toute autre espèce ou genre fréquemment rencontré dans les steppes ou savanes de plaine comme de montagne rend possible cette suppression.

A l'exception de Syzygium, la grande majorité des éléments du spectre pollinique du niveau de la butte Kella appartient aux formations forestières dites sèches: fourré tropical montagnard, forêt tropicale sèche montagnarde. Une nette prédominance de plantes appartenant au fourré tropical montagnard apparaît clairement. Le caractère "sec" de cette flore est encore souligné par la présence d'une spore de Ptéridophyte qu'a bien voulu examiner M. R. PICHI-SERMOLLI et qu'il a définie comme apparentée au groupe de Sinoptéridacées rencontré dans les associations végétales sèches. Deux grandes classes de formations forestières sont distinguées en Afrique tropicale (A. AUBREVILLE, 1957): les formations forestières fermées et les formations mixtes forestières et graminéennes, qualifiées parfois

	FORMATIONS VEGETALES ACTUELLES			
	SECHES		HUMIDES	
	Fourré de montagne	Forêt sèche de montagne	Forêt humide de montagne	Formation riveraine
Pollens fossiles				
cf. <i>Encephalartos</i>				
<i>Podocarpus</i> cf. <i>P. gracillior</i>	+	+		
<i>Olea</i> type <i>O. hochstetteri</i>		+		
<i>Olea</i> cf. <i>O. africana</i>		+		
<i>Hagenia abvssinica</i>		+	+	
<i>Myrica</i> cf. <i>M. salicifolia</i>	+	+		
<i>Myrsine</i> cf. <i>M. africana</i>	+	+		
cf. <i>Euclea</i>		+		
<i>Syzygium</i> cf. <i>S. guineense</i>		+	+	
cf. <i>Ptilostigma thonningii</i>				
Combretaceae/Melastomataceae			+	
Loganiaceae			+	
cf. <i>Palmae</i> (?)				
<i>Dodonaea viscosa</i>	+			
<i>Clematis</i>	+			
<i>Psychotria</i>		+		
<i>Pistacia</i>	+	+		
<i>Tamarix</i>				
cf. <i>Cissus</i>	+			
cf. <i>Cordia purpurea</i>	+	+		
cf. <i>Calpurnia subdecandra</i>	+	+		
HERBACES				
Gramineae				
<i>Plantago</i>	+			
Compositae				
Chenopodiaceae				
Chenopodiaceae/Amaranthaceae				
<i>Achyranthes aspera</i>				
<i>Dyschoriste</i>	+			
<i>Rumex</i>	+			
Papilionaceae				
Umbelliferae				
Cruciferae				
Euphorbiaceae				
Cyperaceae				
Spores de Ptéridophytes		+		

TABL. 43 : REPARTITION DES TAXONS DU SPECTRE POLLINIQUE DE LA COUPE DE LA BUTTE KELLA DANS LES DIVERSES ASSOCIATIONS DE MONTAGNE DEFINIES EN ETHIOPIE

de formations ouvertes. L'abondance des Graminées, la présence de Plantaginacées (R.PICHI-SERMOLLI, comm. orale) de Crucifères et d'Ombellifères confirme le caractère ouvert de la flore fossile fournie par ce spectre. Il convient de noter également un cortège important de taxons qui entrent dans la composition de formations dites riveraines ce qui s'explique aisément par la proximité du gisement de Melka Kontouré et de la rivière Awash.

Conclusion

Le caractère essentiel de la flore fossile du début du Pléistocène moyen fournie par ce spectre semble résider dans ses affinités avec les formations tropicales mixtes forestières et graminéennes de type sec, tel que le fourré tropical montagnard. Ce caractère général de flore plutôt sèche est modifié par l'influence d'un cours d'eau sur les bords duquel s'établissait une végétation plus humide.

b - 2 - Coupe de la falaise de Kella (pl.VI)

1) Localisation

La coupe de Kella III encore appelée "coupe de la falaise" a été levée à 500 m environ en amont de la coupe de la butte Kella. Les formations sédimentaires du Pléistocène moyen bien conservées ont été entaillées par le ruisseau Kella. Elles se présentent sur une falaise d'environ 8 m de hauteur. Aucune industrie n'a été repérée à cet endroit précis. La succession lithologique suivie en longeant le ravin montre que les couches de base de la coupe de Kella II sont les mêmes que celles de la coupe au niveau de la falaise. Les séries supérieures se situent stratigraphiquement au-dessus, elles font défaut à Kella II à cause de l'érosion qui a déterminé le palier de la butte Kella (pl.V et VI).

2) Description: voir fig.32 et légende correspondante.

3) Résultats palynologiques

Les observations d'ensemble ont été consignées dans le tableau 44. Parmi les 12 échantillons étudiés il a été décelé 3 niveaux riches ayant livré des spectres polliniques contenant plusieurs centaines de pollens et 4 niveaux pauvres que nous présentons dans l'ordre de la succession stratigraphique.

Age	Echantillon	N° de préparation	Nature	Quantité traitée	Observations microscopiques
MOYEN PLEISTOCENE	K.273	P4 - S10	Ponces	150 g	8 pollens
	K.272	P8 - S8	Argile tufacée	120 g	15 pollens
	K.271	P7 - S8	Sables	127 g	8 pollens
	K.270	P6 - S8	Argile tufacée	170 g	Néant
	K.269	P5 - S8	Sables	115 g	Spectre pollinique 61 pollens
	K.268	P4 - S8	Argile sableuse	125 g	Néant
	K.267	P4 - S9	Argile sableuse	145 g	Spectre pollinique
	K.265	P5 - S6	Sables	150 g	Spectre pollinique 437 pollens
	K.264	P2 - S8	Graviers	170 g	Néant
	K.263	P1 - S8	Sables argileux	150 g	Spectre pollinique 255 pollens
PLEISTO- CENE ANCIEN	K.262	P3 - S10	Argile	140 g	Débris végétaux
	K.261	P2 - S10	Argile	150 g	Débris végétaux

Tableau 44 : Résultats des observations palynologiques effectuées sur les échantillons de la falaise de Kella.

Légende de la coupe de la falaise de Kella

- 0,20 m - Cendres et ponces (K.286)
- 0,40 m - Niveau de ponce (K.273)
- 0,20 m - Sables argileux intercalés dans les argiles précédentes (K.271)
- 1,20 m - Argile tufacée (K.270 et K.272)
- 0,60 m - Sables à stratifications entrecroisées (K.269)
- 0,80 m - Argile sableuse à lits de petits galets d'obsidienne
(K.267 et K.268)
- 1,20 m - Sables (K.265 et K.266)
- 0,20 m - Niveau graveleux à gros galets d'obsidienne (K.264)
- 0,90 m - Sables argileux à galets d'obsidienne (K.263)
- 1 m - Argile diatomitique (K.262)
- 1 m - Argile grise (K.261)

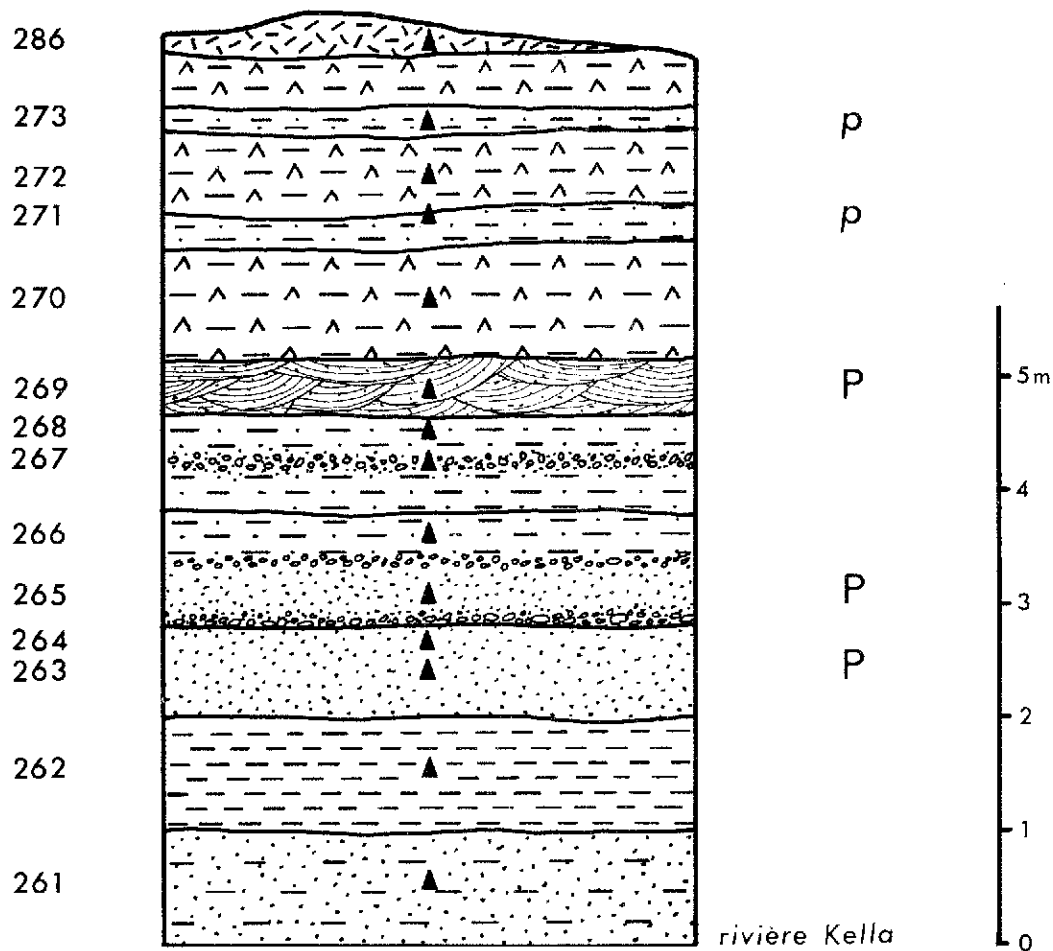


FIG. 32 : LOCALISATION DES PRELEVEMENTS POUR L'ETUDE PALYNOLOGIQUE
 SUR LA COUPE DE KELLA III

- ▲ :.prélèvements palynologiques
- P : spectre pollinique > 100
- p : spectre pollinique < 100

a) Microflore pollinique des sables de base (K.263)

La composition est donnée dans le tableau 44. Il faut remarquer à propos de ce spectre, l'abondance des polyades d'Acacia, le seul élément véritablement arborescent du spectre, Rhynchosia étant une liane.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Acacia	(MIMOSACEAE)	103
cf. Rhynchosia	(PAPILIONACEAE)	4

HERBACEES

Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	63
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	22
Caylusea	(RESEDACEAE)	58
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	5
	TOTAL	<hr/> 255

Tableau 45 : Spectre pollinique des sables (K.263),
Coupe de la falaise de Kella.

La flore herbacée présente peu de taxons, les Composées dominent très nettement accompagnées des Résédacées du genre Caylusea, entomophiles. L'absence des Graminées paraît quelque peu surprenante. Exceptionnellement pour un niveau riche nous n'avons pas poursuivi l'analyse jusqu'à épuisement du culot car nous retrouvions toujours les mêmes types polliniques.

Le caractère entomophile de la plupart des taxons de ce spectre doit être souligné. Il en résulte que les plantes productrices étaient présentes soit à l'endroit même, soit très près du milieu de sédimentation.

b) Microflore pollinique des sables noirs (K.265)

Les sables K.265 indiqués sur la coupe fig.32 sont situés au-dessus des précédents dont ils sont séparés par un lit de galets. Seul l'échantillon prélevé à la base de ce niveau sableux a livré des pollens. La composition du spectre pollinique est donnée dans le tableau 46.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Acacia sp.	(MIMOSACEAE)	7
Cordia sp.	(BORAGINACEAE)	1
Piliostigma thonningii	(CAESALPINIACEAE)	1
cf. Cycadale	(CYCADACEAE)	10
Olea africana	(OLEACEAE)	1
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	36

HERBACEES

Caylusea	(RESEDACEAE)	26
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	171
Compositae (autre espèce)	(COMPOSITAE)	8
cf. Catananche	(COMPOSITAE)	9
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	13
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	33
Umbelliferae	(UMBELLIFEREAE)	1
Chenopodiaceae	(CHENOPODIACEAE)	1
Gramineae	(GRAMINEAE)	11
Indéterminés		2
Pollen tricolpé (cf. Hypericacées?)		75
	TOTAL	437

Tableau 46 : Spectre pollinique des sables K.265,
Coupe de la falaise de Kella.

Les pollens de ce niveau sont en très mauvais état de conservation, ils se présentent très souvent pliés déformés, aplatis. L'exine est usée quelquefois opaque et les apertures sont plus ou moins visibles (pl. XV). Il n'a donc pas été possible pour beaucoup d'entre eux de poursuivre la détermination au-delà de la famille, faute de critères suffisants. Une forme tricolpée, malgré l'abondance des grains, n'a pu être déterminée. De taille moyenne 20 à 23 μ , sur 12 à 15 μ à exine faiblement réticulée et sillons largement ouverts, sans poroïde visible, ce pollen se rapprocherait des Hypericacées. Nous avons écarté les Tamaricacées, qui sont généralement plus bréviaxes, montrent un poroïde et une structure d'exine bien visible. Résédacées et Zygophyllacées ont aussi été exclues. Dans les familles comprenant des plantes généralement herbacées, telles que Scrophulariacées, nous n'avons pas observé de formes pouvant être rapprochées du pollen fossile. Nous devons rappeler cependant que nos références, quant aux genres éthiopiens, pour ces familles herbacées si vastes, sont loins d'être complètes. Cette indétermination portant sur 75 grains ne nous autorise pas à tirer des conclusions quant à la composition du spectre pollinique de K.265. Dans ces conditions il n'est pas

possible d'établir un rapport $\frac{\text{Pollens arborescents}}{\text{Pollens herbacés}}$, mais on peut donner cependant quelques éléments de comparaison par rapport à la microflore précédente .

Le nombre de taxons arborescents est nettement plus élevé. On note l'apparition du genre Olea composant de la forêt d'altitude, le nombre élevé des pollens de Papilionacées proches du type pollinique de Rhynchosia. Le nombre des polyades d'Acacia a nettement regressé, ce qui doit traduire un changement qualitatif très net dans la composition de la végétation.

Parmi les pollens d'Herbacées, il faut noter une augmentation des Composées qui représentent 48% du nombre total pour 33% dans le niveau précédent. Parallèlement, le nombre des pollens de Caylusea (Résédacées) a nettement diminué, tandis que les Graminées font leur apparition.

c) Microflore pollinique de l'argile sableuse (K.267)

L'argile sableuse qui surmonte les sables précédents ne constitue pas un niveau riche, cependant malgré le nombre de pollens inférieur à 100 le spectre pollinique donné par le tableau 47 est intéressant à considérer.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Acacia sp.	(MIMOSACEAE)	3
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	1
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	17
Euphorbiaceae	(EUPHORBIACEAE)	1
Gardenia sp.	(RUBIACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	21
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	12
cf. Diplolophium	(UMBELLIFEREAE)	1
Chenopodiaceae/Amaranthaceae		1
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	1
Spores de Ptéridophytes		1
	TOTAL	61

Tableau 47 : Spectre pollinique de l'argile sableuse K.267, Coupe de la falaise de Kella.

Comparé au spectre pollinique précédent, le spectre du tableau 47 montre une légère baisse du nombre des pollens d'Acacia et de Papilionacées, une régression des Composées, une augmentation des Graminées. L'apparition de Plantago est à souligner.

La couche argileuse qui surmonte le niveau où a été prélevé l'échantillon K.267 s'est révélée stérile. Par contre les sables à stratification entrecroisées situés au-dessus sont microfossilifères.

d) Microflore pollinique des sables à stratifications entrecroisées
(K.269)

La composition en est donnée dans le tableau 48.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Acacia cf. abyssinica	(MIMOSACEAE)	1
Acacia sp.	(MIMOSACEAE)	2
Combretaceae	(COMBRETACEAE)	1
cf. Euclea	(EBENACEAE)	1
Rhamnaceae non Rhamnus	(RHAMNACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	8
Podocarpus	(PODOCARPACEAE)	4
Olea cf. africana	(OLEACEAE)	2
Myrsine africana	(MYRSINACEAE)	1
Pollen indéterminé	(RHAMNACEAE ?)	122
		<hr/>
TOTAL A.P.		143

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	38
Achyranthes aspera	(AMARANTHACEAE)	20
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	7
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	1
Umbellifereae	(UMBELLIFEREAE)	1
		<hr/>
TOTAL N.A.P.		67
		<hr/>
Indéterminés		2
		<hr/>
TOTAL		212

Tableau 48 : Spectre pollinique des sables (K.269)
Coupe de la falaise de Kella.

Comme pour l'échantillon K.265 les pollens de ce niveau sont très abîmés. Le spectre pollinique du tableau 48 montre, par rapport au spectre pollinique précédent, la confirmation de l'arrivée des éléments de la forêt de montagne. On note maintenant, avec Olea existant auparavant, Myrsine africana et Podocarpus. Parmi les herbacées, les Amaranthacées représentées surtout par Achyranthes aspera et les Graminées progressent. Ces dernières constituent maintenant 17% de la totalité des pollens dénombrés. Une forme indéterminée (photos 1 et 2, pl.XV) pourrait sans doute être rapprochée du type pollinique des Rhamnacées (cf. Ziziphus).

Les pollens sont en si mauvais état de conservation qu'il ne semble pas possible de donner plus de précision à leur sujet. L'abondance des pollens de Rhamnacées pourrait être interprétée dans le cadre du développement d'une végétation riveraine assez dense.

e) Niveaux pauvres du sommet de la coupe

Les échantillons des niveaux au sommet de la coupe ont livré quelques pollens seulement. La présence d'éléments tels que Syzygium, Celtis et Bosqueia (tableau 49) semble confirmer ces indices d'une humidité croissante qui aurait entraîné le développement de la végétation riveraine arborescente.

Conclusion

Les études palynologiques effectuées sur les échantillons de la coupe de la falaise de Kella ont permis d'obtenir quatre spectres polliniques pour la période du Pléistocène moyen. D'après les données stratigraphiques, ces microflores seraient antérieures à celle déterminée dans la coupe au niveau de la butte. Quelques traits remarquables de leur composition doivent être soulignés.

a) Particularités des spectres polliniques de la falaise de Kella

Le spectre pollinique des sables K.265 a permis de mettre en évidence la présence de pollens de Cycadales trouvés par ailleurs dans le niveau fossilifère de la butte Kella. La physionomie du peuplement végétal du vallon de Kella, à l'époque de la mise en place de ces microflores, semble dominée par la présence des Acacias. Très abondants dans les échantillons des niveaux de base ils regressed ensuite progressivement.

L'absence ou la rareté des Graminées pose un problème d'interprétation pour les spectres des niveaux stratigraphiques inférieurs. Les Composées et les Résédacées sont les plantes dominantes de la végétation herbacée sur place.

Les éléments arborescents des associations de montagne ne sont pas présents dans les spectres de base. Il apparaissent petit à petit: d'abord ceux de la forêt riveraine, ensuite ceux du fourré, puis ceux de la forêt d'altitude.

Ces caractéristiques soulignent l'importance des changements qualitatifs intervenus dans la composition taxonomique des spectres polliniques depuis la base jusqu'au sommet de la coupe. Pour interpréter ces modifications, nous allons essayer de reconstituer le paléoenvironnement végétal et sédimentologique.

LISTE DES POLLENS DETERMINES DANS LES SABLES ARGILEUX
(K.271)

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

cf. Syzygium	(MYRTACEAE)	1
Celtis	(ULMACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	4
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	1
	TOTAL	<hr/> 8

LISTE DES POLLENS DETERMINES DANS LES PONCES (K.272)

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Euclea	(EBENACEAE)	1
cf. Bosqueia	(MORACEAE)	1
cf. Ricinus communis	(EUPHORBIACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	11
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	1
	TOTAL	<hr/> 15

LISTE DES POLLENS DETERMINES DANS LES PONCES (K.273)

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	2
------------------	---------------	---

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	3
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	1
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	2
	TOTAL	<hr/> 8

Tableau 49 : Liste des pollens déterminés dans les échantillons
K.271, K.272, K.273 de la coupe de la falaise de Kella.

b) Reconstitution du Paléoenvironnement

Les spectres de la base de la coupe, à cause du caractère essentiellement entomophile des taxons : Acacia, Résédacées etc..., et du nombre considérable de grains comptés, donnent l'image de la végétation très locale. L'absence des éléments de montagne peut s'expliquer, à cette époque, par l'absence d'apport fluviatile par l'Awash. Imaginons un petit bassin fermé ou simplement une zone marécageuse endoréique du cours actuel de la rivière Kella. Celui-ci est établi d'abord dans un fourré à Acacia : petit à petit, sur les bords, se développe une formation riveraine plus dense avec les Combrétacées et surtout les Rhamnacées. Le ruisseau de Kella devait exister; il a apporté les petits galets d'obsidienne intercalés dans les argiles sableuses. Sa source actuelle n'est pas très loin, à 5 km environ à l'amont de la coupe dont il est question. A cette époque du Pléistocène moyen, il n'y avait pas de forêt de ce côté-là car on aurait enregistré au moins l'apport aérien des Podocarpus.

Quand on passe des spectres de base à ceux qui succèdent au fur et à mesure que la végétation locale semble traduire une humidité plus grande, on voit apparaître les éléments de montagne Olea, Podocarpus, Myrsine. Au moment du dépôt des sables K.269 leur présence peut résulter d'apports aériens (4 pollens de Podocarpus). Les pollens de Dodonaea viscosa, Myrsine, l'abondance et la variété des pollens des taxons de montagne du spectre pollinique de la butte peuvent être expliqués par un apport fluviatile. Ils sont en trop faible quantité pour exister sur place, localement. Il est alors possible de déduire qu'à cette époque là le bassin de Kella s'est ouvert et est entré en communication avec la rivière Awash.

En ce qui concerne l'évolution de la végétation locale, on observe deux changements qualitatifs importants. Le premier changement aurait lieu entre la microflore K.263, nettement arborescente avec Acacia dominant (40% du total), et la microflore surtout herbacée du niveau K.265 où les arbres représentent moins de 10% du total. Le second changement a lieu entre K.265 et K.269, lors du passage d'une microflore essentiellement herbacée à une microflore arborée où les éléments de la végétation riveraine prédominent nettement.

b - 3 - Coupe de Kella III (bis)

La coupe de Kella III (bis) a été levée dans le ravin situé à 500 m à l'amont de la coupe de la falaise de Kella. C'est dans un des niveaux de cette coupe qu'avait été trouvée une défense d'Elephas recki. Malheureusement, les

treize échantillons prélevés dans les différentes couches de cette coupe n'ont fourni aucun pollen. On note seulement la présence de Dodonaea viscosa, Brucea antidysenterica et des Graminées dans les sables à macrofaune (K.279).

b - 4 - Coupe de Kella IV

C'est en remontant le ravin de Kella, à environ 1 km en amont de la coupe de la falaise qu'a été établie la coupe de Kella IV.

1) Description de la succession lithologique

Elle est donnée par la fig.33 et la légende correspondante. Il faut retenir à propos de cette coupe la présence d'un ravinement majeur très important qui marque ici, selon M.TAIEB, la limite entre les formations du Pléistocène moyen et celles du Pléistocène récent.

2) Résultats palynologiques

Les résultats d'ensemble ont été rassemblés dans le tableau 50. Pour 13 échantillons préparés ont été obtenus trois spectres polliniques très importants puisque pour deux d'entre eux ont pu être comptés plus de 1000 pollens. Ces spectres polliniques correspondent à des niveaux appartenant aux formations du Pléistocène supérieur. Nous allons en donner tout d'abord la composition taxonomique et les commenter ensuite.

a) Microflore pollinique des sables conglomératiques K.302

Le spectre pollinique donné dans le tableau 51 montre une longue liste de taxons variés, appartenant aussi bien à des éléments arborescents qu'herbacés. Ces taxons peuvent être regroupés selon leur appartenance aux diverses associations de montagne. C'est ainsi que la disposition du spectre montre pour les arbres, de haut en bas du tableau 51 :

- les éléments de la steppe altimontaine à Ericacées. Trois tétrades d'Erica: cela traduit un pourcentage élevé des arbustes de cette plante dans la végétation, étant donnée la sous-représentation de cette espèce. Aux Ericacées correspondent, dans la liste des Herbacées Alchemilla, les Composées abondantes, Geranium et les Crucifères qui appartiennent à la même formation.

- les éléments de la forêt d'altitude avec Podocarpus toujours sur-représenté. Leur pourcentage (11,3%) ne nous autorise pas à considérer la forêt sur place mais plutôt localisée dans le bassin amont. Tous les taxons cités dans la constitution de la forêt (voir Première Partie, chapitre II) sont présents dans ce spectre: Juniperus, Olea, Hagenia abyssinica, Myrsine africana, Syzygium, Euclea etc..

Echantillon	N° de préparation	Nature	Quantité	Observations
K.308	P8 - S10	Ponces	120 g	Présence de Graminées <u>Podocarpus</u> et <u>Dodonaea viscosa</u>
K.307	P7 - S10	Argile tufacée	150 g	Néant
K.306	P8 - S6	Argile concrétionnée	150 g	Néant
K.305	P7 - S9	Sables indurés	125 g	Spectre pollinique 109 pollens
K.304	P7 - S6	Argile altérée beige	150 g	Milieu minéral - Néant
K.303	P6 - S10	Ponces	150 g	Spectre pollinique 1000 pollens
K.302	P6 - S9	Sables conglomératiques	115 g	Spectre pollinique 1000 pollens
K.301	P1 - S15	Ponces	70 g	Milieu minéral
K.300	P2 - S15	Sables	90 g	Milieu minéral
K.299	P3 - S15	Sables avec galets et ponces	120 g	Milieu minéral
K.298	P4 - S15	Argile tufacée beige	150 g	Milieu minéral
K.295	P5 - S15	Argile tufacée	130 g	Néant
K.292	P7 - S4	Argile sableuse	150 g	Milieu minéral

Tableau 50 : Résultats des analyses polliniques des échantillons de la coupe de Kella IV.

Légende de la coupe de Kella IV

1 à 2 m - argile brune du vertisol (K.308 b)

- Formation du Tabellien ou Pléistocène supérieur

0,6 m - ponces (K.308 a)

0,4 m - argile tufacée (K.307)

1 m - sables consolidés (K.306)

0,40m - sables indurés roses (K.305)

2 m - argile altérée beige rosé (K.304)

0,4 m - ponces (K.303)

1,5 à 2 m - sables conglomératiques avec lits de galets interstratifiés
(K.302)

Ravinement majeur

- Formation du Pléistocène moyen

0,50m - ponces (K.301)

1,2 m - sables (K.300)

0,4 m - sables ponceux à galets (K.299)

0,4 m - argile tufacée beige (K.298)

0,6 m - sables à stratifications entrecroisées (K.297)

0,2 m - encroûtement ferrugineux (K.296)

0,3 m - argile "tufacée" à rares graviers d'obsidienne (K.295)

0,2 m - sables grossiers à galets d'obsidienne et de basalte à olivine

0,5 m - argile cinéritique à petits galets d'obsidienne (K.294)

1 m - argile sableuse (K.292)

- trachyte du substratum (K.309)

S.S.W.

N.N.E.

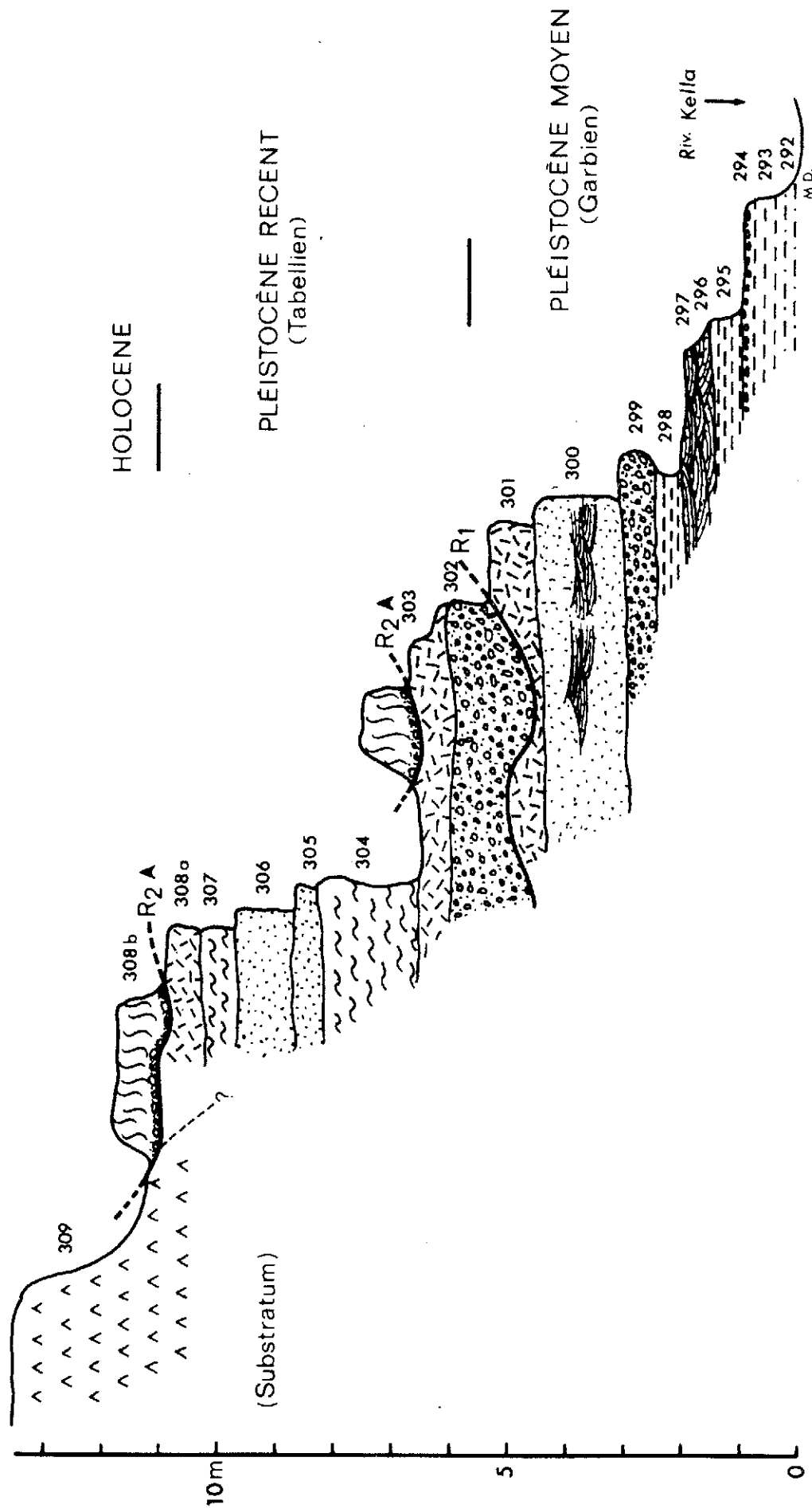


Fig.33 Coupe de Kella IV, localisation des prélèvements palynologiques (M. TAIEB 1969)

ARBRES, ARBUSTES, LIANES		Nombre de pollens comptés	Pourcentage
Ericaceae	(ERICACEAE)	3	+
Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	113	11,3%
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	7	++
Olea africana	(OLEACEAE)	3	+
Olea type O. hochstetteri	(OLEACEAE)	4	+
Olea type O. welwitschi	(")	1	+
Oleaceae	(")	3	+
Hagenia abyssinica	(ROSACEAE)	2	+
Ekebergia rueppeliana	(MELIACEAE)	.	+
Hypericum	(HYPERICACEAE)	5	++
Cf. Rapanea	(MYRSINACEAE)	2	+
Myrsine africana	(")	3	+
Myrica salicifolia	(MYRICACEAE)	.	.
Clematis	(RANUNCULACEAE)	3	+
Rhus sp.	(ANACARDIACEAE)	1	+
Rutaceae type Coleonema	(RUTACEAE)	3	+
cf. Teclea	(")	1	+
Celastraceae	(CELASTRACEAE)	1	+
Cassine aethiopica	(")	1	+
Syzygium sp	(MYRTACEAE)	2	+
Ebenaceae	(EBENACEAE)	2	+
cf. Royena	(")	+	+
Euclea cf. E lanceolata	(")	4	+
cf. E schimperi	(")	2	+
Maba cf. M. abyssinica	(")	1	+
Celtis	(ULMACEAE)	5	++
Buddleya sp.	(LOGANIACEAE)	1	+
Apocynaceae	(APOCYNACEAE)	1	+
cf. Hunteria	(")	6	++
Carissa edulis	(")	7	++
Pterolobium stellatum	(CAESALPINIACEAE)	2	+
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	1	+
cf. Alysicarpus africana	(")	3	+
Capparaceae (Capparis, Cadaba exclus)	(CAPPARACEAE)	3	+
Ehretia	(PAPILIONACEAE)	+	+
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	21	2,1%
Acacia	(MIMOSACEAE)	+	.
	Total AP	217	
HERBACEES			
Gramineae	(GRAMINEAE)	672	67,2%
Plantago (2 espèces)	(PLANTAGINACEAE)	18	1,8%
Chenopodiaceae/Amaranthaceae		4	+
Compositae tubuliflorae (épines courtes)	(COMPOSITAE)	15	1,5%
(épines longues) (")		13	1,3%
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	19	1,9%
Echinops	(COMPOSITAE)	.	.
Rumex	(POLYGONACEAE)	1	+
Caryophyllaceae (à sillons)	(CARYOPHYLLACEAE)	1	+
Labiatae	(LABIATAE)	2	+
Cruciferae	(CRUCIFERAE)	1	+
Umbelliferae	(UMBELLIFERAE)	.	.
Justicia	(ACANTHACEAE)	1	+
Mimulopsis	(ACANTHACEAE)	3	+
Hypoestes triflora	(")	.	.
Geranium	(GERANIACEAE)	2	+
Geraniaceae	(GERANIACEAE)	3	+
Polygala	(POLYGALACEAE)	.	.
Euphorbia cf. E. hirta	(EUPHORBIACEAE)	.	.
Euphorbiaceae cf. Monadenium	(")	.	.
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	1	+
cf. Indigofera	(")	1	+
cf. Alchemilla	(ROSACEAE)	1	+
Cyperaceae (2 espèces)	(CYPERACEAE)	7	++
Typha	(TYPHACEAE)	3	+
	Total NAP	768	
Spores de Ptéridophytes (2 espèces)		5	++
Indéterminés (3 espèces)		10	
	TOTAL	1.000	

Tabl. 51 : SPECTRE POLLINIQUE DES SABLES CONGLOMERATIQUES (K. 302), PLEISTOCENE SUPERIEUR
COUPE DE KELLA IV

Légende : les taxons repérés après le comptage à 1.000 pollens sont indiqués avec un point.

- les éléments du fourré d'altitude avec, entre autres, Acacia rencontré seulement après le comptage de 1000 pollens, Carissa edulis, Dodonaea viscosa, Buddleya et tous les arbustes connus également dans la forêt. Le pourcentage global des éléments arborescents par rapport au nombre total (21,7%) conduit à imaginer sur place une végétation herbacée dominante, plus ou moins parsemée d'arbustes. La présence de la forêt bien caractérisée à Podocarpus et genévriers est à envisager à l'amont du site étudié, peut-être sur les zones d'altitude plus élevée.

b) Microflore pollinique des sables(K.303)

La couche de sable avec petits fragments de ponce dans laquelle a été prélevé l'échantillon K.303 succède immédiatement au niveau des sables conglomératiques. Le spectre pollinique (tableau 52) qui lui correspond s'étant révélé aussiriche que le précédent, il peut lui être directement comparé.

L'augmentation des éléments arborescents dont le pourcentage global passe de 21,7% à 43,1% est frappante. Elle résulte d'un accroissement du nombre de pollens de Juniperus, Olea africana, Celtis sp., Hagenia abyssinica, Myrsine africana, Dodonaea viscosa, tandis que les pollens de Podocarpus sont relativement moins nombreux. Cet ensemble de fait traduit la présence proche de la forêt. Le nombre plus élevé des pollens, la présence d'un pollen attribué aux Sapotacées, de Sapium, peuvent être considérés comme des indices d'humidité relative. L'espèce dominante étant Juniperus, la forêt à genévriers est plutôt froide et sèche.

L'existence de la steppe altimontaine est confirmée par 5 tétrades d'Ericacées, un pollen d'Anthospermum, l'Euphorbiacées du genre Clutya (commune au Zuquala) et un pollen de Carduus.

Il faut noter également une diminution des pollens de Composées dont le pourcentage par rapport au nombre total passe de 4,7 à 1,4%. Cette baisse reste sensible lorsque le pourcentage des Composées est calculé par rapport au total des Herbacées, de 6% il passe quand même à 2,5%.

c) Microflore pollinique des sables consolidés (K.305)

Beaucoup moins abondante que les deux microflores précédentes, cette microflore (tableau 53) montre néanmoins les mêmes caractéristiques que celle de l'échantillon K.303.

La colonne des nombres de pollens comptés du tableau 53, doit être comparée avec celle des pourcentages du tableau 52. Le pourcentage total des éléments arborescents AP/T reste sensiblement le même (42% environ pour 43,1%). Le caractère fondamental de la végétation n'a pas varié, il demeure celui d'une formation relativement boisée. Le genévrier se fait plus rare tandis qu'augmente

Myrsine africana et Dodonaea viscosa. Ceci pourrait être indicatif d'une légère regression de la forêt au profit du fourré montagnard. Mais seul un spectre pollinique à nombre aussi élevé de pollens que le précédent permettrait de l'affirmer avec assez de certitude.

Les couches situées au-dessus des sables consolidés n'ont livré aucun pollen à l'exception des ponces (échantillon K.308) dans lesquelles ont été reconnus 2 pollens de Podocarpus, 1 de genévrier, 1 de Dodonaea viscosa et 7 de Graminées.

Conclusion

Les spectres polliniques mis en évidence dans les niveaux de la coupe de Kella IV sont très importants à cause du nombre élevé de pollens comptés au moins pour les deux premiers. A la lumière des données sur la représentation pollinique d'associations végétales actuelles, on peut dire qu'ils sont suffisants pour donner une image complète de la végétation pour l'époque considérée.

Les niveaux étudiés appartiennent aux formations du Pléistocène supérieur. La comparaison de ces microflores d'âge pléistocène supérieur avec l'ensemble des microflores du Pléistocène ancien et moyen sera abordée dans un chapitre ultérieur.

b - 5 - Coupe de Kella V

La coupe de Kella V a été établie en remontant le ravin de Kella. A 500 m en amont de la coupe de Kella IV, une entaille dans les formations du Pléistocène supérieur montre la superposition des couches indiquée sur la figure 34. Cinq des prélèvements effectués sur cette falaise (échantillon 408 à 412) n'ont livré aucune microflore étudiable. La présence de Graminées a été notée pour deux d'entre eux.

3 - COUPES DES SITES ARCHEOLOGIQUES

Nous avons rassemblé dans ce chapitre les résultats concernant les coupes des ravins où se situent les fouilles des niveaux archéologiques les plus importants (voir chapitre préliminaire). De très nombreux prélèvements d'échantillons ont été effectués dans les couches qui affleurent à Garba A, Garba B et Gomboré (voir fig.27 et 35 hors texte).

		Nombre de pollens comptés	Pourcentages
ARBRES, ARBUSTES, LIANES			
Erica arborea	(ERICACEAE)	5	++
Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	86	8,6%
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	131	13,1%
Olea cf. O. africana	(OLEACEAE)	38	3,8%
Olea sp.	(OLEACEAE)	1	+
Myrica salicifolia	(MYRICACEAE)	1	+
Hagenia abyssinica	(ROSACEAE)	13	1,3%
Myrsine africana	(MYRSINACEAE)	15	1,5%
cf. Rapanea	(MYRSINACEAE)	2	+
Sapotaceae (cf. Manilkara ou Sideroxylon)		1	+
Syzygium sp.	(MYRTACEAE)	4	+
Syzygium guineense	(MYRTACEAE)	2	+
Syzygium sp.	(MYRTACEAE)	8	++
Euclea sp.	(EBENACEAE)	8	++
cf. Maba	(EBENACEAE)	1	+
Ebenaceae	(EBENACEAE)	6	+
Celtis	(ULMACEAE)	10	1%
cf. Sapium	(EUPHORBIACEAE)	1	+
Dombeya cf D. schimperiana	(STERCULIACEAE)	1	+
Piliostigma thonningii	(CAESALPINIACEAE)	1	+
cf. Nuxia	(LOGANIACEAE)	1	+
cf. Combretaceae	(COMBRETACEAE)	1	+
cf. Rhynchosia	(PAPILIONACEAE)	1	+
cf. Erythrina	(PAPILIONACEAE)	1	+
Anthospermum	(RUBIACEAE)	1	+
Celastraceae cf. Catha	(CELASTRACEAE)	3	+
Rhus sp.	(ANACARDIACEAE)	5	++
Capparidaceae	(CAPPARIDACEAE)	1	+
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	76	7,6%
Clutya	(EUPHORBIACEAE)	1	+
Acacia (2 esp.)	(MIMOSACEAE)	2	+
Clematis	(RANUNCULACEAE)	2	+
Salix cf. S. subserrata	(SALICACEAE)	1	+
		<hr/>	
	Total AP	431	43,1%
HERBACEES			
Gramineae	(GRAMINEAE)	446	44%
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	39	4%
Rumex	(POLYGONACEAE)	14	1,4%
Chenopodiaceae/Amaranthaceae (2 esp.)		10	1%
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	12	1,2%
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	1	+
cf. Carduus	(COMPOSITAE)	1	+
Paronychia	(PARONYCHIAE)	1	+
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	4	+
cf. Arabis	(CRUCIFERAE)	3	+
Solanum	(SOLANACEAE)	1	+
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	21	2,1%
Typha	(TYPHACEAE)	7	++
		<hr/>	
	Total NAP	560	
Indéterminés (4 espèces)		9	
	<hr/>		
	Total	1.000	

TABL. 52 : SPECTRE POLLINIQUE DES SABLES PONCEUX (K. 303), PLEISTOCENE SUPERIEUR, COUPE DE KELLA IV

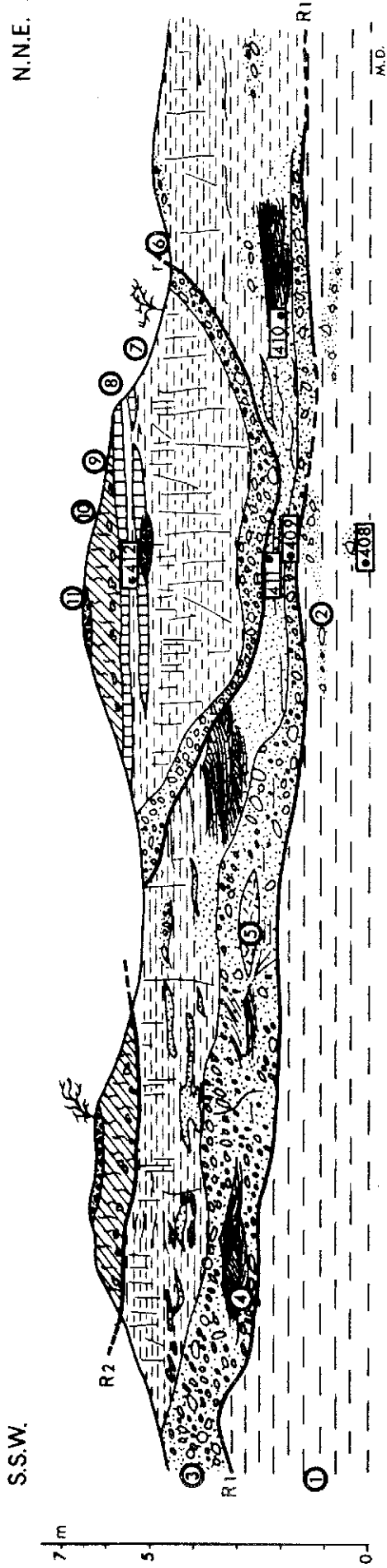
ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	8	
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	1	
Olea africana	(OLEACEAE)	1	
Olea cf. O. hochstetteri	(OLEACEAE)	2	
Myrica cf. M. kilimandscharica	(MYRICACEAE)	1	
Myrsine africana	(MYRSINACEAE)	9	
cf. Rapanea	(MYRSINACEAE)	2	
Syzygium	(MYRTACEAE)	1	
Buddleya	(LOGANIACEAE)	1	
Urticaceae	(URTICACEAE)	1	
cf. Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	1	
Parkinsonia aculeata	(CAESALPINIACEAE)	1	
cf. Celtis	(ULMACEAE)	1	
cf. Combretum	(COMBRETACEAE)	2	
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	10	
		Total AP	42

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	44	
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	9	
Chenopodiaceae/Amaranthaceae	(CHENOPODIACEAE)	2	
Rumex	(POLYGONACEAE)	3	
Paronychia	(PARONYCHIAE)	1	
Hypericaceae	(HYPERICACEAE)	1	
Typha	(TYPHACEAE)	1	
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	1	
		Total NAP	62
Spores de Ptéridophytes			2
Indéterminés			3
		TOTAL	109

Tabl. 53 : COMPOSITION DE LA MICROFLORE POLLINIQUE DES SABLES CONSOLIDÉS (K. 305),
PLEISTOCENE SUPERIEUR, COUPE DE KELLA IV (MELKA KONTOURE).

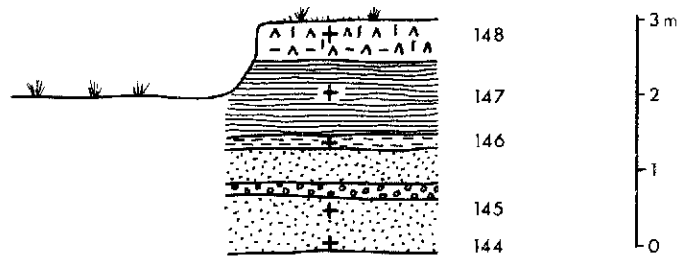
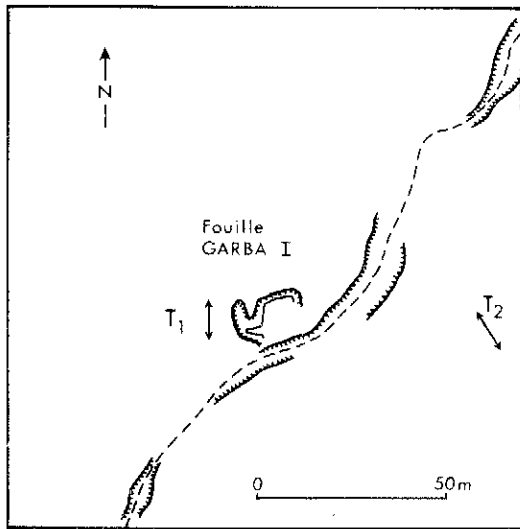


○ Couches lithologiques
 □ Prélèvements palynologiques

R₁-R₂: Ravinement majeurs
 r : ravinement secondaires

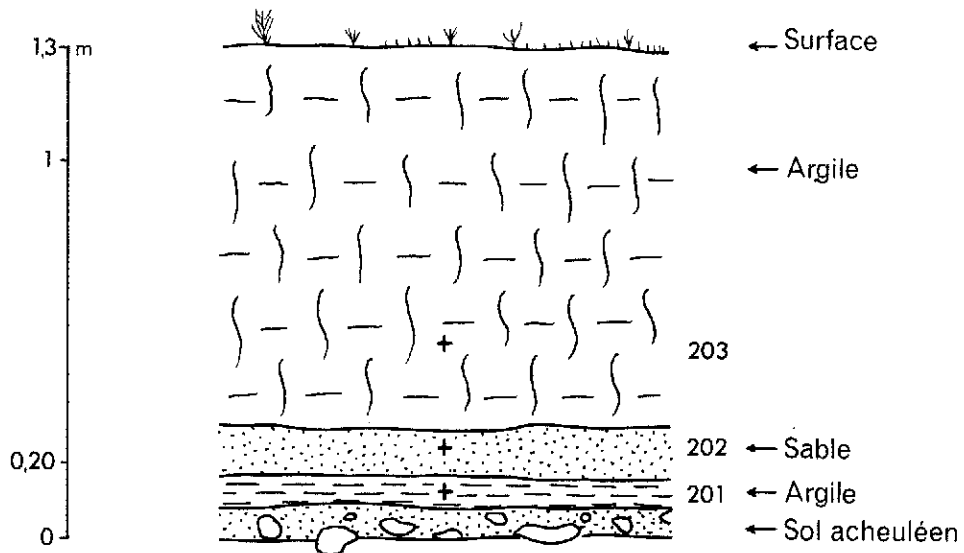
Legende: (1) Argile brun rose cineritique. (2) lits de graviers. (3) cailloutis peu grossier. (4) sables ponceux à stratifications entrecroisées. (5) lentille de ponce. (6) argile brune. (7) argile brunâtre. (8) argile claire durcie. (9) ponce calcaires. (10) argile brune (vertisol). (11) sables et graviers.

Fig. 34: COUPE DE KELLA V (M. TAIEE, 1969). LOCALISATION DES PRELEVEMENTS PALYNOLOGIQUES.



Légende :

- 144, 145 sables b : Prélèvements palynologiques : tranchée T₂
- 146 diatomite
- 147 argile compacte
- 148 cinérite



a : Prélèvements palynologiques : tranchée T₁

Fig. 36 : COUPE DE GARBA, LOCALISATION DES PRELEVEMENTS

Echantillon	N° de préparation	Nature sédimentologique	Quantité	Observations microscopiques	Nombre de pollens 100 g
G. 390	P ₂ - S ₂₄	Sables bruns	140 g	Néant, milieu uniquement minéral	0
G. 391(bis)	P ₃ - S _{29b}	Argile	190 g	Néant "	0
G. 391	P ₃ - S ₂₄	Argile	120 g	Néant "	0
G. 151	P ₅ - S ₃ P ₅ - S ₁₇	Argile sableuse	100 g	Néant "	0
G. 203	P ₈ - S ₁₇	Argile	100 g	Néant "	0
G. 202	P ₂ - S ₁₇	Sables	150 g	Pollens (18) : Graminées <u>Myrica</u> et spores de moisissures	12
G. 201	P ₆ - S ₁₇	Argile	120 g	Spectre de <u>171 pollens</u>	140
G. 146	P ₁ - S ₁₁ P ₄ - S ₃	Diatomite	130 g ?	Pollens : quelques Graminées Milieu humique	ε
G. 367	P ₄ - S ₂₄	Remplissage de cavité osseuse	50 g	Pollens : Graminées (5), <u>Plantago</u> (1), milieu minéral	ε
12 prélèvements du sol acheuléen supérieur			Deux spectres à nombre de pollens < 100 Deux spectres à nombre de pollens > 100		
G. 368	P ₅ - S ₂₄	Remplissage cavité osseuse	160 g	Néant	0
G. 389	P ₂ - S _{29b}	Remplissage cavité osseuse	190 g	Spectre de <u>110 pollens</u>	54
G. 369	P ₆ - S ₂₄	Remplissage cavité osseuse	50 g	Pollens : quelques Graminées avec spores de moisissures et débris végétaux	ε
G. 116bis	P ₅ - S ₁₈	Sables ferruginisés oxydés	160 g	Néant	0
G. 370	P ₇ - S ₂₄	Remplissage cavité osseuse	100 g	Néant	0
G. 115bis	P ₆ - S ₁₈	Sables oxydés	150 g	Pollens : Graminées et <u>Podocarpus</u> avec spores de moisissu- res et tissus végétaux	ε
G. 111	P ₄ - S ₁₈	Argile	140 g	Pollens : Graminées (3) et <u>Clematis</u> (2), milieu minéral	ε
G. 110	P ₃ - S ₁₈	Argile	170 g	Néant	421
G. 371	P ₈ - S ₂₄	niveau graveleux dans les sables	70 g	Spectre de <u>423 pollens</u>	0
G. 107	P ₃ - S ₃	Sables	?	Néant, milieu humique	0
G. 106	P ₃ - S ₉	Cinérîte verre volcaire	120 g	Spectre de <u>30 pollens</u>	25
G. 105 C	P ₄ - S _{29b}	Sables	120 g	Néant, milieu humique	0
G. 105	P ₈ - S ₂₈	Sables	245 g	Néant, milieu minéral	0
Total 22	Total 24 + 12 pour le sol Acheuléen Garba I			6 spectres ayant plus de 100 pollens 2 + 2 spectres ayant moins de 100 pollens	

TABLE. 54 : RESULTATS DES OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES EFFECTUEES SUR LES ECHANTILLONS
DE LA COUPE DE GARBA A

Remarques générales

La description des coupes est toujours donnée dans l'ordre de la succession chronologique des couches, en bas la plus ancienne. Il eût été, sans doute, plus agréable pour le lecteur que les différentes strates indiquées sur la fig.37 aient été numérotées de 1,2, etc... Nous avons cependant jugé préférable de conserver la numérotation d'origine, qui est celle des prélèvements effectués sur le terrain, pour que soit facilitée la comparaison entre ce travail et celui de sédimentologie. En effet, les échantillons prélevés parallèlement, dans les mêmes couches par M.TAIEB pour les études géologiques et par moi-même pour l'analyse pollinique ont reçu le même numéro. Le lecteur qui désire obtenir, dans l'un ou l'autre des ouvrages des précisions complémentaires peut ainsi les retrouver aisément.

a - COUPE DE GARBA A

1) Localisation

Situé le plus à l'ouest sur la fig.35 hors texte, le ravin de Garba A est celui où se trouve la fouille de GARBA I. Il entaille les formations pléistocènes sur une longueur d'environ 600 m. Les formations de base, en bordure de la rivière Awash étant masquées par les dépôts du vertisol, les prélèvements d'échantillons n'ont pu être effectués qu'à partir d'affleurements bien dégagés. Ils ont été commencés dans les sables et graviers sous le niveau de cinérite formant une petite falaise, indiqué sur la coupe de la fig.37 par le n°106 et sur la carte fig.35 à la cote 2025 m. Ce banc de cinérite se trouve à environ 8 m au-dessus de la rivière Awash (voir pl.VIII). Les formations du Gomboréen ou Pléistocène inférieur ne sont pas indiquées sur la coupe de la fig.37. L'épaisseur des dépôts pléistocènes moyen et supérieur est d'environ 17 à 18 m pour la coupe de Garba A.

2) Prélèvements palynologiques

Les prélèvements d'échantillons ont été effectués sur la coupe de Garba en trois temps. Il y a tout d'abord ceux prélevés dans les affleurements du ravin lui-même au cours de la première campagne qui sont indiqués sur la fig.37 par les chiffres placés à droite; ceux prélevés au cours de la deuxième campagne sont indiqués sur la même coupe par les chiffres placés à gauche. Enfin les prélèvements (G.201 à G.203, G.146 etc...)(voir fig.36) ont été directement raccordés à la stratigraphie de Garba A.

Légende de la coupe de GARBA A

- 0,60 m - Sables et graviers bruns, à la base du vertisol (G.390)
 - Galet "mou" d'argile dans les argiles beiges (G.391 bis)
- 2,50 m - Argile beige rosé, à Montmorillonite du Tabellien (G.391)

4ème séquence du Garbien - Fin du cycle Garbien

- 2 m - Argile peu sableuse, volcano lacustre (G.151)

Niveau archéologique GARBA VI

- 0,30 à 0,40 m - Sables grossiers indurés formant une croûte ferrugineuse
 - Diatomite (G.146)
- 0,10 à 0,20 m - Argile diatomique en lentille contenant de la microfaune, des moules d'Unio, etc...
 - Prélèvements effectués en tranchée (voir fig.2) (G.201, G.202, G.203)
- 0,80 m - Argile compacte beige

Habitat acheuléen CARBA I (13 prélèvements)

- Remplissages d'os long dans les sables 117 (G.369, G.389, G.368)
- 2 m - Sables à stratifications entrecroisées, quartz bipyramidés et moules d'Unio (G.117, G.119)
- 1 m - Sables et graviers à nombreux galets d'obsidienne très ferruginisés (G.116 et G.116 bis)
 - Remplissage d'os long contenu dans les sables 115 (G.370)
- 0,50 m - Sables ocres très ferruginisés (G.115 et G.115 bis)

3ème séquence du Garbien

- 6 à 7m - Dépôt argileux volcano-lacustre (G.110, G.111, G.113)
- 0,20 m - Sables et graviers (G.371)
- 1,5 m - Sables grossiers à stratifications entrecroisées bien nettes au sommet (G.107)

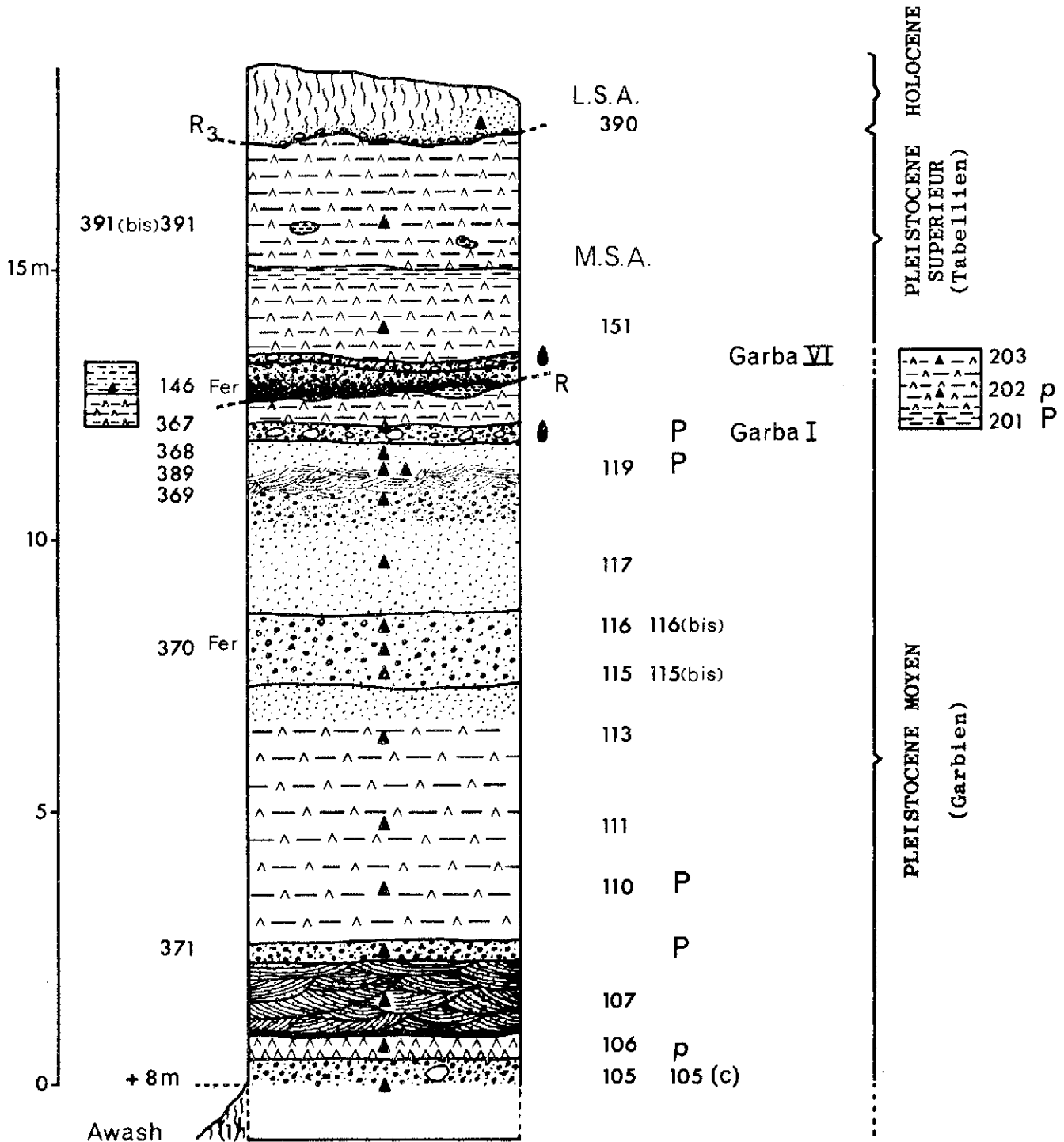
Fin de la 2ème séquence du Garbien

- 0,30 m - Cinérite consolidée (G.106)

Niveau archéologique acheuléen

- Niveau noir dans ces sables (G.105 c)
- 1 m - Sables gréseux beiges avec graviers contenant des diatomées brisées (G.105).

Fig 37 LOCALISATION DES PRELEVEMENTS PALYNOLOGIQUES
SUR LA COUPE DE GARBA A



3) Résultats palynologiques

Pour la coupe de Garba A, 24 échantillons ont été traités en vue de l'analyse pollinique. Leur répartition stratigraphique est indiquée sur la fig.37. Les résultats des observations microscopiques sont consignés dans le tableau 54. Si l'on ajoute les 12 prélèvements du sol acheuléen supérieur, ont été obtenus au total pour cette coupe : 6 spectres à nombre de pollens supérieur à 100 et 4 spectres à nombre de pollens inférieur à 100 qui se répartissent dans 7 niveaux stratigraphiques distincts. Dix neuf, dont 8 pour le seul sol acheuléen supérieur se sont révélés stériles. Les résultats détaillés des analyses polliniques pour les niveaux fossilifères sont présentés dans l'ordre de la succession stratigraphique, de la base au sommet de la coupe.

a) Microflore pollinique des cendres (G.106)

Le tableau 55 résume la composition de la microflore déterminée dans ce niveau.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. gracilior	(PODOCARPACEAE)	1
Syzygium cf. S. guineense	(MYRTACEAE)	3
cf. Trema	(ULMACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	4
Acacia sp.	(MIMOSACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	10
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	1
Indéterminés		1
	TOTAL	<hr/> 30

Indéterminables 2

Tableau 55 : Microflore pollinique des cendres grises, feuilletées (G.106), Ravin de Garba A (Melka Kontouré).

Le nombre total des pollens comptés (30) dans le spectre pollinique du tableau 55 est trop faible pour permettre un calcul de pourcentage. Il apparaît cependant intéressant de constater que les pollens de Graminées représentent plus de 60% de ce total. Parmi la flore arborescente la présence de trois grains de pollens appartenant à la famille des Myrtacées et déterminés comme Syzygium cf.

guineense est à souligner. Elle peut être comprise comme un indice d'humidité: humidité relative, car Syzygium est aussi fréquent dans les endroits humides de la forêt d'altitude, qu'abondant dans la forêt riveraine. Il faut ajouter que cet indice concorde avec la présence de Diatomées pélagiques repérées par F.GASSE (comm. orale), dans ce même échantillon. Celles-ci en effet permettent d'imaginer, à l'emplacement de Melka Kontouré, un petit bassin d'eau calme.

b) Microflore pollinique des sables et graviers (G.371)

Le tableau 56 donne le spectre pollinique établi d'après l'étude d'un échantillon de ces sables. Nous devons noter pour ce spectre, le nombre important (423) des pollens comptés. La flore herbacée montre une nette prédominance de l'élément graminéen, accompagné de Plantago, des Composées et des Chénopodiacées. Les Crucifères sont représentées par des pollens abimés et pliés dont l'exine est bien caractéristique mais pour lesquels l'aperture n'a pu être observée.

La flore arborescente est riche et variée: 20 taxons distincts ont été repérés. Les arbres de la forêt d'altitude, tels que Podocarpus, Juniperus, Olea y sont les plus abondants. Des espèces généralement fréquentes dans la forêt humide, telles Bosqueia, les accompagnent. Il faut noter aussi la présence de pollens d'Ebenacées et Myrtacées attribués au genre Syzygium. Les polyades d'Acacia se répartissent en deux types polliniques distincts.

c) Microflore pollinique des argiles tufacées (G.110)

Bien développées dans le ravin de Garba A les argiles tufacées ont une puissance de 7 à 8 m. Nous avons effectué plusieurs prélèvements dans ces formations. Seul l'échantillon G.110 a livré une microflore particulièrement riche qui est indiqué dans le spectre pollinique du tableau 57.

Dominance des Graminées

La lecture du spectre pollinique du tableau 57 laisse apparaître une liste importante de taxons arborescents. Cependant, du point de vue quantitatif, les Graminées demeurent très abondantes puisque leurs pollens représentent 75% du nombre total des pollens comptés, alors que le pourcentage des arbres est de 14,9%. La végétation avoisinant la région de Melka Kontouré doit être imaginée comme une savane boisée.

Variété des taxons arborescents

Parmi les taxons arborescents 27 types polliniques différents ont été reconnus qui témoignent de la variété de la végétation arborescente. Ils se

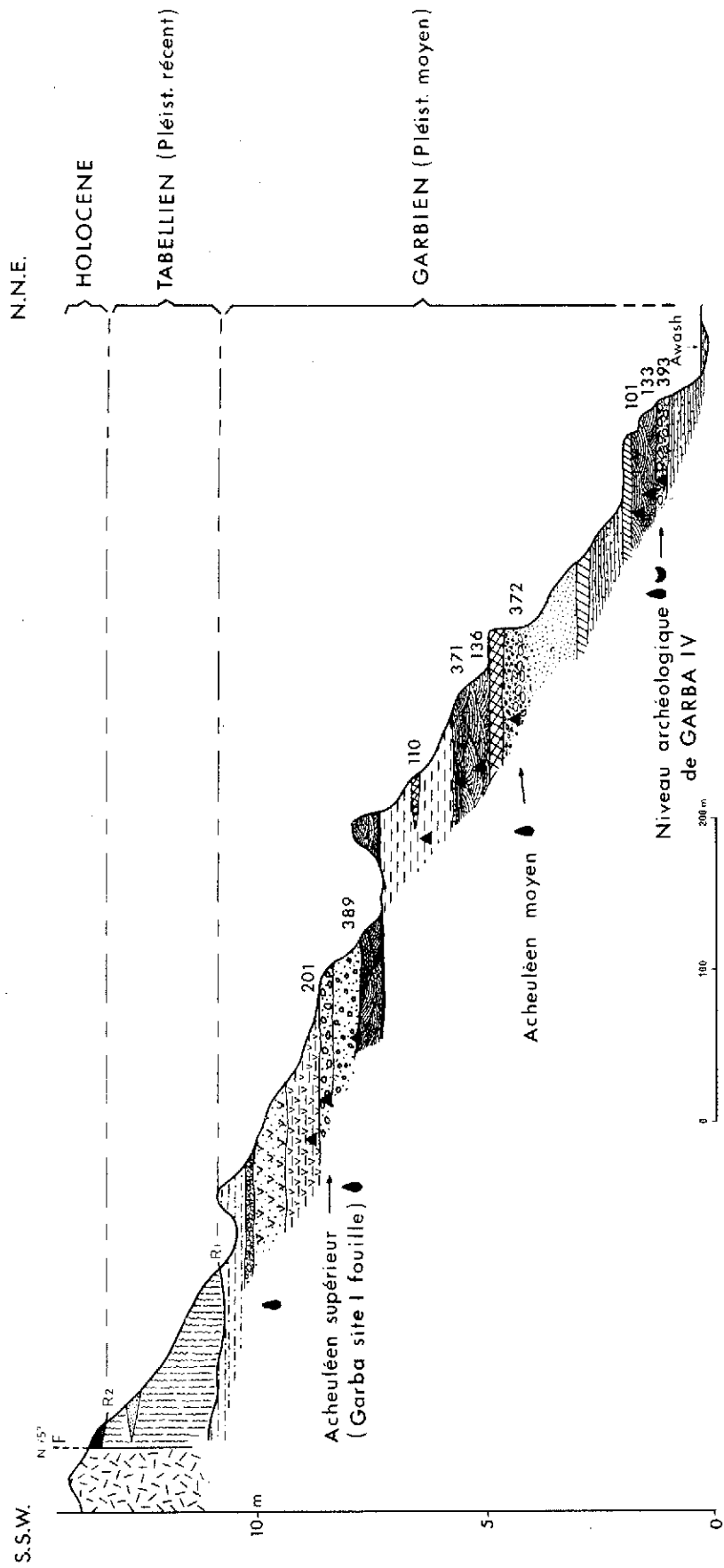


Fig. 37 bis: LOCALISATION DES NIVEAUX POLLINIFERES SUR LA COUPE SIMPLIFIEE DE GARBA, MELKA KONTURE (ETHIOPIE) (R. BONNEFILLE et M. TAIEB, 1967)
 R : Ravinement

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. gracilior	(PODOCARPACEAE)	10
Juniperus cf. procera	(CUPRESSACEAE)	27
Olea africana	(OLEACEAE)	2
Olea type O. hochstetteri	(OLEACEAE)	1
Myrica salicifolia	(MYRICACEAE)	1
cf. Pygeum africanum	(ROSACEAE)	1
Vernonia sp.	(COMPOSITAE)	6
Bosqueia sp.	(MORACEAE)	2
Celtis sp.	(ULMACEAE)	4
Catha cf. C. edulis	(CELASTRACEAE)	1
Ebenaceae cf. Euclea	(EBENACEAE)	2
cf. Syzygium	(MYRTACEAE)	2
Syzygium guineense	(MYRTACEAE)	1
Pterolobium stellatum	(CAESALPINIACEAE)	1
Clematis sp.	(RANUNCULACEAE)	13
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	16
Euphorbiaceae cf. Ricinus communis	(EUPHORBIACEAE)	1
Apocynaceae cf. Boissea	(APOCYNACEAE)	1
Acacia sp. (perforations moyennes)	(MIMOSACEAE)	3
Acacia sp. (perforations fines)	(MIMOSACEAE)	1
TOTAL A.P.		96

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	293
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	18
Rumex	(POLYGONACEAE)	2
Chenopodiaceae/Amaranthaceae		1
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	3
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	1
Achyranthes aspera	(AMARANTHACEAE)	1
cf. Plectranthus	(LABIATAE)	1
cf. Cruciferae	(CRUCIFERAE)	3
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	1
TOTAL N.A.P.		324
Spores de Ptéridophytes		1
Indéterminés		2
TOTAL		423

Indéterminables 4

Tableau 56 : Microflore pollinique des sables et graviers (G.371)
Ravin de Garba A (Melka Kontouré).

répartissent dans les trois groupes de formations végétales suivantes: le fourré et la forêt de montagne, la végétation riveraine, et la savane d'altitude. Par comparaison avec la microflore pollinique précédente, on constate un enrichissement des taxons de la forêt d'altitude, avec apparition des pollens d'Hagenia abyssinica, Hypericum et Anthospermum, traduisant l'arrivée d'une végétation correspondant à la limite supérieure de la forêt (2900 m) ou légèrement au-dessus de cette dernière. L'augmentation du nombre des Composées peut être interprétée dans le même sens.

La présence de Macaranga est un indice d'humidité plus grande. Les pollens de Juniperus n'ont pas été observés. A la végétation qui bordait la rivière devrait appartenir les Césalpinacées: Pterolobium stellatum, les Combretacées et peut-être certaines des Myrtacées. La présence de 8 polyades d'Acacia réparties entre 4 types polliniques différents traduit une végétation locale assez boisée étant donnée la sous-représentation actuelle des savanes.

d) Microflore pollinique des sables à stratifications entrecroisées (G.389)

Les sables à stratifications entrecroisées situés sous le sol archéologique acheuléen supérieur de la fouille à GARBA I ont fourni une microflore pollinique pour laquelle 110 grains de pollens seulement ont été dénombrés.

Le spectre pollinique du tableau 58 donne la composition de cette microflore.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	12
cf. Bosqueia (?)	(MORACEAE)	2
cf. Schefflera	(ARALIACEAE)	1
cf. Clematis	(RANUNCULACEAE)	16

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	67
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	2
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	1
cf. Polygonum	(POLYGONACEAE)	1
Dasysphaera sp.	(AMARANTHACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	4
Spores de Pteridophytes		1
Indéterminés		2
	TOTAL	110

Tableau 58: Microflore pollinique des sables à stratifications entrecroisées (G.389) Coupe de GARBA A, Melka Kontouré.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	33		
Hagenia abyssinica	(ROSACEAE)	2		
Macaranga cf. M. lophostigma	(EUPHORBIACEAE)	1		
Olea africana	(OLEACEAE)	4		
Olea cf. O. welwitschi ou Linociera nilotica	(OLEACEAE)	1		
Olea sp.	(OLEACEAE)	1		
Anthospermum	(RUBIACEAE)	1		
Hypericum cf. H. revolutum	(HYPERICACEAE)	1		
Hypericum sp.	(HYPERICACEAE)	3		
Rosa abyssinica	(ROSACEAE)	2		
Rhus sp.	(ANACARDIACEAE)	1		
Clematis non C. hirsuta	(RANUNCULACEAE)	1		
cf. Rapanea	(MYRSINACEAE)	1		
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	28		
Ebenaceae	(EBENACEAE)	2		
Ebenaceae cf. Euclea	(EBENACEAE)	1		
Euclea cf. E. microcarpa	(EBENACEAE)	1		
Syzygium sp.	(MYRTACEAE)	1		
Myrtaceae cf. Syzygium	(MYRTACEAE)	1		
Myrtaceae cf. Eugenia	(MYRTACEAE)	1		
Myrtaceae	(MYRTACEAE)	3		
Combretaceae cf. combretum	(COMBRETACEAE)	1		
Combretaceae/Melastomataceae		1		
Pterolobium stellatum	(CAESALPINIACEAE)	3		
Caesalpinaceae	(CAESALPINIACEAE)	4		
Acacia type A. abyssinica	(MIMOSACEAE)	2		
Acacia sp. (groupe III, 2 types polliniques)	(MIMOSACEAE)	4		
Acacia (groupe I, type A. mellifera)	(MIMOSACEAE)	2		
			Total	AP
				107

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	542		
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	9		
Chenopodiaceae/Amaranthaceae		6		
Composées tubuliflores à épines longues	(COMPOSITAE)	16		
Composées tubuliflores à épines courtes	(COMPOSITAE)	11		
Composées tubuliflores	(COMPOSITAE)	5		
Composées liguliflores	(COMPOSITAE)	1		
Umbelliferae (2 espèces)	(UMBELLIFERAE)	4		
Paronychieae	(CARYOPHYLLACEAE)	1		
Solanum sp.	(SOLANACEAE)	1		
Tribulus sp.	(ZYGOPHYLLACEAE)	1		
Linum ?	(LINACEAE)	1		
Cruciferae	(CRUCIFERAE)	1		
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	4		
Typha	(TYPHACEAE)	5		
			Total	NAP
				609
Indéterminés				2
				<hr/>
			TOTAL	718
Indéterminables	2			

TABL. 57: MICROFLORE POLLINIQUE DES ARGILES TUFACEES (G. 110)

COUPE DE GARBA A, MELKA KONTOURE

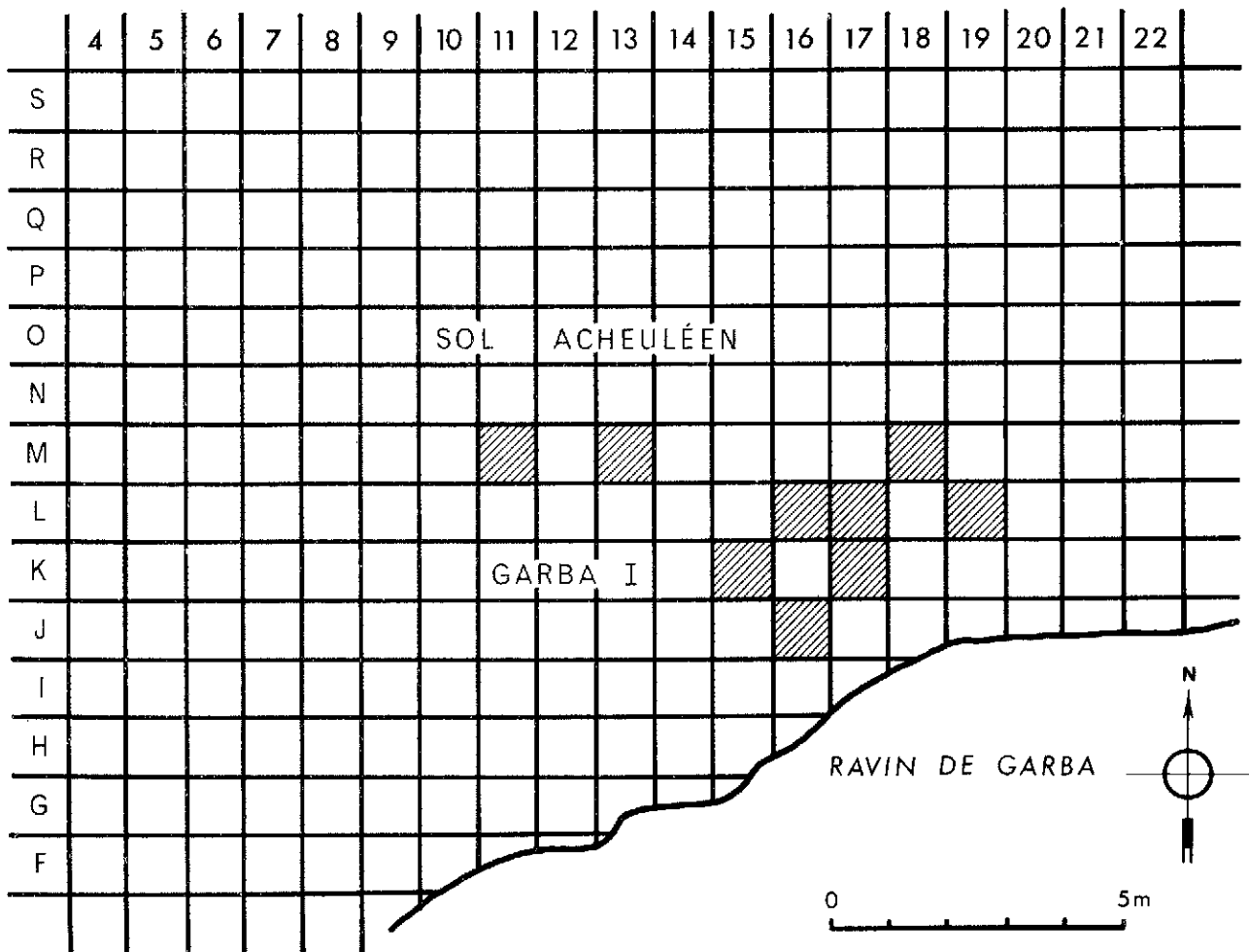


FIG. 38 : LOCALISATION DES PRÉLÈVEMENTS PALYNOLOGIQUES SUR LE PLAN DE FOUILLE DU SOL ACHEULEEN SUPÉRIEUR DE GARBA I (d'après Jean CHAVAILLON)

Prélèvements	Nature de l'échantillon	N° de préparation	Quantité traitée	Observations microscopiques
Fouilles 1965	sédiment L - 16	P ₇ - S ₁	130 g	Spectre de 470 pollens
	remplissage os spongieux	P ₁ - S ₅	270 g	Pollens : Graminées - Nombreux débris végétaux
	sédiment L - 17	sans n°	460 g	Néant
Fouilles 1966	sédiment M - 11 (G.159)	P ₁ - S ₆	150 g	26 pollens
	sédiment K - 17 (G.119)	P ₂ - S ₆	150 g	Pollens : Graminée, <u>Dodonaea viscosa</u> . Milieu minéral
	sédiment M - 13 (G.149)	P ₃ - S ₁₇	150 g	Pollens : Graminée
	sédiment L - 19 (G.150)	P ₄ - S ₁₇	150 g	Pollens : Graminées (14) <u>Podocarpus</u> (1). Nombreux débris végétaux
Fouilles 1967	coprolithe K-15	P ₇ - S ₁₆	10 g	Néant - Milieu uniquement minéral
	coprolithe J-16	P ₈ - S ₁₆	30 g	Pollens : Graminées, Composées. Spores de Ptéridophytes - Fragments de tissus végétaux et spores de moisissures.
Fouilles 1968	coprolithe M-18 (G.359)	P ₁ - S ₁₇	15 g	Néant
	coprolithe (G.360)	P ₂ - S ₁₇	5 g	Néant
	Remplissage cavité os-seuse (G.345)	P ₄ - S ₂₂		Spectre de 165 pollens

TABLE. 59 : RESULTATS DES OBSERVATIONS EFFECTUEES SUR LES ECHANTILLONS DU SOL ACHEULEEN SUPERIEUR (Garba site I), MELKA KONTTOURE

Le spectre pollinique du tableau 58 montre une nette regression des pollens d'arbres. A l'exception de Schefflera (Araliacée) et de deux pollens rapprochés du genre Bosqueia, les éléments forestiers ont presque tous disparu. La persistance de Podocarpus peut signifier la permanence de vestiges de la forêt à une distance éloignée.

Le spectre pollinique fourni par l'échantillon G.389 donne quelques indications sur la végétation à l'époque de la fin du dépôt des sables à stratifications entrecroisées, mais il n'est pas suffisant pour permettre une interprétation valable de cette végétation.

e) Etude palynologique du sol acheuléen supérieur de GARBA I

Une attention toute particulière a été accordée aux sols d'habitats. La connaissance de la végétation à une époque bien précise, contemporaine de celle des industries archéologiques intéresse le préhistorien.

Mode de prélèvement des échantillons

Les fouilles importantes qui sont entreprises pour dégager ces niveaux permettent d'atteindre très profondément la couche lithologique jusque là protégée par plusieurs couches de sédiments. La collaboration avec le préhistorien ou l'archéologue permet ainsi au palynologue d'avoir des échantillons de sédiment bien conservé. La poursuite des prélèvements au cours des diverses campagnes de fouille a permis d'obtenir un échantillonnage réparti sur la surface d'une même couche. Sur le sol acheuléen supérieur de la fouille de Garba I, douze échantillons ont été prélevés au fur et à mesure des différentes campagnes de fouille. La fig.38 indique, sur le plan de fouille, la localisation des prélèvements pour l'analyse pollinique. Le tableau 59 résume les observations microscopiques. Deux spectres polliniques à nombre important de pollens ont été obtenus pour deux des échantillons. Deux autres ont fourni de 15 à 26 pollens. La présence de Graminées de Podocarpus est à noter pour quelques uns. Les résultats sont négatifs pour quatre échantillons.

Spectre pollinique de l'échantillon L.16

Il est donné dans le tableau 60. On peut tenter d'en souligner quelques caractéristiques principales (1).

- Nette prédominance des Graminées dans la flore herbacée.

Le spectre obtenu montre la nette prédominance des Herbacées parmi lesquelles les Graminées sont les plus abondantes. Les pollens de Graminées représentent 78%

(1) Ces résultats ayant fait l'objet d'une note préliminaire (R.BONNEFILLE, 1969 a) nous reproduisons ici une partie du texte.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	20
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	16
Acacia sp.	(MIMOSACEAE)	9
Brucea sp.	(SIMARUBACEAE)	2
Celtis cf. kraussiana (syn. C. africana)	(ULMACEAE)	5
Hymenocardia cf. acida	(EUPHORBIACEAE)	2
cf. Combretum	(COMBRETACEAE)	1
	TOTAL A.P.	55

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	370
Chenopodiaceae	(CHENOPODIACEAE)	5
Plantaginaceae	(PLANTAGINACEAE)	5
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	8
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	6
Artemisia sp.	(COMPOSITAE)	1
Rumex cf. abyssinicus	(POLYGONACEAE)	4
Barleria sp.	(ACANTHACEAE)	1
Spoires de Ptéridophytes		4
Cyperaceae		6
	TOTAL N.A.P.	410
Indéterminés (3 espèces)		5
	TOTAL	470

Indéterminables	3
Pourcentage: Graminées/nombre total	78 %
Rapport (nombre des espèces) Ligneux/Herbacés	0,8%
Pourcentage: Pollen arborescent/nombre total (AP/T)	11,7%

Tableau 60 : Spectre pollinique donné par l'échantillon L.16
sol acheuléen supérieur de GARBA I, Melka Kontouré.

du nombre total des pollens comptés. Cette proportion semble à peu près constante dans les niveaux du Quaternaire moyen de Garba. Dans les spectres obtenus pour quatre d'entre eux antérieurs à Garba site I, les pourcentages de pollens de Graminées varient de 75 à 80%. Par contre ce même rapport était de 51% dans la flore d'un niveau pléistocène ancien de la coupe de Kella (R. BONNEFILLE, 1968), de 36% pour les dépôts actuels de la rivière Awash au même endroit où pourtant on peut penser à une sur-représentation des Graminées (R. BONNEFILLE 1969 a). Ces comparaisons sembleraient traduire le caractère sec de la végétation contemporaine

des Hommes de l'Acheuléen, sécheresse confirmée par la présence dans la flore arborée d'Acacia et de Combretum. Le genre Combretum n'est pas signalé dans la flore actuelle de la région environnante. Cependant l'espèce C.microlepidotrum à laquelle semble s'apparenter le pollen fossile existe autour du lac Zwaï.

- Uniformité et caractère montagnard de la flore arborescente.

La comparaison avec le spectre obtenu pour la végétation actuelle de l'environnement de Melka Kontouré (R.BONNEFILLE, 1969 a) montre, dans la flore du niveau acheuléen, un appauvrissement en espèces de la flore arborescente. On serait conduit à imaginer le peuplement végétal à cette époque comme une savane à Acacia très peu boisée. Podocarpus gracilior témoigne du caractère montagnard de la flore. Melka Kontouré est à 2000 m d'altitude. Malgré l'abondance relative des pollens, cette espèce doit être considérée comme un apport de la couverture végétale des volcans proches d'âge tertiaire. L'absence de Juniperus procera, qui est actuellement beaucoup plus répandu que Podocarpus gracilior dans les forêts d'altitude des environs d'Addis-Abeba, confirme cette hypothèse. Le pollen de Juniperus a une aptitude moins grande au transport à longue distance que le pollen de Podocarpus. Il n'a pas été rencontré de pollen de Juniperus dans les vases actuelles de l'Awash à Melka Kontouré.

- Présence d'éléments indiquant une humidité locale.

Celtis est un arbre fréquemment rencontré dans les ravins encaissés le long du cours de l'Awash. Son existence en quantité non négligeable ainsi que celle de nombreuses Cypéracées, la présence de Combretum permettent d'imaginer une flore très localement plus humide en bordure de la rivière.

Spectres polliniques des échantillons M.11 et G.345

Ils sont donnés dans le tableau 61. Comportant un nombre de pollens nettement moins élevé que les précédents, ces spectres polliniques ont montré l'existence de 5 à 6 taxons distincts: Podocarpus, Dodonaea viscosa, Acacia, Graminées etc... déjà connus dans la microflore de cette époque.

Synthèse des résultats

Ayant obtenu des spectres polliniques pour quatre échantillons fossilifères, avons-nous le droit de les réunir en un seul spectre qui donnerait la composition globale de la végétation à l'époque de la période de l'habitat

ARBRES, ARBUSTES

ECHANTILLON M.11

Podocarpus cf. gracilior	(PODOCARPACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	1
Acacia sp. (groupe I)	(MIMOSACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	21
cf. Polygala	(POLYGALACEAE)	1
Indéterminés		1

TOTAL 26

ECHANTILLON G.345

ARBRES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	7
cf. Shrebera	(OLEACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	150
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	4
Spores des Ptéridophytes		2
Indéterminés		1

TOTAL 165

Pourcentages: Graminées/nombre total 90 %
A.P./nombre total 4,8%

Tableau 61 : Spectres polliniques des échantillons M.11 et G.345 du sol acheuléen supérieur, fouille de GARBA I, Melka Kontouré.

acheuléen supérieur ? On risque, ce faisant, d'entâcher d'erreur le niveau riche L.16 par l'adjonction de niveaux pauvres où le coefficient aléatoire de pollens transportés, par exemple, est proportionnellement plus élevé. Nous donnons, à titre d'exemple, dans le tableau 62 bis le spectre pollinique qui résulte de la réunion des résultats pour les 4 échantillons.

Echantillon L.16		Echantillon G.345	Spectre pollinique de synthèse
% Graminées/T	78 %	90 %	82,7 %
% AP/T	11,7%	4,8%	9,98 %

Tableau 62: Comparaison des pourcentages de Graminées et de pollens arborescents dans les échantillons du sol de fouille GARBA I

Dans le spectre pollinique qui résulte de la synthèse des résultats le pourcentage des Graminées est légèrement augmenté par rapport à ce qu'il était dans l'échantillon L.16, 82,7% contre 78%, tandis que le pourcentage des éléments arborescents a légèrement diminué 9,98% contre 11,7% (tableau 62).

Considérant maintenant l'aspect qualitatif de la composition des éléments arborescents, on voit que la composition du spectre de synthèse n'a subi que peu de changements. Par rapport au niveau riche, seul a été ajouté Shrebera qui correspond bien au même contexte floristique. Si les 3 spectres polliniques avaient montré des aspects qualitatifs différents nous n'aurions pas été autorisés à les réunir en un seul spectre. Nous croyons pouvoir envisager cette synthèse pour le cas cité ici (1). Le spectre de synthèse donne l'image de la végétation contemporaine de l'Acheuléen supérieur. C'est donc ce spectre (tableau 62 bis) que nous comparons aux microflores antérieures et suivantes.

Conclusion

Dans le spectre pollinique du niveau acheuléen supérieur de GARBA site I, la réduction du nombre des essences de la forêt de montagne est évidente. Podocarpus est seul présent; il n'est plus accompagné d'Olea, Juniperus ou Hagenia. Quelques arbustes Shrebera, Brucea du fourré de montagne situé à une altitude plus basse que la forêt sont signalés. L'abondance des Acacia proches du type mellifera, l'existence d'Hymenocardia et de Combretum apporte des indices d'une tendance vers une végétation nettement plus sèche que la précédente. On peut en avoir une indication supplémentaire dans l'augmentation du nombre des Chénopodiacées.

(1) Malgré la faible variation des pourcentages.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	29
cf. Shrebera	(OLEACEAE)	1
Brucea antidysenterica	(SIMARUBACEAE)	2
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	17
Combretum cf. C. microlepidotrum	(COMBRETACEAE)	1
Celtis cf. C. kraussiana	(ULMACEAE)	5
Acacia sp. type A. mellifera	(MIMOSACEAE)	10
Hymenocardia acida	(EUPHORBIACEAE)	2
		<hr/>
	TOTAL A.P.	67

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	555
Chenopodiaceae	(CHENOPODIACEAE)	5
Plantaginaceae	(PLANTAGINACEAE)	5
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	6
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	8
cf. Artemisia	(COMPOSITAE)	1
Rumex cf. R. abyssinicus	(POLYGONACEAE)	4
Barleria sp.	(ACANTHACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	10
		<hr/>
	TOTAL N.A.P.	595
Spores de Ptéridophytes		6
Indéterminés		3
		<hr/>
	TOTAL	671

Indéterminables 10

Pourcentage: pollens arborescents/nombre total : 9,98 %
Graminées/nombre total : 82,7%

Tableau 62 bis : Microflore pollinique du sol acheuléen supérieur
GARBA site I, Melka Kontouré (Synthèse).

f) Microflore pollinique de l'argile G.201

Le spectre pollinique donné dans le tableau 63 a été extrait d'un échantillon d'argile prélevé dans une tranchée située à l'ouest des limites de la fouille de GARBA I (voir fig.30). Il montre quelques éléments arborescents du fourré montagnard: Dodonaea viscosa et Myrica salicifolia. Aucun taxon réellement forestier n'a été trouvé, pas même Podocarpus.

L'échantillon (G.202)prélevé dans un niveau de sables, à 20 cm environ au-dessus des argiles précédentes, dans la tranchée T1 (voir fig.30) a fourni quelques dizaines de pollens de Graminées accompagnées d'un Plantago et d'une Ombellifère. Le seul pollen d'arbre rencontré appartient au genre Myrica. Bien que contenant un nombre trop faible de pollens pour que des déductions soient valables cet échantillon confirme les tendances du spectre pollinique du tableau 63.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Myrica salicifolia	(MYRICACEAE)	3
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	5
cf. Capparidaceae	(CAPPARIDACEAE)	1
cf. Rosaceae	(ROSACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	150
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	1
Chenopodiaceae	(CHENOPODIACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	7
Spores de Ptéridophytes		1
Indéterminés		1
	TOTAL	<hr/> 171

Indéterminables 2

Tableau 63 : Microflore pollinique de l'argile brune G.201 prélevée dans une tranchée en face de la fouille du sol acheuléen GARBA site I, ravin Garba A, Melka Kontouré.

Conclusion

Les analyses polliniques effectuées sur les échantillons de la coupe du ravin de Garba A ont permis de mettre en évidence six niveaux riches à nombre de pollens dépassant la centaine. Quatre autres niveaux pauvres ont fourni des indications partielles.

Les différents spectres polliniques montrent tous une très nette prédominance des pollens de Graminées dont le pourcentage est toujours élevé. Ils traduisent des images de végétation appartenant à des formations végétales variées qui sont principalement la forêt d'altitude et le fourré montagnard.

Des changements dans la composition taxonomique des éléments arborescents des spectres polliniques sont nettement discernables. Avant d'aller plus loin dans l'interprétation de ces changements il convient de donner les résultats obtenus sur les échantillons des coupes voisines établies dans les ravins de Garba B et Gomboré.

b - COUPE DE GARBA B

1) Localisation

Le ravin de Garba B est situé à 100 m environ, à l'est du ravin de Garba A. Les affleurements des dépôts de Pléistocène commencent en bordure de la rivière Awash et peuvent être suivis jusqu'au chemin. Dans cette première partie du ravin se trouve le site archéologique GARBA IV (voir fig.35 hors texte). La succession stratigraphique est ensuite continuée, dans un ravin situé légèrement plus à l'est, à partir du banc très repérable que constitue la cinérite 106. Dans cette deuxième partie du ravin se trouve le site archéologique de GARBA III. Les deux coupes ont été réunies (fig.39).

2) Description de la coupe de Garba B

Elle est donnée par la fig.39 et la légende correspondante.

3) Résultats palynologiques

Les résultats des observations microscopiques effectuées sur les échantillons de la coupe de Garba B ont été rassemblés dans le tableau 64. Pour 26 échantillons préparés se répartissant dans 24 couches distinctes nous avons obtenu :

- 6 niveaux riches à spectres polliniques comptant plus de 100 pollens
- 3 niveaux pauvres
- 15 niveaux "stériles"

DESCRIPTION DE LA SUCCESSION LITHOLOGIQUE DE LA COUPE DE GARBA B

Holocène

2 m - argile brune du vertisol (prélèvement palynologique n° G. 121)

Tabellien

2,5 m - argile tufacée beige (G. 122, G. 123)

1 m - argile tufacée à nombreux galets d'obsidienne

1,5 m - sables et graviers très ferruginisés contenant 7 niveaux d'industries du Middle Stone Age (M.S.A.) G. 124, G. 125).

Niveaux archéologiques à MSA de GARBA III

Garbien

Fin du cycle garbien

3è séquence du garbien

1 m - argile tufacée claire (G. 126)

Niveaux archéologiques à Acheuléen de GARBA III (G. 364)

2 m - argile tufacée claire (G. 127, G. 128, G. 129)

1,5 m - sables plus ou moins ocres à stratifications entrecroisées (G. 136,a,b,c)

Niveau archéologique à Acheuléen de GARBA II

2è séquence du garbien

0,60m - argile cinéritique plus ou moins sableuse (G. 135)

0,40m - cinérite gris bleutée consolidée (G. 106)

0,60m - sables et petits galets d'obsidienne contenant des pièces acheuléennes isolées (G.372 et G. 105 et 105 c)

1ère séquence du garbien

1 m - argile tufacée plus ou moins sableuse (G. 104)

2 m - argile tufacée avec un niveau plus cinéritique (prélèvement G. 103)

0,50m - argile sableuse à diatomées (G. 102)

1,5m - sables argileux (G. 101)

0,20m - niveau de sables indurés formant dalle (G. 394)

0,80cm- sables fins à moules internes de coquilles de Lamellibranches avec intercalations de niveaux à petits graviers (G. 134)

0,80cm- sables fins à stratifications entrecroisées riches en faune (G. 133)

0,20cm- argile noirâtre à imprégnation de manganèse et fer du niveau archéologique de GARBA IV

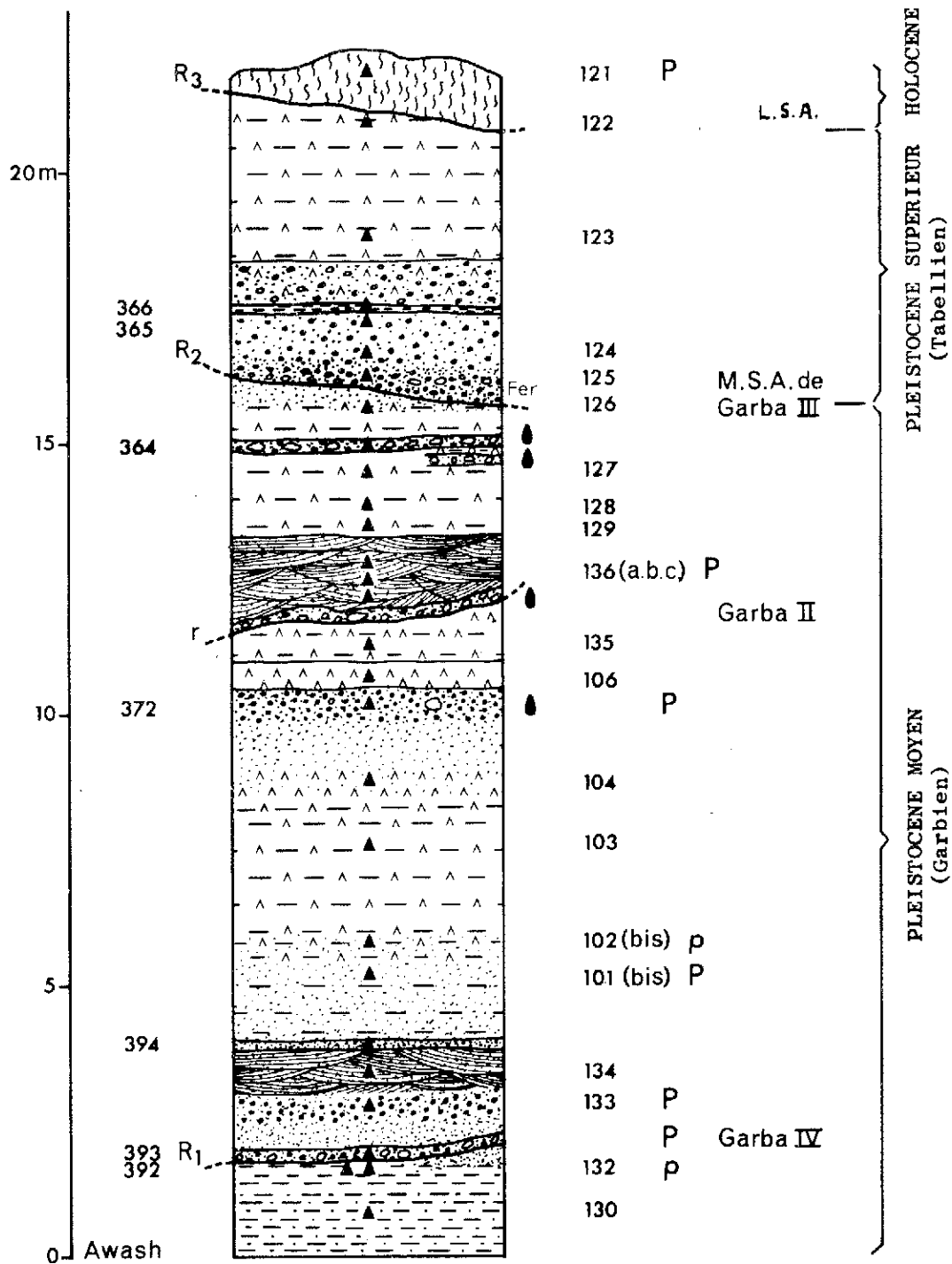
Gomboréen

Niveau archéologique de GARBA IV (G. 393)

0,40cm- argile litée sous le niveau archéologique (G. 132, G. 392)

0,40cm - argile sableuse de base en bordure de l'Awash (G. 130)

Fig. 39: LOCALISATION DES PRELEVEMENTS PALYNOLOGIQUES
SUR LA COUPE DU RAVIN DE GARBA B



LEGENDE :

R: ravinement

● : niveau acheuléen

▲ : prélèvements palynologiques

P: spectre pollinique > 100 pollens

M.S.A.: Middle Stone Age

L.S.A.: Late Stone Age

p: spectre pollinique < 100 pollens

Echantillon	N° de préparation	Nature sédimentologique	Quantité	Observations microscopiques et palynologiques	Nombre de pollens 100 g
G. 121	P ₈ - S ₁	Argile montmorillonitique	150 g	Pollens : spectre de <u>1000 pollens</u> milieu très humique	666
G. 122	P ₈ - S ₂	Argile beige	150 g	Pollens : Graminées	ε
G. 123	P ₇ - S ₂	Sables argileux	150 g	Pollens : Graminées (1) Milieu minéral	ε
G. 366	P ₂ - S ₂₁	Argile	110 g	Néant, milieu humique	0
G. 365	P ₁ - S ₂₁	Diatomite	90 g	Néant, milieu faiblement humique	0
G. 124	P ₆ - S ₂	Sables	150 g	Spectre de <u>27 pollens</u> . Milieu minéral	ε
G. 364	P ₆ - S ₂₁	Remplissage de cavité osseuse	140 g	Néant, milieu humique	0
G. 125	P ₅ - S ₂	Sables ferruginisés	150 g	Pollens : Graminées - Milieu minéral	ε
G. 126	P ₄ - S ₂	Sables jaunes	100 g	Néant	0
G. 129	P ₄ - S ₁	Argile blanche feuilletée lenticulaire	100 g	Pollens : Graminées 6 - Milieu minéral <u>Dodonaea viscosa</u> (1)	ε
G. 128	P ₅ - S ₁	Argile tufacée	100 g	Néant - Spores de moisissures	0
G. 136	P ₁ - S ₉ P ₃ - S ₂ P ₃ - S ₅	Coprolithe Sables jaunes Remplissage de cavité osseuse	150 g	Spectre de 970 pollens - Milieu minéral	646
G. 135	P ₂ - S ₂	Argile	150 g	Pollens : Graminées, Composées. Milieu minéral	ε
G. 372	P ₇ - S ₂₁	Remplissage de cavité osseuse	140 g	Spectre de <u>1084 pollens</u> - Spores de moisissures - Débris végétaux, vaisseaux ligneux	774
MaG. 105 de la coupe GARBA A					
G. 104	P ₂ - S ₃	Argile	?	Pollens : Graminées - Milieu humique et débris végétaux	ε
G. 103	P ₂ - S ₁₈	Cinérite	100 g	Pollens : Graminées. Milieu humique et spores de moisissures	ε
G. 102(bis)	P ₁ - S ₃	Argile sableuse avec Diatomées	?	Spectre de 30 pollens - Nombreux débris végétaux	ε
G. 101	P ₁ - S ₁₈	Sables argileux à Diatomées littorales	200 g	Spectre de 221 pollens - Débris végé- -taux et spores de moisissures	110
G. 394	P ₅ - S ₂₁	Sables grésifiés	270 g	Néant : milieu minéral	0
G. 134	P ₃ - S ₁	Sables et graviers	150 g	Pollens : <u>Podocarpus</u> (1) <u>Dodonaea viscosa</u>	ε
G. 133	P ₁ - S ₂	Sables fins	160 g	Spectre de 110 pollens - milieu faible- -ment humique	66
G. 393	P ₄ - S ₂₁	Argile sableuse	130 g	Spectre de 113 pollens - milieu minéral	86
G. 392	P ₃ - S ₂₁	Sables argileux	160 g	Néant - Milieu minéral	0
G. 132	P ₂ - S ₁	Argile verte	200 g	Spectre de 25 pollens - milieu minéral	ε
G. 130	P ₁ - S ₁	Argile sableuse	200 g	Pollens : Graminées (3) milieu minéral <u>Podocarpus</u> (1) <u>Dodonaea viscosa</u> (1)	ε
Total 24	27	échantillons traités		6 Spectres à nombre de pollens supérieur à 100 3 Spectres à nombre de pollens inférieur à 100	

TABL. 64 : RESULTATS DES OBSERVATIONS EFFECTUEES SUR LES ECHANTILLONS
DE LA COUPE DE GARBA B

Les spectres polliniques abondants correspondent soit à des sables, des argiles ou à des remplissages de cavité osseuse. La description des spectres polliniques correspondant à chaque niveau stratigraphique est donnée dans l'ordre de la succession stratigraphique depuis la base de la coupe, en bordure de la rivière Awash, jusqu'au sommet de la coupe.

a) Microflore pollinique de l'argile sableuse (G.132)

L'échantillon G.132 a été prélevé dans un niveau d'argile sableuse situé sous le sol archéologique principal de GARBA IV.

Les pollens trouvés dans ce niveau ont été rassemblés dans le tableau 65.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	2
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	16
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	1
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	3
Spore de Ptéridophytes		1
	TOTAL	<hr/> 25

Tableau 65 : Microflore pollinique de l'argile sableuse (G.132)
Coupe de Garba B , Melka Kontouré.

Le nombre de pollens mis en évidence dans ce niveau étant peu élevé, aucun calcul de pourcentages ne pourra être effectué. Il faut noter la présence de 2 pollens de Podocarpus et celle de Dodonaea viscosa. Ce sont probablement les deux taxons les plus souvent déterminés dans les analyses polliniques. La flore herbacée, en plus des Graminées, comporte un représentant de Composées tubuliflores et un représentant des Composées liguliflores.

b) Microflore pollinique du niveau archéologique de GARBA IV

Un prélèvement effectué dans le sédiment plus ou moins argileux à imprégnation de fer et manganèse qui englobe les outils du sol archéologique de Garba IV a permis d'extraire un spectre pollinique de plus de 100 pollens. Le tableau 66 en donne la composition.

Pour 111 pollens dénombrés, on compte seulement 2 pollens d'arbres dont un Podocarpus et un pollen de Myrsine africana. Ce dernier, bien reconnaissable, n'a pas la morphologie d'un pollen aisément transporté par le vent; il traduit vraisemblablement l'existence de la plante dans la végétation sur place. La présence des Composées est nettement affirmée: 2 types polliniques ont été repérés et 10 grains comptés ce qui fait un peu moins de 10% de la totalité des Herbacées. Ce spectre pollinique donne l'image d'une végétation cohérente avec les indications des spectres précédents.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	1
Myrsine africana	(MYRSINACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	96
Compositae tubuliflorae (épines courtes)	(COMPOSITAE)	4
Compositae tubuliflorae (épines longues)	(COMPOSITAE)	6
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	2
Spores de Ptéridophytes		1
	TOTAL	111
Indéterminables	2	

Tableau 66: Microflore pollinique du niveau archéologique de Garba IV (prélèvement G.393) Melka Kontouré.

c) Microflore pollinique des sables (G.13³) surmontant le niveau archéologique de GARBA IV

Le niveau archéologique de GARBA IV repose sur les argiles sous-jacentes par un contact ravinant. Les sables fins qui le surmontent ont fourni un spectre pollinique intéressant dont la composition taxonomique est donnée dans le tableau 67.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Myrica cf. M. kandtiana	(MYRICACEAE)	2
Celtis sp.	(ULMACEAE)	3
cf. Trema	(ULMACEAE)	3
Ulmaceae	(ULMACEAE)	2
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	3
Acacia sp.	(MIMOSACEAE)	1
	TOTAL A.P.	14

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	87
Compositae tubuliflorae (2 espèces)	(COMPOSITAE)	6
Chenopodiaceae/Amaranthaceae		1
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	2
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	2
	TOTAL N.A.P.	98
Indéterminés		1
	TOTAL	113

Tableau 67: Microflore pollinique des sables et graviers (G.133) ravin de GARBA B, Melka Kontouré.

La comparaison entre le spectre pollinique du niveau archéologique de Garba IV et celui des sables au-dessus est facilitée par le fait que l'on a compté le même nombre de pollens dans les deux cas. Il devient alors évident que la liste plus longue des taxons arborescents dans le deuxième spectre traduit une végétation nettement plus arborescente que celle indiquée par le premier spectre. Les taxons arborescents : Celtis, Ulmacées etc.. peuvent être attribués à une végétation dite "riveraine". La présence d'une polyade d'Acacia est à noter. Cette espèce toujours sous-représentée ainsi que l'ont montré les analyses d'échantillons de surface et les travaux de J.A.COETZEE(1955) témoignent de la présence de cet arbre en plus grand nombre dans la végétation passée. Par rapport au spectre précédent, les Composées sont en regression quantitative. Deux types polliniques principaux sont reconnaissables.

d) Microflore pollinique des sables argileux (G.101)

Le niveau des sables argileux dans lequel a été prélevé l'échantillon G.101 est séparé des sables et graviers précédents par un banc de sables indurés à imprégnation de fer et manganèse. La base de la formation sableuse est visible,

par endroits, sous le vertisol. Mais les prélèvements n'ont pu être effectués qu'à 1m au-dessus de la base des affleurements, après creusement d'entailles assez profondes pour pouvoir atteindre le sédiment frais. En effet les couches sont souvent altérées dans les affleurements dispersés peu épais. Le tableau 68 donne le spectre pollinique de ce niveau.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. <i>P. gracilior</i>	(PODOCARPACEAE)	6
<i>Euclea</i> sp.	(EBENACEAE)	1
<i>Dodonaea viscosa</i>	(SAPINDACEAE)	1
<i>Syzygium</i> sp.	(MYRTACEAE)	1
<i>Acacia</i> sp.	(MIMOSACEAE)	1
<i>Alysicarpus</i> cf. <i>A. africana</i>	(PAPILIONACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	167
<i>Plantago</i>	(PLANTAGINACEAE)	12
<i>Achyranthes</i> cf. <i>A. aspera</i>	(AMARANTHACEAE)	1
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	2
cf. <i>Blepharis</i>	(ACANTHACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	1
Spores (3 types)	(PTERIDOPHYTES)	21
Indéterminés		<u>1</u>
	TOTAL	217

Indéterminables 2

Tableau 68 : Microflore pollinique des sables argileux (G.101) ravin de Garba B, Melka Kontouré.

Les pollens de *Podocarpus* témoignent de la présence de la forêt d'altitude quelque part dans le bassin de Melka Kontouré. Les éléments qui l'accompagnent: *Euclea* sp. (Ebénacées) et *Syzygium* pourraient provenir aussi bien de la forêt qu'une zone arborée plus humide en bordure de la rivière. La présence d'une Papilionacée déterminée comme *Alysicarpus* proche de l'espèce *A. africana* n'apporte pas de données écologiques nouvelles. Dans l'ensemble, cette végétation est cohérente avec la précédente; ce dont témoigne la présence du pollen d'*Acacia*. Il faut noter, dans la flore herbacée, que le nombre des *Plantago* s'accroît. Les spores de Ptéridophytes sont ici très nombreuses. Dans les études d'échantil-

lons de surface, en particulier celles que traduisent les graphiques sur le Wo-
chacha une telle abondance apparaissait liée à un milieu forestier qui permet
en particulier le développement de fougères épiphytes dont l'abondance dans
le spectre est à souligner.

e) Microflore pollinique de l'argile sableuse (G.102)

De l'échantillon traité de ce niveau il n'a pu être extrait que 30
pollens. Les Graminées sont toujours abondantes (27 grains comptés) accompagnées
de Plantago (2) et Podocarpus cf.P.gracilior (1) (tableau 69). En dehors de la
permanence des Graminées, phénomène constant pour tous les spectres de cette
coupe, et de l'existence de Podocarpus, aucun renseignement complémentaire ne
peut être déduit de ces résultats.

ARBRES

Podocarpus cf.P.gracilior	(PODOCARPACEAE)	1
---------------------------	-----------------	---

HERBACEES

Graminées	(GRAMINEAE)	27
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	<u>2</u>
	TOTAL	30

Tableau 69 : Microflore pollinique de l'argile sableuse (G.102)
ravin de Garba B, Melka Kontouré.

f) Microflore pollinique des sables et graviers (G.372)

Situé sous une cinérite bien marquée dans la topographie et que
l'on suit parfaitement entre les ravins de Garba et Gomboré, le niveau de sables
avec graviers et fragments de faune a fourni des industries dispersées dont un
beau biface (pl.VIII). De ce niveau a été extraite une des microflore les plus
importantes par le nombre des pollens comptés, de toute la coupe de Garba B
(voir tableau 70).

Les taxons arborescents du spectre pollinique donné par le tableau
70 peuvent être regroupés en trois ensembles distincts :

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	8
cf. Oleaceae	(OLEACEAE)	1
Myrica cf. M. salicifolia	(MYRICACEAE)	1
Clematis cf. C. hirsuta	(RANUNCULACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	13
Rumex	(POLYGONACEAE)	1
cf. Euclea	(EBENACEAE)	2
Syzygium guineense	(MYRTACEAE)	1
Myrtaceae	(MYRTACEAE)	1
Salix cf. S. subserrata	(SALICACEAE)	1
Une monade d'Acacia sp.	(MIMOSACEAE)	1
	TOTAL A.P.	<u>31</u>

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	1015
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	18
Artemisia	(COMPOSITAE)	1
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	4
Paronychieae	(CARYOPHYLLACEAE)	1
Solanum cf. S. giganteum	(SOLANACEAE)	1
Chenopodiaceae/Amaranthaceae	(AMARANTHACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	<u>2</u>
	TOTAL N.A.P.	1043
Spores de Ptéridophytes		7
Indéterminés		<u>3</u>
	TOTAL	1084

Indéterminables

Tableau 70 : Microflore pollinique des sables et graviers (G.372)
coupe de Garba B, Melka Kontouré.

Les taxons de la forêt d'altitude

Podocarpus, connu dans les flores polliniques précédentes, est maintenant accompagné par les Oléacées. Les pollens attribués à cette famille, assez abîmés, n'ont pas permis une détermination plus précise; mais on peut dire qu'il s'agit très vraisemblablement du genre Olea. Un pollen de Myrica, reconnu comme très semblable à Myrica salicifolia, à cause de la structure au niveau du pore, (voir chapitre précédent) complète, avec le genre Euclea (Ebénacée) et les Myrtacées, dont Syzygium, l'image de cette forêt.

Les taxons de la zone du fourré

Le genre Acacia peut être classé avec les taxons du fourré d'altitude; 1800 m semble être la limite altitudinale supérieure d'Acacia abyssinica sur le mont Zuquala. Dans ce groupe sont également rangés Dodonaea viscosa et Clematis déterminé comme proche de l'espèce C.hirsuta d'après l'aspect des tubercules et leur disposition à la surface du pollen.

Les taxons de la végétation riveraine

Sans contestation possible, le pollen de Salix (voir planche) apparenté à S.subserrata, seule espèce de ce genre connue actuellement en Ethiopie, traduit une végétation du bord des eaux (végétation ripicole).

En ce qui concerne les Herbacées, la prédominance des Graminées demeure le fait constant. Les Plantago sont bien représentés. Sont à remarquer: la présence de Rumex proche de R.abbyssinicus, arbuste fréquent en altitude, et surtout d'un pollen Artemisia. Il s'agit là d'une Composée particulièrement caractéristique avec Stoebe et Erica arborea de la ceinture à Ericacées des montagnes d'Afrique orientale (E.M.VAN ZINDEREN BAKKER, in lettris). Ce fait concorde bien avec l'augmentation des éléments arborescents de la forêt d'altitude qui vient d'être indiqué.

Microflore pollinique et milieu de sédimentation

Le niveau de cinérite consolidée (G.106) qui surmonte les sables (G.372) n'a pas été prélevé sur la coupe du ravin Garba B. Pour mémoire, nous rappelons que l'échantillon de cette même couche, à 100 m de là, dans le ravin de Garba A, a fourni une trentaine de pollens parmi lesquels on notait en particulier 3 pollens de Syzygium (tableau 55). Nous avons vu précédemment que la présence de diatomées pélagiques atteste l'existence d'un dépôt calme. S'il y avait, à cette époque, à l'emplacement du bassin de Melka Kontouré, une étendue d'eau même peu profonde, mais calme, il est vraisemblable de penser que l'apport fluvial était alors réduit. Les pollens trouvés dans ce sédiment témoignent de la végétation voisine qui entoure ce lac. Syzygium ainsi que les Ulmacées se situent bien dans ce contexte. Non loin s'étendait la savane à Graminées et Acacia. Les pollens de Podocarpus apportés par le vent se déposent dans les vases.

La microflore fossile qui précède celle de la cinérite provient de sables et graviers (échantillon G.372). Le dépôt de cette formation traduit un

régime fluviatile plus ouvert: les éléments de la forêt d'altitude transportés par les eaux de ruissellement: Myrica salicifolia, Ebénacées etc... apparaissent dans le spectre pollinique. On obtient alors des indications sur une végétation plus éloignée. Ainsi, considérant le mode de dépôt des sédiments, les microflores polliniques des sables et celles de la cinérite qui les surmonte paraissent parfaitement cohérentes.

Cet exemple illustre l'intérêt qu'il y a à tenir compte, dans l'interprétation des spectres polliniques des conditions de sédimentation et des renseignements complémentaires fournis par les études géologiques ou paléontologiques (étude des Diatomées).

g) Microflore pollinique des sables à stratifications entrecroisées
(G.136)

Des argiles plus ou moins altérées succèdent à la cinérite lacustre précédente. Elles ont livré quelques pollens de Graminées et de Composées. Le niveau acheuléen de GARBA II repose sur ces argiles. Au-dessus se trouvent les sables à stratifications entrecroisées dans lesquels a été prélevé l'échantillon G.136 (pl.VIII). Le remplissage sableux de la cavité interne d'un fragment d'os long dégagé au moment du creusement de la tranchée effectuée pour prélever les échantillons a permis de mettre en évidence un spectre pollinique très important (tableau 71).

Parmi les éléments arborescents du spectre pollinique des sables à stratifications entrecroisées (G.136) nous remarquons pour la première fois la présence d'Acacia albida. Dans le chapitre précédent: "Composition taxonomique des microflores fossiles" nous avons donné la diagnose de ce pollen et évoqué l'intérêt que représente la découverte de 3 polyades dans des sédiments pléistocènes. La forêt riveraine étant l'habitat le plus commun d'Acacia albida en Afrique, il peut être considéré comme une "espèce humide".

5) Comparaison entre les microflores des sables (G.372) et celles des sables G.136

Les échantillons G.136 et G.372 ont tous deux été prélevés dans des sables. Leurs spectres polliniques respectifs correspondent à des dépôts de pollens effectués dans les conditions identiques de sédimentation. De plus, pour chacun d'entre eux 1000 pollens environ ont été comptés, ce qui, d'après les études sur la sédimentation pollinique actuelle (voir deuxième partie de cet ouvrage), permet d'obtenir une image satisfaisante et complète d'une formation végétale donnée.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	37
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	1
Olea africana	(OLEACEAE)	2
Olea type O. hochstetteri	(OLEACEAE)	1
Oleaceae	(OLEACEAE)	2
cf. Jasminum	(OLEACEAE)	3
Rosa abyssinica	(ROSACEAE)	1
Rhus cf. R. abyssinica	(ANACARDIACEAE)	3
Myrica cf. M. salicifolia	(MYRICACEAE)	3
Myrsinaceae (non Myrsine, non Rapanea)	(MYRSINACEAE)	3
Myrtaceae cf. Syzygium	(MYRTACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	63
Celtis cf. C. Kraussiana	(ULMACEAE)	8
Celtis sp.	(ULMACEAE)	1
cf. Trema	(ULMACEAE)	1
cf. Rutaceae	(RUTACEAE)	1
Rumex cf. R. nervosus	(POLYGONACEAE)	7
Rumex cf. R. abyssinicus	(POLYGONACEAE)	1
Faidherbia albida	(MIMOSACEAE)	3
Acacia sp. (groupe I)	(MIMOSACEAE)	7
Acacia sp. (Groupe III)	(MIMOSACEAE)	1
Cadaba sp.	(CAPPARACEAE)	3

TOTAL AP 153

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	770
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	12
Chenopodiaceae/Amaranthaceae	(AMARANTHACEAE)	5
Achyranthes	(AMARANTHACEAE)	1
Amaranthus	(AMARANTHACEAE)	2
Composées tubuliflores	(COMPOSITAE)	18
Composées liguliflores	(COMPOSITAE)	1
cf. Hymenocardia acida	(EUPHORBIACEAE)	1
Euphorbia hirta	(EUPHORBIACEAE)	1
cf. Pentas	(RUBIACEAE)	1
Cyperus conglomeratus	(CYPERACEAE)	1
Cyperaceae (2 espèces)	(CYPERACEAE)	4
Typha (type angustifolia)	(TYPHACEAE)	4
Phragmites	(GRAMINEAE)	3

TOTAL NAP 824

Indéterminés (3 espèces) 5
 Indéterminables 4

TOTAL 982

TABL. 71 : MICROFLORE POLLINIQUE DES SABLES OCRES (G.136)

DU RAVIN DE GARBA B (MELKA KONTOURE).

La comparaison entre les deux spectres polliniques (tableaux 34 et 35) peut donc être valablement abordée. Nous l'envisageons sur les taxons arborescents puis sur les taxons herbacés.

a) Taxons arborescents

- Comparaison quantitative.

Le nombre total des pollens appartenant à des éléments arborescents est de 153 pour le spectre pollinique des sables ocres (G.136), répartis entre 22 taxons distincts. Dans le spectre pollinique des sables (G.372), le nombre total des pollens d'arbres est de 30, correspondant à 11 taxons distincts. Si nous excluons Podocarpus, à cause de sa possibilité de transport à longue distance, et Dodonaea viscosa qui semble être une espèce sur-représentée, il reste 53 pollens d'arbres pour le premier spectre et 9 seulement pour le 2ème spectre. Il y a beaucoup plus de pollens arborescents, répartis entre un nombre de taxons plus élevés dans les sables ocres (G.136) situé au niveau acheuléen de GARBA II que dans les sables situés au-dessous.

- Comparaison qualitative.

Envisagée qualitativement la comparaison entre les microflores polliniques fait apparaître des différences très nettes entre la flore les sables G.136 et celles des sables G.372.

Taxons de la forêt d'altitude

La liste des éléments rattachés à la forêt d'altitude est beaucoup plus longue dans le cas des sables 136. Aux côtés de Podocarpus arrive pour la première fois Juniperus cf. procera. Les Oléacées sont plus nombreuses. Le pollen bien reconnaissable d'Olea africana confirme la présence de ce compagnon quasi constant de Podocarpus et Juniperus dans les forêts d'altitude actuelles (cf chapitre sur l'environnement botanique actuel). Celtis est bien représenté. La strate arbustive avec Rhus cf. abyssinicus, Rosa abyssinica, Jasminum, les et Rutacées convient à cette image de la forêt d'altitude qui nous apparaît complète. Apparue dans le spectre pollinique des sables (G.372), l'image de la forêt d'altitude est tout à fait confirmée dans le spectre pollinique des sables (G.136). Complétée par d'autres taxons, compagnons habituels des espèces dominantes, elle apparaît à ce niveau riche et variée.

Taxons de la savane d'altitude

Dans le spectre pollinique des sables G.372, Acacia, Salix cf.S.subserrata avaient été considérés dans le groupe des taxons de savane d'altitude. La disparition de Salix, dans les sables G.136 ne peut pas être considérée comme significative car on ne peut pas affirmer avec certitude que l'absence du pollen signifie absence de la plante à cette époque. Onze polyades d'Acacia, dans le spectre pollinique des sables G.136, cela traduit, pour l'époque considérée, compte tenu de la sous-représentation pollinique de ce taxon, un taux de boisement très élevé de cette savane.

b) Taxons herbacés

Peu de conclusions écologiques peuvent être tirées de la comparaison des éléments herbacés. L'abondance des Graminées demeure le fait remarquable et constant. Toutefois, il faut noter dans les sables G.136 une nette diminution de ces pollens ce qui va tout à fait dans le sens de l'évolution inverse des éléments arborescents. L'apparition des Typha, ainsi que celle des Phragmites, jointe à l'augmentation des Cypéracées porte à environ 10% le nombre de pollens de plantes aquatiques. Faut-il voir là un indice d'augmentation de l'humidité locale peut-être due à l'existence d'une nappe d'eau plus étendue à l'emplacement du gué de Melka Kontouré. Cette évolution concorde parfaitement avec les indications données par A.albida.

Conclusion

Les sables à stratifications entrecroisées (G.136) situés au-dessus du niveau acheuléen GARBA II ont fourni une microflore pollinique remarquable par le nombre important des pollens inventoriés et par la richesse floristique des taxons déterminés. La comparaison de cette microflore avec celle fournie par un niveau sableux antérieur montre une augmentation très marquée des taxons arborescents d'altitude et des taxons de la végétation riveraine. La présence de 3 polyades d'Acacia albida est signalée dans cette paléoflore.

Avec le spectre pollinique des sables G.136 se terminent les études palynologiques de la coupe de Garba B. En effet, les échantillons des couches qui surmontent les sables 136 (fig.39) se sont révélés très pauvres ou stériles.

Les argiles dans lesquelles ont été effectués les prélèvements 127, 128, 129 n'ont fourni aucun pollen fossile. Les sables à industries du Middle Stone Age, au-dessus du ravinement, ont donné des Graminées (23 pollens) accompagnées de Composées (1 pollen), Chénopodiacées (2 pollens) et Cypéracées (1 pollen). Seuls quelques pollens de Graminées ont été repérés dans les argiles tufacées beiges situées au-dessus. Le spectre pollinique de l'argile montmorillonitique holocène sera envisagé ultérieurement.

c - COUPE DE GOMBORE

Le ravin de Gomboré est situé à 100 m à l'est du ravin de Garba A. Les formations pléistocènes affleurent au niveau du confluent du ruisseau de Gomboré avec la rivière Awash. C'est là que commence la couche de base de la fig.40. Dans le ravin de Gomboré, sont localisées les fouilles des deux sites archéologiques GOMBORE I et GOMBORE II (fig.35 hors texte et pl.X).

1) Description de la succession stratigraphique

Elle est donnée par la fig.40 et la légende correspondante. La numérotation apparemment complexe de cette figure est justifiée par les raisons déjà explicitées à propos de la description de la coupe de Garba A.

2) Résultats palynologiques d'ensemble

Les résultats des observations microscopiques effectuées sur les échantillons de la coupe de Gomboré sont rassemblés dans le tableau 72. Pour l'ensemble de cette série stratigraphique, 52 échantillons qui se répartissent entre 35 strates lithologiques distinctes ont été traités. 15 échantillons ont été prélevés sur la surface du niveau archéologique oldowayen. Il a été trouvé 1 niveau pauvre et 7 échantillons riches à nombre de pollens supérieur à 100, donnant des spectres polliniques pour 6 niveaux stratigraphiques distincts.

3) Résultats palynologiques détaillés

Aucun pollen, à l'exclusion de quelques Graminées, n'a été extrait des sables argileux situés en bordure de la rivière Awash. Le premier spectre correspond aux niveaux oldowayens.

Description de la succession lithologique
de la coupe de Gomboré

Holocène

- 2 m - argile brune à poupees calcaires du vertisol (Gomb.179 et Gomb.397)

Garbien

- 0,40 m - sables grossiers, à galets d'obsidienne plus ou moins consolidés (G.178)
1,5 m - argile tufacée Gomb.177 et Gomb.349
0,40 m - sables à stratifications entrecroisées et faune (Gomb.330 et Gomb.331,
Gomb.176)

Niveau acheuléen de GOMBORE III (Gomb.175)

- 0,20 m - niveau de diatomite (Gomb.332)
0,80 m - sables (Gomb.174)
0,40 m - argile sableuse à poussières de verre volcanique (Gomb.173)
2,50 m - argile tufacée plus sableuse à la base (Gomb.170,171,172,174)
1 m - sables à stratifications entrecroisées (Gomb.329,Gomb.169)
et horizons ferrugineux

Niveau acheuléen de GOMBORE II (Gomb.168,348 et 327)

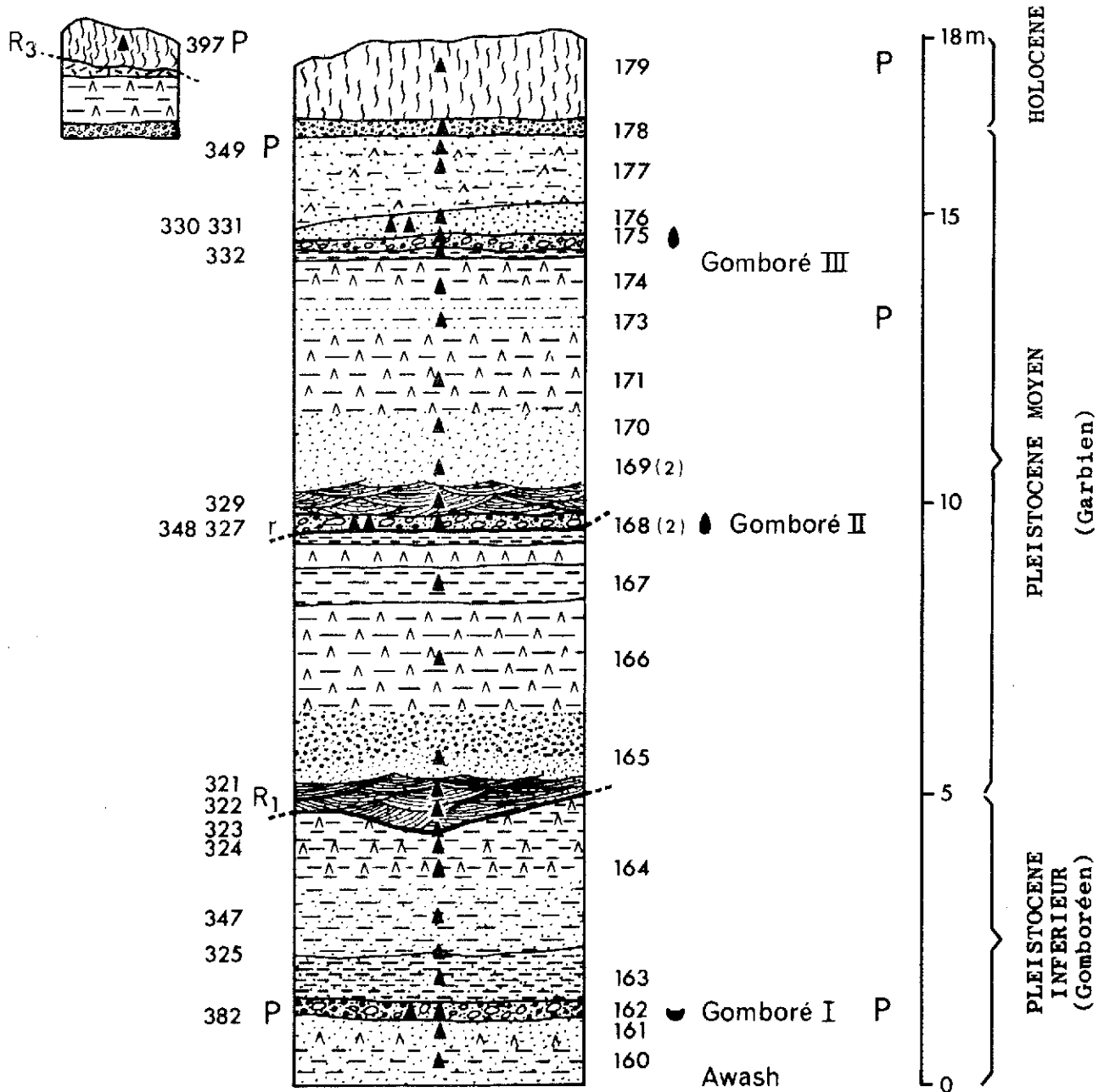
- 0,40 m - cinérite grise (Gomb.167)
0,60 m - argile tufacée
2 m - dépôt argileux volcano-lacustre (Gomb.166)
1,80 m - sables beiges (Gomb.323,322,321 et 165)

Gomboréen

- 2,50 m - argile plus ou moins sableuse (Gomb.164,Gomb.347,Gomb.324)
0,80 m - argile tufacée (Gomb.163 et au contact prélèvement Comb.325)
0,25 m - Habitat oldowayan GOMBORE I B (Gomb.162)
0,20 m - Sol (1) oldowayan GOMBORE I C (Gomb.382)
0,20 m - niveau plus cendreuse à éléments volcaniques (Gomb.161)
0,80 m - argile sableuse (Gomb.160).

(1) Le mot sol est utilisé dans le sens des préhistoriens et signifie surface où ont vécu les hommes et non dans le sens où les pédologues l'utilisent pour un sédiment ayant subi un processus pédologique.

Fig.40: LOCALISATION DES PRELEVEMENTS PALYNOLOGIQUES
SUR LA COUPE DE GOMBORE



LEGENDE

R.r: ravinements

● : niveau acheuléen

☪ : niveau oldowayan

P : spectre pollinique > 100 pollens

▲ : prélèvements palynologiques

Echantillon	N° de préparation	Nature sédimentologique	Quantité	Observations	
				palynologiques et micro scopiques	Nombre de pollens
Gomb.397	P ₅ - S ₂₅	Poupées calcaires dans le ver-tisol	220 g	Spectre de 1.000 pollens - filaments mycéliens	100 g 454
Gomb.179	P ₈ - S ₁₃	Argile montmorillonitique (ver-tisol)	150 g	Spectre de 100 pollens - milieu minéral	66
Gomb.178	P ₃ - S ₁₁	Sables grossiers à galets d'obsidienne	160 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb.349	P ₈ - S ₂₂	Remplissage de cavité osseuse	40 g(?)	Spectre de 554 pollens-milieu humique	1385
Gomb.177	P ₄ - S ₁₁	Argile tufacée	130 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb.176	P ₃ - S ₁₄	Sables	150 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb.175	P ₅ - S ₁₁	Sables	120 g	Néant - Spores de moisissures	0
Gomb.331	P ₅ - S ₂₂	Remplissage de cavité osseuse	?	Pollens : Graminées (3), Composées - Tissus végétaux et vaisseaux ligneux	ξ
Gomb.330	P ₃ - S ₃₃	Sables à petits galets	120 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb.332	P ₆ - S ₂₈	Diatomite	140 g	Néant - Milieu humique	0
Gomb.174	P ₈ - S ₉	Sables	110 g	Pollens : Graminées (3) Dasysphaera (1)	ξ
Gomb.173	P ₇ - S ₁₃	Argile sableuse	130 g	Spectre de 573 pollens - Milieu humique	440
Gomb.171	P ₂ - S ₁₄	Argile tufacée	150 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb.170	P ₈ - S ₁₂	Argile tufacée	100 g	Néant	0
Gomb.169 (bis)	P ₆ - S ₁₃	Argile	100 g	Pollens : Graminées (2), Ombellifères (1), Milieu minéral	ξ
Gomb.169	P ₁ - S ₁₄	Sables à horizons ferrugineux	140 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 329	P ₂ - S ₃₃	Sables	120 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 327	P ₁ - S ₃₃	Sables à industries	180 g	Pollens : Graminées (2) Milieu minéral	ξ
Gomb. 348	P ₄ - S ₃₃	Remplissage de cavité osseuse	150 g	Néant - Spores de moisissures	0
Gomb. 168	P ₈ - S ₄ P ₇ - S ₅	Niveau acheuléen Remplissage de cavité osseuse	250 g	Pollens : Graminées (1) Milieu minéral	ξ
Gomb. 167	P ₇ - S ₃ P ₅ - S ₁₃	Cinérito	100 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 166	P ₄ - S ₁₃	Argile tufacée	110 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 165	P ₆ - S ₁₁	Sables	160 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 321	P ₁ - S ₂₈	Sables noirs	210 g	Néant - quelques débris organiques	0
Gomb. 322	P ₂ - S ₂₈	Sables jaunes	175 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 323	P ₃ - S ₂₈	Surface de contact sables-argile	155 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 324	P ₄ - S ₂₈	Argile tufacée	155 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 164	P ₃ - S ₁₃	Argile tufacée	130 g	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 347	P ₇ - S ₂₂	Remplissage de cavité osseuse	-	Néant - Milieu minéral	0
Gomb. 325	P ₅ - S ₂₈	Surface de contact sables-argile	160 g	Pollen : tricolpé (1) : milieu minéral	ξ
Gomb. 163	P ₇ - S ₁₂	Argile sableuse	100 g	Néant	0
Gomb. 162	P ₆ - S ₃	niveau oldowayen	-	Pollens : Podocarpus et Graminées - Milieu humique et spores de moisissures	ξ
Sol d'habitat oldowayen		15 échantillons préparés		3 spectres polliniques (voir tabl.)	
Gomb. 382	P ₁ - S ₂₄	Sables	40 g	Spectre de 140 pollens - Spores de moisissures et vaisseaux ligneux	350
Gomb. 161	P ₂ - S ₁₃	Sables cinéritiques	140 g	Pollens : Graminées - tissus végétaux	ξ
Gomb. 160	P ₁ - S ₁₃	Sables argileux	150 g	Néant - Nombreux débris végétaux	0
Total 35	(37+15) = 52 échantillons traités		7 spectres à nombre de pollens supérieur à 100 1 spectre à nombre de pollens inférieur à 100		

TABL. 72 : RESULTATS DES OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES ET PALYNOLOGIQUES EFFECTUEES SUR LES ECHANTILLONS DE LA COUPE DE GOMBORE

a) Microflore pollinique du niveau oldowayen GOMBORE I C

L'échantillon d'où a été extrait le spectre pollinique donné dans le tableau 72 a été recueilli au cours d'un sondage partiel effectué sous la fouille actuelle de l'habitat oldowayen GOMBORE I B . Le niveau GOMBORE I C se trouve à 25 cm sous le niveau de GOMBORE I B, ainsi que cela a été précisé dans le chapitre concernant le cadre géologique de Melka Kontouré.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	19
cf. Juniperus	(CUPRESSACEAE)	3
Clematis sp.	(RANUNCULACEAE)	18
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	1

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	86
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	5
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	1
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	2
cf. Trachydium	(UMBELLIFERAE)	1
Typha	(TYPHACEAE)	1
Spores de Ptéridophytes		1
Indéterminés		2
	TOTAL	140

Tableau 72 bis: Microflore pollinique du premier niveau oldowayen Gomboré I C (Gomb.382), Melka Kontouré.

L'échantillon appartenant au niveau oldowayen Gomboré I C a permis de mettre en évidence 140 pollens. Dans le cas de résultats palynologiques obtenus en Europe, ce nombre serait suffisant pour pouvoir établir des pourcentages et tirer des conclusions. Les remarques qu'il est possible d'effectuer ici, dans le contexte botanique local, ont un caractère très limité. Les pollens arborescents sont répartis entre quatre taxons distincts. La présence de Juniperus associé à Podocarpus indique l'existence dans l'environnement, de la forêt de montagne. L'abondance des Clematis, liane de fourré, est à signaler. Les Graminées dominent la flore herbacée; elles sont accompagnées des Composées, d'une Ombellifère apparentée au genre Trachydium. Le pollen de Typha signale une humidité locale.

b) Résultats palynologiques du sol d'habitat oldowayen GOMBORE I B

Comme pour le sol acheuléen supérieur de GARBA I, le sol oldowayen a donné lieu à de nombreux prélèvements aux fins d'analyse pollinique. Les 15 échantillons préparés se répartissent sur le plan de fouille ainsi que l'indique la fig.41. Les résultats ont été réunis dans le tableau 73.

Il a été obtenu deux spectres polliniques comptant plus de 100 pollens et un spectre plus pauvre. Quelques échantillons permettent de mettre en évidence l'existence de taxons divers: Graminées, Podocarpus, Juniperus etc... D'autres sont tout à fait stériles. Les compositions détaillées des deux spectres polliniques sont données dans les tableaux 74 et 75.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	12
-----------------------------	-----------------	----

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	63
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	1
Spores de Ptéridophyte		<u>3</u>
	TOTAL	80

Tableau 74 : Spectre pollinique du niveau oldowayen GOMBORE I B
(Echantillon H.5)

Ce spectre pollinique donne peu d'information sur la végétation à l'époque oldowayenne. Nous retiendrons une relative abondance des pollens de Podocarpus.

Le spectre pollinique donné par l'échantillon (A.1966) montre un plus grand nombre de taxons forestiers. La détermination palynologique de Juniperus a posé quelques problèmes qui ont été exposés au chapitre : "Composition taxonomique des microflores fossiles". Le fourré montagnard est également représenté avec Myrica, Clematis, Dodonaea viscosa, Carissa, Heteromorpha. Le pourcentage des Graminées par rapport au nombre total de pollens comptés est de 57,4%. La flore herbacée ne présente pas de caractéristique bien particulière. Il faut signaler le genre Arabis, une Crucifère qui n'est pas tellement fréquente dans nos analyses.

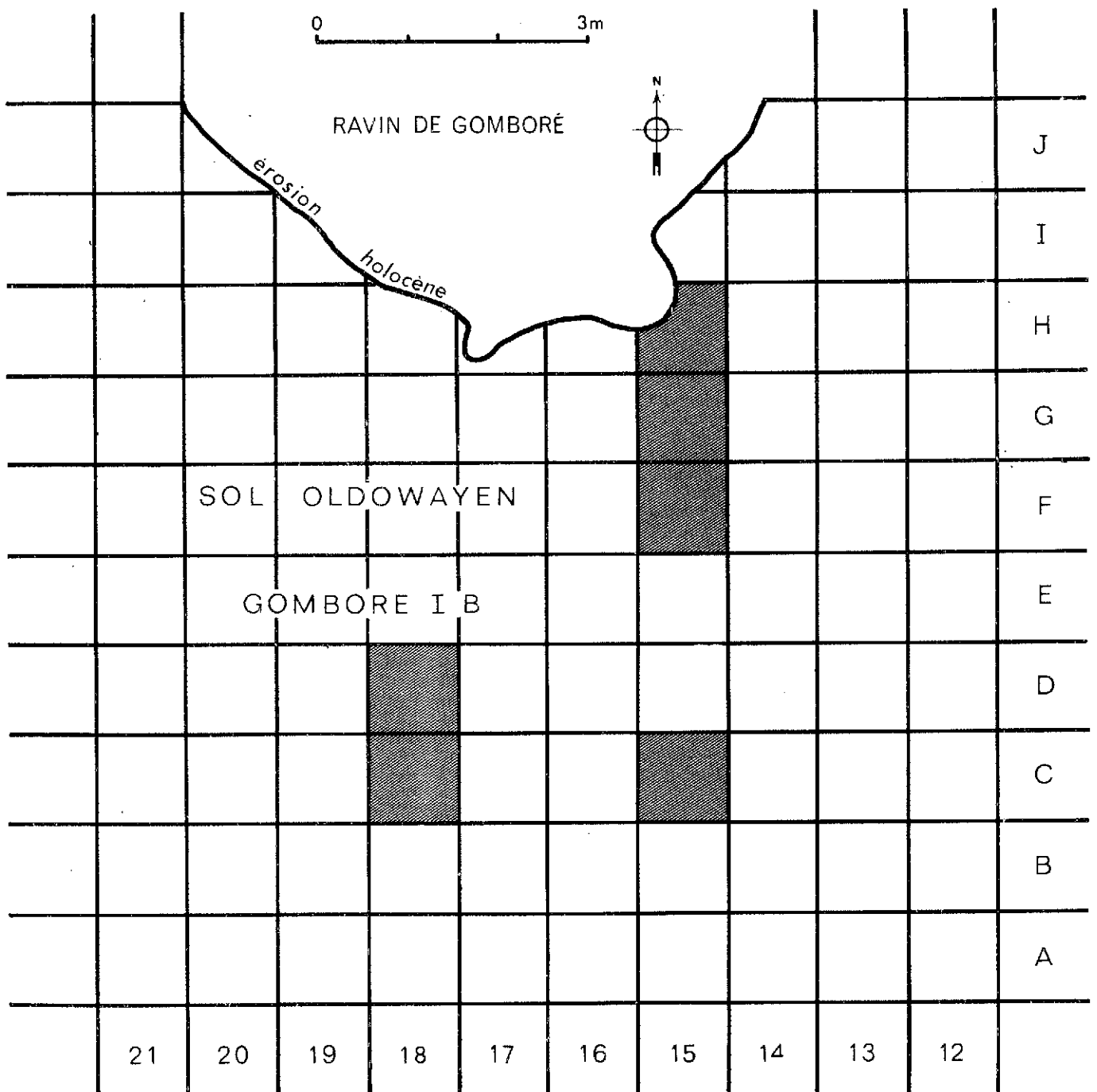


FIG.41 : LOCALISATION DES PRÉLÈVEMENTS POUR L'ÉTUDE DES POLLENS SUR LE PLAN DU SOL OLDOWAYEN GOMBORÉ IB, ETAT DES FOUILLES EN 1969 (d'après Jean CHAVAILLON)

Dates des Prélèvements	Nature de l'échantillon	N° de préparation	Quantité traitée	Observations palynologiques et microscopiques
fouilles 1966	argile sableuse H ₁₅	P ₆ - S ₁₂	80 g	Pollens : Graminées, <u>Juniperus</u> (?)
	"	P ₅ - S ₁₂	100 g	Pollens : Graminées, <u>Juniperus</u> (?)
	"	P ₄ - S ₁₂	100 g	Spectre de 80 pollens
	" G. 162	P ₆ - S ₃		Pollens : Graminées (1), <u>Podocarpus</u> (1), Milieu humique et spores de moisissures
	coprolithe	P ₃ - S ₁₂	10 g	Néant - Quelques vaisseaux ligneux
	concrétions	P ₂ - S ₁₂	85 g	Spectre de 174 pollens - Vaisseaux ligneux - Tissus végétaux, fragments mycéliens et spores de moisissures
fouilles 1967	coprolithe	P ₁ - S ₁₂	20 g	Pollens : Graminées (4)
	remplissage osseux	P ₁ - S ₅	220 g	Néant
	sédiment G ₁₅	P ₃ - S ₆	180 g	Néant - Nombreux vaisseaux ligneux
	sédiment F ₁₅	P ₅ - S ₁₆	160 g	Pollens : Graminées, Composées - Milieu minéral
	concrétions	P ₇ - S ₁₈	60 g	Spectre de 282 pollens (mauvais état de conservation des pollens)
fouilles 1969	concrétions + sédiment	P ₁ - S ₂₉	20 g	Néant - Milieu humique
	concrétions + sédiment	P ₂ - S ₂₉	60 g	Néant - Milieu minéral
	concrétions + sédiment	P ₃ - S ₂₉	90 g	Néant - Milieu minéral
	concrétions + sédiment	P ₄ - S ₂₉	120 g	Néant - Milieu minéral

TABLEAU 73 : RESULTATS DES OBSERVATIONS EFFECTUEES SUR LES ECHANTILLONS DU SOL OLDOWAYEN DE GOMBORE I B (MELKA KONTOURE)

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	6
Juniperus	(CUPRESSACEAE)	7
Juniperus (?)	(CUPRESSACEAE)	27
Olea sp.	(OLEACEAE)	1
Myrica cf. M. Kandtiana	(MYRICACEAE)	1
Clematis sp.	(RANUNCULACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	1
cf. Carissa	(APOCYNACEAE)	1
Heteromorpha	(UMBELLIFERAE)	1
	TOTAL A.P.	47

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	100
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	6
Chenopodiaceae	(CHENOPODIACEAE)	2
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	2
cf. Carduus	(COMPOSITAE)	1
Rumex	(POLYGONACEAE)	1
cf. Arabis	(CRUCIFERAE)	1
Umbelliferae (cf. Diplolophium ?)	(UMBELLIFERAE)	2
cf. Rhynchosia	(PAPILIONACEAE)	1
Typha sp.	(TYPHACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	4
	TOTAL N.A.P.	121
Spores de Ptéridophytes		5
Indéterminés		1
	TOTAL	174

Indéterminables 3

Tableau 75 : Spectre pollinique du niveau oldowayen GOMBORE I B
(échantillon A.1966) Melka Kontouré.

Les pollens de Diplolophium, Carduus, Tephrosia pourraient témoigner d'une microflore appartenant à une végétation d'altitude au moins aussi élevée, si ce n'est plus, que la forêt à genévriers.

Le troisième spectre pollinique (tableau 76) extrait du niveau oldowayen est moins varié dans sa composition taxonomique. On reconnaît cependant les mêmes caractéristiques principales : abondance des genévriers et taxons du fourré montagnard : Anthospermum, Hypericaceae et Polyscias ferruginea, qui existent normalement à une altitude avoisinant la limite supérieure de la forêt.

Les deux microflores polliniques obtenues à partir de deux échantillons distincts prélevés sur le sol oldowayen montrent des composition taxonomiques légèrement différentes mais qui permettent d'aboutir aux mêmes conclusions : un fort pourcentage de pollens de Juniperus associé à Podocarpus, accompagnés de taxons du fourré d'altitude. Il eût été fort instructif d'obtenir pour deux ou plusieurs échantillons de la même couche des spectres de l'ordre de 1 000 pollens. La comparaison eût été envisageable de manière détaillée. Dans le cas présent, nous pouvons comparer les pourcentages de Graminées et ceux des pollens arborescents. Il apparaît à la lecture du tableau 77, que les deux spectres riches montrent des pourcentages du même ordre de grandeur, tandis que le niveau pauvre est, par rapport aux deux autres sur-représenté en pollens de Graminées. Pour les raisons données lors de la description des résultats palynologiques relatifs au sol acheuléen supérieur de GARBA I, nous n'avons pas rassemblé les trois spectres mais seulement les deux spectres les plus abondants. Le tableau 78 donne la composition globale de la microflore pollinique du niveau oldowayen, celle qui sera comparée aux niveaux supérieurs

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	5
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	57
Juniperus (?)	(CUPRESSACEAE)	9
cf. Oleaceae	(OLEACEAE)	1
cf. Hypericaceae	(HYPERICACEAE)	2
Anthospermum	(RUBIACEAE)	3
cf. Polyscias ferruginea	(ARALIACEAE)	1
	TOTAL A.P.	78

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	190
Chenopodiaceae	(CHENOPODIACEAE)	2
cf. Plectranthus	(LABIATEAE)	1
Cyperaceae		7
	TOTAL N.A.P.	200
Spores de Ptéridophytes		4
	TOTAL	282

Tableau 76: Microflore pollinique du sol oldowayen GOMBORE I B, site de Melka Kontouré (Echantillon B.1968)

Spectres polliniques	Graminées	Pollens arborescents AP
	% $\frac{\text{Nbre total des pollens}}{\text{Nbre total des pollens}}$	% $\frac{\text{Nbre total des pollens T}}{\text{Nbre total des pollens T}}$
Spectre de 80 pollens (échantillon H5) (1)	78,7 %	15 %
Spectre de 174 pollens (échantillon A) (2) 1966	57,4 %	27 %
Spectre de 282 pollens (échantillon B) (3) 1968	67,3 %	27,6 %
2 spectres riches réunis (2+3)	63,5 %	27,5 %

Tableau 77 : Comparaison des pourcentages de Graminées et pollens arborescents dans les différents spectres des échantillons prélevés dans la même couche (niveau oldowayen Gomboré I B).

Aucun spectre n'a malheureusement pu être obtenu à partir des nombreux échantillons prélevés dans les couches qui surmontent directement le niveau oldowayen (fig.40). Le niveau acheuléen de GOMBORE II s'est également révélé stérile. Quelques-uns des prélèvements, dans les séries supérieures, ont fourni des pollens de Graminées et Ombellifères (tableau 72). Les argiles situées à 1,50 m environ du niveau acheuléen GOMBORE III sont le premier niveau fossilifère après le niveau oldowayen.

c) Microflore pollinique des argiles (Gomb.173) situées sous le niveau archéologique GOMBORE III

Le spectre pollinique donné par le tableau 79 présente un nombre important de pollens comptés qui se répartissent entre des taxons variés. Quelques caractéristiques particulièrement remarquables de ce spectre peuvent être soulignées.

Présence d'Erica arborea

Etant donné la sous-représentation pollinique de cette espèce, la découverte d'une tétrade, dans un spectre pollinique de plus de 500 pollens, a une grande

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. gracilior	(PODOCARPACEAE)	11
Juniperus cf. procera	(CUPRESSACEAE)	64
Juniperus (?)	(CUPRESSACEAE)	36
Olea sp.	(OLEACEAE)	1
cf. Oleaceae	(OLEACEAE)	1
cf. Hypericaceae	(HYPERICACEAE)	2
Anthospermum	(RUBIACEAE)	3
cf. Polyscias ferruginea	(ARALIACEAE)	1
Myrica cf. kandtiana	(MYRICACEAE)	1
Clematis sp.	(RANUNCULACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	1
cf. Carissa	(APOCYNACEAE)	1
Heteromorpha	(UMBELLIFERAE)	2
	TOTAL A P	125

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	290
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	6
Chenopodiaceae	(CHENOPODIACEAE)	4
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	2
cf. Carduus	(COMPOSITAE)	1
Rumex	(POLYGONACEAE)	1
cf. Arabis	(CRUCIFERAE)	1
Umbelliferae	(UMBELLIFERAE)	2
cf. Rhynchosia	(PAPILIONACEAE)	1
cf. Plectranthus	(LABIATAE)	1
Typha sp.	(TYPHACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	11
	TOTAL N A P	321
Spores Ptéridophytes		9
Indéterminés		1
	TOTAL	456

Tableau 78 : Microflore pollinique du niveau oldowayen de GOMBORE I B, Melka Kontouré (2 spectres polliniques riches réunis).

importance. Même par suite de transport fluviatile les pollens en tétrade d'Erica arborea ne peuvent être dispersés très loin du lieu de production. Dans les vases actuelles de la rivière Awash, à Melka Kontouré, une tétrade a été repérée après un comptage de 2500 pollens. La présence, dans le spectre pollinique des argiles tufacées, d'une tétrade d'Erica arborea est donc hautement significative de la présence des Ericacées dans la végétation environnante. On peut même présumer

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Erica cf. E. arborea	(ERICACEAE)	1
Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	11
cf. Juniperus	(CUPRESSACEAE)	1
Maesa cf. M. lanceolata	(MYRSINACEAE)	1
cf. Hypericaceae	(HYPERICACEAE)	1
Bosqueia sp.	(MORACEAE)	2
Clematis (2 espèces)	(RANUNCULACEAE)	18
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	6
Ebenaceae	(EBENACEAE)	4
Euclea cf. Euclea schimperi	(EBENACEAE)	1
Croton sp.	(EUPHORBIACEAE)	4
Pterolobium stellatum	(CAESALPINIACEAE)	3
Celtis sp.	(ULMACEAE)	1
Acacia type A. abyssinica	(MIMOSACEAE)	2
Carissa edulis	(APOCYNACEAE)	1
Jasminum cf. J. dichotomum	(OLEACEAE)	1
Jasminum sp.	(OLEACEAE)	1
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	1
Heteromorpha sp.	(UMBELLIFERAE)	2
		<hr/>
	TOTAL A.P.	62

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	116
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	361
Compositae tubuliflorae (épines courtes)	(COMPOSITAE)	22
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	3
Achyranthes aspera	(AMARANTHACEAE)	1
Rumex sp.	(POLYGONACEAE)	1
cf. Liliaceae	(LILIACEAE)	1
Geraniaceae	(GERANIACEAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	2
		<hr/>
		508
Indéterminés		3
		<hr/>
Indéterminables 7	TOTAL	573

Tableau 79 : Microflore pollinique de la partie supérieure des argiles tufacées (Gomb.173) ravin de Gombore, Melka Kontouré.

qu'à cette époque, la zone où se situaient les arbustes était plus proche du site étudié que ne l'est le Wochacha de Melka Kontouré. Cependant il est aussi possible d'envisager une ceinture à Ericacées se trouvant à une distance du même ordre de grandeur mais plus dense.

Permanence des éléments de la forêt de montagne

Les taxons souvent cités, Podocarpus, Juniperus, Euclea, Celtis, Jasminum, Carissa, Dodonaea etc... existent dans les argiles Gomb.173. Il faut remarquer plusieurs pollens appartenant au genre Croton, tout à fait reconnaissables aux clavules de l'exine arrangés en rosaces caractéristiques même sur un simple fragment d'exine. Cette Euphorbiacée se présente sous la forme d'arbres très grands, à feuilles larges, connus dans les forêts actuelles plutôt humides. Le genre Bosqueia sp. est fréquemment connu avec Croton et Pouteria dans les forêts humides de la région ouest de l'Ethiopie (carte, fig.5). Parmi les taxons arborescents de ce spectre, retenons également Pterolobium stellatum dont le pollen est déterminé avec certitude.

Abondance des Composées dans la flore herbacée

Les pollens de Composées tubuliflores représentent dans ce spectre plus de 60% du nombre total des pollens comptés, ce qui est considérable. Parmi eux un certain nombre de pollens à épines courtes pourraient bien être apparentés au genre Stoebe. Mais à notre avis, dans le cas d'une famille aussi vaste nous ne pouvons pas nous prononcer avec suffisamment de certitude sur la détermination de ce genre en l'absence d'une étude systématique détaillée (1). Qu'il s'agisse du genre Stoebe ou d'autres Composées tubuliflores, cette abondance concorde tout à fait avec la présence des Ericacées. Le spectre pollinique du Wochacha montre, pour cette zone, un fort pourcentage des Composées. E.M.VAN ZINDEREN BAKKER (in lettris) donne pour caractéristiques de la zone à Ericacées: Erica arborea, Stoebe (Composées), Anthospermum, Artemisia. Nous n'avons pas, dans l'échantillon Gomb. 173, déterminé de pollen d'Artemisia. C'est cependant un genre que nous savons distinguer dans la famille des Composées.

d) Microflore pollinique des argiles tufacées (Gomb.349) au-dessus du niveau archéologique de Gomboré III

Le niveau où a été prélevé l'échantillon Gomb.349 est séparé de celui de Gomb.173 par 1 m d'argile tufacée surmontée d'une très mince couche d'argile

(1) Une étude systématique de la famille ainsi que de nombreux représentants africains est en cours au laboratoire de Montpellier (Mme Dimon).

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	10
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	2
Hagenia abyssinica	(ROSACEAE)	4
Olea africana	(OLEACEAE)	3
Olea cf. O. hochstetteri	(")	2
Olea sp.	(")	1
Oleaceae	(")	1
Fagaropsis angolensis	(RUTACEAE)	1
Bosqueia cf. B. phoberos	(MORACEAE)	5
Pygeum africanum	(ROSACEAE)	1
Sapotaceae ?	(SAPOTACEAE)	2
Manilkara butugi	(")	1
Rhus sp.	(ANACARDIACEAE)	1
Piliostigma thonningii	(MIMOSACEAE)	3
Brucea antidysenterica	(SIMARUBACEAE)	1
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	44
Rhamnaceae	(RHAMNACEAE)	1
Ebenaceae	(EBENACEAE)	1
cf. Euclea sp.	(")	1
Euclea cf. Euclea lanceolata	(")	1
Maba abyssinica	(")	2
Syzygium guineense	(MYRTACEAE)	2
Celtis sp.	(ULMACEAE)	1
cf. Osyris (?)	(SANTALACEAE)	1
Caesalpiniaceae	(CAESALPINIACEAE)	1
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	1
Acacia (groupe I)	(MIMOSACEAE)	5
Euphorbiaceae	(EUPHORBIACEAE)	1
	TOTAL A P	100

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	442
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	6
Chenopodiaceae/Amaranthaceae		2
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	5
Rumex	(POLYGONACEAE)	2
Caryophyllaceae	(CARYOPHYLLACEAE)	1
Cruciferae	(CRUCIFERAE)	2
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	2
		462
Spores de Ptéridophytes		1
Indéterminés		2
	TOTAL	565

Tableau 80 : Microflore pollinique des argiles tufacées (Gomb.349 os)
au dessus du 2ème niveau acheuléen de Gomboré,
Melka Kontouré.

fine diatomitique qui ravine le sol archéologique de GOMBORE III. Ce dernier supporte des sables à stratifications entrecroisées (fig.40). Tous les prélèvements effectués dans ces couches n'ont rien donné. L'argile tufacée située au dessus des sables a livré le spectre pollinique du tableau 80. Comptant à peu près le même nombre total de pollens que le précédent, le spectre pollinique peut être comparé à celui du tableau 79. La comparaison met alors en évidence, pour le niveau supérieur, l'augmentation des taxons arborescents.

Les taxons arborescents de la forêt d'altitude sont plus nombreux dans le spectre du tableau 80 que dans celui du tableau 79. Aux éléments déjà cités s'ajoutent: Hagenia abyssinica, Rosacée au pollen tout à fait caractéristique de la limite supérieure de la forêt, Pygeum africanum, des pollens à caractères de Sapotacées dont l'un a pu être attribué à Manilkara butugi. Avec Bosqueia toujours présent et Piliostigma thonningii, voici que se confirme une plus grande abondance des espèces qualifiées d'humides dans cette forêt. Rien de particulier à signaler pour la flore herbacée. Les Composées connaissent une représentation habituelle, nettement inférieure à celle du spectre du prélèvement Gomb.173.

Les sables graveleux à galets d'obsidienne formant un banc durci en relief au-dessus des argiles tufacées, de même que d'autres argiles coiffant ces graviers, n'ont pas fourni de pollens. Les argiles montmorillonitiques du vertisol qui masquent les formations dans la partie supérieure de la couche ont été échantillonnées. Nous les étudierons dans un chapitre ultérieur consacré aux analyses polliniques des formations holocènes.

Conclusion

Au cours des études palynologiques qui concernent la coupe de Gomboré nous avons vu, à propos du niveau oldowayen, un exemple d'analyses polliniques effectuées sur divers échantillons d'une surface de la même couche. Des spectres polliniques à nombre important de pollens ont été obtenus pour des niveaux stratigraphiques qui encadrent le niveau acheuléen GOMBORE III. Ils traduisent l'existence de la forêt de montagne et l'augmentation du nombre des espèces parmi les arbustes du fourré. L'augmentation du taux des pollens d'espèces arborescentes ainsi que l'apparition de genres ou espèces à caractère humide tels que Bosqueia, Pygeum, les Sapotacées etc... est un trait remarquable de la végétation postérieure à l'industrie acheuléenne de GOMBORE III. Ces résultats coïncident parfaitement avec ceux qui ont été obtenus pour les échantillons de Garba qui leur correspondent stratigraphiquement.

Avant d'aborder la synthèse des résultats palynologiques obtenus pour les trois coupes de Garba A, Garba B et Gomboré, il convient d'effectuer quelques remarques d'ordre général à propos de l'ensemble des échantillons analysés.

d - FREQUENCE DES NIVEAUX POLLINIFERES

1) Proportionalité des niveaux riches.

Le tableau ci-dessous indique le nombre d'échantillons qui ont fourni des pollens par rapport à ceux qui ont été traités et analysés pour chacune des coupes.

Coupe	Nombre d'échantillons préparés	Nombre d'échantillons fossilifères	
		Spectres de plus de 100 pollens	Spectres de moins de 100 pollens
GARBA A	36	6	3
GARBA B	27	6	3
GOMBORE	52	7	1
Total	115	19	7

Tableau 81 : Proportion des échantillons fossilifères dans les coupes étudiées des formations pléistocènes de la haute vallée de l'Awash.

La comparaison des résultats pour les coupes principales de la région de Melka Kontouré montre que l'on a pu obtenir 19 spectres polliniques présentant, au minimum 100, et généralement plusieurs centaines de pollens. Trois de ces spectres correspondent aux formations holocènes, ceux des sols des fouilles appartiennent à la même couche, on peut donc conclure que des spectres polliniques importants ont été obtenus pour 15 niveaux stratigraphiques distincts. Sur 115 échantillons analysés (1) le pourcentage des niveaux ayant livré des pollens est de 23% : un échantillon sur 5 environ a donné des pollens. Le pourcentage des niveaux riches est de 16,5% c'est-à-dire qu'un échantillon sur 6

(1) Tous les échantillons traités ont été analysés.

fournit un spectre pollinique interprétable.

Comparaison avec les résultats d'autres régions d'Afrique

Les comparaisons que l'on peut établir sur la fréquence des niveaux pollinifères dans les diverses formations quaternaires ne peuvent qu'être approximatives et indicatives. Le nombre des échantillons préparés varie souvent d'un endroit à l'autre suivant le contexte. Les chiffres correspondant à la totalité des analyses effectuées ne sont pas forcément indiqués par les auteurs.

Au Sahara nord occidental, à partir des études palynologiques entreprises par F. BEUCHER (1971), on peut déduire qu'un quart environ des échantillons analysés ont donné des spectres de 100 pollens ou plus. Au Tibesti, sur 20 échantillons analysés par J. COHEN, 6 ont fourni des pollens, 4 spectres polliniques comptant plus de 100 grains ont été donnés, ce qui indique une proportion des échantillons fossilifères de 1/5 (A) (J. COHEN, J. MALEY et collab., 1970)

En Zambie, pour le site archéologique de Kalambo Falls, E.M. VAN ZINDEREN BAKKER (1969 c, fig.16) a mis en évidence 7 spectres polliniques dont 4 présentent plus de 100 pollens, ceci pour 13 échantillons analysés. Ces résultats ne concernent que les fouilles de 1966 du site A et non l'ensemble des échantillons étudiés.

En résumé les indications que l'on possède, à ce jour, montrent que pour les sédiments africains, un échantillon sur 5, en moyenne, fournit des pollens. Dans le meilleur des cas cette proportion atteint 1 pour 3, mais elle peut être aussi très nettement inférieure (1/13 dans les séries de l'OMO). Dans les formations sédimentaires quaternaires d'Afrique, la probabilité d'obtenir des niveaux riches en pollens demeure faible. Une grande attention sera accordée, sur le terrain, aux sédiments particuliers: limons organiques, diatomites lacustres, susceptibles d'être plus favorables (M. VAN CAMPO et collab., 1964, 1965).

2) Nature lithologique du sédiment et richesse en pollens.

La répartition des niveaux à pollens, en fonction de la nature lithologique de la couche étudiée a été envisagée dans le tableau 82.

(1) Pour les études entreprises au Sahara Central par Mme VAN CAMPO et collab., (1964, 1965) nous n'avons pas pu vérifier ce chiffre. Au total, 8 spectres polliniques dont 6 de plus de 100 pollens ont été obtenus.

	Coprolithes	Remplissage de cavité osseuse	Sables et graviers	Sables fins	Sables argileux	Cinérinite	Argile et diatomite	Divers	Total
Nombre d'échantillons analysés	7	22	4	28	16	4	27	6	115
Nombre de spectres < 100 pollens	0	0	0	3	2	1	1		7
Nombre de spectres > 100 pollens	0	7	1	4	2	0	5	0	19

Tableau 82 : Répartition des niveaux à pollens en fonction de la nature lithologique du sédiment des échantillons traités.

La lecture de ce tableau appelle quelques remarques.

Les remplissages de cavités d'os long semblent constituer les micro-milieus les plus favorables à la conservation des pollens. Cependant tous les remplissages n'ont pas fourni des spectres polliniques. En effet, 7 spectres riches ont été obtenus après traitement de 22 remplissages, ce qui donne une proportion de niveaux fossilifères de 1/3 proportion identique par conséquent à celle des sédiments les plus favorables (voir paragraphe précédent).

Les échantillons de sables fins ou de sables plus ou moins grossiers peuvent être regroupés. On compte alors 5 spectres riches pour 32 d'entre eux. La proportion des niveaux à pollens est donc de 1/6.

Les argiles et argiles diatomitiques pour lesquelles 27 échantillons ont été analysés ont fourni 5 spectres riches. La proportion des niveaux pollinifères dans le cas des argiles est donc 1/5. Elle devient 1/6 lorsqu'on tient compte du fait que l'argile montmorillonitique du vertisol, fossilifère, a donné lieu à deux prélèvements distincts que l'on ne doit retenir qu'une seule fois, puisqu'ils correspondent à la même formation.

Conclusion

L'analyse de 115 échantillons répartis sur trois coupes très proches l'une de l'autre ne permet aucune conclusion quant à la nature des sédiments les plus favorables à la conservation des pollens. La proportion des échantillons contenant des pollens est sensiblement la même, qu'il s'agisse de niveaux sableux ou de niveaux argileux.

3) Conservation sélective des pollens.

Au cours de nos analyses polliniques nous n'avons pas remarqué de pollens particulièrement corrodés, suggérant une destruction sélective de certains taxons. (A.J.HAVINGA, 1963, p.26, 1964 - E.J.CUSHING, 1967). Les pollens étudiés sont relativement en bon état de conservation ainsi que l'attestent les photographies des planches XVI et XVII, à l'exception des trois niveaux riches de la coupe de la falaise de Kella, où tous les pollens sont également abîmés. Ce fait incite à penser que de mauvaises conditions de préservation de l'ensemble du sédiment et non une fragilité particulière des pollens de certains taxons sont responsables des altérations observées.

4) Conservation des pollens et conservation de la matière organique.

Nous n'allons pas ici aborder une étude approfondie de ce sujet, si vaste en lui-même, mais résumer l'ensemble des observations effectuées au cours de l'examen microscopique des lames de montage. Le culot, résidu du sédiment après les multiples traitements effectués montre, au microscope trois types de particules :

- des débris minéraux très petits, de l'ordre du micron ou d'une dizaine de microns qui ont résisté aux attaques acides: fragments de quartz anguleux, verres volcaniques, plaquettes métalliques opaques noires ou vertes;

- des petits débris informes, brunâtres s'agglomérant parfois en grandes plages, les matières humiques qui ont subsisté malgré les lavages à l'eau distillée chaude après la potasse;

- des fragments de tissus végétaux: cellules, vaisseaux ligneux, colorés par la fushine ,des spores de moisissures et de Myxomycètes (A.GRAHAM,1971).

La présence de tous ces éléments ayant été notée au fur et à mesure des observations microscopiques, nous avons regroupé les observations effectuées dans le tableau 83.

Coupes	Nombre des échantillons fossilifères dans chaque "milieu microscopique"			Nombre total
	Minéral	Humique	Organique (débris végétaux, spores)	
GOMBORE	1	3	2	6
GARBA B	2	2	2	6
GARBA A	4	-	-	4
Total	7	5	4	16

Tableau 83 : Répartition des échantillons à spectre pollinique à 100 pollens dans les trois "milieux" définis après l'observation microscopique.

Ce tableau indique, pour chacune des trois coupes GARBA A, GARBA B et GOMBORE, la répartition des échantillons ayant donné des spectres polliniques riches par rapport aux divers "milieux microscopiques" définis précédemment.

Il permet de voir si les spectres polliniques obtenus se rencontrent plus fréquemment avec un milieu microscopique minéral ou humique qu'avec un milieu traduisant la conservation de spores et de débris végétaux.

La répartition des échantillons stériles est envisagée de la même manière dans le tableau 84.

Coupes	Nombre d'échantillons stériles dans chaque "milieu microscopique"			Nombre total
	Minéral	Humique	Organique (débris végétaux, spores)	
GOMBORE	16	1	3	20
GARBA B	2	3	2	7
GARBA A	8	2	0	10
Total	26	6	5	37

Tableau 84 : Répartition des échantillons stériles dans les trois "milieux" définis d'après l'observation microscopique.

Le tableau 83 montre une répartition des niveaux à pollens tout aussi fréquents dans les culots humiques que dans les culots organiques. Un nombre légèrement plus élevé encore de spectres polliniques a été établi dans des culots à fragments uniquement minéraux.

Le tableau 84 révèle que 26 des niveaux stériles, c'est-à-dire la plus grande majorité, se répartissent dans les culots à débris minéraux. Ce chiffre élevé est lié au fait que la plupart des sédiments étudiés après traitement montrent des culots sans débris organiques. Pour les niveaux riches en pollens, on remarque au cours de l'observation microscopique que les pollens sont tout aussi fréquemment accompagnés de débris végétaux que d'acides humiques. Les culots strictement minéraux sont ceux qui sont le plus fréquemment stériles.

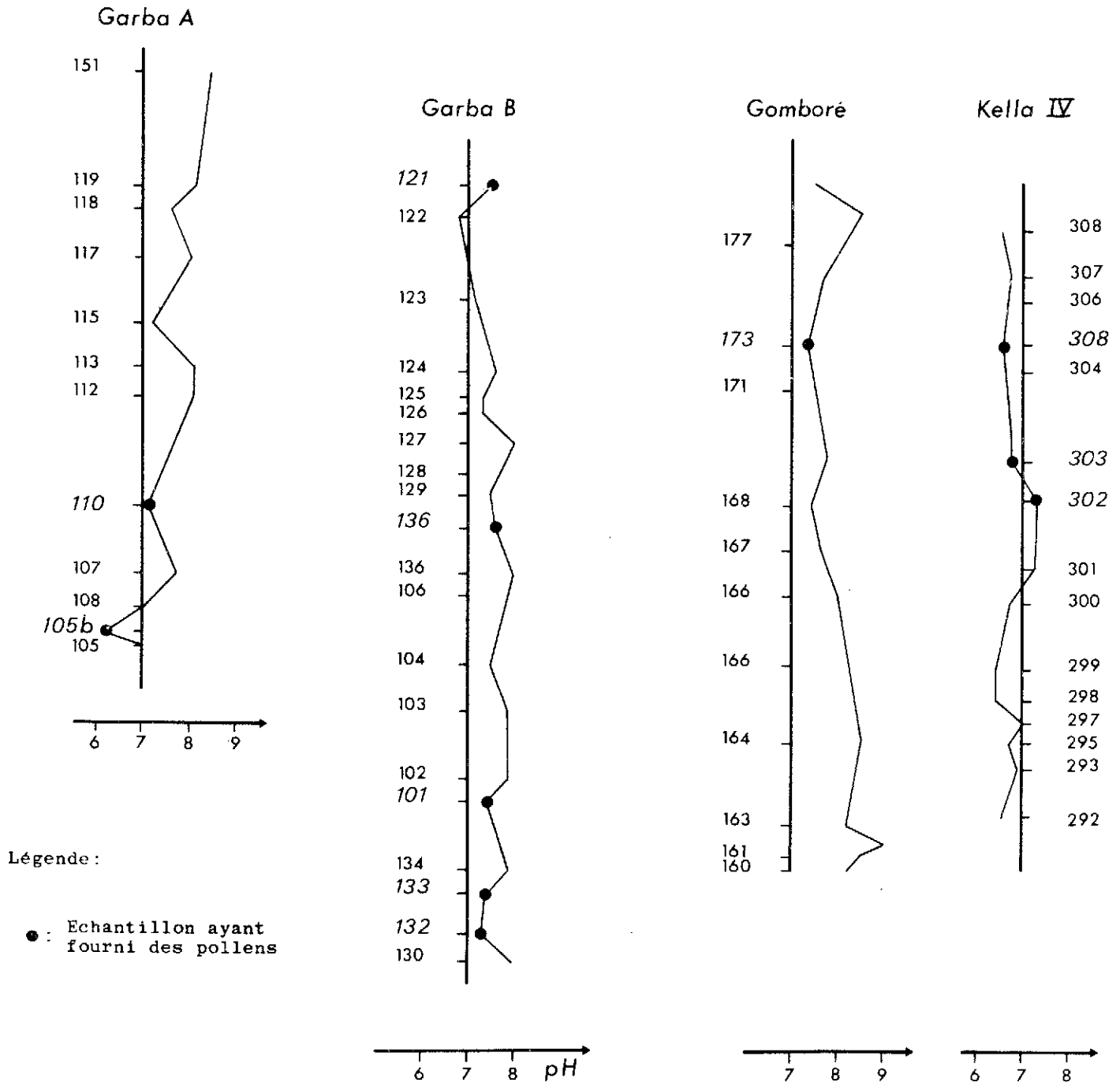


Fig. 42: Variations des valeurs de pH des échantillons analysés de GARBA GOMBORE et KELLA

En conclusion: malgré leur caractère sommaire, ces quelques observations, portant sur une centaine d'échantillons, laissent pressentir un fait général qui peut être formulé de la manière suivante: dans le cas du bassin étudié la conservation des pollens ne semble pas pouvoir être corrélée avec celles des autres débris végétaux et celle de la matière organique. Un milieu peut apparaître à l'observation microscopique, favorable à la conservation de la matière organique sans pour cela être susceptible de contenir des pollens.

5) Niveaux fossilifères et pH des sédiments.

Les remarques générales concernant la conservation des pollens en milieu acide sont extrêmement fréquentes dans les ouvrages et travaux palynologiques: "L'enveloppe des pollens se conserve bien en général, mieux dans un milieu acide que dans un milieu basique" (PROKOVSKAIA, 1950) "Une acidité du milieu... allant de pair avec la présence de matières organiques en décomposition augmente les chances de fossilisation" (A.PONS, 1964). Des pollens bien conservés sont plus facilement trouvés dans des roches déposées sous des conditions de pH faibles et de potentiel d'oxydo-réduction (Eh) négatif; lequel est encore plus important que le pH pour la conservation des pollens (R.H.TSCHUDY, 1969, p.86). Les valeurs de pH indiquées sur la fig.42 expriment l'acidité naturelle du sédiment, c'est-à-dire la concentration des ions H^+ à l'état libre. Elles ont été établies par une mesure électrométrique (S.BIEDAT, comm. orale). Les phénomènes susceptibles de modifier le pH d'un sédiment sont nombreux: variations saisonnières, dilutions des ions H^+ par les eaux de pluie, remontées de la nappe phréatique, modifications en relation avec une forte activité biologique etc... (P.DUCHAUFOR, 1970). Il n'est pas de notre rôle d'envisager ici l'interprétation de ces mesures de pH par rapport à la sédimentation, pas plus que leur signification. Nous nous bornerons donc, à effectuer, au sujet de la fig.42 des remarques d'ordre général.

Une stabilité des valeurs de pH est assez remarquable dans le cas de chacune des coupes: Garba, Gomboré et Kella. La coupe de Gomboré est celle qui montre les valeurs de pH les plus basiques. C'est aussi celle pour laquelle la proportion des échantillons fossilifères par rapport à tous ceux analysés est la plus faible. La coupe de Kella IV montre les valeurs de pH les plus acides. Nous nous souvenons que cette coupe a fourni deux spectres à nombre de pollens égal ou supérieur à 1000. Pour l'ensemble des quatre courbes on note que les niveaux pollinifères se situent généralement dans des sédiments où le pH actuel est proche de la neutralité. Aucun échantillon fossilifère n'a été repéré pour des sédiments à pH supérieur à 7,5.

Quatrième Partie

S Y N T H E S E E T I N T E R P R E T A T I O N

D E S R E S U L T A T S

CHAPITRE I : S Y N T H E S E D E S R E S U L T A T S

Nous avons, au cours du chapitre préliminaire, résumé les données actuelles géologiques, préhistoriques et botaniques qui définissent le cadre stratigraphique et l'environnement écologique de ce travail. Les résultats des analyses polliniques ont été exposés pour chacune des coupes. Avant d'aborder l'interprétation proprement dite de cette étude, il convient de rassembler les résultats des analyses polliniques des niveaux correspondant aux différentes périodes du Quaternaire. Ceci nécessite que soient effectuées les corrélations stratigraphiques entre les différentes coupes étudiées.

Nous envisagerons ces corrélations, d'abord entre les deux coupes très proches de GARBA A et GARBA B, puis avec celles de GOMBORE.

I - P O S I T I O N S T R A T I G R A P H I Q U E D E S N I V E A U X P O L L I N I F E R E S

L'appartenance aux formations du Pléistocène ancien ou du Pléistocène moyen d'un certain nombre de niveaux dont les spectres polliniques ont été étudiés ne pose aucun problème stratigraphique particulier. Il n'en est pas de même pour les couches qui encadrent le niveau archéologique de GARBA IV par exemple. L'âge des microflores trouvées dans ces niveaux dépend de l'emplacement, à cet endroit, de la limite entre les dépôts du Pléistocène ancien et ceux du Pléistocène moyen. C'est pourquoi ces questions de limites doivent être exposées et la position que nous avons adoptée explicitée. Il est bien entendu que si des modifications ultérieures interviennent au fur et à mesure de l'avancement des travaux préhistoriques et géologiques, cela ne modifie en rien les conclusions tirées des données palynologiques.

A.- L I M I T E E N T R E L E S D E P O T S D U P L E I S T O C E N E
I N F E R I E U R E T C E U X D U P L E I S T O C E N E M O Y E N
D E G A R B A A.

Cette limite pose le problème de la situation stratigraphique du niveau archéologique de GARBA IV.

1 - ARGUMENT STRATIGRAPHIQUE

Le sol archéologique à GARBA IV ravine très nettement les formations précédentes. Il repose tantôt sur un niveau sableux à stratifications entrecroisées très nettes contenant de la faune, tantôt sur les argiles tufacées qui, sur l'autre face du ravin, sont directement sous-jacentes aux sables.

2 - ARGUMENT PREHISTORIQUE

Le niveau archéologique à GARBA IV affleure à 1 m environ au-dessus du niveau moyen des eaux de la rivière Awash. Ce niveau n'avait fourni jusqu'à présent que quelques galets aménagés. L'érosion naturelle ayant mis à nu cette année, une surface bien dégagée de ce sol, une première observation (non publiée jusqu'à présent de J.CHAVAILLON) a permis de mettre en évidence, en plus des galets aménagés, un biface. Ce biface est de façonnage médiocre mais cependant d'une technique qui paraît plus proche de l'Acheuléen que de l'Oldowayen (J.CHAVAILLON, comm.orale). Des fouilles ultérieures dans ce niveau vont permettre de préciser s'il s'agit d'un niveau acheuléen, d'un niveau oldowayen ou d'un niveau mixte à industries oldowayennes et acheuléennes mélangées tels que ceux connus à Olduvai pour la période du Pléistocène moyen (J.DESMOND CLARK, 1970) (M.D.LEAKLEY, 1971).

En attendant de telles confirmations ainsi que les précisions susceptibles d'être apportées par les méthodes de radiochronologie, nous considérerons, en accord avec J.CHAVAILLON et M.TAIEB, que la base du sol archéologique à GARBA IV marque la limite entre les dépôts du Pléistocène inférieur et ceux du Pléistocène moyen pour la coupe du ravin Garba B. Cette conclusion a pour conséquence que le niveau pollinique G.132 situé au-dessus appartient à la séquence gomboréenne (pléistocène inférieur), tandis que les niveaux pollinifères du sol archéologique et G.133 appartiennent à la séquence garbienne (ou pléistocène moyen).

B.- LIMITE ENTRE LES DEPOTS DU PLEISTOCENE
MOYEN SUR LA COUPE DE GOMBORE

A Gomboré, la séquence des dépôts gomboréens inclut les niveaux oldowayens de Gomboré I. La limite supérieure de cette séquence est placée, d'après J.CHAVAILLON et M.TAIEB, à l'endroit du contact ravinant des sables à stratifications consolidés avec les argiles sableuses tufacées sous-jacentes (fig.40). Ce ravinement n'est malheureusement visible que dans la tranchée effectuée par le ravin de Gomboré. Il n'est donc pas possible de le suivre jusqu'au contact des argiles (Gomb.163) situées à 2,5 m au-dessous (fig.40).

Deux arguments, l'un d'ordre géologique (M.T.), l'autre d'ordre archéologique, définissent l'emplacement de cette limite. Pour M.TAIEB, chaque séquence sédimentaire étant composée de cycles moins importants, le niveau des sables (Gomb.165) marque le début du 1er cycle du Garbien. Pour J.CHAVAILLON, il y a, entre les niveaux archéologiques de GOMBORE I et GOMBORE II, des différences typologiques très importantes qui justifient actuellement l'appartenance de l'un de ses niveaux (GOMBORE I) à une civilisation oldowayenne et de l'autre (GOMBORE II) à une civilisation acheuléenne. A Gomboré (fig.40) nous sommes en présence de deux niveaux archéologiques: le niveau oldowayen de GOMBORE I et le niveau acheuléen de GOMBORE II, situés à 8 m l'un de l'autre dans la succession stratigraphique. L'étude typologique des industries suggère qu'une période d'au moins 500.000 ans les sépare l'un de l'autre. La seule discontinuité entre les séries étant le ravinement il y a tout lieu de considérer qu'il marque la limite entre les dépôts du Pléistocène inférieur et ceux du Pléistocène moyen. Il résulte de cela que les échantillons pollinifères du sol oldowayen GOMBORE I B et du niveau archéologique immédiatement sous-jacent appartiennent à la séquence gomboréenne. Les résultats des analyses polliniques précédemment exposés ont permis d'obtenir des spectres polliniques pour des niveaux d'âge gomboréen (Pléistocène ancien) dans les deux coupes de Garba et Gomboré. Leur succession stratigraphique s'établit de la manière suivante :

- argile sableuse (G.132) sous le sol archéologique de GARBA IV
- sol oldowayen GOMBORE I B
- sol oldowayen GOMBORE I C

Cette succession stratigraphique est donc celle que nous adopterons. Elle constitue le support chronologique sur lequel est basée l'évolution des microflores polliniques d'âge gomboréen (Pléistocène ancien).

C. - L I M I T E E N T R E L E S D E P O T S D U P L E I S T O C E N E
M O Y E N E T C E U X D U P L E I S T O C E N E S U P E R I E U R

Dans le ravin de Garba B (fig.39) où se trouve le site archéologique de GARBA III, cette limite est nettement définie. Les sables et graviers ocres ferruginisés contiennent, à GARBA III, 7 niveaux archéologiques dont un niveau d'habitat à industries du Middle Stone Age bien caractérisées. Le ravinement entre ces sables et les argiles tufacées sous-jacentes peut être suivi sur le profil longitudinal du ravin. Il marque la limite entre la séquence garbienne et la séquence tabellienne. Les échantillons prélevés dans la séquence tabellienne, aussi bien à Garba A (ravin du site GARBA I) qu'à Garba B (ravin du site GARBA III) n'ont fourni aucun pollen; nous n'entrerons pas dans les détails, pour cette limite, en ce qui concerne le ravin Garba A.

Les spectres polliniques des échantillons de la coupe de Garba A peuvent tous être considérés d'âge garbien c'est-à-dire Pléistocène moyen.

1 - SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE DES NIVEAUX FOSSILIFERES DE GARBA A

Les échantillons qui ont été prélevés dans le ravin Garba A sont en continuité stratigraphique directe. Aucune ravinement majeur n'ayant été noté à l'intérieur de cette série, la succession chronologique des niveaux qui ont fourni les spectres polliniques est donnée par la fig.43.

2 - SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE DES NIVEAUX FOSSILIFERES DE GARBA B

Comme on peut le voir sur la carte de la fig.35 hors texte, le ravin de Garba B est constitué de deux entailles; la continuité stratigraphique est assurée entre les deux coupes par la présence d'une cinérite gris bleuté bien nette que l'on suit aisément d'une entaille à l'autre. La succession

stratigraphique des niveaux pollinifères d'âge pléistocène moyen pour le ravin Garba B est indiquée sur la fig.43 .

3 - CORRELATION ENTRE LES NIVEAUX POLLINIFERES DU PLEISTOCENE MOYEN DES COUPES DE GARBA A ET GARBA B

La corrélation stratigraphique entre les niveaux pollinifères du Garbien ou Pléistocène moyen des coupes des ravins Garba A et Garba B est indiquée sur la fig.44. Les sables ocres à stratifications entrecroisées G.136 de Garba B ont leur équivalent dans le ravin Garba A. Le niveau G.371 se trouve donc au-dessus de ces sables. Les argiles tufacées peu épaisses dans le ravin Garba B (sous le site de GARBA III) sont bien développées à Garba A. Elles sont surmontées par une 4ème séquence qui inclut les niveaux pollinifères du sol acheuléen supérieur et des couches qui l'encadrent. L'ensemble de ces arguments nous conduit à établir pour le Garbien ou Pléistocène moyen, la succession stratigraphique des niveaux pollinifères donnée sur la fig.43. Cette succession stratigraphique définit l'échelle chronologique selon laquelle est envisagée l'évolution des microflores polliniques d'âge Pléistocène moyen.

La corrélation stratigraphique précise entre les niveaux à pollens d'âge Pléistocène moyen des coupes de Garba et de Gomboré est plus délicate à établir. Nous proposons une situation possible de ces niveaux sur la fig.44. Les spectres polliniques des coupes de Kella ne peuvent pas être actuellement raccordés au schéma proposé de l'évolution des microflores du Pléistocène moyen à Garba.

Des spectres polliniques pour des niveaux d'âge Pléistocène supérieur ou Tabellien ont été trouvés dans la seule coupe de Kella IV. La succession stratigraphique des niveaux K.302,K.303,K.305 de la fig.33 est celle des microflores polliniques d'âge Pléistocène supérieur.

Les spectres polliniques obtenus à partir de l'analyse d'un échantillon de l'argile brune montmorillonitique du vertisol et des poupées calcaires qu'il contient fournissent, à quelques réserves près, l'image de la flore holocène de la région.

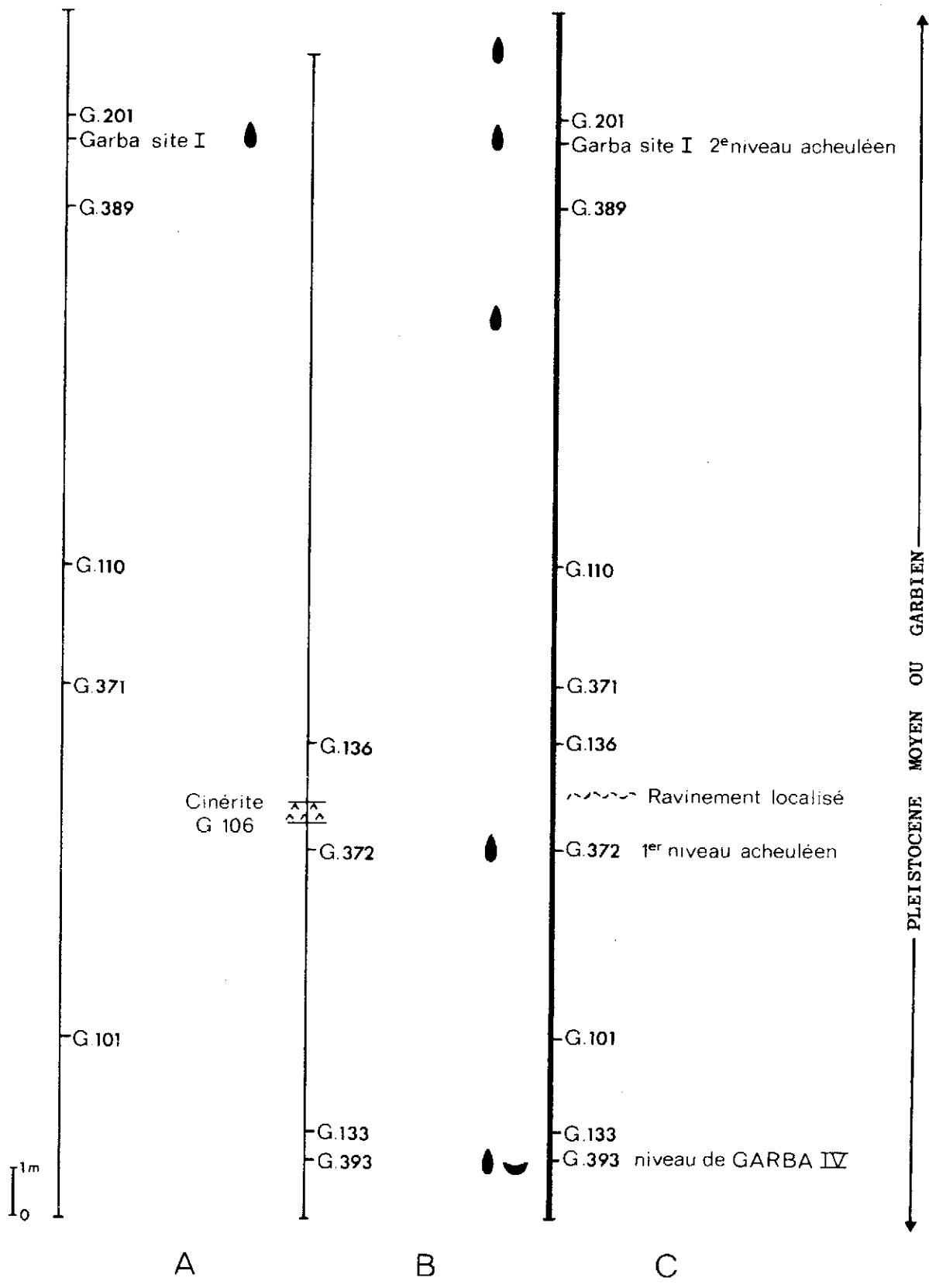
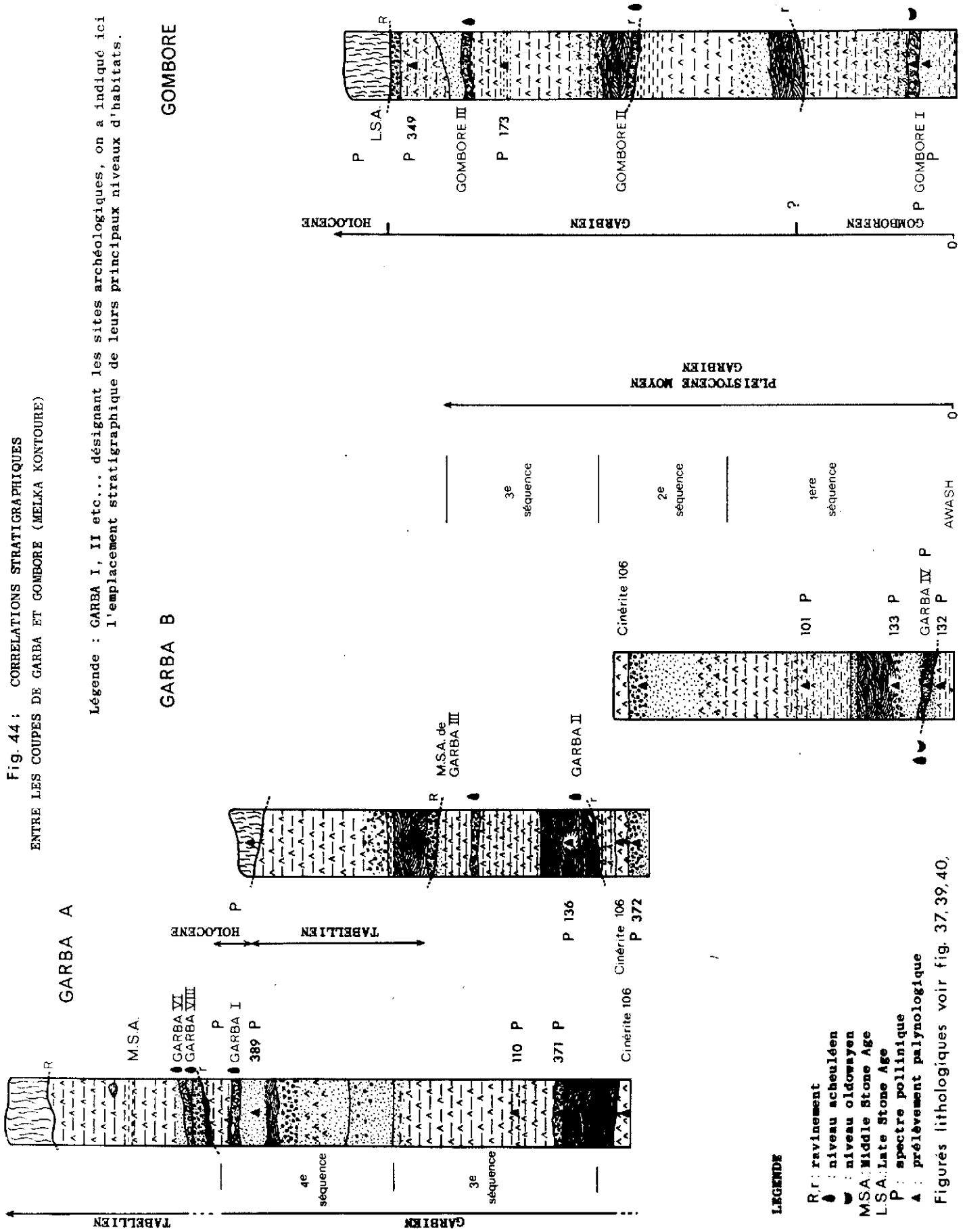


Fig. 43 : SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE DES NIVEAUX RICHES EN POLLENS DU PLEISTOCENE MOYEN: A, COUPE DE GARBA A ; B, COUPE DE GARBA B ; C, SYNTHÈSE DES DEUX COUPES.
 NB: La distance entre les prélèvements correspond à l'épaisseur des couches

Fig. 44: CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES
ENTRE LES COUPES DE GARBA ET GOMBORE (MELKA KONTOURE)



II - D E F I N I T I O N S P R E L I M I N A I R E S

Critère de présence des taxons

Ainsi que l'a souvent exprimé Madame M. VAN CAMPO, les conclusions tirées de la Palynologie sont basées sur des critères de présence des espèces ou des taxons. On devra se garder de déduire quelque argument que ce soit de l'absence d'un taxon dans un spectre pollinique. L'absence du pollen d'un genre ou d'une espèce ne signifie pas forcément l'absence du taxon dans la végétation à l'époque considérée. De multiples phénomènes en relation, soit avec la production pollinique, soit avec la dispersion, soit avec la fossilisation, peut être responsables ultérieurement de l'absence du pollen dans les sédiments. Lorsque les études de palynologie stratigraphique ont atteint un stade avancé (nombreux gisements et niveaux étudiés comportant une quantité considérable de spores ou de pollens observés), comme c'est le cas pour la Palynologie du Primaire ou de l'étage carbonifère, le critère d'absence d'une espèce morphologique, peut être défini statistiquement. Des conclusions stratigraphiques peuvent être déduites de l'absence de cette espèce. Les recherches en Palynologie africaine, particulièrement celles entreprises en Ethiopie, n'ont pas encore atteint ce stade.

Nos conclusions seront donc basées sur les caractéristiques des végétations établies d'après les microflores fossiles déterminées. Cela postule, bien entendu, que la destruction au cours de la fossilisation, si elle a pu intervenir pour certains pollens plus ou moins fragiles par exemple, n'est pas sélective en ce qui concerne tout un ensemble de taxons représentatifs d'une formation végétale donnée (1). L'interprétation des résultats et les conclusions tirées sont déduites de la présence des taxons repérés dans les différents spectres polliniques et de leur regroupement selon des ensembles représentatifs d'associations végétales dans lesquelles ces taxons sont actuellement connus.

(1) Ce postulat est celui sur lequel repose toute reconstitution paléontologique et paléoécologique des époques passées.

III - EVOLUTION DES MICROFLORES FOSSILES

A. - M I C R O F L O R E S D U P L E I S T O C E N E I N F E R I E U R

Sur l'ensemble des analyses effectuées sur les coupes de la Haute Vallée de l'Awash, nous avons mis en évidence quatre spectres polliniques pour des niveaux d'âge pléistocène ancien. Le premier spectre pollinique correspond au niveau oldowayen GOMBORE I C, trois spectres polliniques ont été obtenus pour le sol d'habitat oldowayen GOMBORE I B, un spectre de 25 pollens a été mis en évidence dans la coupe de Garba B (échantillon G.132).

L'étude typologique des industries ainsi que celle de la faune qui les accompagne permettent d'attribuer à ces niveaux, et par conséquent aux microflores qu'ils contiennent, un âge antérieur au million d'années (J. CHAVAILLON, voir chapitre Géologie de Melka Kontouré).

La proximité des couches dans lesquelles ont été prélevés les échantillons à pollens nous permet de comparer ces microflores entre elles.

Un certain nombre de caractères communs aux microflores du Pléistocène ancien ressortent de la comparaison des pourcentages des différents pollens: Graminées, pollens arborescents, par rapport au nombre total de pollens comptés. Ces pourcentages sont donnés dans le tableau 85 pour deux niveaux. Le nombre de pollens, inférieur à 100, n'autorise pas ce calcul pour l'échantillon G.132.

Dans le tableau 86, les éléments de la forêt d'altitude comprennent les arbres, arbustes, desquels sont exclus Clematis, Dodonaea viscosa, Heteromorpha.

a - LE POURCENTAGE DES GRAMINEES

Dans tous les spectres polliniques des niveaux d'âge Pléistocène ancien, le pourcentage des Graminées oscille autour de la même valeur de l'ordre de 62% (tableau 85). Ce pourcentage, élevé par rapport aux résultats des analyses polliniques d'échantillons de surface, est plus important que celui obtenu pour le fourré du Mont Wochacha. Il faut donc supposer que la végétation autour de Melka Kontouré à l'époque du Pléistocène ancien était moins arborée que le fourré montagnard actuel du Wochacha. Le développement d'un tapis graminéen dense lié localement aux berges de la rivière pourrait expliquer l'importance des pollens

ELEMENTS ARBORESCENTS	Niveaux oldowayens		G. 132	
	GOMBORE IC	GOMBORE IB		
Podocarpus cf. gracilior	+++++++ (19)	+++++ (11)	++	
Juniperus cf. procera		+++++++ (64)		
Juniperus ?	+++	+++++++ (36)		
Olea sp.		+		
cf. Oleaceae		+		
cf. Hypericaceae		+		
cf. Polyscias ferruginea		++		
Anthospermum		+++		
Myrica cf. kandtiana		+		
Dodonaea viscosa	+	+		+
cf. Carissa		+		
Heteromorpha		+		
Clematis sp.	+++++++ (18)	+		

TABLE. 86 : EVOLUTION DE LA COMPOSITION TAXONOMIQUE DES ELEMENTS ARBORESCENTS DES MICROFLORES
DU PLEISTOCENE INFERIEUR (MELKA KONTOURE, ETHIOPIE)

Age	Couche	Total des pollens comptés	POURCENTAGES				AP	
			Graminées T	AP T	Eléments de la forêt d'altitude T	Podocarpus T	T - Podo- carpus	
PLEISTOCENE INFÉRIEUR	Niveau oldowayen GOMBORE IB	456	63,5	27,5	$\frac{123}{456}$ 26,9	8,8	$\frac{114}{445}$ 25,6	
	Niveau oldowayen GOMBORE IC	140	61,4	29,2	$\frac{22}{140}$ 15,7	13,5	$\frac{22}{121}$ 18,1	

TABLE. 85 : COMPARAISON DES POURCENTAGES DE DIVERS ELEMENTS DANS LES MICROFLORES
d'AGE PLEISTOCENE INFÉRIEUR

de Graminées dans les vases fluviatiles, le fourré avoisinant étant alors aussi boisé que celui du Wochacha.

Les éléments arborescents sont abondants: ils représentent 27 à 29% du total des pollens comptés. Ils sont constitués principalement par les pollens de genévriers, dont le nombre élevé traduit la caractéristique principale des microflores du Pléistocène ancien de Melka Kontouré.

b - L'ABONDANCE DES GENEVRIERS

L'abondance des genévriers est un fait remarquable des spectres polliniques du niveau oldowayen GOMBORE I B. Les pollens de Juniperus ont été trouvés dans le niveau GOMBORE I C que précède GOMBORE I B. Mais seul le spectre de synthèse GOMBORE I B contenant plus de 100 pollens d'arbres permet d'approfondir la signification de leur présence. En effet, dans ce spectre (tableau 76), les pollens de genévriers représentent 80% des pollens d'arbres. On peut exclure du total des pollens comptés les Graminées à cause d'une éventuelle sur-représentation locale et les Podocarpus à cause de leur possibilité de dissémination. Les pollens de genévriers représentent alors 42,6 à 66% du total des pollens (Podocarpus + Graminées exclus). La similitude de l'ordre de grandeur de ces valeurs avec celles données pour le spectre pollinique actuel de la forêt sèche sempervirente à genévriers du Zuquala et du Wochacha devient alors frappante (tableaux 5,6 et 13).

Dans les vases actuelles de la mare de Melka Kontouré (tableau 1) on compte 1,5% de pollens de genévriers provenant d'une forêt située à 30 km environ. La comparaison de ce pourcentage avec celui, beaucoup plus élevé, du spectre pollinique du niveau oldowayen permet d'envisager la présence de la forêt à proximité, peut-être à quelques kilomètres, de Melka Kontouré. La liane attribuée à une plante de la famille des Caesalpiniacées (J.CHAVAILLON et J.C.KOENINGER,1970), rapportée sur le sol d'habitat par les hommes oldowayens, aurait donc été cueillie à proximité.

De même, le rapport entre le nombre de pollens de Podocarpus et celui des pollens de Juniperus se comprend bien dans le cadre d'une localisation toute proche de la forêt. En effet, dès qu'on s'éloigne de celle-ci, le nombre des pollens de Podocarpus augmente. Ce rapport est le même dans le cas de l'échantillon de surface de la forêt du Wochacha et dans le spectre du niveau oldowayen.

		Forêt du Wochacha	Forêt Zuquala	Spectre du niveau oldowayen
Rapport	<u>Nombre de pollens de genévriers</u>	8,4	15,1	9,0
	<u>Nombre de pollens de <u>Podocarpus</u></u>			

En conclusion, nous considérons donc que le spectre pollinique de l'habitat oldowayen traduit l'image de la forêt sèche sempervirente de montagne. Cette forêt ne devait pas occuper le site même de Melka Kontouré, qui était vraisemblablement découvert et ressemblait à un fourré avec de grandes clairières, mais les hauteurs avoisinantes. On peut alors envisager que les conditions d'établissement de la forêt à genévriers telles qu'elles ont été données par G.NEGRI(1913): température moyenne élevée durant la période végétative, humidité permanente, air calme et humide spécialement pendant la saison froide, sont celles qui existaient dans la région de Melka Kontouré à l'époque du Pléistocène ancien.

De l'échantillon G.393, qui a été prélevé dans le niveau archéologique de GARBA IV, a été extraite une microflore pollinique qui montre plus d'affinités avec les microflores du Pléistocène moyen qu'avec celles du Pléistocène ancien. Cet argument palynologique vient corroborer les arguments préhistoriques et stratigraphiques qui conduisent à considérer les niveaux archéologiques de GARBA IV et GOMBORE I comme étant d'âges différents.

B.- M I C R O F L O R E S P O L L I N I Q U E S D U P L E I S T O C E N E M O Y E N

Pour les formations d'âge pléistocène moyen des coupes de Garba (Melka Kontouré), des spectres polliniques comptant entre 100 et 1.000 pollens ont été obtenus pour 10 niveaux stratigraphiques distincts. Les considérations d'ordre géologique et stratigraphique, jointes aux arguments basés sur les données préhistoriques exposées au chapitre précédent, ont permis d'établir la succession chronologique indiquée sur la fig.43, schéma C.

1 - CARACTERISTIQUES COMMUNES DES MICROFLORES D'AGE PLEISTOCENE MOYEN

Les valeurs des pourcentages de Graminées, des éléments arborescents, des arbres de la forêt d'altitude, des Podocarpus, calculées par rapport au nombre total des pollens comptés, sont indiquées dans le tableau 86.

Deux caractères principaux ressortent immédiatement de la lecture de ce tableau: la valeur toujours élevée du pourcentage des Graminées et les valeurs variables du pourcentage des éléments arborescents.

a - ABONDANCE DES GRAMINEES

Dans les différents spectres du Pléistocène moyen, les valeurs des pourcentages de Graminées sont comprises entre 60 et 93,6%. De manière générale, ces pourcentages sont donc supérieurs à ceux établis pour les échantillons de surface actuels au lieu même du site de Melka Kontouré (tableau 86). Dans le même tableau, les valeurs des pourcentages de Graminées, éléments arborescents etc.. dans les vases actuelles de la rivière Awash sont données pour comparaison.

b - VARIABILITE DU POURCENTAGE DES ELEMENTS ARBORESCENTS

Le calcul du pourcentage n'étant pas effectué à partir du même total de pollens comptés, la précision obtenue est plus grande pour un spectre riche de 1.000 pollens, que pour un spectre où 100 pollens seulement ont été comptés. La valeur calculée du pourcentage est affectée de l'erreur (± 2); on obtient ainsi les limites dans lesquelles se situe la valeur vraie du pourcentage.

Les études sur la sédimentation pollinique actuelle ont montré la validité du rapport AP/T dans l'interprétation des spectres polliniques des différentes formations de la région. Nous pouvons donc considérer que les variations quantitatives enregistrées sur le pourcentage des éléments arborescents sont significatives de variations dans la composition de la végétation.

Les études sur la sédimentation pollinique actuelle ont également permis de montrer que les pollens dont les pourcentages sont les plus élevés dans le spectre indiquent les éléments de la végétation qui existent à l'emplacement même du site étudié.

Les observations géologiques et sédimentologiques ont établi que les spectres polliniques fossiles analysés résultent de conditions de sédimentation des pollens analogues à celles du dépôt des pollens dans les vases actuelles de la rivière Awash. Celle-ci, d'autre part, enregistre la pluie pollinique de tout le bassin de la haute vallée de l'Awash. Nous en déduisons que les variations de composition floristique inscrites dans les spectres polliniques fossiles de la région de Melka Kontouré traduisent les changements survenus dans l'ensemble de la végétation à Melka Kontouré et en amont, dans le bassin (1) de la vallée de l'Awash.

Conclusion

Les caractéristiques principales des spectres polliniques des niveaux pléistocènes moyen peuvent être traduites en termes de végétation de la manière suivante :

(1) Au sens géographique du terme.

Echantillon			Nbre total de pollens comptés	% Graminées Total	%A.P. Total ± 2 σ	% Eléments d'altitude / Total	% Podocarpus / Total
AGE	Nature	Numéro					
ACTUEL	vases Aouache		3.000(env)	56%	17%		9,1%
PLEISTOCENE MOYEN	argile brune	G201	171	87,8%	5,8% ± 3,5%	5,2%	0%
	sol de fouille	Garba site I	671	82,7%	10 % ± 2,3%	8,0%	4,3%
	sables fluviati- -les	G389	110	60,9%	(28,2%) 13,6%±5,4	13,6%	10,9%
	Argile tufacée	G110	716	75,7%	14,9% ± 2,6%	13,8%	4,6%
	Sables et graviers	G371	423	69,3%	22,7% ± 4%	21,7%	2,4%
	Sables ocres	G136	1.000	77%	14,3% ± 2,2%	13%	3,7%
	Sables et graviers	G372	1.084	93,6%	2,8% ± 1%	2,7%	0,74%
	Sables argileux	G101	217	76,9%	5,0% ± 2,9%	5%	2,8%
	Sables et graviers	G133	113	77%	12,4% ± 6,2%	9,7%	0%
	Argile manganifère	G393	111	86,5%	1,8% ± 5%	1,8%	0,9%

Tabl 86bis : Résultats palynologiques des échantillons de Garba,
site de Melka-Kontouré (ETHIOPIE)

1° - La permanence et la valeur élevée des pourcentages de Graminées traduisent la persistance, localement, à l'endroit des coupes étudiées, c'est-à-dire à l'emplacement actuel du site archéologique de Melka Kontouré, d'une végétation ouverte type savane arborée d'altitude ou fourré clairsemé.

2° - Les variations du pourcentage des éléments arborescents sont le reflet de variations dans la composition des associations végétales de l'ensemble du bassin amont de la haute vallée de l'Awash.

Pour comprendre et interpréter ces variations, nous devons regarder un peu plus attentivement la composition qualitative des éléments arborescents, dans chacune des microflores d'âge différent, et considérer la morphologie du bassin actuel de la haute vallée de l'Awash.

2 - EVOLUTION DE LA COMPOSITION TAXONOMIQUE DES ELEMENTS ARBORESCENTS DES MICROFLORES DU PLEISTOCENE MOYEN

Les variations de la composition floristique des éléments arborescents des microflores d'âge pléistocène moyen sont indiquées sur le tableau 87. Pour ce tableau les différents niveaux sont indiqués, de bas en haut, dans l'ordre de la succession stratigraphique de la fig.44

L'emplacement très voisin des deux coupes de Garba où ont été prélevés les échantillons qui ont donné ces microflores, les corrélations stratigraphiques précises effectuées (fig.44), les conditions de sédimentation homogènes et communes aux deux coupes, nous autorisent à regrouper sur une seule et même liste l'ensemble des taxons déterminés dans les spectres polliniques du Pléistocène moyen. Il est nécessaire de s'assurer que ces conditions préalables sont effectivement remplies avant de regrouper les taxons. En effet, les paysages végétaux existant déjà au Quaternaire, en regroupant des microflores qui auraient pu s'être déposées dans des conditions différentes, on pourrait être amené à interpréter, en tant que variations climatiques, des variations floristiques qui traduisent l'existence de paysages végétaux distincts en différents endroits. Il est indispensable de s'assurer, avant toute comparaison, que les spectres polliniques correspondent bien à l'évolution du même groupement végétal au même endroit. On est alors assuré que le facteur temps est la seule variable intervenue. L'évolution des microflores est envisagée ici dans l'ordre de la succession chronologique établie d'après les données de la stratigraphie.

Dans les niveaux de base (G.393) qui correspondent à la première séquence du cycle garbien, les deux seuls taxons arborescents connus sont Podocarpus cf. P. gracilior et Myrsine cf. M. africana.

Au niveau des sables à stratifications entrecroisées (G.133) qui surmontent le niveau archéologique de GARBA IV, on note la présence de Celtis, de Trema, des Ulmacées et de Myrica cf. M. kandtiana que l'on pourrait interpréter comme traduisant l'apparition d'une végétation riveraine.

L'argile cinéritique qui succède (G.101) laisse pressentir un dépôt d'apport de la forêt d'altitude qui se traduit, dans le spectre, par les pollens de Podocarpus et de Syzygium.

Les sables et graviers (G.372), légèrement ocres, qui précèdent le dépôt de la cinérite (G.106), malgré un spectre très riche en pollens (plus de 1000), montrent très peu de taxons arborescents. Seuls les pollens dispersés de Podocarpus témoignent de la forêt de montagne, sans doute lointaine. Le fourré présent localement montre les arbustes de Dodonaea viscosa assez abondants. La forêt riveraine se maintient, enrichie des Myrtacées et de Salix.

Au niveau des sables à stratifications entrecroisées (G.136) qui surmontent le deuxième niveau acheuléen, les éléments arborescents indiquent :

- une végétation riveraine où les Celtis sont plus denses et qui s'est enrichie de la présence de Faidherbia albida, Acacia que l'on peut considérer comme un bon indicateur de milieu humide au moins localement;

- un fourré d'altitude, relativement dense. Le fort pourcentage des Dodonaea viscosa indique leur présence, au lieu même du site étudié. Avec Rhus et Myrsine africana et Jasminum bien représentés, on peut imaginer la végétation autour de Melka Kontouré comme celle du fourré qui a été photographié sur le Mont Wochacha (pl. II);

- une image de la forêt d'altitude qui se complète avec l'apparition des Oléacées: Olea africana et Olea hochstetteri, de Myrica salicifolia.

Au niveau des sables grossiers légèrement ferruginisés (G.371), les cortèges floristiques des trois formations végétales mis en place précédemment se confirment. Celtis et Pterolobium stellatum traduisent la végétation riveraine. La forêt d'altitude s'est enrichie d'Euclea, de Syzygium mais surtout de Bosqueia, Pygeum qui lui confèrent un caractère plus humide. Le fait remarquable de ce spectre est la présence en nombre important des pollens de génévriers. La forêt est moins lointaine. Elle s'est enrichie d'espèces plus humides.

Au niveau des tufs cinéritiques épais (G.110), le caractère plus humide de la forêt est attesté par la présence de Macaranga, l'abondance des Ebénacées représentées par plusieurs genres et espèces ainsi que par celle des Myrtacées. Aux éléments de la forêt s'ajoutent ceux du fourré d'altitude. Leur liste est presque aussi complète que celle donnée pour le fourré du Wochacha au chapitre environnement botanique. L'apparition d'Hagenia abyssinica, des Hypericacées, de Vernonia, de Rosa abyssinica témoigne, pour la première fois, de la végétation de la limite supérieure de la forêt ("Tree line").

Au niveau des sables à stratifications entrecroisées (G.389), la liste des taxons arborescents a considérablement diminué. Bien entendu, il faut tenir compte, pour l'interprétation du spectre de ce niveau, que 110 pollens seulement ont été comptés. C'est pourquoi il convient de regarder dès maintenant le spectre pollinique qui le surmonte.

Au niveau du sol acheuléen supérieur de GARBA I correspond un spectre pollinique d'environ 700 pollens. Malgré ce nombre élevé de pollens comptés, le nombre de taxons arborescents est considérablement réduit. Les pollens de Podocarpus et d'Olea facilement dispersés indiquent que la forêt s'est éloignée. Dodonaea viscosa ainsi que Brucea antidysenterica traduisent la végétation de la partie inférieure du fourré (voir tableau sur la représentation pollinique d'échantillons de surface actuels du Wochacha). La végétation arborée du bord de la rivière contient toujours Celtis. L'apparition de Combretum apparenté à l'espèce lepidotrum, connue sur les bords du lac Zwaï, à 1500 m d'altitude, est à noter. Ces tendances vers une sécheresse accrue sont confirmées par le spectre pollinique de l'argile qui surmonte le niveau acheuléen supérieur de GARBA I.

3 - EVOLUTION DE LA COMPOSITION DE LA STRATE GRAMINEENE

Le travail réalisé sur la taille des pollens de Graminées actuelles (chapitre "Composition taxonomique des microflores fossiles") a permis de montrer que l'on pouvait, très schématiquement, attribuer les pollens de petite taille aux Eragrostideae et Sporoboleae, les pollens de grande taille, aux Andropogoneae. Une tentative d'application de ces résultats à l'interprétation de la composition des Graminées fossiles a été envisagée.

Les spectres polliniques des niveaux du Pléistocène moyen contiennent un nombre suffisamment élevé de pollens de Graminées pour que 100 mesures du diamètre maximum puissent être effectuées. Les valeurs de ces mesures ont été regroupées par classes de 5 microns (1). La fig.46 représente les histogrammes de fréquence

(1) Des classes d'un ordre de grandeur inférieur à 5 μ ne permettent pas d'éliminer les variations secondaires liées au milieu de montage, variations géographiques etc...

Eléments arborescents des forêts d'altitude et riveraine	QUATERNAIRE MOYEN										
	Garba 393	Garba 133	Garba 101	Garba 372	Garba 136	Garba 371	Garba 110	Garba 389	Garba site I	Garba 201	
Bosqueia sp.						++					
cf. Pygeum africanum						+					
Macaranga lophostigma	+		+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++		
Podocarpus cf. gracillior					(27)	(10)	(33)	(12)	(29)		
cf. Schefflera						+++++					
Juniperus cf. J. procera						+++++					
Hagenia abyssinica						(27)					
Olea cf. O. africana					++	++	++				
Olea cf. O. welwitschi					+	+	+				
Olea cf. O. hochstetteri					++	+	+				
Olea sp.					+++	+	+				
Oleaceae					+++						
Jasminum					+++						
Anthospermum					+++						
Rhus cf. R. abyssinica					+++						
Rhus sp.					+++						
Clematis cf. C. hirsuta					+++						
Dodonaea viscosa	+++		+++++	+++++(13)	+++++	+++++	+++++	+++++(16)	+++++(17)	+++++	
Vernonia sp.					+++++(62)						
Catha cf. C. edulis											
Euclea cf. E. microcarpa				++		++					
Euclea sp.											
Ebenaceae											
Syzygium guineense											
Syzygium sp.											
cf. Eugenia						++					
Myrtaceae											
Celtis cf. C. Kraussiana											
Celtis sp.	+++					++++					
cf. Trema	+++										
Ulmaceae	++										
Alysicarpus cf. A. africana											
Myrica cf. M. Kandiana											
Myrica cf. M. salicifolia											
Rapanea										+++	
Myrsine cf. A. africana											
Myrsinaceae											
Hypericum cf. H. revolutum											
Hypericum sp.											
Rosa abyssinica											
Brucea sp.											
Combretum											
Combretaceae/Melastomaceae											
Pterobium stellatum											
Caesalpinaceae											
Salix											
Faidherbia albida											
Ricinus communis											
Total des pollens comptes	111	113	227	1084	1000	423	716	110	571	171	

Tabl. 87: EVOLUTION DE LA COMPOSITION TAXONOMIQUE DES ELEMENTS ARBORESCENTS (SAVANE EXCLUE) DES MICROFLORES DU PLEISTOCENE MOYEN (GARBA, MELKA KONTURE).

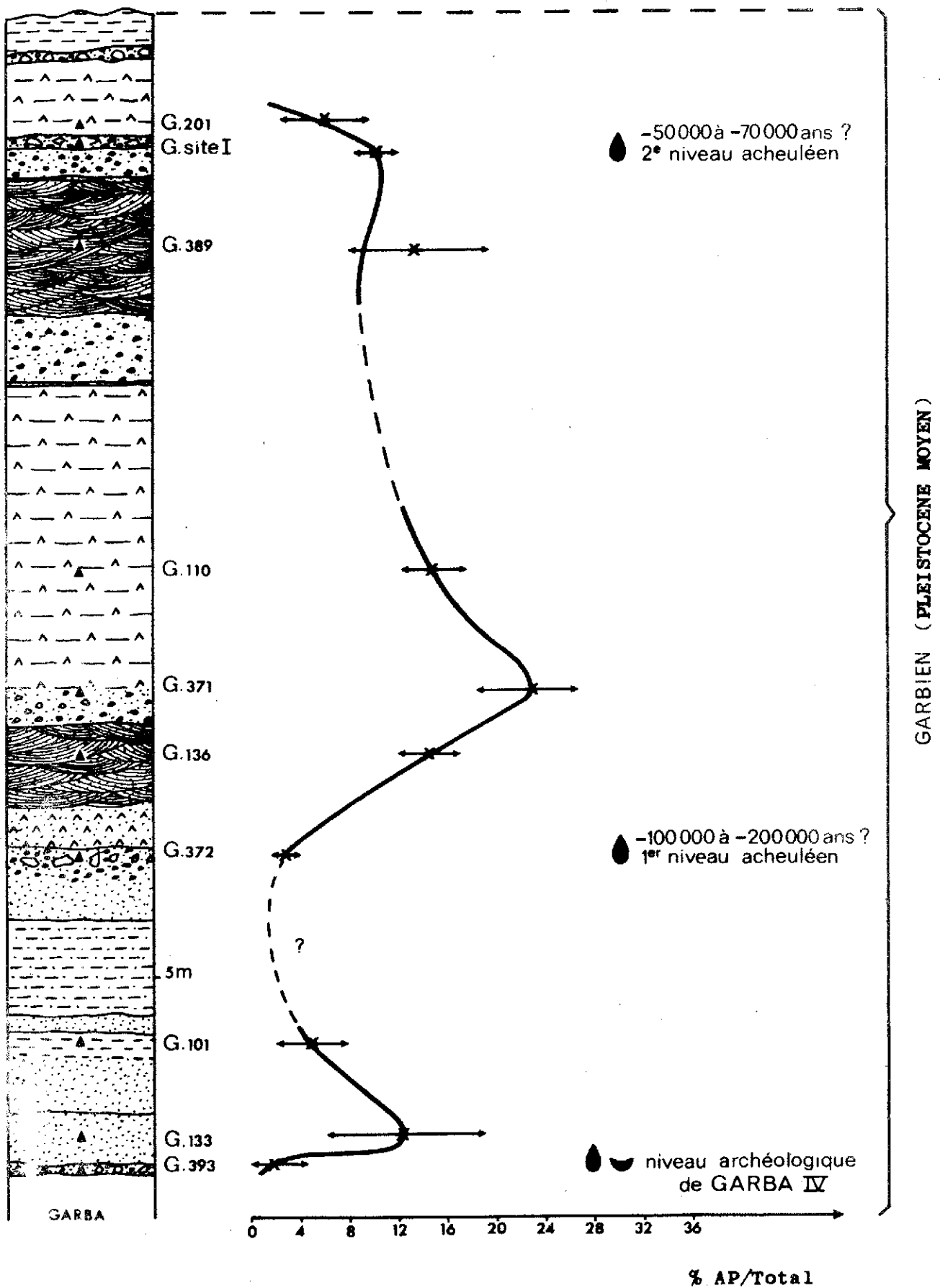


Fig.45 : Courbe traduisant les variations climatiques du Quaternaire moyen de Garba, (Melka-Konturé), d'après les résultats palynologiques actuels.

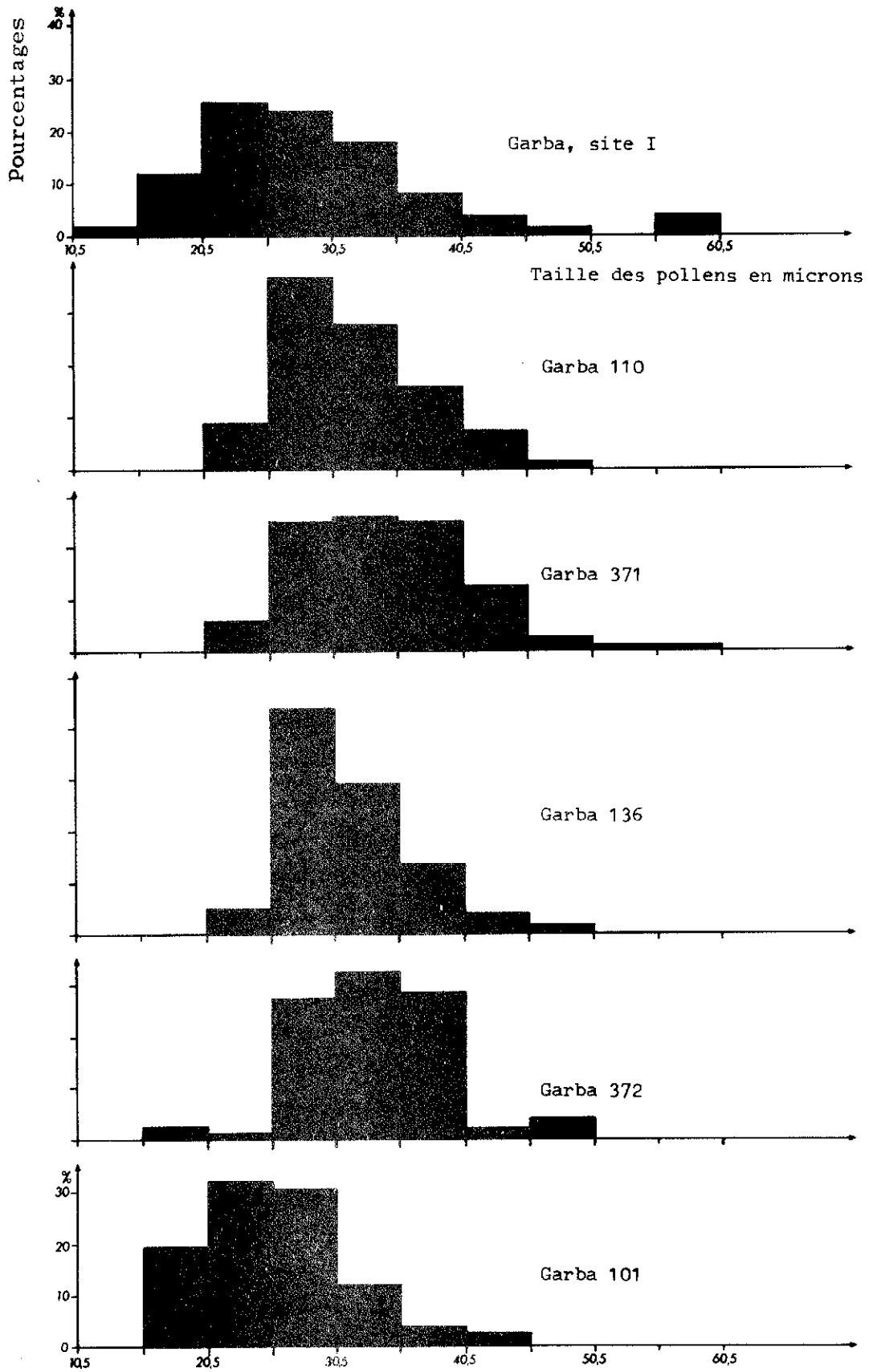


Fig.46 : Variations de la taille des Graminées dans les échantillons du Pléistocène moyen de Garba (100 mesures)

tracés d'après les pourcentages de chacune des classes. Chaque histogramme correspond aux échantillons qui ont permis de rassembler plus de 100 mesures. Ils ont donc été établis pour six des dix microflore obtenues pour la période du Pléistocène moyen. Si l'on tient compte de la diminution de taille subie par les pollens fossiles à la suite du traitement des sédiments par l'acide fluorhydrique notamment, on doit augmenter chacun des mesures de diamètre de 3 à 5 μ environ. Les histogrammes de la fig.46 doivent être décalés d'une classe vers la droite pour pouvoir être comparés aux histogrammes du tableau 32 hors texte, établis de la même manière pour les Graminées contenues dans les échantillons de surface.

Ces histogrammes sont extrêmement délicats à interpréter. Ils correspondent vraisemblablement à des mélanges de genres et d'espèces extrêmement divers puisque, dans les sédiments, se trouvent rassemblées les Graminées de groupements de montagne différents. D'autre part, le travail morphologique préliminaire, effectué sur les 66 espèces de Graminées actuelles, est loin d'être exhaustif en ce qui concerne toutes les espèces de la région; cependant il n'est pas possible d'envisager de le compléter dans le cadre de ce travail. Nous réserverons donc pour une étape ultérieure l'interprétation approfondie des résultats illustrés par la fig.46 mais nous pouvons néanmoins souligner quelques faits.

Les histogrammes construits d'après les pourcentages des tailles des pollens de Graminées, pour les spectres des niveaux du Pléistocène moyen, ne sont pas directement superposables. Les différences enregistrées montrent notamment des changements marqués au niveau de la position des classes modales (1), qui varie d'un spectre à l'autre. Les classes modales reflètent des pourcentages correspondant aux espèces les plus abondantes. Par exemple, les pourcentages les plus élevés correspondent, dans le cas de l'échantillon G.101, aux tailles de 20 à 30 μ (tailles réelles de 25 à 35 μ); dans le cas de l'échantillon G.372, aux tailles de 30 à 45 μ etc..

Les différences entre les histogrammes résident également dans l'étalement de ceux-ci du côté des valeurs extrêmes: l'histogramme des Graminées du spectre de G.136 est beaucoup moins étalé que l'histogramme correspondant au spectre de GARBA 1. L'histogramme du niveau archéologique acheuléen supérieur montre un développement des pollens de 55,5 à 66,5 microns (taille réelle 60 à 65 μ) qui le distingue nettement des autres histogrammes.

(1) Les classes pour lesquelles les pourcentages les plus élevés sont enregistrés.

Les échantillons G.136, G.371 et G.110, qui montrent le plus de caractères communs dans la composition des microflores arborescentes, sont aussi ceux pour lesquels les histogrammes de la taille des Graminées sont les plus voisins. Nous pouvons très schématiquement résumer ces quelques observations en disant que les histogrammes donnant la répartition par classes de taille des pollens de Graminées traduisent des variations incontestables de la composition des groupements herbacés de la végétation au Pléistocène moyen.

Les changements pressentis dans la flore graminéenne s'ajoutent aux changements quantitatifs et qualitatifs déjà mis en évidence dans les éléments arborescents des microflores du Pléistocène moyen de la haute vallée de l'Awash.

C. - M I C R O F L O R E S D U P L E I S T O C E N E S U P E R I E U R

Sur l'ensemble des analyses polliniques effectuées sur les coupes de la région de Melka Kontouré, seuls les échantillons de la coupe de Kella IV ont permis de mettre en évidence des spectres polliniques pour des niveaux d'âge pléistocène supérieur. En abordant ici la synthèse des résultats, nous ne reviendrons pas sur les caractéristiques principales de ces spectres qui ont été définies dans le chapitre précédent (Palynologie quaternaire, coupe de Kella IV). Nous allons considérer, globalement, la composition taxonomique des éléments arborescents et comparer les divers pourcentages: Graminées, pollens arborescents, Podocarpus etc.. à ceux des microflores antérieures.

1 - C A R A C T E R E S G E N E R A U X

Les spectres polliniques des niveaux du Pléistocène supérieur montrent des pourcentages de Graminées variant de 40,3 à 67,2%, qui sont nettement inférieurs à tous ceux établis dans les spectres polliniques du Pléistocène moyen (à l'exclusion de celui de l'échantillon G.389). De telles valeurs du pourcentage des Graminées ont été trouvées dans les spectres polliniques actuels de la forêt du Zuquala.

Inversement, les pourcentages des pollens arborescents compris entre 21,7 et 43,1% sont égaux ou supérieurs aux pourcentages les plus élevés déterminés dans les niveaux du Pléistocène moyen (de 1,8 à 22%). La comparaison quantitative

des éléments arborescents et herbacés des spectres du Pléistocène supérieur avec ceux du Pléistocène moyen fait apparaître une nette régression de la végétation graminéenne au profit des arbres et arbustes.

La végétation de la haute vallée de l'Awash à l'époque de la mise en place des formations tabelliennes ou pléistocène supérieur était nettement plus boisée qu'à l'époque du Pléistocène moyen.

2 - LES ELEMENTS ARBORESCENTS

La liste des taxons arborescents (51) déterminés dans les microflores du Pléistocène supérieur est à peine plus longue que celle de tous les taxons déterminés dans les niveaux du Pléistocène moyen (49): comparer les tableaux 88 et 87. Cependant, comme les éléments arborescents ont été déterminés dans dix niveaux riches du Pléistocène moyen et trois niveaux seulement du Pléistocène supérieur, il nous paraît préférable de comparer les spectres du Pléistocène supérieur au spectre du Pléistocène moyen le plus abondant en nombre de pollens et en nombre d'éléments arborescents.

a - COMPARAISON AVEC LES MICROFLORES DU PLEISTOCENE MOYEN

La liste des arbres et arbustes des tableaux 87 et 88 comporte sensiblement les mêmes taxons. La composition de la flore du bassin de la haute vallée de l'Awash n'a pas subi, entre le Pléistocène moyen et le Pléistocène supérieur, de modification qualitative importante. On note, il est vrai, l'absence dans les spectres pléistocènes supérieurs de Bosqueia, Macaranga, Pygeum, Schefflera. Ces quatre taxons ont en commun d'être les constituants les plus fréquents d'un type de forêt plus humide que la forêt à genévriers. Il est assez frappant de remarquer qu'ils manquent tous les quatre à la fois. Cependant aucune conclusion ne peut être véritablement déduite de ce fait: les pollens de Bosqueia et de Pygeum sont difficiles à déterminer, celui de Macaranga est très petit, seul Schefflera est bien caractérisé mais il semble avoir une faible production pollinique. Les analyses d'échantillons de surface actuels n'ont pas révélé sa présence dans le spectre de la forêt du Wochacha (tableau 5) alors qu'il est cité dans cette même forêt par W.E.M. LOGAN (1946, tableau VII).

b - PRESENCE DE LA FORET A GENEVRIERS

L'ensemble des pollens des constituants de la forêt sempervirente de montagne, Juniperus, Olea, Podocarpus, Hagenia, représente, dans le spectre K.302

Eléments arborescents	K. 302	K. 303	K. 305
Ericaceae	3	5	-
Podocarpus cf. P. gracilior	113	86	8
Juniperus cf. J. procera	7	131	1
Olea africana	3	38	1
Olea type O. hochstetteri	4	0	2
Olea sp.	1	1	-
Oleaceae	3	-	-
Hagenia abyssinica	2	13	-
Ekebergia rueppeliana	+	-	-
Hypericum	5	-	-
cf. Rapanea	2	2	2
Myrsine africana	3	15	9
Myrica salicifolia	+	1	-
Clematis	3	-	-
Rhus sp.	1	5	-
Rutaceae type Coleonema	3	-	-
cf. Teclea	1	-	-
Celastraceae	1	-	-
Cassine aethiopica	1	-	-
Syzygium sp.	2	14	1
Ebenaceae	2	6	-
cf. Royena	+	-	-
Euclea cf. E. lanceolata	4	-	-
cf. E. schimperi	2	-	-
Maba cf. M. abyssinica	1	-	-
Celtis	5	10	1
Buddleia sp.	1	-	1
Apocynaceae	1	-	-
cf. Hunteria	6	-	-
Carissa edulis	7	-	-
Pterolobium stellatum	2	-	-
Papilionaceae	1	-	1
cf. Alysicarpus africana	3	-	-
Capparaceae (Capparis, Cadaba exclus)	3	1	-
Ehretia	+	-	-
Dodonaea viscosa	21	75	10
cf. Combretaceae	-	1	2
Sapotaceae (cf. Manilkara ou Sideroxylon)	-	2	-
cf. Sapium	-	1	-
Dombeya cf D. schimperiana	-	1	-
Piliostigma thonningii	-	1	-
cf. Nuxia	-	1	-
cf. Rhynchosia	-	1	-
cf. Erythrina	-	1	-
Anthospermum	-	1	-
Celastraceae cf. Catha	-	3	-
Clutya	-	1	-
Clematis	-	2	-
Salix cf. S. subserrata	-	1	-
Myrica kilimandscharica	-	1	-
Urticaceae	-	-	1
Parkinsonia	-	-	1
Total des pollens comptés	1000	1000	109

TABL. 88 : EVOLUTION DE LA COMPOSITION DES ELEMENTS ARBORESCENTS DES MICROFLORES
DU PLEISTOCENE SUPERIEUR (Kella, Melka Kontouré, Ethiopie)

+ espèce repérée après le comptage à 1.000.

du Pléistocène supérieur, 62,4% de l'ensemble des éléments arborescents. Ce même pourcentage peut être calculé en éliminant les espèces facilement dispersées (Podocarpus), ou sur-représentées (Dodonaea viscosa); la valeur trouvée est alors 63% . Plus des deux tiers des pollens arborescents comptés dans le spectre pollinique de l'échantillon K.302 proviennent de la forêt sempervirente de montagne à genévriers. Les pollens de genévriers constituent 48,6% du total des pollens d'arbres diminué de Podocarpus et Dodonaea. Ce pourcentage rappelle étrangement celui déterminé dans les échantillons de surface actuelle de la forêt en place (tableau 13).

L'abondance des pollens des taxons forestiers: Juniperus cf. J. procera, Podocarpus cf. P. gracilior, Olea surtout Olea africana, Hagenia abyssinica est significative dans le spectre K.302 de la présence de la forêt dans l'environnement immédiat du site étudié.

c - INFLUENCE DE LA STEPPE ALTIMONTAINE

La présence de 3 et 5 tétrades d'Ericacées ,déterminées dans les niveaux K.302 et K.303, mise en relation avec l'existence, dans la flore herbacée du niveau K.302, d'Alchemille, Echinops, Geranium, traduit également la proximité de la steppe altimontaine.

Conclusion

Les microflores polliniques déterminées dans les niveaux du Pléistocène supérieur, riches, abondantes et variées, montrent des pourcentages d'éléments arborescents variables entre les trois niveaux étudiés, mais toujours égaux ou supérieurs à ceux des niveaux les plus riches en pollens d'arbres du Pléistocène moyen. Les spectres polliniques du Pléistocène supérieur traduisent la présence toute proche de la forêt sempervirente de montagne, et celle, un peu moins rapprochée, de la steppe altimontaine à Ericacées.

D. - M I C R O F L O R E S D E L ' E P O Q U E H O L O C E N E

En ce qui concerne les analyses polliniques du vertisol (tableau 89) nous devons interpréter avec prudence les résultats obtenus. La présence de nombreuses fentes de dessiccation dont l'emplacement varie au cours du temps, ainsi que celle de mouvements de convection dus au gonflement des argiles, nous conduit à penser que le spectre obtenu pourrait bien comporter des infiltrations de la

ARBRES, ARBUSTES, LIANES		Nombre de pollens comptés	Pourcentage
Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	138	13,8%
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	18	1,7%
Olea cf. O. africana	(OLEACEAE)	24	2,4%
Olea cf. O. hochstetteri	(OLEACEAE)	2	+
Oleaceae	(OLEACEAE)	3	+
Myrica salicifolia	(MYRICACEAE)	3	+
Myrsine africana	(MYRSINACEAE)	1	+
Syzygium	(MYRTACEAE)	1	+
Bersama abyssinica	(MELIANTHACEAE)	1	+
Piliostigma thonningii	(CAESALPINIACEAE)	2	+
Ebenaceae	(EBENACEAE)	2	+
Dombeya non D. schimperiana	(STERCULIACEAE)	1	+
cf. Buddlèya	(LOGANIACEAE)	1	+
Rhus sp.	(ANACARDIACEAE)	1	+
Combretaceae/Melastomataceae		5	++
cf. Hypericaceae	(HYPERICACEAE)	2	+
Anthospermum sp.	(RUBIACEAE)	2	+
Vernonia sp.	(COMPOSITAE)	1	+
Jasminum sp.	(OLEACEAE)	3	+
Papilionaceae	(PAPILIONACEAE)	2	+
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	16	++
Acacia (3 espèces)	(MIMOSACEAE)	7	++
	Total AP	235	23,5%

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	461	46,1%
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	149	15,7%
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	84	8,4%
Echinops sp.	(COMPOSITAE)	1	+
Compositae liguliflorae	(")	17	1,7%
Chenopodiaceae/Amaranthaceae		8	++
Rumex	(POLYGONACEAE)	3	+
Umbelliferae	(UMBELLIFERAE)	1	+
cf. Trifolium	(PAPILIONACEAE)	2	+
Hypericum cf. H. peplidifolium	(HYPERICACEAE)	1	+
Caryophyllaceae	(CARYOPHYLLACEAE)	1	+
cf. Linum	(LINACEAE)	1	+
Euphorbia hypericifolia	(EUPHORBIACEAE)	1	+
Polygala sp.	(POLYGALACEAE)	1	+
Kohautia cf. K. platyphylla	(RUBIACEAE)	1	+
cf. Mimulopsis	(ACANTHACEAE)	6	
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	16	1,6%
Typha cf. T. australis	(TYPHACEAE)	1	+
		755	75,5%
Spores de Ptéridophytes		5	++
Indéterminés		5	
		1.000	

TABL. 89 : ANALYSE POLLINIQUE DU VERTISOL, GOMBORE,

MELKA-KONTOURE (ETHIOPIE)

		Nombre de pollens comptés	Pourcentages
ARBRES, ARBUSTES, LIANES			
Hagenia abyssinica	(ROSACEAE)	2	+
Podocarpus cf. P. gracilior	(PODOCARPACEAE)	88	8,8%
Juniperus cf. J. procera	(CUPRESSACEAE)	18	1,8%
Olea O. africana	(OLEACEAE)	11	1,1%
Oleaceae	(OLEACEAE)	2	+
Myrica cf. M. kilimandscharica	(MYRICACEAE)	1	+
Myrsine africana	(MYRSINACEAE)	1	+
cf. Maesa lanceolata	(MYRSINACEAE)	1	+
Syzygium guineense	(MYRTACEAE)	1	+
Syzygium sp.	(MYRTACEAE)	1	+
cf. Syzygium	(MYRTACEAE)	2	+
Euclea sp.	(EBENACEAE)	3	+
cf. Euclea	(EBENACEAE)	6	++
Anthospermum	(RUBIACEAE)	1	+
cf. Pygeum	(ROSACEAE)	2	+
cf. Rosaceae (Alysicarpus?)	(ROSACEAE)	1	+
Rhynchosia	(ROSACEAE)	2	+
cf. Hypericaceae	(HYPERICACEAE)	1	+
Dombeya sp. (non schimperiana)	(STERCULIACEAE)	1	+
Piliostigma thonningii	(CAESALPINIACEAE)	1	+
Brucea antidysenterica	(SIMAROBACEAE)	2	+
Rhus cf. R. natalensis	(ANACARDIACEAE)	2	+
Pterolobium stellatum	(CAESALPINIACEAE)	3	+
Combretum	(COMBRETACEAE)	1	+
Ricinus communis	(EUPHORBIACEAE)	2	+
Rhamnus cf. R. prinoïdes	(RHAMNACEAE)	1	+
Dodonaea viscosa	(SAPINDACEAE)	76	7,6%
Acacia cf. A. abyssinica	(MIMOSACEAE)	1	+
Acacia sp.	(MIMOSACEAE)	1	+
Clematis sp.	(RANUNCULACEAE)	34	3,4%
cf. Antidesma venosum	(EUPHORBIACEAE)	1	+
Indigofera sp.	(PAPILIONACEAE)	1	+
HERBACEES		Total AP	271
Gramineae	(GRAMINEAE)	511	51,1%
Plantago	(PLANTAGINACEAE)	25	2,5%
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	21	2,1%
Compositae liguliflorae	(COMPOSITAE)	6	++
Echinops sp.	(COMPOSITAE)	4	+
Achyranthes	(AMARANTHACEAE)	2	+
Chenopodiaceae/Amaranthaceae	(AMARANTHACEAE)	7	++
Rumex (2 espèces)	(POLYGONACEAE)	3	+
Diplolophium	(UMBELLIFERAE)	103	10,3%
Umbelliferae	(UMBELLIFERAE)	12	1,2%
Arabis cf. A. africana	(CRUCIFERAE)	3	+
Cruciferae	(CRUCIFERAE)	1	+
Solanum	(SOLANACEAE)	1	+
Boraginaceae	(BORAGINACEAE)	1	+
Pelargonium	(GERANIACEAE)	1	+
Dipsacaceae	(DIPSACACEAE)	1	+
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	13	+
Typha cf. T. australis	(TYPHACEAE)	2	+
		Total NAP	717
Indéterminés			6
Spores de Ptéridophytes			6
TOTAL			1000

TABL. 90 : ANALYSE POLLINIQUE DES POUPEES CALCAIRES CONTENUES DANS LE VERTISOL ; MELKA KONTOURE (ETHIOPIE)

végétation récente ou subrécente. Si l'on considère, avec les pédologues, que la formation des poupées calcaires fait partie de l'évolution du vertisol, le spectre pollinique qui résulte de l'analyse des poupées calcaires fournit la composition d'une végétation qui régnait au moment du développement maximum du vertisol (tableau 90).

1 - COMPARAISON AVEC LES MICROFLORES DU PLEISTOCENE SUPERIEUR

Les pourcentages de Graminées et d'éléments arborescents dans les microflores pléistocène supérieur, holocène et actuelles sont donnés dans le tableau 91. Dans les spectres polliniques d'âge holocène, les Graminées sont en nette augmentation par rapport au dernier niveau du Pléistocène supérieur K.305 où des pollens ont été déterminés. La diminution très marquée des pourcentages d'arbres (23,5 ou 27,1% au lieu de 38,5%), l'abondance des pollens de Podocarpus, sont à mettre en relation avec l'éloignement de la forêt. Les espèces qui dominent sont les arbustes du fourré, Dodonaea viscosa, Clematis, accompagnés d'autres éléments: Rhus, Rhamnus, Brucea etc.. nombreux en particulier dans le spectre pollinique des poupées calcaires. L'apparition du genre Acacia, dont 7 polyades ont été comptées dans l'analyse pollinique du vertisol, correspond bien au développement sur place du fourré d'altitude.

2 - COMPARAISON AVEC LES SPECTRES POLLINIQUES ACTUELS

C'est au spectre pollinique de la mare actuelle que peut être le plus valablement comparé le spectre du vertisol. En effet la formation de ce dépôt résulte d'un processus pédologique (I.VALETON, 1970), qui n'a rien de commun avec le caractère fluvio-lacustre des autres formations du Pléistocène. Les pollens contenus dans les argiles brunes du vertisol correspondent à la pluie pollinique aérienne. L'abondance des pollens aisément dispersés tels que Podocarpus, ainsi que la sur-représentation des pollens des plantes herbacées qui pollinisent localement, se retrouvent dans les spectres de la mare récente et du vertisol.

Conclusion

Les observations palynologiques effectuées sur les poupées calcaires montrent, par rapport au niveau le plus récent du Pléistocène supérieur, une nette augmentation du pourcentage des Graminées (51% contre 40,3%). Parallèlement, le rapport AP/T a diminué (27% contre 38,5%); cette variation traduit la baisse du nombre de pollens des éléments de montagne: Podocarpus, Juniperus, Olea. Il n'y a pas d'Ericacées. Parmi les Herbacées, une nette augmentation des Ombellifères et des Echinops est à enregistrer.

Age	Echantillons	Total des pollens comptés	% <u>Graminées</u> T	% <u>AP</u> T	% <u>Podocarpus</u>
	Nature				
ACTUEL	Mare				
	Vases Awash	2.902	58,8	17,4	9,1
HOLO-CENE	Vertisol	1.000	46,1	23,5	13,8
	Poupées calcaires	1.000	51,1	27,1	8,8
PLEISTOCENE SUPERIEUR	Sables K.305	109	40,3	38,5	7,3
	Sables ponceux K.303	1.000	44,6	43,1	8,6
	Sables conglomératiques K.302	1.000	67,2	21,7	11,3

Tableau 91 : Pourcentage des Graminées, des éléments arborescents etc... dans les microflores d'âge Pléistocène supérieur, holocène et actuelles.

S'ils traduisent effectivement une végétation d'âge holocène, les spectres polliniques des poupées calcaires et du vertisol donnent l'image d'une végétation intermédiaire entre la végétation très boisée de l'époque Pléistocène supérieure et la végétation actuelle.

CHAPITRE II : INTERPRETATION DES RESULTATS

HYPOTHESE CLIMATIQUE

I - E N O N C E

Dans le chapitre qui fait état de la synthèse des résultats pour toute la période du Quaternaire, nous avons mis en évidence des variations quantitatives et qualitatives importantes dans les pourcentages et la composition des éléments herbacés, surtout graminéens (fig.47) aussi bien que dans celle des éléments arborescents (fig.50). Ces variations sont parfois accompagnées de la présence de taxons apportant des indications d'associations plus ou moins humides, plus ou moins sèches, se situant actuellement à des zones d'altitudes plus ou moins élevées.

La configuration du bassin d'alimentation de la haute vallée de l'Awash (fig.7 hors texte) ainsi que les études des vases actuelles de la rivière montrent que l'on enregistre actuellement dans les dépôts pléistocènes, la sédimentation des pollens de trois types de formations végétales distinctes; le fourré d'altitude, la forêt de montagne et dans une moindre mesure la steppe altimontaine à Ericacées. Les cortèges floristiques de ces trois types de formations végétales se retrouvent dans les spectres polliniques fossiles avec des développements variables et plus ou moins prononcés selon les époques. Les explications que nous proposons pour interpréter l'ensemble de ces résultats sont les suivantes :

1° - Le pourcentage toujours élevé des Graminées, qui ne descend jamais au dessous de 40%, traduit la permanence, durant l'époque quaternaire, d'une végétation ouverte, type forêt claire ou fourré de montagne à Acacia. Au Pléistocène inférieur, à l'emplacement du site actuel de Melka Kontouré s'étendait une clairière non loin de la forêt à genévriers. Aux différentes époques du Pléistocène moyen, le fourré est plus ou moins boisé, on y suit les fluctuations de Dodonaea viscosa et d'Acacia. Au Pléistocène supérieur, la forêt est très proche du site actuel de Kella.

2° - Les variations mises en évidence à la fois dans le cortège herbacé (fig.47 comparée à la fig.48) et dans le cortège arborescent, rassemblent les variations de la végétation locale et celles de la végétation de l'ensemble du bassin. En particulier, les éléments de la forêt de montagne à genévriers subissent, au cours des différentes périodes du Quaternaire, de notables modifications. Les pollens des taxons appartenant actuellement aux formations végétales situées au-dessus de 2500 m d'altitude, regroupés ensemble, représentent un cortège d'éléments apportés. On peut considérer que les variations qualitatives et quantitatives de ces apports sont fonction de la distance qui sépare le lieu de production des pollens de leur lieu de sédimentation. Le lieu de sédimentation est demeuré le même, car nous avons étudié les coupes de Garba Gomboré et Kella dans un rayon de 2 à 3 km (voir fig.27 et 35 hors texte). C'est donc la position du lieu de production des pollens qui a varié. Il faut pour cela imaginer des mouvements de descente et de remontée des ceintures de végétation à partir de la limite inférieure de la forêt d'altitude (2500 m environ et au-dessus). Ces mouvements, faibles il est vrai si l'on se réfère aux seules variations quantitatives des pourcentages de pollens arborescents, sont cependant bien indiqués par les variations qualitatives enregistrées par la composition taxonomique des différentes microflores quaternaires (fig.49).

Nous considérons donc que ces mouvements de descente et de remontée de la zone forestière, responsables des variations quantitatives et qualitatives enregistrées par les éléments arborescents et herbacés des différents spectres, sont la conséquence des variations climatiques qui se sont produites durant l'époque quaternaire.

La situation tout à fait particulière, sur le rebord du plateau éthiopien du bassin de Melka Kontouré a permis de déceler les phénomènes climatiques qui ont eu à l'amont, par suite de l'altitude plus élevée, un caractère plus accentué. Des affleurements quaternaires situés au-dessus de 2500 m représenteraient des conditions idéales pour l'étude de ces phénomènes. Ce serait le cas pour les formations de Melka Ouacana, dans la haute vallée du Webi Schebelli.

Dans le cas de Melka Kontouré la composition du fourré a aussi subi des variations: on voit en particulier apparaître et disparaître les Acacia. Si l'on adopte l'hypothèse précédente, ces variations bien que plus atténuées suivent et concordent avec celles de la forêt située immédiatement au-dessus. Quand la forêt se rapproche, la densité des arbres augmente dans le fourré. Nous proposons donc de regrouper ensemble tous les éléments arborescents des spectres.

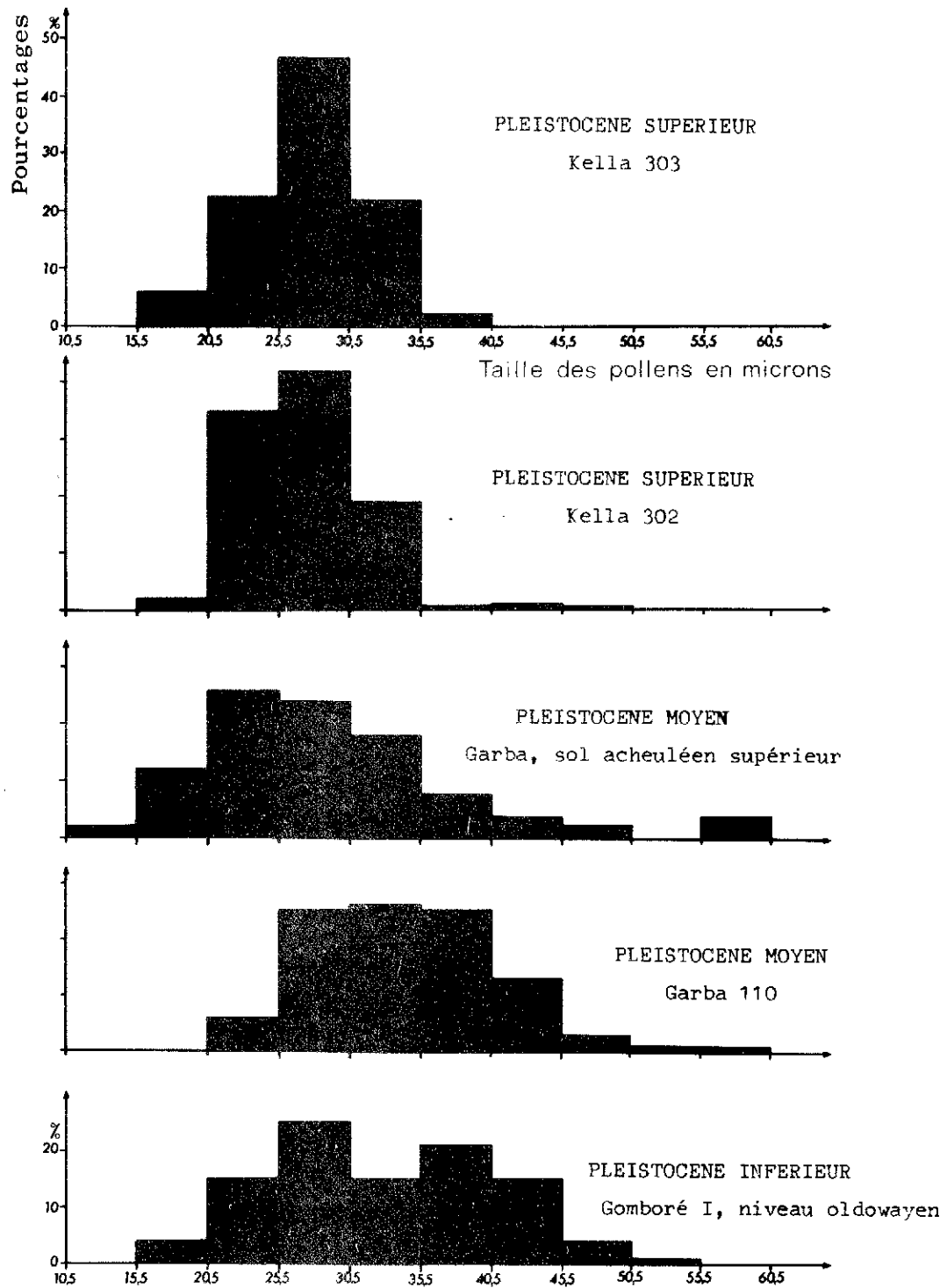


Fig.47 : Variations de la taille des Graminées au cours du Pléistocène (Haute vallée de l'Awash, Ethiopie)

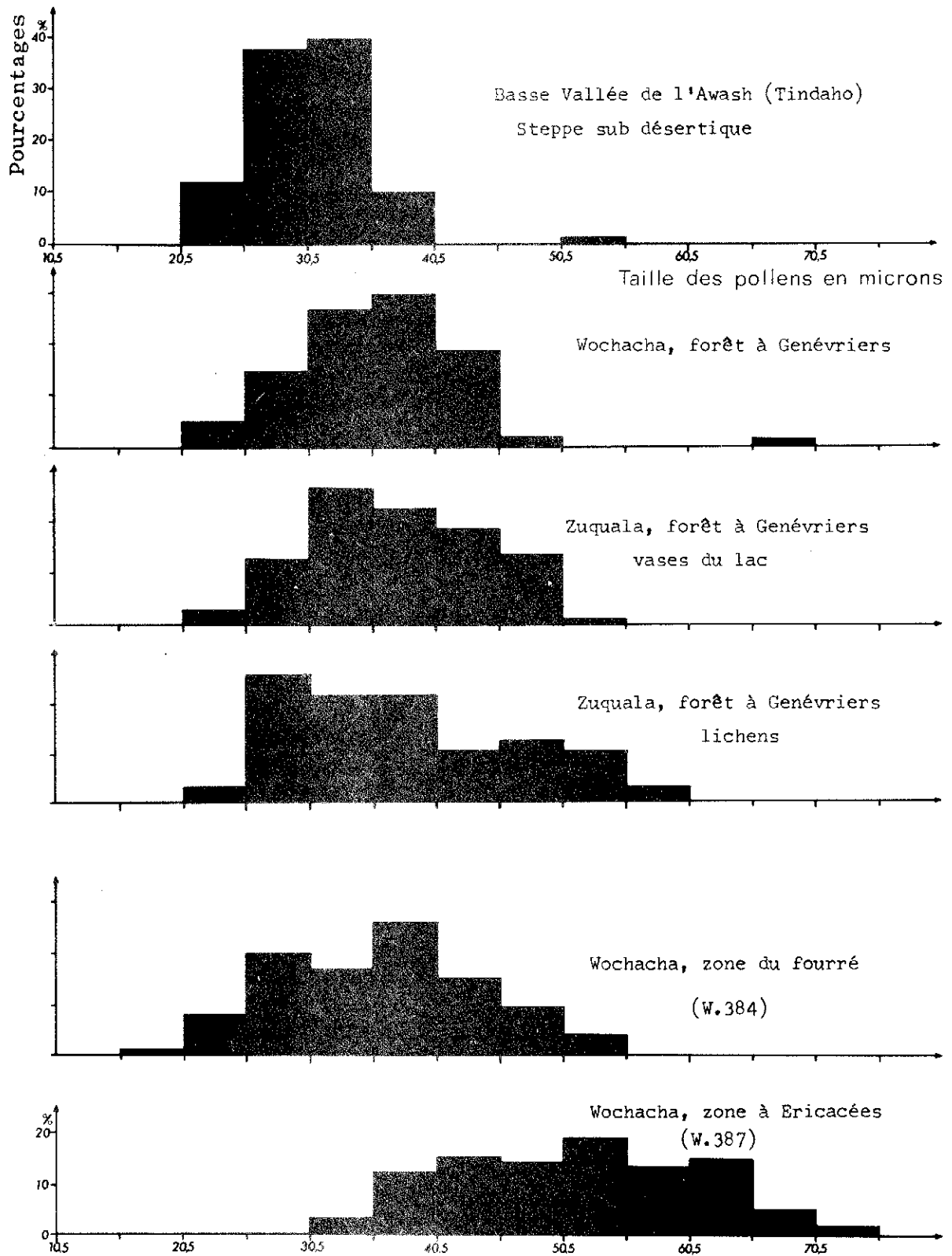


Fig.48: Variations de la taille des Graminées dans quelques échantillons de surface

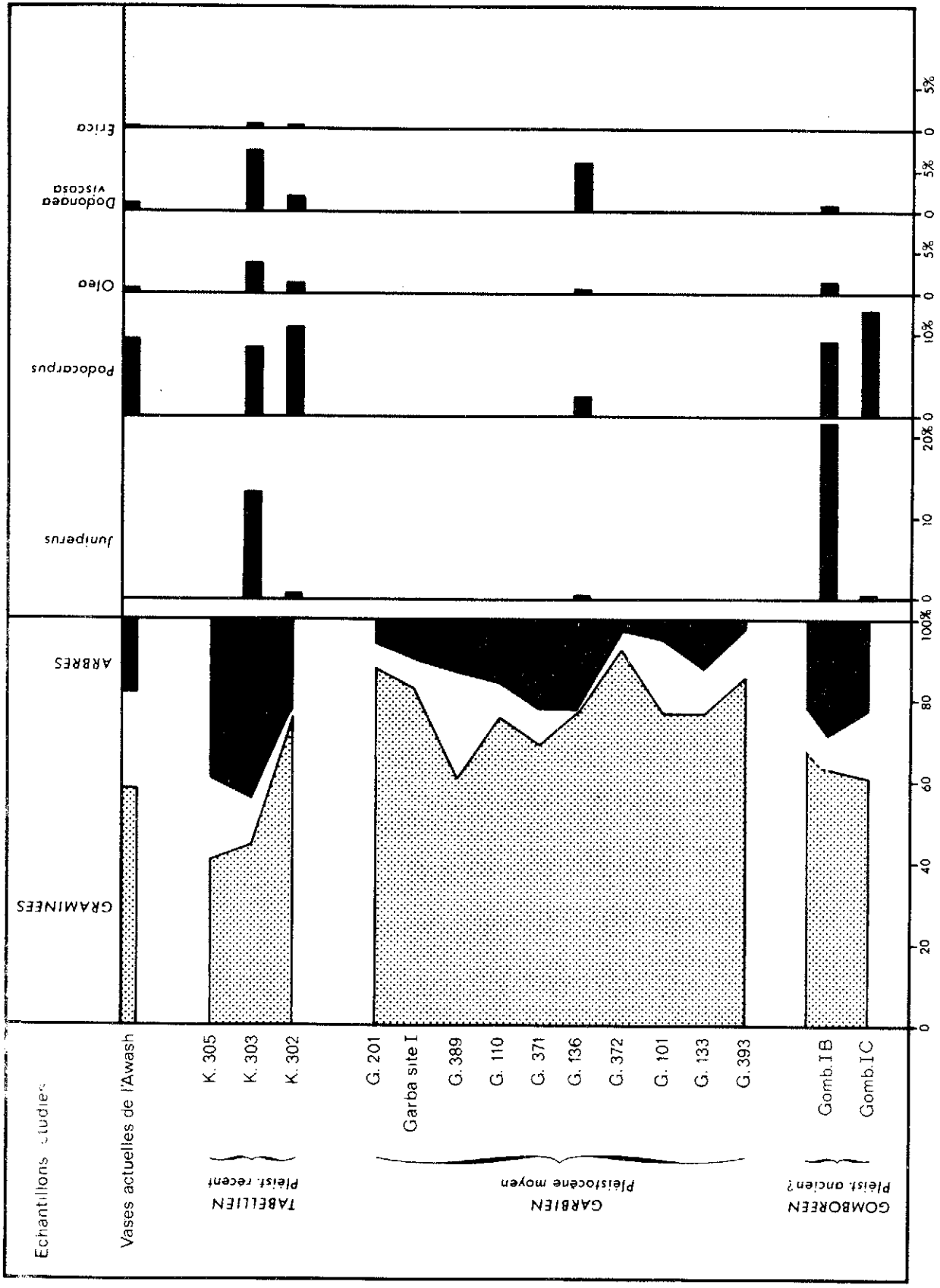


Fig. 49 : diagramme montrant l'évolution des pourcentages d'arbres, de Graminées etc... dans les spectres polliniques des coupes de Garba, Gombore, Kella du site de Melka Kontoure (Haute Vallée de l'Awash, Ethiopie). Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total de pollens comptés.

II - COURBE CLIMATIQUE

La courbe climatique proposée sur la fig.50 est tracée d'après les variations des pourcentages des éléments arborescents calculés par rapport au nombre total des pollens comptés ; chaque pourcentage est affecté de l'erreur correspondante. L'échelle proposée n'est pas une échelle des temps. Nous avons repéré les différents niveaux d'après leur position dans la stratigraphie, aux lacunes sédimentaires près, l'épaisseur des sédiments est approximativement une échelle chronologique relative. Les dates indiquées sont celles suggérées par J.CHAVAILLON, d'après les études préhistoriques.

Il est très important de considérer que les dépôts, au moins ceux du Pléistocène moyen, se sont effectués dans le cadre d'une sédimentation continue, il n'y a ni lacune, ni creusement, ni période d'émersion importante durant tout le Pléistocène moyen. C'est là, selon H.ALIMEN (comm.orale), une caractéristique intéressante de l'étude du Quaternaire dans cette région. Dans d'autres régions telles que le Sahara, l'Afrique de l'Ouest, les phases de creusement qui correspondent vraisemblablement aux périodes humides ne se sont traduites par aucun dépôt sédimentaire et ne peuvent donc être discernées par les études palynologiques. C'est pourquoi sur la courbe de la fig.50, les niveaux en succession stratigraphique continue sont réunis par un trait plein; les niveaux séparés par des couches stériles sont réunis par un trait pointillé fin. Les niveaux séparés par plusieurs strates de nature lithologique différente, ou par des ravinelements importants, n'ont pas été réunis pour le tracé de la courbe climatique.

III - CRITIQUES DE L'HYPOTHESE CLIMATIQUE

La première critique que l'on peut faire à l'hypothèse envisagée concerne l'interprétation des variations quantitatives des pollens apportés de l'amont. Des événements au niveau même de la sédimentation sont susceptibles d'apporter plus ou moins de pollens dans les sédiments à Melka Kontouré. La quantité de matériel et par suite la quantité des pollens transportés par la rivière en période de hautes eaux lorsqu'elle dépose des sables est plus importante qu'en période calme où elle alluvionne des argiles. Dans ce cas, on pourrait envisager

quantitatives
que les variations/de pollens apportés de l'amont sont proportionnelles à la quantité de matériel charrié par la rivière. Trois arguments principaux peuvent être opposés à cette explication.

1° - Si les variations enregistrées étaient dues au phénomène précédemment évoqué, il en résulterait que les flores arborescentes seraient abondantes dans tous les sables à stratifications entrecroisées et inversement les éléments d'altitude peu nombreux dans les argiles ou les diatomites. Il suffit de se reporter aux tableaux 86 bis et 87 donnant les résultats généraux pour la coupe de Garba, pour voir que les spectres polliniques des sables G.133, G.372, G.371 et G.389 sont très différents les uns des autres.

2° - Rappelons que les études comparées des spectres actuels (mare et vase) ont montré que la majorité des pollens des vases de la rivière provient de la pluie pollinique aérienne. Les pollens résultant du transport fluvial sont en quantité faible. Les variations que nous avons interprétées résultent essentiellement de la pluie pollinique qui est directement liée à la composition floristique des associations végétales.

3° - Si l'on considère que le pourcentage plus élevé des pollens arborescents résulte d'un transport fluvial plus important cela signifie également que le ruissellement a été plus abondant donc les précipitations ont été plus fortes. On aboutit donc aux mêmes conclusions que précédemment en les précisant en terme d'épisodes humides (1).

La deuxième critique que l'on peut formuler à l'hypothèse climatique proposée concerne l'interaction avec les phénomènes tectoniques.

Les nombreuses études tectoniques et géophysiques récentes qui se poursuivent actuellement en Ethiopie, notamment pour la zone du Rift éthiopien et de l'Afar, ont montré que le plateau éthiopien, depuis l'époque Miocène, se serait soulevé d'1 cm par siècle environ. Les mouvements de la ceinture forestière ne seraient pas la conséquence de phénomènes climatiques mais le résultat du réajustement de la zonation altitudinale aux mouvements tectoniques. Différents arguments permettent d'écarter cette dernière éventualité. En effet, les formations étudiées ne se situent pas vraiment sur le plateau éthiopien, mais sur son rebord

(1) Ce phénomène serait discernable par l'étude d'un sondage de lac, par exemple celui du Zuquala, sur lequel on peut travailler de manière plus détaillée.

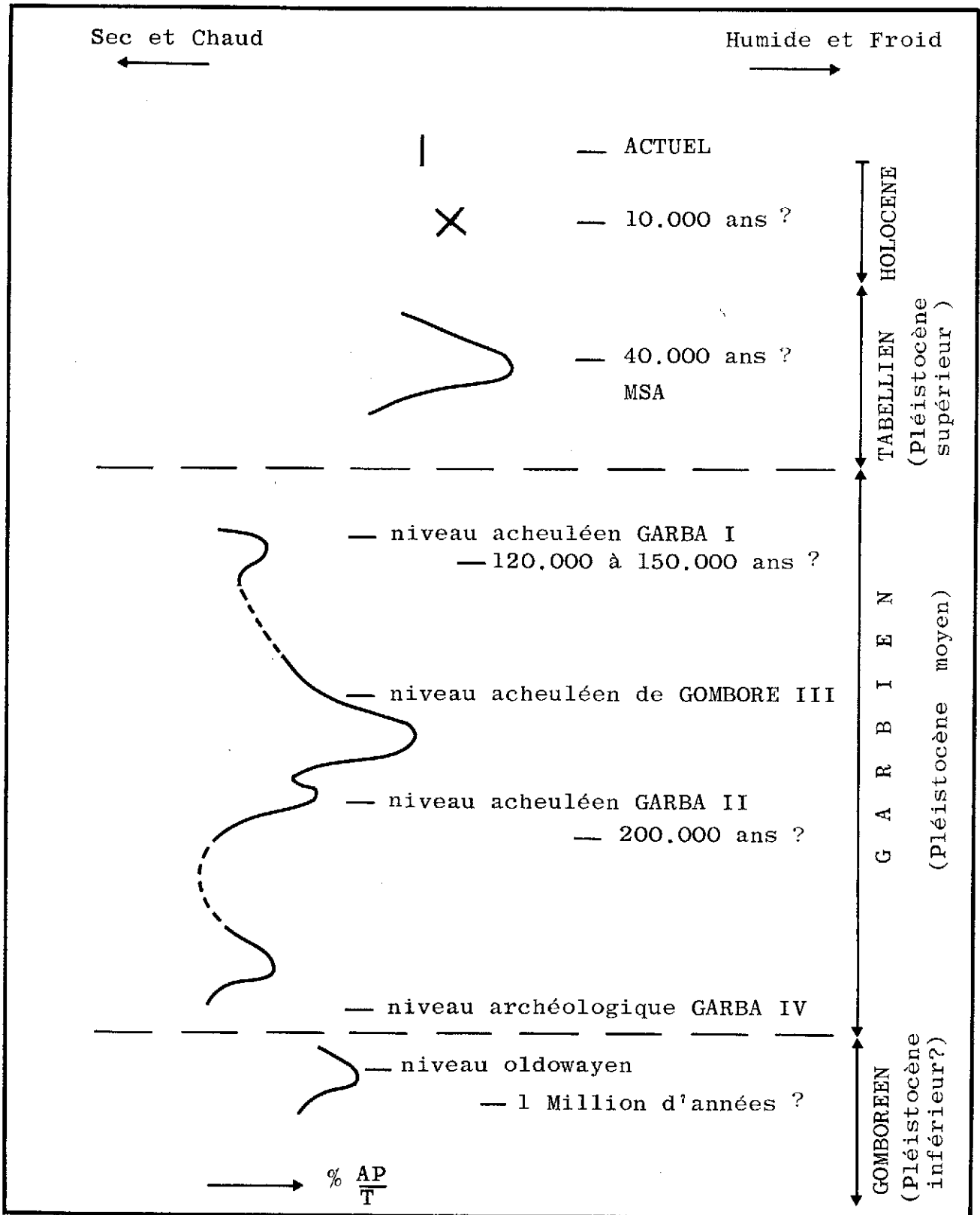


Fig. 50 : EVOLUTION CLIMATIQUE PROPOSEE POUR LE QUATERNAIRE DE LA HAUTE VALLEE DE L'AWASH, ETHIOPIE.

Les datations indiquées sont approximatives et basées sur les données de Préhistoire (J. CHAVAILLON 1972).

$$\frac{AP}{T} = \frac{\text{Pollens arborescents}}{\text{Total des Pollens}}$$

à la limite de la zone du Rift. Si les chiffres avancés par les géophysiciens demeurent valables dans cette région, il faudrait alors imaginer un enfoncement régulier du même ordre de grandeur du bassin de Melka Kontouré. Ce phénomène de subsidence, s'il avait eu une telle ampleur, aurait entraîné l'accumulation sur une période d'un million d'années de dépôts de 100 m d'épaisseur, 40 à 60 m de formations seulement séparent le niveau oldowayen (daté approximativement de 1 à 1,5 millions d'années) des dépôts subactuels. L'épaisseur des dépôts sédimentaires de Melka Kontouré ne permet donc pas d'envisager cette hypothèse tectonique.

D'autre part, si l'on imagine le soulèvement tectonique de l'ensemble du plateau comme un phénomène continu de faible intensité, on peut considérer le temps nécessaire au réajustement des ceintures de végétation (même s'il est de 20 ou 30 ans) comme négligeable par rapport à la période de temps qui sépare les microflores même les plus rapprochées. La corrélation entre les mouvements tectoniques et le jeu des failles détectées dans cette région peut permettre d'imaginer un mouvement relatif d'affaissement à l'emplacement du bassin de Melka Kontouré, tandis que la zone du Wochacha, par exemple, se serait soulevée. L'amplitude de chacun des mouvements serait alors de 50 m pour 1 million d'années, c'est-à-dire de 25 m pour 500.000 ans. Le Wochacha se serait soulevé de 25 m depuis 500.000 ans. Autrement dit, la limite supérieure de la forêt marquée par Hagenia abyssinica, à 2900 m actuellement, aurait donc subi une élévation relative de 50 m. En supposant que la végétation n'ait pas eu le temps de s'adapter aux nouvelles conditions (ce qui est invraisemblable), une variation de 50 m dans la position des ceintures n'est pas discernable par la méthode palynologique appliquée ici (1).

L'objection la plus fondamentale qui peut être faite à l'hypothèse tectonique réside dans l'aspect qualitatif des microflores polliniques. En supposant que les soulèvements tectoniques aient eu une influence quelconque dans les variations des éléments apportés de la forêt d'altitude, on ne voit pas comment ils pourraient affecter le caractère de la flore par l'introduction d'espèces plus ou moins humides ou plus ou moins sèches telles que Macaranga, Acacia albida, Combretum etc... De telles modifications, nettement mises en évidence, ne peuvent être expliquées que par des changements importants de la végétation, qui sont le reflet de variations climatiques.

(1) Ce phénomène serait discernable par l'étude d'un sondage de lac, par exemple celui du Zuqala, sur lequel on peut travailler de manière plus détaillée.

LISTE DE REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

G E O L O G I E

(Omo - Melka Kontouré - Ouvrages généraux)

- ALIMEN H. (1971) : Variations climatiques dans les zones désertiques de l'Afrique Nord-Equatoriale durant les quarante derniers millénaires. VII^e Congr. Panaf. Prehist. Et. Quat., ADDIS-ABEBA, 1971 (sous presse).
- ANFRAY F. (1971) : Activités archéologiques en Ethiopie in Archeologia, Paris Janv., Fév. 1971, n° 38, p. 24-33 fig.
- ARAMBOURG C. et JEANNEL R. (1933) : La mission scientifique de l'Omo. C.R. Acad. Sci., Paris, 196, p. 1902-1904.
- ARAMBOURG C. (1934) : Le Dinotherium des gisements de l'Omo (Abyssinie). C.R. Somm. Soc. géol. Fr., n°6, p. 86-87.
- ARAMBOURG C. (1934) : Le Dinotherium des gisements de l'Omo (Abyssinie). B. Soc. géol. Fr., 5, t.4, p.4-5, p. 305-310.

- ARAMBOURG C. (1935-1947) : Mission scientifique de l'Omo (1932-1933). Géologie - Anthropologie, Muséum Histoire naturelle, Paris, Fasc. 1 (1935), p.1-59 ; Fasc. 2 (1943), p.60-230 ; Fasc. 3 (1947), p. 231-562.
- ARAMBOURG C. (1941) : Antilopes nouvelles du Pléistocène ancien de l'Omo. Bull. Mus. nat. Hist. natur., 2, t.13, n°4, p.339-347.
- ARAMBOURG C., CHAVAILLON J., COPPENS Y. (1967) : Expédition internationale de recherches paléontologiques dans la vallée de l'Omo (Ethiopie) en 1967. Rapport de l'équipe française. VI° Congr. Panf. Prehist. Et. Quat., Dakar, (à paraître).
- ARAMBOURG C. (1967) : La deuxième mission scientifique de l'Omo. L'Anthropologie, 71, p. 562-566.
- ARAMBOURG C., CHAVAILLON J. et COPPENS Y. (1967) : Premiers résultats de la nouvelle mission de l'Omo (1967). C.R. Acad. Sci. Paris, t.265, D, p. 1891-1896.
- ARAMBOURG C. et COPPENS Y. (1967) : Sur la découverte dans le Pléistocène inférieur de la vallée de l'Omo (Ethiopie) d'une mandibule d'australopithécien. C.R.Acad.Sci., Paris, 265, D, p. 589-590.
- ARAMBOURG C. et WOLFF R.G. (1969) : Nouvelles données paléontologiques sur l'âge des Turkana Grits à l'Ouest du lac Rodolphe. C.R. Somm.Soc.Géol. Fr., Fasc. 6, p. 190-191.
- ARAMBOURG C., CHAVAILLON J. et COPPENS Y. (1969) : Résultats de la nouvelle mission de l'Omo (2° campagne 1968). C.R. Acad. Sci. Paris, 268, D, p. 759-762.
- ARAMBOURG C. (1969) : La nouvelle expédition scientifique de l'Omo. Riv. Scienze Preistoriche, 24, fasc.1, p.1-13.
- BACHMANN H. (1938) : Mission scientifique de l'Omo. Beiträge zur Kenntnis des Phytoplankton ostrafrikanischer seen. Z. Hydrol., Dtsch., Bd.VIII, H.1 u.2, S. 199-140.
- BAILLOUD G. (1963) : La Préhistoire de l'Ethiopie. Tarik, Addis Abeba, n° 2, p.33-35, 2 fig.
- BAILLOUD G. (1965) : Les gisements paléolithiques de Melka-Kontouré (Choa). Cahier n°1 - Institut Ethiopien d'Archéologie - Addis Abeba - 39 p., 79 pl.
- BALOUT L. (1956) : Préhistoire de l'Afrique du Nord : essai de chronologie. Arts et Métiers Graphiques éd., Paris, 437 p., 29 fig., 72 pl.
- BISHOP W.W., CLARK J.D. (1967) : Background to Evolution in Africa. The University of Chicago Press 935 p. fig. tabl.
- BISHOP W.W., MILLER J.A. (1972) : Calibration of Hominoid Evolution - Scottish Academic Press. Edinburgh (Symposium Burg Wartenstein 1971).
- BLANC A.C. (1938) : Industria paleolitica e mesolitica del Moggio presso Addis Abeba (A.O.I.) Riv. Anthropol., Ital., vol. 32, 7 p., 1 fig., 8 pl.

- BONNEFILLE R., CHAVAILLON J. et COPPENS Y. (1970) : Résultats de la nouvelle mission de l'Omo (3^e campagne 1969). C.R. Acad. Sci., Paris, 270, D, p.924-927.
- BONNEFILLE R., CHAVAILLON J. et TAIEB M. (sous presse) : Le gisement de Melka Kontouré, Préhistoire, Géologie et Paléo-environnement. VII^e Congr. Panafr. Préhist. Et. Quat., Addis-Abeba, 1971, Livret-Guide, résumé p. 17-18.
- BOULENGER E.G. (1920) : Sur le Gavial fossile de l'Omo. C.R. Acad. Sci., Paris, 270, p. 913-914.
- BOURG de BOZAS R. de (1903) : D'Addis Abeba au Nil par le Lac Rodolphe. La Géographie, vol. 7, p. 91-112.
- BROWN F.H. (1968) : Reconnaissance geology of the Nkalabong Range, Lower Omo valley. unpublished manuscript, 5 pp.
- BROWN F.H. (1970) : Observations on the stratigraphy and radiometric ages of the "Omo Beds", lower Omo basin, southern Ethiopia. Quaternaria, 11 (1969), p. 7-14.
- BROWN F.H. (1971) : Radiometric dating of sedimentary formations in the lower Omo valley, southern Ethiopia. in : Calibration of Hominoid Evolution, W. BISHOP et J.A. MILLER eds., Edinburg, Scotland : Scottish Academic Press.
- BROWN F.H. et CARMICHAEL I.S.E. (1969) : Quaternary volcanoes of the Lake Rudolf region : 1. The basanite-tephrite series of the Korath range. Lithos, 2, p. 239-260.
- BROWN F.H. et CARMICHAEL I.S.E. (1971) : Quaternary volcanoes of the Lake Rudolf region : 2. The lavas of north Island, South Island and the barrier. Lithos, 4, p. 305-333.
- BROWN F.H., HEINZELIN J. de et HOWELL F.C. (1970) : Pliocene/Pleistocene formations in the lower Omo basin, southern Ethiopia. Quaternaria, 13, p. 247-268.
- BROWN F.H. et LAJOIE K.R. (1970) : K/Ar ages of the Omo group and fossil locations of the Shungura formation, southwest Ethiopia. Nature, G.B., 229, p. 483-485.
- BROWN F.H. et LAJOIE K.R. (1971) : Radiometric age determination on Pliocene/Pleistocene formations in the lower Omo Basin, Ethiopia. Nature, G.B., 229, p. 483-485.
- BULATOVICH A.K. (1900) : D'all Abissinia al Lago Rodolfo per il Caffa. Boll. Soc. geogr. ital., ser. 4, vol. 1, p. 121-142.

- BUTZER K.W. (1969) : Geological interpretation of two Pleistocene hominid sites in the lower Omo basin. Nature, G.B., 222, p. 1138-1140.
- BUTZER K.W. (1970a) : Contemporary depositional environments of the Omo delta. Nature, G.B., 226, p. 425-430.
- BUTZER K.W. (1970 b) : Geomorphological observations in the lower Omo basin, southwestern Ethiopia. Colloquium Geographicum, Allem. 12, p.177-192.
- BUTZER K.W. (1971 a) : The lower Omo basin : geology, fauna and hominids of Plio-Pleistocene ages. Naturwissenschaften, 58, 1, p. 7-16.
- BUTZER K.W. (1971 b) : Recent history of an Ethiopian delta. Research Papers, Dpt. of Geography, University of Chicago, n° 136, 184 p.
- BUTZER K.W. (1971 c) : Environment and archaeology : an ecological approach to prehistory. Chicago, Aldine publ., 703 pp.
- BUTZER K.W. (1971d) : Some late Cenozoic formations of the lower Omo basin, south-west Ethiopia. Comm. VII° Congr.Panafr.Prehist.Et.Quat., Addis Abeba, à paraître.
- BUTZER K.W., BROWN F.H. et THURBER D.L. (1969) : Horizontal sediments of the lower Omo valley : the Kibish formation. Quaternaria, 11, p. 15-30.
- BUTZER K.W., ISAAC G.L., RICHARDSON R.L., WASHBOURN-KAMAU C. (1972) : Quaternary fluctuations of some East African Lakes. Science, vol. 175, p. 1069-1076.
- BUTZER K.W. et THURBER D.L. (1969) : Some late Cenozoic sedimentary formations of the lower Omo basin. Nature, G.B., 222, p. 1132-1137.
- CHAVAILLON J. (1965) : Fouilles paléolithiques en Ethiopie. Bull. Soc. préhist. fr., t. LXII, p. CXCVIII.
- CHAVAILLON J. (1966) : Campagne de fouilles 1966 au gisement de Melka Kontouré (Ethiopie). Bull. Soc. Prehist. fr., t. LXIII, p. CLXV-CLXVI.
- CHAVAILLON J. (1967 a) : Melka Kontouré, gisement paléolithique, campagne de fouilles 1965-1966. Ann. Ethiopie, t. VII, p. 9-17, 6 fig.
- CHAVAILLON J. (1967 b) : La Préhistoire éthiopienne à Melka Kontouré. Archeologia, Fr. n° 19, p. 56-68, 16 fig., 2 cartes.

- CHAVAILLON J. (1968) : Melka Kontouré, gisement paléolithique d'Ethiopie. In : La Préhistoire, problèmes et tendances. C.N.R.S. éd. Paris, p.117-124, 3 fig.
- CHAVAILLON J. (1969) : Fouilles paléolithiques à Melka Kontouré (Ethiopie 1967) in : E.M. VAN ZINDEREN BAKKER. Palaeoecology of Africa, t. 4, p. 132.
- CHAVAILLON J. (1970 a) : Melka Kontouré - Campagnes de fouilles 1967-1968. Annales d'Ethiopie, Addis Abeba, t. VIII, p. 3-12 fig.
- CHAVAILLON J. (1970 b) : Découverte d'un niveau oldowayen dans la basse vallée de l'Omo (Ethiopie). C.R. Soc. Prehist. fr., 1, p. 7-11.
- CHAVAILLON J. (1971 a) : Habitats préhistoriques en Ethiopie : Melka Kontouré. Sciences, Fr., n° 73, p. 44-52, 5 fig.
- CHAVAILLON J. (1971 b) : Etat actuel de la Préhistoire ancienne dans la vallée de l'Omo (Ethiopie). Archeologia n° 38, p. 34-43.
- CHAVAILLON J. (sous presse) : Les habitats acheuléens de Melka Kontouré. VII° Congr. Panafr. Prehist. Et. Quat., Addis Abeba, 1971, Livret-Guide, résumé p. 19-20.
- CHAVAILLON J. et CHAVAILLON N. (1969) : Les habitats oldowayens de Melka Kontouré (Ethiopie). Premiers résultats. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 268, D, p. 2244-2247.
- CHAVAILLON J. et CHAVAILLON N. (1971 a) : Choppers et polyèdres dans les habitats oldowayens et acheuléens de Melka Kontouré (Ethiopie). In : L'Homme hier et aujourd'hui. Enquêtes, analyses et interprétation en Ethnologie et Prehistoire Cujas éd., Paris, 1 vol.
- CHAVAILLON J. et CHAVAILLON N. (1971 b) : Présence éventuelle d'un abri oldowayen dans le gisement de Melka Kontouré (Ethiopie). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 273, D, p. 623-625, 1 pl. h.t.
- CHAVAILLON J. et KOENIGUER J.C. (1970) : Découverte d'un fragment de liane dans le sol oldowayen de Melka Kontouré (Ethiopie). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 270, D, p. 1969-1972, fig.
- CHAVAILLON J. et TAIEB M. (1968) : Stratigraphie du Quaternaire de Melka Kontouré (Vallée de l'Awash, Ethiopie) : premiers résultats. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 266, D, p. 1210-1212.
- CHAVAILLON N. (sous presse) : Les habitats oldowayens de Gomboré (Melka Kontouré). VII° Congr. Panafr. Prehist. Et. Quat., Addis Abeba, 1971, Livret Guide, résumé p. 20.
- CLARK J.D. (1943) : A Kenya Fauresmith factory and home site at Gondar, Northern Abyssinia. Trans. roy. Soc. South Afr., t. 31, p. 19-27, 3 fig.

- CLARK J.D. (1945) : Short notes on stone age sites at Yavello, Southern Abyssinia. Trans.roy.Soc. South. Afr., t.31, p.29-37, 2 fig.
- CLARK J.D. (1969) : Kalambo falls, Prehistoric site. Vol. I. Cambridge Univ. Press. 253 p., 42 fig. 32 photos.
- CLARK J.D. (1970) : The Prehistory of Africa. Dr. G. DANIEL éd., Londres, 302 p., 62 fig., 48 photos, 10 cartes.
- COLE S. (1965) : The prehistory of East Africa. McMillan éd., New York, 382 p., 59 fig., 23 pl., 4 tabl., 15 cartes.
- COPPENS Y. (1970 a) : Les restes d'hominidés des séries inférieures et moyennes des formations Plio-Villafranchiennes de l'Omo en Ethiopie. C.R. Acad. Sci., Paris, 271, D, p. 2286-2289.
- COPPENS Y. (1970 b) : Localisation dans le temps et dans l'espace des restes d'Hominidés des formations Plio-Pléistocènes de l'Omo (Ethiopie). C.R. Acad. Sci., Paris, 271, D, p. 1968-1971.
- COPPENS Y. (1971) : Les restes d'Hominidés des séries supérieures des formations Plio-Villafranchiennes de l'Omo en Ethiopie. C.R. Acad. Sci., Paris, 272, D, p. 36-39.
- COX A., DOELL R.R. et DALRYMPLE G.B. (1965) : Quaternary paleomagnetic stratigraphy. In : The Quaternary of the U.S.A. - WRIGHT H.E. et FREY D.G. éd., Princeton, New Jersey, USA, p. 817-830.
- DAVY A. (1970) : Ethiopie d'hier et d'aujourd'hui. Le livre africain, Paris, 254 p.
- DAY M.H. (1969) : Omo human skeletal remains. Nature, G.B., 222, n°5199, p.1140-1143.
- DEKKER G. (1954) : Une découverte : Le gisement de Melka Kontouré. New Scientist, n° 384.
- DELLIQUADRI M. (1958) : A contribution to the Climate of Ethiopia. Faculty of Clark University, Worcester. University microfilms. 151 p.
- DUCHAUFOR P. (1970) : Précis de Pédologie. Paris Masson éd., 481 p., 80fig. 23 pl.
- FITCH F.J. et MILLER J.A. (1969) : Age determinations of feldspar from the lower Omo basin. Nature, G.B., 222, p. 1143.
- FUCHS V.E. (1934) : The geological work of the Cambridge expedition to the East African lakes (1930-1931). Part I : Eastern rift valley in Kenya Colony. Geol. Mag., vol. 71, p. 97-112.
- GWYNN C.W. (1911) : A journey in southern Abyssinia. Geogr.J., vol.38, p.113-139.
- GWYNN M.D. (1969) : The South Turkana Expedition. I. Preliminary report on the 1968 season. Geogr.J., vol. 135, p.331-342.

- HAMMEN VAN DER T., MAARLEVELD G.C., VOGEL J.C., ZAGWIJN W.H. (1967) : Stratigraphy, climatic succession and radiocarbene dating of the last glacial in the Netherlands. Geologie en Mijnbouw, 46, p. 79-95.
- HEINZELIN J. de (1969) : Le groupe de l'Omo et l'âge du Pléistocène. Bull. Soc. belge géol. paléontol., hydrol., 78, n°1, p.1-5.
- HEINZELIN J. de (1971) : Observations sur la formation de Shungura (vallée de l'Omo Ethiopie). C.R. Acad. Sci., Paris, 272, D, p. 2409-2411.
- HEINZELIN J. de et BROWN F.H. (1970) : Some early Pleistocene deposits of the lower Omo valley : the Usno Formation. Quaternaria, 11, (1969), p.31-46.
- HIVERNEL-GUERRE F. (1970) : Introduction à l'étude du Late Stone Age de Kella (Melka Kontouré, Ethiopie). Trav.Rech.Coop.Progr. n°230, C.N.R.S., Fr., fasc. 1, p. 39-43, 1 fig.
- HIVERNEL-GUERRE F. (sous presse) : Les industries du Late Stone Age dans la région de Melka Kontouré. VII° Congr. Panaf. Prehist. Et. Quat., Addis Abeba, 1971, Livret-Guide, résumé p. 23.
- HOWELL F.C. (1968) : Omo research expedition. Nature, G.B., 219, p. 567-572.
- HOWELL F.C. (1969) : Remains of Hominidae from Pliocene/Pleistocene formations in the lower Omo basin, Ethiopia. Nature, G.B., 223, p. 1234-1239.
- HOWELL F.C. (1970) : Hominid teeth from White Sands and Brown Sands localities, lower Omo basin (Ethiopia). Quaternaria, 11, (1969), p. 47-64.
- HOWELL F.C. (1971) : Pliocene/Pleistocene Hominidae in Eastern Africa. Absolute and relative ages. in : Calibration of Hominoid Evolution, W. BISHOP et J.A. MILLER eds., Edinburgh, Scotland, Scottish Academy Press.
- HOWELL F.C., FOURLIERE F. (1963) : African Ecology and human Evolution. Aldine publis. comp. Chicago, 666 p. fig. tabl.
- HOWELL F.C., FICHTER L.S. et ECK G. (1970) : Vertebrate assemblages from the Usno formation, White Sands and Brown Sands localities, lower Omo basin, Ethiopia. Quaternaria, 11, (1969), p. 65-88.
- HOWELL F.C., FICHTER L.S. et WOLFF R. (1969) : Fossil camels in the Omo beds, southern Ethiopia. Nature, G.B., 223, p. 150-152.
- JAEGER J.J. (sous presse) : Les rongeurs (Mammalia, Rodentia) du Plio-Pleistocene d'Afrique, intérêt biostratigraphique et paléoclimatique. VII° Congr. Panafr. Préhist. Et. Quat., Addis-Abeba, 1971.
- JOLEAUD L. (1930) : Les Crocodiliens du Pliocène d'eau douce de l'Omo (Ethiopie) Contribution à l'étude paléobiogéographique des Tomisterna et des Crocodiliens à museau de Gavial. Soc. géol. Fr., Livre Jubilaire, t.2, p. 411-430.
- JOLEAUD L. (1933 a) : Un nouveau genre d'Equidé quaternaire de l'Omo (Abyssinie) : Libyhipparion ethiopicum. C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., fasc. 1-2, p. 13-14.

- JOLEAUD L. (1933 b) : Un nouveau genre d'Equidé quaternaire de l'Omo (Abyssinie) : Libyhipparion ethiopicum. B. Soc. Géol.Fr., 5, t.III, n° 1-2, p.7-28.
- KÖPPEN W. (1900) : Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geogr. Zeitschr., vol. 6, p. 593-611, 657-679.
- LAMOTTE M. (1948) : Initiation aux méthodes statistiques en biologie. Masson éd. Paris, 144 p. fig. tabl.
- LEAKEY L.S.B. (1943 a) : The industries of the Gorgora rock shelter, lake Tana. J. East Afr. et Uganda natur. Hist., t. XVII, n° 3-4, p. 199-203.
- LEAKEY L.S.B. (1943 b) : New fossil Suidae from Shungura Omo. J.E. afr. Uganda, nat. Hist. Soc., vol. 17, p. 45-61.
- LEAKEY R.E.F. (1969) : Early Homo Sapiens remains from the Omo river region of Southwest Ethiopia. Nature, G.B., 222, n° 5199, p. 1137-1138.
- LEAKEY L.S.B. (1951) : Olduvai Gorge. A report on the evolution of the hand-axe culture in Beds I-IV. Cambridge University Press, 163 pp., 62 fig.
- LEAKEY L.S.B. (1965) : Olduvai Gorge 1951-1961: Fauna and Background vol. I. Cambridge University Press, 117 pp., 97 pl.
- LEAKEY M.D. (1971): Olduvai Gorge. Excavations in beds I and II 1960-1963, vol.III Cambridge University Press, 297 p., 41 pl.
- LECLANT J. (1969) : L'archéologie en Ethiopie. Et. Document. Tchad. Mémoires I, p. 263-268.
- LECLANT J. (1971) : La Nubie et l'Ethiopie de la Préhistoire au XII° siècle après J.C. in : Histoire générale de l'Afrique noire - 2 vol., Presses Universitaires de France, Paris - sous la direction de H. Deschamps.
- MALEY J., COHEN J. et collabor. (1970) : Quelques formations lacustres et fluviales associées à différentes phases du volcanisme au Tibesti (Nord du Tchad) Cah. ORSTOM, ser. Géol.II, 1, 127-152.
- MARSHALL P. (1935) : Acid rocks of the Taupo-Rotura volcanic district. Trans.r.Soc. New Zeal., 64, p. 323-366.
- MERRICK H.V., HEINZELIN J. de et HOWELL F.C. (sous presse) : Artifactual occurrences associated with the Pliocene/Pleistocene Shungura formation, southern Ethiopia. Comm. VII° Congr. Panafr. Prehist. Et. Quat. Addis Abeba 1971.
- MONOD Th. (1963) : The late Tertiary and Pleistocene in the Sahara. Viking Fund Publ. Anthropol. (Chicago), 36, p. 117-229.
- NAHON D. (1971) : Contribution à l'étude de la genèse des cuirasses ferrugineuses sur grès : exemple du massif de Ndias (Sénégal occidental). Rapport n° 31, Dpt. Geol., Fac. Sci., Dakar, 81 p.dactylogr., 18 fig.
- NILSSON E. (1940) : Ancient changes of climate in British East Africa and Abyssinia. Geogr. Ann. Stockholms, 22, p.1-79.

- POTTIER G. (1951) : L'Elephas Recki du gisement de l'Omo (Abyssinie). Bull. Soc. Préh. fr., t. 48, n°9-10, p.438-440.
- REILLY T.A., MUSSET A.E., RAJA P.R.S., GRASTY R.L. et WALSH J. (1966) : Age and polarity of the Turkana lavas, northwest Kenya. Nature, G.B., 210, p. 1145-1146.
- RHEMTULLA S. (1970) : The south Turkana Expedition. III. A geological reconnaissance of south Turkana. Geogr. J., vol. 136, p. 61-73.
- RODHAIN F. (1970) : Les missions françaises de l'Omo. Rev. Fed. fr. Soc. Sci. nat., 9, n° 39, p. 65-67.
- ROGER J. (1944) : Mollusques fossiles et subfossiles du Bassin du lac Rodolphe. in : C. ARAMBOURG 1944, p. 119-155.
- ROUBET C. (1970) : La Préhistoire dans la IV^e mission internationale en Afar (Ethiopie), nov-déc.1970. L'Anthropologie, Fr, t. 75, n°3-4, p. 324-327.
- SCHWARZBACH M. (1964) : Climates of the Past. An Introduction to Paleoclimatology. D. Van Nostrand Cie. London. 328 p., 134 fig., 48 tabl.
- SUZUCHI H. (1967) : Some aspects of Ethiopian climates. Ethiopian Géogr. Journ., vol. n°5, p. 19-22.
- TAIEB M. (1967) : Considérations géologiques préliminaires sur le Quaternaire de la vallée de l'Awash. Annales d'Ethiopie, Addis Abeba, T. VII, p.3-8, 4 fig.
- TAIEB M. (1968) : Melka Kontouré (Haute vallée de l'Awash, Ethiopie). Stratigraphie du Quaternaire. In : Palaeoecology of Africa, ZINDEREN BAKKER E.M. éd. Cape Town, vol. IV, 1966-1968, p. 60-61, 1 fig.
- TAIEB M. (1969) : Différents aspects du Quaternaire de la vallée de l'Awash (Ethiopie). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 269, D, p. 289-292, 1 fig.
- TAIEB M. (1970) : Stratigraphie du Quaternaire de la vallée de l'Awash (Ethiopie) et ses rapports avec la tectonique. Bull. Ass. sénég. Et. Quat. Ouest afr., Dakar, n° 25, p. 47-52, 4 fig.
- TAIEB M. (sous presse) : Les dépôts quaternaires sédimentaires de la vallée de l'Awash (Ethiopie) et leurs relations avec la néotectonique cassante du Rift. VIII^e Congr. Intern. Et. Quat., Paris, 1969.
- TIXIER J. (1963) : Typologie de l'Epipaléolithique du Magreb. Mém. Centre Rech. Anthropol., Préh. et Ethnogr., ALGER Arts et Métiers graphiques Ed. Paris, 209 pp.
- VALETON I. (1969) : Chaîne de sols bruns - vertisols de la région de Wochacha à l'Ouest d'Addis Abeba, Ethiopie. Mitt. Geol. Paleontol. Inst. Univ. Hamburg Dtsch. n° 38, 119-133.
- VAN DAMME D. (1969) : Fossiele Zoetwatermollusken van de Omo river (Ethiopie); Rijksuniversiteit Gent, Licentiaat in de Wetenschappen (Dierkunde), 144 p.

- VANNUTELLI L. et CITERNI C. (1889) : Seconda spedizione Bottego. L'Omo. Viaggio di esplorazione nell'Africa orientale, 650 pp. Milan, Hoepli ed.
- WALSH J., DODSON R.G. (1969) : Geology of northern Turkana. Mines and Geological Department of Kenya, Report n° 82, 42 p., carte 1:500.000°.
- WASHBURN SH. L. (1963) ; Classification and Human Evolution. Aldine publish. Cie Chicago, 371 p. fig. tabl.

LISTE DE REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

B O T A N I Q U E

- ALVINO G. (1939) : Panorama forestale del Hararino. L'Agr. Col., Ital., vol. 33, n° 5, p. 286-293.
- ALVINO G. (1939) : Il bambù alpino nell'Impero. Riv. Forest. Ital., vol. 1, n°8, p. 487-494.
- AUBERT de la RÛE E. (1939a) : Aspect général de la flore en Somalie française. C.R. Soc. Biogéogr., Fr.
- AUBERT de la RÛE E. (1939b) : La Somalie française. Gallimard éd., Paris.
- AUBREVILLE A. (1949) : Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Soc. Edit. Géogr. Marit. Colon., Paris.
- BARTOLOZZI E. (1938) : Relazione su una missione di studio nell'Africa Orientale Italiana. Firenze (Ist. Agr. Col. Ital. ; Relaz. Monogr. Agr. Col. n° 50).
- BEALS E.W. (1968) : Spatial pattern of shrubs on a desert plain in Ethiopia. Ecology, vol. 49, n° 4, p. 744-746.
- BEALS E.W. (1968b) : Ethiopia, in : Conservation of vegetation in Africa south of the Sahara. Proceedings of an A.E.F.T.A.T. symposium Uppsala sept. 1966, Acta Phytogeographica Suecica, vol. 54, p. 137-140.
- BEALS E.W. (1969) : Vegetation change along altitudinal gradients. Science, U.S.A., vol. 165, p. 981-985.
- BEALS E.W. (1970) : Birds of a Euphorbia-Acacia woodland in Ethiopia : habitat and seasonal changes. J. Anim. Ecol., vol. 39, p. 277-297.
- BECCARI O. (1881) : Cenni sulla flora di Assab. Bull. Soc. Toscana Orticult., vol. 6, p. 108-110.
- BECCARI O. et PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1955) : Subfamilieae Erecoidearum Palmae Gerontogaeae. Webbia, vol. 11, p. 1-188.
- BELLONI G. (1939) : Su alcune terre nere dello Scioa. L'Agr. Col., Ital., vol. 33, p. 375-381.
- BIEBER F.J. (1908) : Das Hochland von Südäthiopien. Peterm. Mitt., vol. 54, p.1-15, 99-114.

- BINI G., LOFFREDO S., BRUNELLI G. et CANNICCI G. (1940) : Missione di studio al Lago Tana. vol. 3, chap. 2 : Ricerche Limnologiche, Chimica e Biologia. Roma (R. Accad. Ital. Centro Studi A.O.I.).
- BIZZARRI M.P. (1970) : Primulaceae, in: Adumbratio Florae aethiopicae. Webbia, vol. 24, n° 2, p. 635-698.
- BRACA G. et COMOLLI R. (1939) : La Dancalia meridionale. Annal. Afr. Ital., vol.2, n° 1, p. 197-239.
- BRAGGIO MORUCCHIO G. (1970) : Globulariaceae in Adumbratio Florae aethiopicae. Webbia, vol. 24, n° 2, p. 619-634.
- BRILLI P. et MULAS S. (1939) : Note su la Cordeauxia edulis (Gehèb). L'Agr. Col. Ital., vol. 33, n° 10, p. 565-570.
- BROWN L.H. (1966) : La conservation de la flore et de la faune sauvages en Ethiopie. Nat. Res., Fr., t. 2, n° 1, p. 6-10.
- BRUCE E.A. (1934) : The giant Lobelias of east Africa. Kew Bull., p. 61-88.
- BRUNELLI G. et CANNICCI G. ed altri (1941) : Esplorazione dei laghi della Fossa Galla. Missione Ittiologica dell'Africa Orientale Italiana. Vol. I. Verbania (Ministero Afr. Ital.).
- BURGER W.C. (1967) : Families of flowering plants in Ethiopia. Oklahoma State Univ. Press., 236 p.
- CALCIATI C. et BRACCIANI L. (1927) : Nel Paese dei Cumuna (Missione Corni - Calciati Bracciani). Milano (Stamna Period. Ital.), 315 pp.
- CARTE DE LA VEGETATION DE L'AFRIQUE au Sud du Tropique du Cancer. Explanatory notes by KEAY R.W.S. (1959). Ass. Et. Taxonomique Flore Afr. Tropicale.
- CASTELLANI E. (1938) : Sul paese dei Gherire. L'Agr. Col., Ital., vol. 32, n° 11, p. 508-514.
- CEI G. et PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1940) : Felci raccolte da G. Cei nel territorio dei Galla e Sidama e cenni sulle loro stazioni. Nuov. Giorn. Bot. Ital., vol. 47, n° 1, p. 1-23.
- CHEVALIER A. (1939) : La Somalie française, sa flore et ses productions végétales. Rev. Bot. Appl. Agric. Trop., 19 (217-218) p. 663-687.
- CHIARUGI A. (1953) : Adumbratio Florae Aethiopicae. I. Introduction. Webbia, vol. 9, p. 1-8.
- CHIGGIATO G., CONFORTI A. (1937) : Relazione di una missione di Agricoltori in A.O.I. Firenze (Ist. Agr. Col. Ital. ; Relaz. Monogr., Agr. Col. n° 43).
- CHIOVENDA E. (1912) : Osservazioni Botaniche, Agrarie ed Industriali fatte nell'Abissinia Settentrionale nell'anno 1909. Rapporti e Monografie Coloniali n° 24, p. 1-132.

- CHIOVENDA E. (1916) : Risultati scientifici della missione scientifica Stefanini Paoli nella Somalia Italiana. Le Collezioni Botaniche. Firenze (Tip. Galletti e Cocci).
- CHIOVENDA E. (1929) : Flora Somala. Roma (Sindac. Art. Graf.).
- CHIOVENDA E. (1932) : Flora Somala II. Forli (Valbonesi).
- CHIOVENDA E. (1936 a) : Flora Somala III. Atti Ist. Botan. Univ. Pavia, ser. 4, n° 7, p. 117-160.
- CHIOVENDA E. (1936 b) : La Flora. Le Vie d'Italia, vol. 42, n° 7, p. 457-465.
- CHIOVENDA E. (1937) : La Flora, in, CORNI G., p. 133-184.
- CHIOVENDA E. (1940) : Plantae novae aut minus notae ex Aethiopia . Atti R. Accad. Ital. Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat. ser. 6, vol. 11, n° 2, p. 17-67.
- COE M.J. (1967) : The ecology of the alpine zone of Mount Kenya. Dr. W. Junk Publ. La Haye, p. 1-136.
- COMUCCI P. (1950) : Le vulcaniti del Lago Tana (Africa Orientale). Accad. Naz. Lincei, Roma, 209 p.
- CONFORTI E., GATTI V. (1953) : Contributo ad una bibliografia italiana su Eritrea e Somalia, con particolare riferimento all'agricoltura ed argomenti affini (ciclostile). Firenze (Ist. Agr. Oltremare).
- CONSEIL SCIENTIFIQUE pour l'AFRIQUE au Sud du Sahara (1957) : Phyto-Geography C.S.A. Specialist meeting. Yangambi 28 th August 1956. London et Bukavu.
- CUCCURULLO M. (1945) : Analisi di alcuni terreni del Harrar. Rev. Agric. Trop. Subtrop., vol. 39, p. 28-34.
- CUFODONTIS G. (1939) : Missione Biologica nel paese dei Borana. 4 : Raccolte botaniche. Roma (R. Accad. Ital. Centro Studi A.O.I.), 437 p.
- CUFODONTIS G. (1940) : La vegetazione, in : ZAVATTARI E., CUFODONTIS G. ed altri, p. 141-255.
- CUFODONTIS G. (1962 a) : A preliminary contribution to the knowledge of the botanical exploration of northeastern tropical Africa. C.R. IV° reunion plénière de l'A.E.T.F.A.T., Lisbonne.
- CUFODONTIS G. (1962 b) : Beitrag zur Flora von Godjam. Senck. biol., Frankfurt, t. 43, n° 4, p. 301-330.
- CUFODONTIS G. (1965 a) : Beitrag zur Flora von Godjam. Senck. biol., Frankfurt, t. 46, n° 2, p. 115-120.
- CUFODONTIS G. (1965 b) : Systematische Bearbeitung der in Süd-Aethiopiengesammelten Pflanzen, Senck. biol., Frankfurt, t. 46, p. 89-114.
- CUFODONTIS G. (1966 a) : Beitrag zur Flora von Godjam. Senck. biol., Frankfurt, t. 47, n° 4, p. 273-282.

- CUFODONTIS G. (1966 b) : Pittosporaceae in Flora of Tropical East Africa. London p. 1-13.
- CUFODONTIS G. (1966 c) : Systematische Bearbeitung der in Süd Äthiopien gesammelten Pflanzen. Senck. biol., Frankfurt, t. 47, p. 251-271.
- CUFODONTIS G. (1968) : Crassulaceae, Celastraceae, Thymelaeaceae und Compositae aus dem Tanasee-Gebiet und dem Semyen-Gebirge (Äthiopien). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde aus dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart, n° 195, p. 1-15.
- CUFODONTIS G. (1969) : Beitrag zur Flora von Godjam. Senck. biol., Frankfurt, t. 50, n°3-4, p. 281-288.
- CUFODONTIS G. (1969) : Über Kalanchoë integra (Med) O. Kuntze und ihre Beziehung zu K. crenata (Andr.) Haworth. Österr. Bot. Z., n° 116, p. 312-320.
- CUFODONTIS G. (1970) : Pittosporaceae, Celastraceae und Asteraceae aus dem Tanasee-Gebiet, Awash-Tal und Wollo (Äthiopien). Stutt. Beiträge zur Naturkunde, n° 218, p. 1-15.
- CUFODONTIS G. (1953 à 1971) : Enumeratio Plantarum Aethiopiae, Spermaphytes. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg., Bruxelles, vol. 23 (3-4), 1953 à vol. 41 (4), 1971, suppl. p. 1-1578.
- DE CANDOLLE (1912) : Origine des plantes cultivées, Paris 1912.
- DEI GASLINI M. (1940) : Le ricchezze del Galla-Sidama. Milano (Tipp. Popolo d'Italia)
- DE PHILIPPIS A. et SENNI L. (1939) : Le formazioni legnose dell'Africa Orientale Italiana. Riv. Biol., Col., vol. 2, n° 5, p. 355-370.
- DOVE K. (1890) : Kulturzonen von Nord-Abessinien. Peterm. Mitt., vol. 21, n° 97.
- DUCHESNE-FOURNET J. (1908-1909) : Mission en Ethiopie (1901-1903). Masson éd., Paris.
- EMBERGER L. (1968) : Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants - Masson et Cie. p. 1-758, 743 fig.
- ENGLER A. (1892) : Ueber die Hochgebirgsflora des tropischen Afrika. Abhandl. K. Preuss. Akad. Berlin, 2, p. 1-462.
- ENGLER A. (1906) : Ueber die Vegetations verhältnisse von Harar und des Galla-hochlandes auf Grund der Expedition von Freiherrn von Erlanger und Hrn. Oscar Neumann. Sitzungsber. K. Preus. Akad. Wissensch., vol. 40, p. 726-747.
- ENGLER A. (1910) : Die Pflanzenwelt Afrikas insbesondere seiner tropischen Gebiete, in : ENGLER A. et DRUDE O. : Die Vegetation der Erde IX, 1 (1, 2) : I-XXVIII, p. 1-1030, Leipzig, Engelmann.
- EXELL A.W. ed altri (1955) : Some aspects of the montagne flora of tropical Africa. Webbia, vol. 11, p. 489-496.
- FIORI A. (1909-1910) : Boschi e Piante Legnose dell'Eritrea. L'Agr. Col., Ital., vol. 3, n°6, p. 369-391 ; vol.4, n°1, p.2-23 ; n°2, p.73-98 ; n°3, p.171-184 ; n°6, p.285-302 ; n°8, p.365-386 ; vol.5 (1910), n°2, p.41-61, n°3, p.81-100 ; n°4-5, p.182-206 ; n°6, p.266-296 ; Append., p. 1-173 ; 1912.

- FIORI A. (1937) : La vegetazione dell'Impero : II. Le zone forestali dell'Eritrea. L'Alpe, vol. 24, n° 11-12, p. 404-408.
- FRANCHETTI R. (1930) : Nella Dancalia Etiopica. Spedizione Italiana 1928-1929. Milan, Mondadori éd.
- FRANCHETTI G. (1958) : Cruciferae, in : Adumbratio Florae Aethiopicae. Webbia, vol. 14, n° 1, p. 161-211.
- GASTALDO P. (1969) : Thymelaeaceae, in : Adumbratio Florae Aethiopicae. Webbia, vol. 24, n° 1, p. 337-389.
- GAUSSEN H. (1944) : Les Gymnospermes actuelles et fossiles, Partie I. Les Cycadales Trav. du Labor. For. de Toulouse, Fasc. II, Chap. III, pp. 1-104.
- GILLETT J. (1965) : Does Parkia occur in Ethiopia. Kew Bull. vol. 19, p. 389-390.
- GILLETT J.B. (1941) : The plant formations of Western British Somaliland and the Harar Province of Abyssinia. Kew Bull., n° 2, p. 37-199.
- GILLETT J.B. (1955) : The relation between the highland floras of Ethiopia and british east Africa. Webbia, t. 11, p. 459-466.
- GILLETT J.B. (1972) : A preliminary check list of the vascular plants of the lower Omo Valley in south West Ethiopia. Ronéotypé 17 p.
- GIORDANO G. (1937) : Cenni monografici sulle principali specie arboree dell'Ethiopia. L'Alpe, vol. 24, n° 11-12, p. 414-448.
- GIORDANO G. (1940) : Cenni monografici sulle piante forestali e sui legnami dell'A.O.I. Riv. Forest. Ital., vol. 1, n° 3, p. 183-188 ; n° 4, p. 238-244 ; n° 7, p. 447-454 ; n° 9, p. 554-560 ; n° 10, p. 597-606 ; 1939. 1940, vol. 2, n° 1, p. 32-36.
- GIORDANO G. (1940 b) : Il problma forestale dell'Impero. Quaderni Italiani, ser. 2, n° 9, p. 1-30.
- GIORDANO G. (1940 c) : Nuove piante forestali dell'A.O.I. Riv. Forest. Ital., 2, n° 5, p. 250-258.
- GIORDANO G. (1941) : Le utilizzazioni boschive dell'Africa Orientale Italiana nei riguardi della conservazione e del miglioramento del patrimonio forestale. L'Agr. Col., 35, 7, p. 261-277, 8, p. 314-319.
- GIORDANO G. (1949) : Utilizzazione delle foreste dell'Ethiopia. Riv. Agr. Subtrop. vol. 43, n° 1-3, p. 29-35.
- HEDBERG O. (1951) : Vegetation belts of the East african mountains. Svensk. Bot. Tidskr., vol. 45, p. 140-202. Uppsala.
- HEDBERG O. (1957) : Afroalpine Vascular Plants. A taxonomic revision. Symbolae Bot. Upsal., vol. 45, n° 1, p. 1-411.
- HEDBERG O. (1962) : Mountain plants from southern Ethiopia collected by Dr. John ERIKSSON. Arkiv. Bot., vol. 4, n° 13, p. 421-435.

- HEDBERG O. (1965) : Afro alpine flora elements. Webbia, vol. 19, p. 519-529.
- HEDBERG I., HEDBERG O. (1968) : Conservation of vegetation in Africa south of the Sahara. 6th Plenary meeting of A.E.T.F.A.T. in Uppsala, Sept. 1966.
- HEDBERG O. (1969) : Evolution and speciation in a tropical high mountain flora Biol. J. Linn. Soc., vol. 1, p. 135-148.
- HEDBERG O. (1970) : Evolution of the Afro alpine flora. Biotropica, vol. 2, n° 1, p. 16-23.
- HEMMING C.F. (1961) : The ecology of the coastal area of northern Eritrea. J.Ecol., 49, p. 55-78.
- HERVIEU J. (1967) : Mission Pédobotanique en Ethiopie (7 nov. 19 déc. 1966). Bull. bbg. Pédol., Fr., T. XVI, fasc. 2, p. 10-13.
- HILLS Th. (1965) : Les limites savanes-forêts tropicales ; Colloque du Venezuela. Nature et Ressources, U.N.E.S.C.O., vol. I, n°4.
- JEANNEL R. (1950) : Hautes montagnes d'Afrique. Vers les neiges éternelles sous l'équateur. Paris (Publ. Mus. Nation. Hist. Nat. suppl. 1).
- KULS W. (1958) : Beiträge zur kulturgeographie der südäthiopischen seen region. Frankfurter Geographische Hefte, v. 32, pp. 1-179.
- LEBRUN H. (1840) : Voyages en Abyssinie et en Nubie. Tours, A. Mame, In-12, 300 p. (Bibliothèque de la Jeunesse Chrétienne).
- LEMOIGNE Y. (1970 a) : Etude paléoxylologique de l'Ethiopie : A/ Bois fossile du tertiaire de la région d'Axoum (Province du Tigrée) : Leguminoxylon sp. Bull. Soc. Linn. n°5, p. 161-166, 2 pl.
- LEMOIGNE Y. (1970 b) : Etude paleoxylologique de l'Ethiopie. : B/ Présence du genre Sapindoxylon dans le tertiaire d'Ethiopie : Sapindoxylon Haile Sellasiei n. sp., Bull. soc. Linn. n°4, pp. 126-131, 2 pl.
- LEMOIGNE Y. (1971) : Etude paleoxylologique de l'Ethiopie : C/ Les bois de la forêt pétrifiée d'Ambo. Bull. Soc. Linn. pp. 52-56, 1 fig.
- LEONARD J. (1965) : Carte du degré d'exploration floristique de l'Afrique au Sud du Sahara. Webbia, vol. XIX, part II (éditée par l'A.E.T.F.A.T.).
- LOGAN W.E.M. (1946) : An introduction to the forest of Central and Southern Ethiopia Imperial Forestry Institute Paper, 24, pp. 1-66, 1 carte hors texte tabl. Oxford U.P.
- LICATA G.B. (1885) : La Flora di Assab. La Natura (edita da Mantegazza), vol. 3, n° 65, p. 183-185.
- MANETTI C. (1936) : Etiopia economica. Firenze (Bemporad).
- MARASSI A. (1939) : Della Cordeauxia edulis. L'Agr. Col., Ital., vol. 33, n° 11, p. 613-626.

- MASSA L. et SACCARDO D. (1939) : Attraverso il territorio dei Galla e Sidama. Firenze (Ist. Agr. Afr. Ital. ; Relaz. Monogr. Agr. Col. n° 55).
- MAUGINI A. (1917) : I terreni agrari delle Colonie Italiane. Trans. Third Internat. Congr. Trop. Agric., Londres, vol. 2, p. 381-396.
- MAURETTE F. (1905) : Etat de nos connaissances sur le Nord-Est Africain; Ann. de Géogr., vol.14, p. 339-364, p. 433-455.
- MAZZONI G. (1943) : Impressioni agronomiche sull'itinerario Addis-Ababa Macallé. Firenze (Ist. Agr. Afr. Ital. ; Relaz. Monogr. Agr. Col., n° 70).
- MIGLIORINI E. (1937) : Elenco di scritti d'interesse geografico relativi all'Africa Orientale Italiana negli anni 1935 e 1936. Boll. R. Soc. Geogr. Ital., ser.7, n°2, p.661-697.
- MIGLIORINI E. (1939) : Elenco di scritti d'interesse geografico relativi all'A.O.I. (1937-1938). Boll. R. Soc. Geogr. Ital., ser.7, n° 4, p.883-911.
- MILNE-REDHEAD, TURRILL W.B. Ed. (1952 - 1970) : Flora of Tropical East Africa. Londres.
- MOGGI G., BAVAZZANO R. (1964) : Contributo alla conoscenza della flora dello Scioa (Etiopia). Riv. di Agricoltura Subtropicale e Tropicale, Anno L VIII - n° 4-6, p. 167-179.
- MOGGI G., PISACCHI A. (1967) : Adumbratio Florae Aethiopiae. 14 Hypericaceae. Webbia n° 22, pp. 233-289.
- MONOD Th. (1957) : Les grandes divisions chronologiques de l'Afrique. Rapport présenté à la réunion des spécialistes sur la phytogéographie (Yangambi 29 Juillet - 8 Août 1956). Conseil Scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara, n° 24.
- MOONEY H.F. (1963) : A glossary of Ethiopian plant names. Dublin Univ. Press, 79 p.
- MOONEY H.F. (1963) : An account of two journeys to the Araenna mountains in Bali Province (South East Ethiopia), 1958 and 1959-60. Proceed. of the Lin. Soc. of London, p. 128-174.
- MORANDINI G. (1940) : Missione di studio al Lago Tana. 3 (1) : Ricerche Limnologiche, geografia fisica. R. Accad. Ital. Centro Studi A.O.I., Rome.
- MOTYKA J., PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1952) : Usneae in Missione ad lacum Tana et Semièn a R. Pichi-Sermolli anno 1937 lectae. Webbia, vol. 8, p. 383-404.
- NAPPER D. (1967) : Cyperaceae of East Africa IV. Cyperus. J.E. Afr. Nat. Hist. Soc., vol. 26, p. 1-17.
- NEGRI G. (1913) : Appunti di una escursione botanica nell'Ethiopia meridionale, in monografie e Rapp. del Ministero delle Colonie, Roma; 4, p. 1-177.
- NEGRI G. (1937 a) : La vegetazione dell'Impero ; I. Il paesaggio botanico dell'Ethiopia meridionale. L'Alpe, vol.24, n° 11-12, p. 393-403.

- NEGRI G. (1937 b) : Caratteri della vegetazione dell'Africa Orientale Italiana. Atti. III Congr. Studi Col., vol. 5, p. 7-31.
- NEGRI G. (1938) : Sul valore dell'influenza esercitata dall'uomo sulle fitocenosi dell'Africa Orientale Italiana. Compt. Rend. Congr. Intern. Geogr. Amsterdam, sez. 7, n°2, p. 34-38.
- NEGRI G. (1940) : Per uno schema cartografico della vegetazione dell'Africa Orientale Italiana. Riv. Geogr. Ital., vol. 47, p. 2-16.
- NESBITT L.M. (1936) : La Dancalia esplorata (Etiopia orientale). Firenze Bemporad éd.
- NISTRI P.F. (1937) : Dalla Valle dell'Obel agli altipiani dell'Uogherà. Firenze (Ist. Agr. Col. Ital. , Relaz. Monogr. Agr. Col. n° 42).
- PAOLI G. (1916) : Risultati botanici della Missione Stefanini-Paoli nella Somalia Italiana Meridionale. Mem. R. Accad. Lincei, ser. 5, vol. 11, n° 10, p. 621-630.
- PASQUALE G.A. (1885) : Cenni sulla Flora di Assab. Boll. Soc. Afr. Ital., vol. 4, n° 5, p.150-159.
- PICCONE A. (1884) : Contribuzioni all'algologia eritrea. Nuov. Giorn. Bot. Ital., n° 16, p. 281-332.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1938) : Ricerche botaniche nella regione del Lago Tana e nel Semièn, in : DAINELLI ed altri, p. 77-103.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1939) : Aspetti del paesaggio vegetale nell'Alto Semièn (Africa Orientale Italiana)., Nuov. Giorn. Bot. Ital., vol. 45, n° 1, p. CXV-CXXIV.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1940) : Osservazioni sulla vegetazione del versante occidentale dell'Altipiano Ethiopico. Nuov. Giorn. Bot. Ital., vol. 47, n°3, p. 609-623.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1950) : Sulla sistematica e nomenclatura di alcune piante dell'Abissinia. Webbia, vol. 7, p. 325-351.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1951) : Missione di Studio al Lago Tana. 7 (1) : Ricerche Botaniche. Fanerogame raccolte nel Bacino Idrografico del Lago Tana, nel Semièn, nella regione di Tucùr-Dinghià ed in Eritrea. Roma (Accad. Naz. Lincei).
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1952) : Appunti di erborizzazione relativi alla raccolta studiata, in : MOTYKA J. et PICHI-SERMOLLI R.E.G., p. 393-403.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G., HEINIGER H. (1953) : Adumbratio Florae Aethiopicae. 2. Ericaceae. Webbia, vol. 9, p. 9-48.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1954) : Ophroglossaceae, Osmundaceae Schizeaceae. Webbia, vol. 9, n°2, p. 623-660.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1955 a) : Hymenophyllaceae Negripteridaceae, Cyatheaceae. Webbia, vol. 12, n°1, p. 121-146.

- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1955 b) : Tropical East Africa (Ethiopia, Somaliland, Kenya, Tanganyika). UNESCO, Arid Zone Research. VI. Plant Ecology. Reviews of Research, p. 302-360.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1956) : Adumbratio Florae Aethiopicae. 4- Hymenophyllaceae, Negripteridaceae, Cyatheaceae. Webbia, vol. 12, n° 1, p. 121-146.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1957 a) : Uno schema di classificazione dei principali tipi di vegetazione dell'Africa tropicale. Webbia, vol. 12, n°2.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1957 b) : Parkeriaceae, Adiantaceae, Vittariaceae. Webbia, vol. 12, n°2, p. 645-704.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1957 c) : Una carte geobotanica dell'Africa orientale (Eritrea, Ethiopia, Somalia). Webbia, vol.13, part.1, p.15-132, 1 carte h.t.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1962) : Gleicheniaceae. Webbia, vol. 17, n°1, p. 33-43.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1963 a) : Cryptogrammaceae. Webbia, vol.17, n°2, p.299-315.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1963b) : Actinopteridaceae. Webbia, vol.17, n°2, p.317-328.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1965) : Oleandraceae. Webbia, vol. 20, n°2, p.745-769.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1966 a) : Hemionitidaceae. Webbia, vol.23, n°1, p.209-246.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1966 b) : The affinities and origin of the Flora of Ethiopia, Somali and Socotra. III° Conf. Int.Et. Ethiopiennes, Addis-Abeba, 28p. ronéo.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1969) : Marattiaceae. Webbia, vol. 23, n°2, p.329-351.
- PICHI-SERMOLLI R.E.G. (1969) : Lomariopsidaceae. Webbia, vol.23, n°2, p.379-396.
- PIERUCCI V. (1940) : Impressioni agrarie sull'Aussa. L'Agr. Col., Ital., vol.34, n°4, p. 158-166 ; n°5, p. 204-210.
- PIOVANO G. (1955) : Contributo alla conoscenza della flora dell'Africa Orientale. I. Compositae. Webbia, vol. 10, n°2, p.647-656.
- PIOVANO G. (1957) : Contributo alla conoscenza della flora dell'Africa Orientale. II. Graminaceae. Webbia, vol. XIII, n°1.
- PRATT D., GREENWAY P., GWYNNE M.(1966) : A classification of East african rangeland, with an appendix on terminology. J. Appl. Ecol., vol. 3, p.369-382.
- REALE SOCIETA GEOGRAFICA ITALIANA (1936) : L'Africa Orientale. VEDI MORI A., DAINELLI G., ALMAGIA R. et ZOLI C.
- RICHARD A. (1847) : Voyage en Abyssinie. IIIè partie, Tentamen Florae Abyssinicae, t. IV et V, Paris. Arthus Bertrand édit. Paris.
- ROTI-MICHELOZZI G. (1957) : Caesalpiniaceae, in : Adumbratio Flora Aethiopicae. Webbia, vol. 13, n°1, p. 133-228.

- ROTI MICHELOZZI CLAVARINO G. (1969) : Turneraceae, in, Adumbratio Florae Aethiopiae. Webbia, vol. 23, n°2, p. 379-396.
- SACLEUX R.P. (1909) : Sur l'herbier de M. Maurice de Rothschild. Collections faites en 1904 dans l'Ethiopie méridionale, in : Bull. Mus. Paris.
- SAPPA F. (1954) : Nuove specie di Asperfillus dei terreni forestali somali. Allionia, vol. 2, n°1, p. 79-95.
- SAPPA F. (1955) : Nuove specie di Aspergillus dei terreni della savana spinosa somala. Allionia, vol.2, n°2, p. 247-257.
- SAPPA F., MOSCA A.M. (1954) : Ricerche sulla microflora dei terreni della savana spinosa somale. Allionia, vol.2, n°1, p.195-238.
- SAPPA F., MOSCA A.M. (1954) : Ricerche sulla microflora dei terreni forestale somali. Allionia, vol.2, n°1, p.145-193.
- SAVOIA-AOSTA L.A. (Duca degli Abruzzi) ed altri (1932) : La esplorazione dello Uabi-Uebi Scebeli dalle sue sorgenti nella Etiopia meridionale alla Somalia Italiana (1928-1929). Milan, Mondadori éd.
- SCARIN E. (1942) : Hararino. Ricerche e studi geografici. Firenze (Centro di Studi Coloniali).
- SCHIMPER A.F.W. (1898) : Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena.
- SCHIMPER A.F.W. (1935) : Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Dritte, neube arbeitete und wesentlich erweiterte Auflage, herausgegeben von F.C. Von FABER. Jena.
- SCHWEINFURTH G. (1868) : Pflanzengeographische Skizze des gesammten Nil-Gebiets und der Uferländer des Rothen Meeres. Peterm. Mitt., p.113-129, 155-169, 244-248.
- SCHWEINFURTH G. (1891) : Ueber die Florengemeinschaft von Südarabien und Nordabessinien. Verhandl. Gesellsch. Erdkunde, Berlin, 9-10 p. 1-20.
- SCHWEINFURTH G. (1892) : Einige Mitteilungen über seinen diesjährigen Besuch in der Colonia Eritrea. Verhandl. Gesellsch. Erdkunde, Berlin, 6-7, p.1-28.
- SCHWEINFURTH G. (1905) : Vegetationstypen aus der Kolonie Eritrea. in : KARSTEN G. et SCHENCK H., Vegetationsbilder, vol.2, part 8, p.55-60.
- SCORTECCI G. (1955) : Viaggio di esplorazione biologica sulle montagne della Migiurtinia compiuto con il contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Boll. Mus. Ist.Biol.Univ. Genova, vol. 25, n°160, p.43-105.
- SCOTT H. (1950) : Les montagnes du Choa et le Chillalo, in : JEANNEL R., p.155-163.
- SCOTT H. (1952 a) : Journey to the Gughé Highlands (Southern Ethiopia), 1948-1949. Biogeographical research at high altitudes. Proc. Linn. Soc. London, vol. 163, n°2, p. 85-189.

- SCOTT H. (1952 b) : La végétation de la Haute Ethiopie centrale et méridionale. Lejeunia, vol.16, p. 67-80.
- SCOTT H. (1955) : Journey to the High Simien district, Northern Ethiopia. 1952-1953. Webbia, vol. 11, p. 425-450.
- SEBALD O. (1968) : Bericht über botanische Studien und Sammlungen am Tana-See und im Semyen-Gebirge (Aethiopien). Stuttgarter Beitr. Naturk., vol.194, 40 p.
- SEBALD O. (1969) : Beitrag zur Floristik Aethiopiens (Piperaceae Leguminosae), Stuttgarter Beitr. Naturk., 206, 37 p., 8 fig.
- SEBALD O. (1970) : Beitrag zur Floristik Aethiopiens II. Geraniaceae - Umbelliferae. Stuttgart Beitrage Naturk. , vol.222, p. 1-28.
- SEBALD O. (1972) : Bericht über botanische Studien und Sammlungen bei Lalibela, am Tana-See und im Awash - Tal (Äthiopien). Ibid. vol.236, p.1-32.
- SENNI L. (1935) : Gli alberi e le formazioni legnose della Somalia. Firenze (Ist. Agric. Col. Ital.).
- SENNI L. (1938) : Problema forestale e selvicoltura nell'Africa Orientale Italiana. L'Alpe, vol. 25, p.1-16.
- SENNI L. (1940) : La foresta di Icchi (Galla e Sidama). Riv. Forest., Ital., vol.2, p. 191-196.
- SERRATO-VALENTI G. (1965) : Buxaceae, in : Adumbratio Florae Aethiopicae. Webbia, vol. 20, n°2, p. 771-778.
- SGANDURRA C. (1940) : La foresta di Babbia. Riv. Forest. Ital., vol.2, n°7, p.352-363.
- SHANTZ H.L. et MARBUT C.F. (1923) : The vegetation and soil of Africa. Amer. Geogr. Soc. Research Series, n° 13, p.1-263.
- STEFANINI G. et PAOLI G. (1916) : Missione Stefani-Paoli. Ric_erche idrologiche botaniche ed entomologiche fatte nella Somalia Meridionale (1913). Firenze (Ist. Agr. Col. Ital.; Relaz.Monogr.Agr. Col. n°7).
- STEFANINI G. (1929) : I Possedimenti Italiani in Africa. Firenze, Bemporad Ed.
- STEFANINI G. (1933) : Saggio di una carta geologica dell'Eritrea, della Somalia e dell'Ethiopia alla scala di 1:2 000 000. Consiglio Nazionale della Ric_erche, Comitato per la Geologia. Firenze (Ist. Geogr. Mil.).
- STRELCYN S. (1968) : Médecine et plantes d'Ethiopie. I - Les traités médicaux éthiopiens. Panstwowe Wyddawnictwo Naukowe, Warszawa, 799 p.
- TANCREDI A.M. (1913) : Notizie e studi sulla Colonia Eritrea. Roma (Casa Editr. Ital.).
- TERRACIANO A. (1893) : Escursione botanica alle terre degli Habab. Boll. Soc. Geogr. Ital., ser.3,5, p. 774-786, 987-991, 1892 : 6, p.30-40, 121-137, 214-228.

- TERRACIANO A. (1893) : Escursione botanica alla Baja di Anfilah. Boll. Soc. Geogr. Ital., ser. 3, 6, p. 279-294.
- TROLL C. (1935) : Bericht über eine Forschungsreise durch das östliche Afrika. Kolon. Rundschau, vol. 27, n°5, p.1-34.
- TROLL C. (1935) : Escursioni scientifiche nella Colonia Eritrea. Boll. R. Soc. Geogr. Ital., ser. 6, 12, p.447-479.
- UFFICIO AGRARIO DI GONDAR (1937) : Il papiro del Lago Tana. L'Agr. Col., vol. 31, n°10, p.436-439.
- VATOVA A. (1941) : Relazione sui risultati idrografici relativi ai laghi dell'Africa Orientale Italiana esplorati dalla Missione Ittiologica, in : BRUNELLI G. et CANNICCI G. ed altri, p. 85-127.
- VERDCOURT B. (1962) : A new species of Erythrophysae, E. Mey. ex Arn. (Sapindaceae) from Ethiopia. J. Linn.Soc.London, Bot., 58, n° 372, p.201-205.-
- VERDCOURT B. (1968) : East Africa. Regional synthesis. Acta Phytogeogr.Suec., vol.54, p.186-192.
- VERNEDE H.L. (1955) : Forest ressources of Ethiopia. F.A.O. Mission to Ethiopia, Minister of Agriculture. Addis-Abeba.
- VINASSA DE REGNY P. (1938) : Danalia. Rome (Alfieri e Lacroix) éd. 118 p.
- VINASSA DE REGNY P. (1938) : Danalia. Milano (Ed. Public. Col.).
- VISENTINI M. (1936) : Notizie idrografiche sull'Africa Orientale Italiana. Annali Lavori Pubblici, 8, p.1-78.
- WAIBEL L. (1937) : Die Rohstoffgebiete des tropischen Afrika. Leipzig (Bibliogr. Inst.).
- WALTER H. (1964) : Die Vegetation der Erde. Band I : Die tropischen und subtropischen zone. Veb G. Fischer Verlag Jena éd., 592 p.
- WERDECKER J. (1955) : Beobachtungen in den Hochländern Aethiopiens auf einer Forschungsreise, 1953-1954. Erdkunde, vol.9, p. 305-317.
- WILLIS J.C. (1966) : A dictionary of the Flowering Plants and Ferns. Cambridge Univ. Press, 7° edit., 1214 p.
- WYLDE A.B. (1901) : Modern Abyssinia. London (Methuen et Co).
- ZAGHI C. (1935) : Il diario inedito della spedizione Capucci e Cicognani all'Aussa nel 1885. Boll. R. Soc. Geogr. Ital., ser.6, 12(8-9), p. 571-596.
- ZAVATTARI E. (1940) : Dal Giuba al Lago Rodolfo. Missioni scientifiche del Centro di Studi A.O.I. della Reale Accademia d'Italia. R. Accad. Ital. Conferenze, 6, p.1-34.

- ZAVATTARI E. (1941) : Vom Djuba-Fluss zum Rudolfsee. Geographisch-biologische Reisen und Entdeckungen im südlichen Athiopien. Mitt. Geogr. Ges., 84, p. 86-118.
- ZAVATTARI E. (1942) : La risoluzione del problema del Lago Stefania. Boll. R. Soc. Geogr. Ital., ser.7, 7 (6), p. 321-344.
- ZAVATTARI E., CUFODONTIS G. ed altri (1940) : Missione Biologica nel Paese dei Borama. 1: Condizioni Biogeografiche e Antropiche. R. Accad. Ital. Centro Studi A.O.I., Rome.
- ZINDEREN BAKKER E.M. VAN (1970) : Observations on the distribution of Ericaceae in Africa. Argumenta geographica, Band 12, pp. 89-97 , 2 fig.

ADDITIF : BOTANIQUE

(Chapitre Composition taxonomique des microflores fossiles, Graminées)

-
- AUBREVILLE A. (1950) : Flore forestière Soudano-Guinéenne, A.O.F., Cameroun, A.E.F.
- AXELROD D.I. (1952) : A theory of angiosperm evolution. Evolution, 6, p. 29-60.
- AXELROD D.I. (1960) : The evolution of flowering plants, In : TAX S. (ed) Evolution after DARWIN, vol. I : the evolution of life. University of Chicago Press.
- AXELROD D.I. (1966) : Origine of deciduous and evergreen habits in temperate forests. Evolution, vol. 20, p. 1-15.
- BOTTA P.E. (1841) : Relation d'un voyage dans l'Yemen. Paris.
- BRENAN J.P.M. (1959) : Mimosoideae, in: Flora of Tropical East Africa, Londres, 173 p., 23 fig.
- CARR C.J. (1970) : A preliminary analysis of the plant ecology of the mesic environments of the lower Omo river basin, Ethiopia. Unpublished Field Report, University of Chicago, Dpt. of Geography, 73 p.
- CARR C.J. (sous presse) : Ecological studies along the Omo river of southwest Ethiopia. Manuscript to be published in Journ. of Ecology.
- CHEVALIER A. (1928) : Revision des Acacias du Nord, de l'Ouest et du Centre Africain IV, le bois des Acacias. Rev. Bot. Appl. vol. 8, p. 646-650.
- CHIOVENDA E. (1896) : Graminaceae di Harar e di Somali. Roma.
- CHIOVENDA E. (1909) : Intorno ad alcune Graminaceae da Essenze. Istituto Coloniale Italiano Roma.
- CLAYTON W.D. (1970) : Gramineae (Part I), in: Flora of Tropical East Africa, Londres, 176 p. 55 fig.
- DALE I.R. et GREENWAY P.J. (1961) : Kenya trees and shrubs. University Press, Glasgow. 654 p., 1 carte hors texte, 110 fig., 80 pl.

- DE PHILIPPIS A. (1940) : Il Ginepro abissino. Regio Instituto Agronomico per l'Africa Italiana, Firenze. L'Agr. Col. 34 (8), p. 312-327 (9) p. 353-374.
- DU PLAQUET L. (1953) : Notes forestières sur la côte française des Somalis, le Harar et le Choa. Rev. For. Franc. t.v., n°5.
- EDWARDS D.C. et BOGDAN A.V. (1951) - Important Grassland Plants of Kenya. Londres, 124 p., 38 fig.
- ELHAI H. (1963) : Les paysages végétaux au Quaternaire en Europe occidentale. Ronéotypé. 117 p.
- ELHAI H. (1968) : Biogéographie. A. Colin éd. Paris, Collection U, 406 p.
- ELIAS M.K. (1942) : Tertiary prairie grasses and other herbs from the high plains. Geol. Soc. of Amer. sp. pap., n°41, 169 p., 16 pl.
- EMBERGER L. (1960) : Traité de Botanique. Les végétaux vasculaires. T. II, fasc. I, 753 p., 1073 fig.
- FLORIN R. (1963) : The distribution of Conifer and Taxa genera in time and space. Acta Horti Bergiani, 20, 4, p. 121-312.
- GEISLER F. (1954) : A pollen study of thirty-two species of grasses. Butler Univ. Bot. studies, 7, p. 65-73.
- GILBERT MG. (1971) : Some suggestions for an Ethiopian flora. Proc. of the seventh plenary meeting of the A.E.T.F.A.T., Munich, 7-12 sept. 1971, Mitt. Bot. staatsamml. München, vol X, p. 64-65.
- GIORDIANO G. (1948) : Monographie succincte du Juniperus procera. Bois For. Trop., 5 (1), p. 15-18.
- GRAHAM R.A. (1960) : Rosaceae in Flora of Tropical East Africa. E. MILNE - Redhead Edr, Londres, 61 p., 8 fig.
- JACQUES-FELIX H. (1962) : Les Graminées d'Afrique tropicale. Institut de Rech. Agron. Trop., Paris, 345 p., 254 fig.
- JACKSON J.K. (1956) : The vegetation of the Imatong Mountains Sudan. J. Ecol., 44, 341 p.
- KERFOOT O. (1961) : Juniperus procera Endl. The african Pencil Cedar in Africa and Arabia, Taxonomic affinities and geographical distribution. E.A. Agric. and For. Journ., vol. XXVI, n°3, p. 170-176, 1 carte, 1 fig.
- KERFOOT O. (1964) : The distribution and ecology of Juniperus procera Endl. in East Central Africa, and its relationship to the Genus Widdringtonia Endl. Kirkia, vol. 4, p. 75-88.
- KERFOOT O. (1971) : Le genre Juniperus en Afrique au Sud du Sahara. Ses relations taxonomiques, phytogéographiques et écologiques avec une note sur son importance dans le contexte de la théorie de la dérive des Continents. Pount Bull. Soc. d'Et. de l'Afr. orientale, 3° ann. n° 9, p. 3-11.

- KUPRIANOVA L.A. (1948) : Morphologie des pollens et phylogénie des Monocotylédones (en russe). Comm. Komarow Inst. Acad. Sci., vol.1,n°7,p.163-262.
- MELVILLE R. (1958) : Gymnospermae in Flora of Tropical East Africa. W.B. Turrill and E. Milne-Redhead Edr, Londres, 16 p., 5 fig.
- NEGRI G. (1913) : Appunti di una escursione botanica nell'Ethiopia meridionale (Marzo-Agosto 1909). Rapp. del Ministero del Colonie, Roma, 4 p. 1-177.
- POLHILL R.M. (1966) : Ulmaceae. In:Flora of Tropical East Africa. W.B. Turrill and E. Milne Redhead. Edr. Londres.
- QUEZEL P. (1969) : Flore et végétation des plateaux du Darfur Nord-Occidental et du djebel Gourgeil. Dossiers de la RCP 45, C.N.R.S., C.R.D.P., Marseille 146 p.
- RATTRAY J.H. (1960) : Tapis graminéen d'Afrique. Etudes agricoles de la F.A.O., 49, p. 170.
- ROSS J.H. (1966) : Acacia albida Del. in Africa. Bol. Soc. Brot., sér. 2, 40, p.187-205.
- SCOTT H. (1958) : Biogeographical research in High Semien(Northern Ethiopia)1952-53. Proc. linean soc. London, Vol 170, part 1.
- SNOWDEN I.D. (1953) : The grass communities and mountain vegetation of Uganda. Londres, 94 p., 1 carte h.t.
- STAPP O., HUBBARD C.E. (1917-1934) : Graminae, in:Flora of Tropical Africa vol. 9, fasc. 1.
- TEFFERI HAILE (1961) : Menelike zaf. Ethiopian forestry review n° 2, p. 41
- TURRILL W.B. (1952):Oleaceae, in:Flora of Tropical East Africa. Edr. Milne Redhead, Londres, p. 1-30.
- WICKENS G.E. (1969) : A study of Acacia albida Del. (Mimosoïdea). Kew Bull., vol.23, n°2, p. 181-202, 2 fig., 2 tabl., 4 cartes.

LISTE DE REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

P A L Y N O L O G I E

- AARIO L. (1940) : Waldgrenzen und zubreizente Pollenspektren in Petsamo Lappland. Ann. ac. Scient. fennicae A : 5,8.
- ANDERSEN S. Th. (1960) : Silicone oil as a mounting medium for pollen grains. Danmarks Geol. Undersgelse, IV, 1, p. 1-24.
- ANDERSEN S. Th. (1970) : The relative pollen productivity and pollen representation of north european trees and correction factors for tree pollen spectra. Determined by surface pollen analyses from forests. Danmarks Geologiske Undersogelse, II, Raekke, n°96, 99 p.
- AYTUG B. (1960) : Quelques mensurations de pollens de Pinus silvestris L. Pollens et Spores, vol. 2, n°2, p. 305-309.
- BASTIN B. (1964) : Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans la forêt de Soignes (Belgique) Agricultura, 12, n°2, p.341-373, 6 fig., 1 pl., 11 tabl.
- BENT A.M., WRIGHT H.E. (1963) : Pollen analysis of surface materials and lake sediments from the Chuska Mountains, New Mexico. Geol.Soc. Amer. Bull., 74, n°4, p. 491-500.
- BERTSCH K. (1942) : Lehrbuch der Pollen analyse. Handbuch d. prakt. Vorgeschichtsforsch., 3 Verlag. F., Stuttgart, 195 p.
- BERTSCH K. (1961) : Untersuchungen an rezenten und fossilen Pollen von Juniperus. Flora, 150, p. 503-593.
- BEUCHER F. (1971) : Etude palynologique de formations néogènes et quaternaires au Sahara Nord-occidental. Thèse - Paris, 2 vol., 796 p., 1 vol., pl. h.t.
- BEUG H.J. (1961) : Leitfaden der Pollenbestimmung. Stuttgart, 63 p., 17 fig., 8 pl.
- BIDAULT M. (1964) : Relations entre la polyploïdie, les longueurs des cellules épidermiques et les diamètres des grains de pollens chez quelques espèces de Festuca ovina L. s.l. Bull. Soc.Bot., 111, (3-4), p.111-119.
- BOND G. (1963) : Conditions de milieu en Afrique Orientale et Méridionale depuis le milieu du Tertiaire. (paléoclimatologie basée sur l'étude des pollens S.Afr.Journ.Sc., (1963) vol. 59, n°7, p. 347-352.

- BONNEFILLE R. (1968) : Contribution à l'étude de la flore d'un niveau pléistocène de la haute vallée de l'Awash (Ethiopie). C.R. Acad. Sci., Paris, D, vol. 266, p. 1229-1232.
- BONNEFILLE R. (1969 a) : Analyse d'un sédiment récent : vases actuelles de la rivière Awash (Ethiopie). Pollen et Spores, vol. 11 (1), p.7-16.
- BONNEFILLE R. (1969 b) : Indication sur la paléoflore d'un niveau du Quaternaire moyen du site de Melka Kontouré (Ethiopie). C.R. Somm. S.G.F., fasc. 7, séance du 3 novembre, p. 238-239.
- BONNEFILLE R. (1970) : Premiers résultats concernant l'analyse pollinique d'échantillons du Pléistocène inférieur de l'Omo (Ethiopie). C.R. Acad. Sci., Paris, D, t. 270 (20 Mai), p. 2430-2433.
- BONNEFILLE R. (1971 a) : Atlas des pollens d'Ethiopie. I. Principales espèces des forêts de montagne. Pollen et Spores, vol. XIII, n°1, p. 15-72, 22 pl., 1 carte.
- BONNEFILLE R. (1971 b) : Atlas des pollens d'Ethiopie. II. Pollens de la basse vallée de l'Omo et récoltes botaniques 1968. Adansonia, ser. 2, vol. 11, n°3, p. 463-517, 22 pl.
- BONNEFILLE R., CHAVAILLON N., TAIEB M. (1970) : Formations volcano lacustres quaternaires de la vallée supérieure du Webi Shebelli (Ethiopie) : Données stratigraphiques, préhistoriques et palynologiques. C.R. Acad. Sci., Paris, D, t. 271, p. 161-164.
- BOURREIL P. et REYRE Y. (1968) : Première étude de grains de pollen d'Aristides (Graminées) au microscope électronique à balayage. C.R. Acad. Sci., t. 267, p. 398-401, p.1-4, 1 pl.
- BRUN A. (1971) : Les applications de la palynologie à l'étude géodynamique du Massif volcanique du Mont-Dore. Thèse Paris, 244 p.
- BUTZER K.W. (1966) : Climatic changes in the aride zones of Africa. Proc. Intern. Symposium on World Climate from 8000 to 0 B.C. Roy. Met. soc., London, p. 72-83.
- CARATINI C. (1968) : Analyse palynologique d'un sédiment actuel : vases de l'anse de l'Aiguillon (Charente maritime et Vendée). C.R. somm. Soc. Géol. Fr., fasc. 3, p. 72-74.
- CARROLL G. (1943) : The use of bryophytic polsters and mats in the study of recent pollen deposition. Amer. Journ. Bot. vol. 30, p. 361-366. Burlington Vermont.
- CERCEAU-LARRIVAL M. (1967 a) : Corrélations de caractères chez les grains de pollen d'Ombellifères. Rev. of Palaeobot. and Palyn., vol. 4, n°1-4, p. 311-324, 2 fig., 2 tabl.
- CERCEAU-LARRIVAL M. (1967 b) : Umbelliferae in Palynologia Madagassica et Mascarenica. Pollen et Spores, vol. IX, n° 3, p. 437-440, 4 pl.

- CHRISTENSEN B.B. (1946) : Measurements as a means of identifying fossil pollen. Danm. Geol. Unders., 4 Rk, vol. 3, p. 1-22, Copenhagen.
- CHRISTENSEN B.B. (1954) : New mounting media for pollen grains. Danm. Geol. Unders., II, 80, p. 7-11.
- CLARK J.D. et ZINDEREN BAKKER E.M. VAN (1954) : Prehistoric culture and pleistocene vegetation at the Kalambo Falls, Northern Rhodesia. Nature, vol. 201, n° 4923, p. 971-975.
- COETZEE J.A. (1955) : The morphology of Acacia pollen. South Afr. Journ. Sci., p. 23-27, 4 fig., 1 tabl.
- COETZEE J.A. (1964) : Evidence for a considerable depression of the vegetation belts during the Upper Pleistocene on the East African mountains. Nature, vol. 204, n° 4958, p. 564-566.
- COETZEE J.A. (1967) : Pollen analytical studies in East and Southern Africa. Thèse Univ. Orange Free State, Cape Town, Palaeoecology of Africa, 3, 146p.
- COETZEE J.A. (1969) : Pollen analytical studies in East and Southern Africa. Opsom-mings van Proefskrite, Bl. 44-47, p. 1-4.
- COETZEE J.A. (sous presse) : Climatic changes and the stratigraphy of Upper Quaternary in Africa. VI° Congr. Panafr. Préhist. Et. Quat., Dakar 1967.
- COETZEE J.A. et VOGEL J.C. (1967) : Evidence for the Paudorf Interstadial in Africa. Palaeoecology of Africa, II, Cape Town, p. 100-101.
- COETZEE J.A. et ZINDEREN BAKKER E.M. VAN (1970) : Palaeoecological problems of the Quaternary of Africa. Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Wetenskap, n° 4, p. 78-84.
- COUR P., GUINET Ph., COHEN J. et DUZER D. (1971) : Evaluation du transport à longue distance dans la pluie pollinique actuelle au Sahara nord occidental. Comm. VI° Congr. Panafr. Préhist. Et. Quat., Addis Abeba 1971.
- CRABTREE K. (1968) : Pollen analysis. Sci. Prog., Oxford, 56, p. 83-101, 4 fig.
- CRANWELL L. (1942) : New Zealand pollen studies. I. Key to the pollen grains of families and genera in the native flora. Rec. Auck. Inst. Mus., 2, 6, p. 280-308.
- CRANWELL L. (1953) : New Zealand Pollen Studies. The monocotyledons. Bull. Auckland Institute and Museum, Harvard Univ. Press, 91p., 8 pl.,
- CRANWELL L. et VON POST L. (1936) : Post Pleistocene pollen diagrams from the southern hemisphere. I. New Zealand Geogr. Ann., vol. 18, p. 308-347.
- CUFODONTIS G. (1953-1970) : Enumeratio Plantarum Aethiopiae. Spermatophyta. Bull. Jard. Bot. Bruxelles, vol. 23 à vol. 40 (3) suppl. 1 à 1482.

- CUSHING E.J. (1961): Size increase in pollen grains mounted in thin slides. Pollen et Spores, vol. 3, n° 2, p. 265-274.
- CUSHING E.J. (1967) : Evidence for differential pollen preservation in Late Quaternary sediments in Minnesota. Rev. Palaeobot. Palynol., 4 (1-4)
- DAVIS M. et GOODLETT J. (1960) : Comparaison of the present vegetation with pollen spectra in surface samples from Browington Pond, Vermont. Ecology, 41, n° 2, p. 346-357.
- DEUSE P. (1966) : Contribution à l'étude des tourbières du Ruanda et du Burundi. Inst. Rech. Sci., Butaré, n° 4, 115p.
- ELHAL H. et RUDEL A. (1961) : Flore pollinique des cinérites du lac Chambon (Puy de Dôme). C.R. Acad. Sci., Paris, T. 256, D, p. 4700-4702.
- ERDTMAN G. (1922) : Pollen analytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Süd Schweden. Archiv für Bot., 17, 173p.
- ERDTMAN G. (1937) : Pollen grains recorded from the atmosphere over the Atlantic. Meddel. Göteborgs bot. trädg., 12, p. 186.
- ERDTMAN G. (1943) : An introduction to pollen analysis. Ronald Press C° ed., New York, 239p., 15 fig., 28 pl., 10 tabl.
- ERDTMAN G. (1952) : Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms I. Hafner publ. C°, New York, 553p., 261 fig.
- ERDTMAN G. (1969) : Handbook of Palynology. An introduction to the study of pollen grains and spores. Munksgaard ed., Copenhagen, 486p., 1 carte h.t., 125 pl.
- ERDTMAN G. et PRAGLOWSKI J.R. (1959) : Six notes on pollen morphology and pollen morphological techniques. Botan. Notiser Lunds Botan. Fören., 112 (2), p. 175-184.
- FAEGRI K. et DEUSE P. (1960) : Size variations in pollen grains with different treatment. Pollen et Spores, vol. 2 (2), p. 293-298.
- FAEGRI K. et IVERSEN J. (1964) : Textbook of pollen analysis. Munksgaard ed., Copenhagen, 2° ed., 273p., 8 pl., 23 fig., 8 tabl.
- FIRBAS F. (1937) : Der pollen analytische Nachweis des Getreidebaus. 2 schr. f. Bot., 31, 447p.
- FIRBAS F. (1949) : Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. I. G. Fischer, Iena, 480p.
- GRAHAM A. (1971) : The role of Myxomyceta spores in palynology with a brief note on the morphology of certain algal zygosporos. Rev. Palaeobot. and Palynol., 11 (2), p. 89-99.
- GRICHUK M.P. (1967) : The study of pollen spectra from recent and ancient alluvium. Rev. Palaeobot. and Palynol., vol. 4, n° 1-4, p. 107-112, 3 fig.

- GROHNE-UDELGARD (1957) : Die Bedeutung des phasen kontrastverfahrens für die Pollen-analyse, dargelegt am Beispiel der Gramineen pollen vom Getreidetyp. Photographie 6 und Forschung, 7, p.237-248.
- GUINET Ph. (1962) : Pollen d'Asie tropicale. Institut français de Pondichéry, trav. sect. scient. et technique, T.V, fasc.1, p.1-52.
- GUINET Ph. (1964) : Données nouvelles sur le rôle de la morphologie du pollen dans la classification du genre Acacia. C.R.Acad.Sci., Paris, T.258, D, p.4823-4825.
- GUINET Ph. (1969) : Les Mimosacées. Etude de Palynologie fondamentale, Corrélations, Evolution. Inst. français de Pondichéry, T. IX, 293p., 26 fig., 30 tabl., 20 pl. photogr. h.t.
- GUINET Ph. et PLANQUE D. (1969) : AMEKNI Néolithique ancien du Hoggar, résultats de l'analyse pollinique. Mém. C.R.A.P.E., Alger, vol. X, p.186-188, 1 tabl.
- HAVINGA A.J. (1963) : A Palynological Investigation of Soil Profiles developed in cover sand. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen, 63 (1), p.1-93, 6 fig., 7 tabl.
- HAVINGA A.J. (1964) : Investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores. Pollen et Spores, vol. VI, n°2, p.621-635.
- HAVINGA A.J. (1967) : Palynology and pollen preservation. Rev. Paleobot. and Palynol., 2 (1-4), p.81-98, 3 fig., 6 tabl.
- HEDBERG O. (1954) : A pollen analytical reconnaissance in tropical East Africa. Oikos, vol. 5, II, p.137-165, 5 fig., 5 pl., 5 tabl.
- HEDBERG O. (1962) : Modern taxonomic methods and the flora of tropical Africa. In: C.R. IV^e réunion plénière de l'A.E.T.F.A.T., Lisbonne, p.265-278, 4 fig., 2 pl.
- HEIM J. (1962) : Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes belges. Bull. Soc. roy. de Belgique, T.96, p.5-92, 41 fig., 24 tabl.
- HEIM J. (1971) : Etude statistique sur la validité des spectres polliniques provenant d'échantillons de mousses. Lejeunia, n°58, p.1-34, 13 tabl.
- HOROWITZ A. (1966) : Tropical and northern pollen and spores in recent sediments from the Bay of Elat (Aquaba). Israël Journ. of Earth Sciences, vol. 15, p.125-130, 3 pl.
- IVERSEN J. (1954) : Origin of the flora of Western Greenland in the light of pollen analysis. Oikos, vol. 4, p.85.
- IVERSEN J. et TROELS-SMITH J. (1950) : Pollenmorfologiske Definitioner og Typer. Danmarks geol. unders., 2 rk., p.80-87.

- KENDALL R.L. (1965) : Climatic changes in East Africa : the evidence from lake Victoria. VII I.N.Q.U.A., 1965, Abstract vol., p.264.
- KENDALL R.L. (1969) : An Ecological History of the Lake Victoria Basin. Ecol. Monogr., vol.39, p.121-176.
- KREMP G.O.W. (1965) : Catalog of fossil spores and pollens. Publ. University Park, Pennsylvania, vol.24.
- KREMP G.O.W. (1965) : Morphologic encyclopedia of Palynology. Univ. of Arizona Press, Tucson, 185p., 38 pl.
- KUPRIANOVA L.A. (1965) : The Palynology of the Amentiferae. Komarov Bot. Inst. Acad. Sci., U.R.S.S., vol.1, p.1-214.
- LEAKEY C.L.A. (1957) : The Cambridge University expedition to Ethiopia. Interim report.
- LIVINGSTONE D.A. (1962 a): Age of deglaciation in the Ruwenzori Range, Uganda. Nature, vol.194, p.859-860.
- LIVINGSTONE D.A. (1962b) : Pollen studies in East Africa. C.R. Conf. Int. Palyn., Univ. of Arizona, Tucson, 23-27 Avril 1962.
- LIVINGSTONE D.A. (1964) : Post-glacial and post-fluvial pollen profiles from Tropical Africa. X Int. Bot. Congr., Edinburgh, Abstract p.269.
- LIVINGSTONE D.A. (1967) : Postglacial vegetation of the Ruwenzori mountains in Equatorial Africa. Ecol. Monogr., U.S.A., 37, n°1, p.25-52.
- LIVINGSTONE D.A. (1969) : Essays in plant geography and ecology. Symp. in Terrestrial Plant., Nova Scotia Mus., Halifax.
- LIVINGSTONE D.A. (1971) : A 22.000 year pollen record from the Plateau of Zambia. Limnology and Oceanography, vol.16, n°2, p.349-356.
- LIVINGSTONE D.A. et KENDALL R.L. (1969) : Stratigraphic studies of East African Lakes. Intern. Vereing. Theor. Angew. Limnol. Mitt., Dtsch., n°17, p.147-153.
- LIVINGSTONE D.A. et RICHARDSON J.L. (1965) : Pollen stratigraphy and paleolimnology of East Africa and hypothesis of uniform global climatic change. VII I.N.Q.U.A., 1965, Abstract vol., p.296.
- LOBREAU D. (1966) : Variations polliniques liées à la composition de la gélatine glycérinée. Pollen et Spores, vol.VIII, n°1, p.227-236, 2 pl.
- LOBREAU D. (1969) : Les limites de "l'ordre" de Célébrales d'après le pollen. Pollen et Spores, vol.IX, n°3, p.499-555, 12 pl.
- MAHER L.J. (1963) : Pollen analysis of surface materials from the Southern San Juan Mountains, Colorado. Geol. Soc. of America Bull., 74, p.1485-1504, 8 fig., 1 tabl.

- MALEY J. (1970) : Contributions à l'étude du Bassin tchadien. Atlas des pollens du Tchad. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg., 40, p. 29-48, 25 pl.
- MARTIN A.R.M. (1951) : South African Palynological Studies. I. Statistical and morphological variation in the pollen of the south african species of Podocarpus. Grana Palyn., vol. II, n° 1, p. 40-68.
- MERVILLE R. (1965) : Le pollen des Sapindacées d'Afrique occidentale. Pollen et Spores, vol. III, n° 3, p. 465-489, 4 pl.
- MORRISON M.E.S. (1961) : Pollen analysis in Uganda. Nature, vol. 190, n° 4775, p. 483-486.
- MORRISON M.E.S. (1964) : Later pleistocene vegetational changes in Uganda. X Int. Botan. Congr., Edinburgh, Abstract vol., p. 269-270.
- MORRISON M.E.S. (1966) : Low latitude vegetation history with special reference to Africa. Proc. Int. Symp., Imper. Coll., London, 18-19 April 1966, r. meteorol. Soc., p. 142-148.
- MORRISON M.E.S. (1968) : Vegetation and climate in the uplands of south western Uganda during the later Pleistocene period : Muchoya Swamp, Kigezi district. Ecol. Journ., vol. 56, p. 363-384.
- MULLENDERS W. (1962) : Les relations entre la végétation et les spectres polliniques en forêt du Mont-Dieu (Dept. Ardennes, France). Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., t. 94, p. 131-137, 1 fig., 1 tabl.
- OLDFIELD F. (1959) : The pollen morphology of some of the west european Ericales. Pollen et Spores, vol. 1, n° 1, p. 19-48, 1 fig., 1 tabl., 2 pl.
- OSMASTON H.A. (1958) : Pollen analysis in the study of the past vegetation and climate of Ruwenzori and its neighbourhood. Bull. Sc. Th. Oxford, roneot. by the Uganda Forest Dpt.
- OSMASTON H.A. (1965) : The past and present climate and vegetation of Ruwenzori and its neighborhood. Ph.D. Thesis, Oxford, n.p.
- OSMASTON H.A. (1967a) : Plant fossils in volcanic tuffs near the Ruwenzori. Palaeo-ecology of Africa, ZINDEREN BAKKER VAN E.M. ed., vol. 2, p. 25.
- OSMASTON H.A. (1967b) : The sequence of glaciations in the Ruwenzori and their correlation with glaciations of other mountains in East Africa and Ethiopia. Palaeoecology of Africa, ZINDEREN BAKKER VAN E.M. ed., vol. 2, p. 26-28.
- POKROVSKAIA I.M. (1950) : Analyse pollinique (Traduit par E. BOLTENHAGEN). Ann. Serv. Inf. Géol. B.R.G.M., n° 24, 435 p., 17 tabl.
- PONS A. (1957) : Première étude palynologique de quelques paléosols sahariens. Trav. Inst. Rech. Sahar., T. XVI, p. 12-42.
- PONS A. (1958) : Le Pollen. "Que sais-je" n° 783, P.U.F. ed., Paris, 125p., 14 fig.
- PONS A. (1964) : Contribution à l'étude de la flore et de la végétation pliocènes de la région rhodanienné. Ann. Sc. Nat., Botanique, Paris, 12ème série, T.V, p. 499-722, 3 pl., 7 tabl., 23 fig.

- REITSMA Tj. (1969) : Size modification of recent pollen grains under different treatments. Rev. Paleobot. and Palynol., vol. 9, p. 175-202, 17 fig., 3 tabl.
- REITSMA Tj. (1970) : Suggestions towards unification of descriptive terminology of Angiosperm pollen grains. Rev. Paleobot. and Palynol., vol. 10, p. 39-60, 4 fig., 1 tabl.
- REYRE Y. (1968) : La sculpture de l'exine des pollens des Gymnospermes et des Chlamydospermes et son utilisation dans l'identification des pollens fossiles. Pollen et Spores, vol. 10 (2), p. 197-220.
- REYRE Y. (1970) : Palynologie du Mésozoïque saharien avec traitement des données par l'informatique et applications à la stratigraphie et à la sédimentologie. Thèse, Paris, 2 vol., 365p., fig., pl. et cartes (19).
- ROSSIGNOL M. (1969) : Sédimentation palynologique dans le domaine marin quaternaire de Palestine. Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient, T. X, p. 1-272, 75 fig., 4 pl.
- ROWLEY J.R. (1960) : The exine structure of "Cereal" and "Wild" type grass pollen. Grana Palynol., vol. II, n° 2, p. 9-15, 6 pl.
- SAAD S.I. et SAMI S. (1967) : Studies of pollen and spores content of Nile delta deposits (Berendal region). Pollen et Spores, vol. IX, n° 3, p. 467-503, 3 fig., 8 pl.
- SCHOENWETTER J. (1967) : Methods of collection and analysis of surface sample in semi arid land. Rev. Paleobot. and Palynol., 2 (1-4), p. 16.
- SMITH G.F. (1964) : Some pollens grains in the Caesalpiniaceae of East Africa. Pollen et Spores, vol. VI, n° 1, p. 85-98, 3 pl.
- STRAKA H., SIMON A. et CERCEAU-LARRIVAL M.T. (1967) : Palynologia Madagassica et Mascarenica. Pollen et Spores, vol. IX, n° 3, p. 427-466, 15 pl.
- TAUBER H. (1967) : Differential pollen dispersion and filtration. In: Quaternary paleoecology. E.J. CUSHING et H.F. WRIGHT Jr. ed., p. 131-141.
- TING W.S. (1966) : Determination of Pinus species by pollen statistics. Univ. Calif., Berkeley, Publ. Geol. Sci., 58, p. 1-168.
- TROUIN M. (1972) : Contribution à l'étude cytotoxinomique et palynologique de quelques Graminées du Soudan : Jebel Gourgeil et plateaux du Darfour. Thèse ronéot. 3° cycle, Univ. de Provence, Marseille, 116p., 12 pl., tabl.
- TSCHUDY R.H. (1969) : Relationship of palynomorphs to sedimentation. In: Aspects of Palynology, p. 79-93, 5 fig.
- TSCHUDY R.H. et SCOTT R.A. (1969) : Aspects of Palynology. Wiley Interscience ed., New York, 570p., fig. pl.
- TSUKADA M. et ROWLEY J.R. (1964) : Identification of modern and fossil maize pollen. Grana Palynol., vol. V, n° 3, p. 406-412, 1 fig., 1 pl.

- UENO J. (1960) : Palynological notes of Podocarpaceae. Acta Phytotax. Geobot., 18,7,p.198-207,2 fig.
- VAN CAMPO M. (1957) : Palynologie africaine.I. Bull. I.F.A.N., Dakar, T. XIX, sér. A, n°3, p.659-677.
- VAN CAMPO M. (1958) : Palynologie africaine.II. Bull. I.F.A.N., Dakar, T. XX, sér. A, n°3, p.42.
- VAN CAMPO M. (1961) : Mécanique aperturale. Grana palynol., vol.2, n°3, p.93-97.
- VAN CAMPO M. (1966) : Variations polliniques intraflorales. Adansonia, T. VI, fasc. 1, p.55-64, 3 pl.
- VAN CAMPO M. (1971) : Précisions nouvelles sur les structures comparées des pollens de Gymnospermes et d'Angiospermes. C.R. Acad. Sci., Paris, T. 272, D, p.2071-2074, 1 pl.
- VAN CAMPO M., AYMOUNIN G., GUINET Ph. et ROGNON P. (1964) : Contribution à l'étude du peuplement végétal quaternaire des montagnes sahariennes : l'Atakor. Pollen et Spores, vol. VI, n°1, p.169-194.
- VAN CAMPO M., BERTRAND L., GUINET Ph. et SAMUEL D. (1960) : Palynologie africaine. IV. Bull. I.F.A.N., Dakar, T. XXII, sér. A, n°4, pl.97,98,99.
- VAN CAMPO M., BERTRAND L., BRONCKERS F., de KEYSER B., GUINET Ph. et ROLAND-HEYDAKER F. (1964) : Palynologie africaine. V. Bull. I.F.A.N., Dakar, t. XXVI, sér. A, n°4, p.3 et ss., pl.105 à 120.
- VAN CAMPO M., BRONCKERS F. et GUINET Ph. (1965a) : Apports de la microscopie électronique à la connaissance de la structure des grains de pollen acétolysés. Palynologie africaine. VI. Bull. I.F.A.N., Dakar, T. XXVII, sér. A, n°3, p.795 et 842, pl.121.
- VAN CAMPO M., COHEN J. et ROGNON P. (1965b) : Contribution à l'étude du peuplement végétal quaternaire des montagnes sahariennes II. Flore contemporaine d'un gisement de mammifères tropicaux dans l'Atakor. Pollen et Spores, VII, n°2, p.361-371.
- VAN CAMPO M., GUINET Ph. et COHEN J. (1968) : Fossil pollen from the late Tertiary and Middle Pleistocene deposits of the Kurkur Oasis. In: Desert and River in Nubia, K.W. BUTZER et C.L. HANSEN ed., p.515-520.
- VAN CAMPO M. et HALLE N. (1959) : Les grains de pollen des Hippocratéacées d'Afrique de l'Ouest. Palynologie africaine. Bull. I.F.A.N., Dakar, T. XXI, sér. A, n°3, p.807-899, 4 fig., pl.49-88.
- WHITEHEAD D.R. (1965) : Pollen morphology in Juglandaceae, 2, Survey of the family. J. Arnold Arboretum, Harvard Univ., 46 (4), p.369-410.
- WODEHOUSE R.P. (1935) : Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine. Hafner publ. C° ed., New York, 574p., 123 fig., VI tabl., 14 pl.

- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1961) : Botanical evidence for quaternary climates in Africa. Symp. Zool. Soc. South Afr. Ann. Cape Prov. Mus., II, Cape Town, p. 16-31
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1962) : A late-glacial and post-glacial climatic correlation between East Africa and Europe. Nature, vol. 194, p. 201-203.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1963a) : Paleobotanical studies. Symp. on early man and his environments in southern Africa. South afr. Journ. Sci., vol. 59, n° 7, p. 332.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1963b) : Prehistoric cultures of North-East Angola and their significance in Tropical Africa. Dianang Publ. Cult. ed., Lisbonne.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1964a) : A pollen diagram from Equatorial Africa, Cherangani, Kenya. Geol. en Mijnbouw, vol. 43, n° 3, p. 123-128.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1964b) : The influence of the Quaternary temperature fluctuations on the mountain vegetation of East and Central Africa. X Int. Bot. Congr., Edinburgh, 1963, Abstr., p. 270.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1966a) : Palaeoecology of Africa (1950-1963). A.A. Balkema ed., Cape Town, vol. I, 270p.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1966b) : The pluvial theory. An evolution in the light of new evidence, especially for Africa. Paleobot. India, t. 15, n° 1-2, p. 128-134.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1967a) : Palaeoecology of Africa (1964-1965). A.A. Balkema ed., Cape Town, vol. 2, 184p.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1967b) : Upper Pleistocene and Holocene stratigraphy and ecology on the basis of vegetation changes in Sub-Saharan Africa. In: Background to evolution in Africa, W.W. BISHOP et J.D. CLARK ed., p. 125-147.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1967c) : Palynology and stratigraphy in Sub-Saharan Africa. In: Background to evolution in Africa, W.W. BISHOP et J.D. CLARK ed., p. 371-374.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1967d) : Terminology, the naming of pollen zones. In: Background to evolution in Africa, W.W. BISHOP et J.D. CLARK ed., p. 881
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1968) : Upper Quaternary vegetation changes in East Africa. Journ. Ecol., vol. 56 (3), p. 30-31.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1969a) : Palaeoecology of Africa. (1966-1968). A.A. Balkema ed., Cape Town, vol. 3, 274p.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1969b) : Intimations Quaternary palaeoecology of Africa. Acta Bot. Neerl., 18 (1), p. 230-238.

- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN (1969c) : The Pleistocene vegetation and climate of the basin. In: Kalambo Falls, Prehistoric site, J.D. CLARK ed., p.57-84.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN et CLARK J.D. (1962) : Pleistocene climates and cultures in North-Eastern Angola. Nature, vol.196, p.639-642.
- ZINDEREN BAKKER E.M.VAN et COETZEE J.A. (1959) : South African pollen grains and spores. Part III. A.A. Balkema ed., Cape Town, p.104-200, pl.33-47.

N° d'Enregistrement
au C.N.R.S.
A07229

THÈSE

présentée à

l'Université de Paris VI

pour obtenir

le Grade de Docteur ès Sciences Naturelles

par

Raymonde BONNEFILLE

SUJET de la THÈSE : ASSOCIATIONS POLLINIQUES ACTUELLES ET QUATERNAIRES
EN ETHIOPIE (Vallées de l'Awash et de l'Omo)

TOME : II PLANCHES HORS-TEXTE

Soutenue le 12 Octobre 1972 devant la Commission d'Examen

M. J. PIVETEAUPrésident

Mme. M. VAN CAMPO
M. H. FAURE
Mlle. H. ALIMEN
M. R. PICHI-SERMOLLI
M. J. CHAVAILLON } Examineurs

PARIS 1972

PLANCHE I

Fig. 1 - Le volcan trachytique du Zuquala vu du côté Sud Ouest.
Au premier plan les pâturages de la zone du Rift éthiopien.

Fig. 2 - Un lac occupe le cratère circulaire du volcan Zuquala.
Sur les pentes, la forêt à Genévriers (Juniperus procera) est
bien développée.

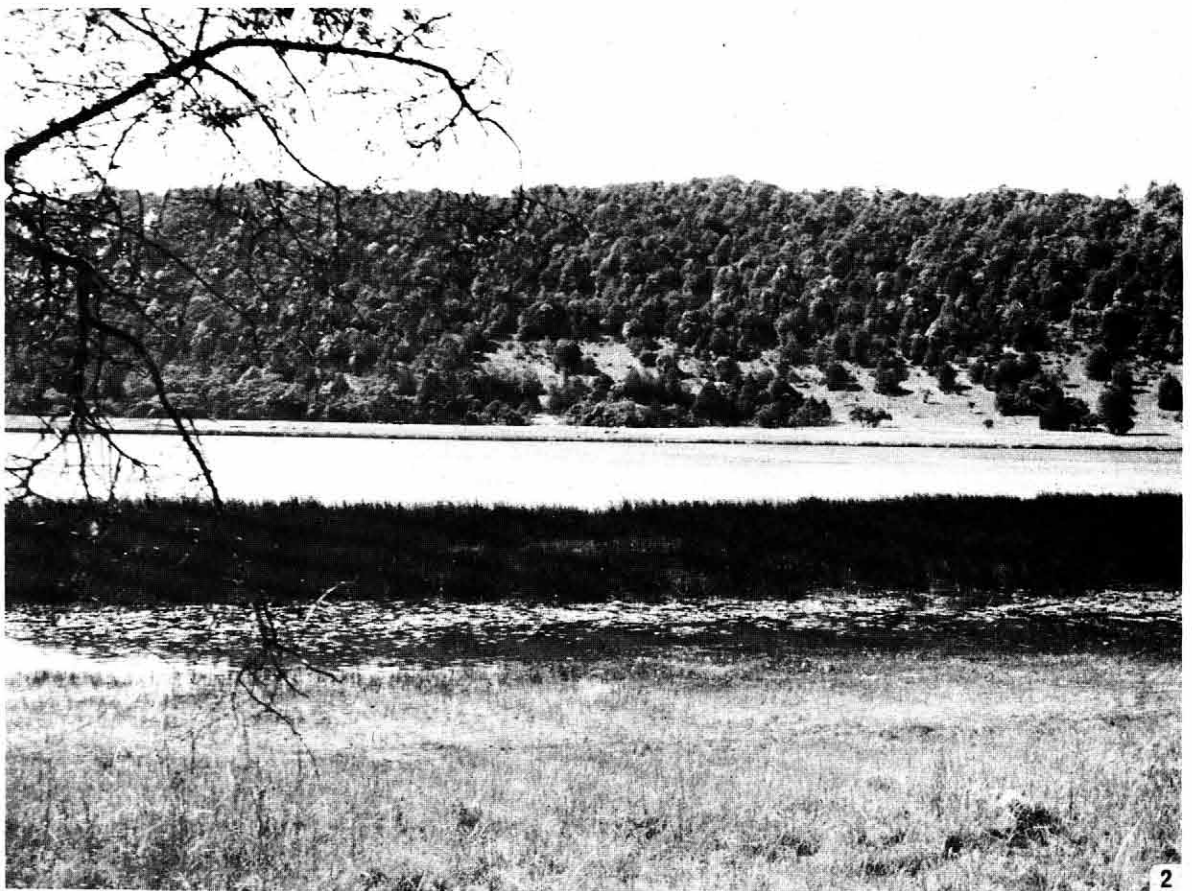
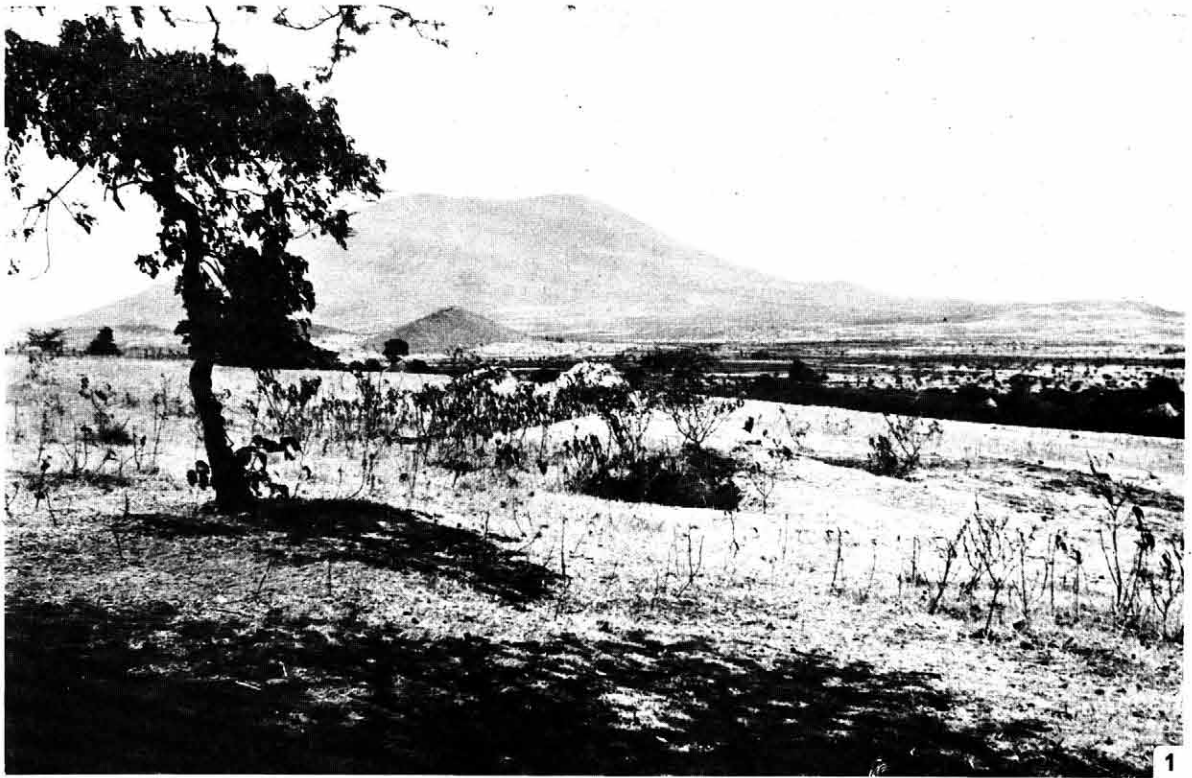


PLANCHE II

Le Wochacha

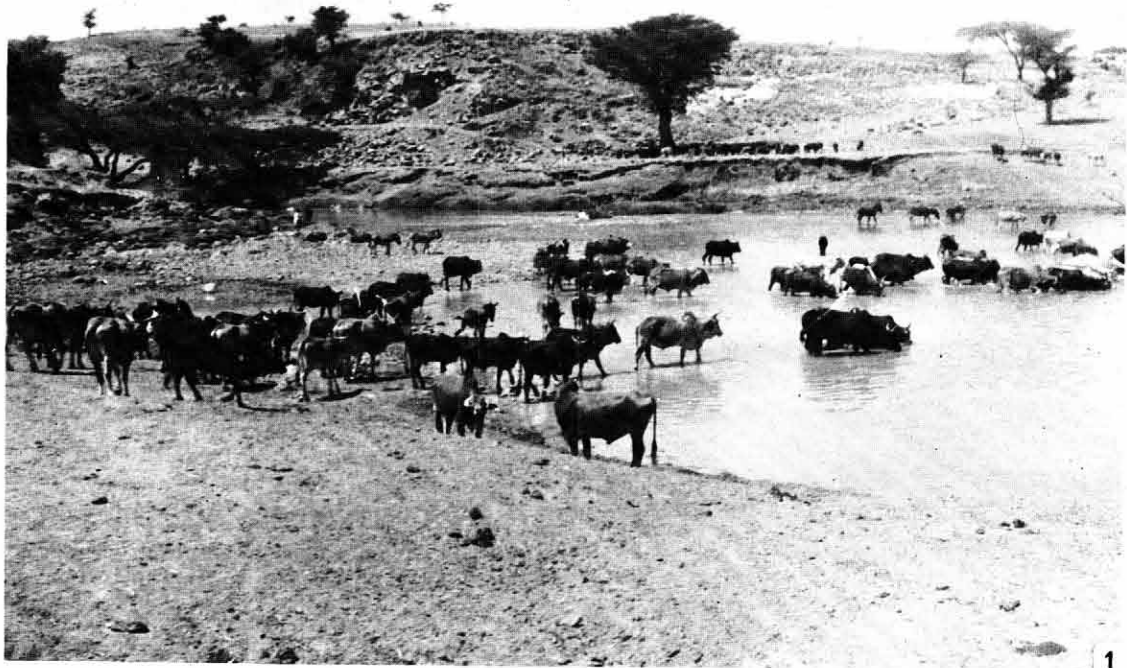
- Fig. 1 - Le volcan Wochacha vu depuis le versant Sud. On reconnaît, au premier plan, parmi les arbres isolés Olea et Podocarpus gracilior. Au second plan la forêt où dominent les Genévriers. Le piton rocheux est recouvert partiellement d'un bosquet à Ericacées.
- Fig. 2 - A la base de la montagne s'étend l'association à Acacia entrecoupée de champs cultivés. L'arbre visible au premier plan est un Podocarpus.
- Fig. 3 - La forêt de Managasha vue depuis le sommet du volcan Wochacha. Le rebord du plateau éthiopien dénudé, hérissé de reliefs volcaniques apparaît dans le lointain.
- Fig. 4 - La zone à Ericacées, Erica arborea et Agauria salicifolia, près du sommet à environ 3.200 m.
- Fig. 5 - Hagenia abyssinica, Rosacée commune à la limite supérieure de la forêt à Genévriers et Podocarpus aux environs de 2.900 m.



PLANCHE III

Fig. 1 - Le gué de Melka Kontouré. La grande faille S.SW-E.NE qui délimite le bassin de Melka Kontouré met en contact les dépôts quaternaires avec les basaltes du substratum que l'on reconnaît, à gauche, sur la photographie. Les dépôts quaternaires plus clairs sont visibles sur la rive droite de la rivière Awash.

Fig. 2 - A l'aval du gué de Melka Kontouré la rivière Awash a creusé, dans les dépôts tertiaires, des gorges profondes de plusieurs dizaines de mètres. Une végétation arborée dense s'est maintenue sur les pentes abruptes du ravin ; au premier plan de grands buissons d'Euphorbes cactiformes : Euphorbia abyssinica.



1



2

PLANCHE IV

Fig. 1 - Vue générale sur l'ensemble du bassin de la haute vallée de l'Awash. La photographie est prise depuis la rive gauche au niveau du confluent de la rivière Awash avec le ruisseau d'Altabella. Les couches du Pléistocène apparaissent comme des taches plus claires sur la photographie.

Fig. 2 - Simburo : reconstitution panoramique des affleurements des dépôts garbiens et tabelliens. Plusieurs niveaux archéologiques à galets aménagés et bifaces ont été repérés in situ sur cette coupe.
cliché M. TAIEB.

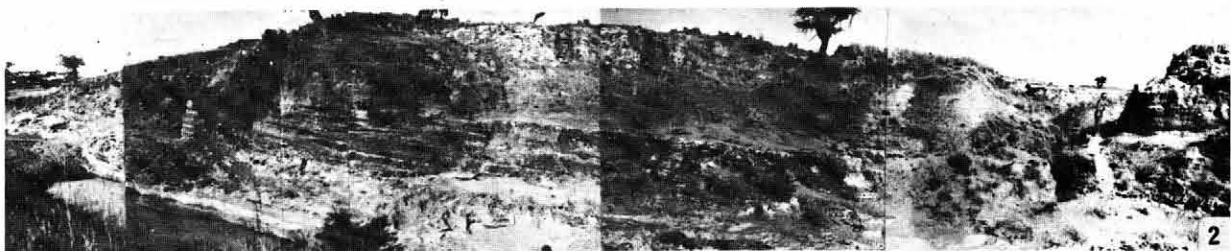


PLANCHE V

Fig. 1 - Les dépôts de la "butte Kella" : en bordure de la rivière Kella affleurent les couches du Pléistocène moyen. Le banc durci des tufs ignimbrtiques est visible de part et d'autre de la butte. Cette dernière est constituée, par des dépôts du Tabellien ou Pléistocène récent emboîtés dans les couches plus anciennes

cliché M. TAIEB

Fig. 2 - Sous le palier d'érosion sur lequel repose la butte Kella un niveau de sables consolidés à faunes et industries a livré des pollens (spectre pollinique du tableau 42). La fig. 2 est une photographie de détail de ce niveau indiqué par la flèche sur la fig. 1.



PLANCHE VI

La falaise de Kella : Les dépôts du Pléistocène moyen montrent en alternance des argiles tufacées consolidées intercalées de niveaux de sables à galets d'obsidienne. Ceux-ci plus fortement érodés sont visibles en creux sur la photographie. Les numéros indiqués correspondent aux prélèvements palynologiques ; les échantillons K. 263, K. 265, K. 269 ont fourni des pollens.



PLANCHE VII

Coupe de Kella V

Fig. 1 - A l'amont du ravin de Kella les couches sédimentaires du Tabellien ou Pléistocène récent affleurent sur une grande épaisseur. Des bancs plus durs de tuf ainsi que des niveaux à galets sont visibles sur la photographie au sein des argiles bien reconnaissables dans le paysage à leur couleur beige rosé.

Fig. 2 - Des dépôts plus récents entaillent fortement les formations tabelliennes. Ils sont attribués à l'Holocène. Le ravinement bien visible sur cette photographie est marqué à la base par une couche de sables avec de nombreux galets.

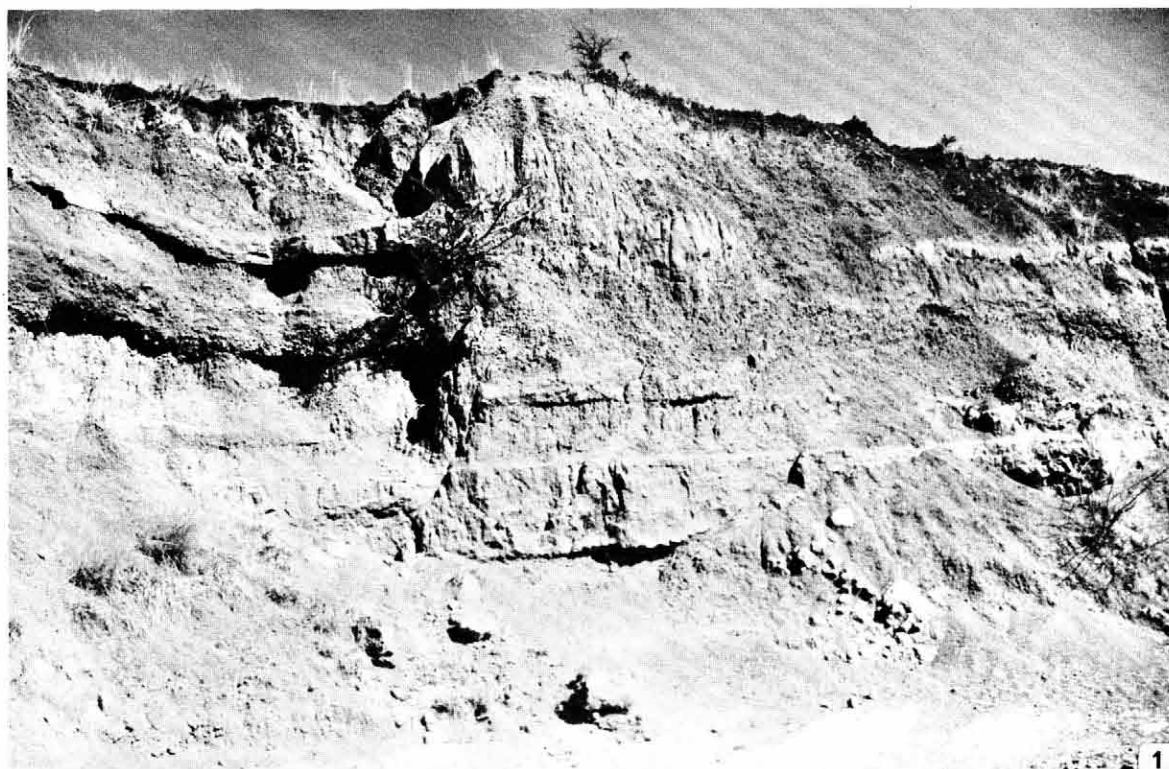


PLANCHE VIII

Garba

- Fig. 1 - Le banc de cinérite consolidée (G. 106) surmonte un niveau de sables et graviers qui a fourni le spectre pollinique du tableau 70 (G. 372).
- Fig. 2 - Cette photographie montre un détail des mêmes couches, il est possible de reconnaître à gauche un biface in situ dans les sables.
- Fig. 3 - Les prélèvements d'échantillons pour les études palynologiques ont été effectués après creusement de tranchées. Celle-ci concerne les sables jaunes G. 136 qui ont fourni le spectre pollinique du tableau 71.
- Fig. 4 - La butte de Garba est constituée par des sables à stratifications entrecroisées, fortement ferruginisés intercalés de niveaux à petits galets d'obsidienne patinés. La photographie ici présentée correspond aux couches où ont été effectués les prélèvements G. 115, G. 116, G. 117 de la figure 37. Aucun pollen n'a été extrait de ces échantillons.

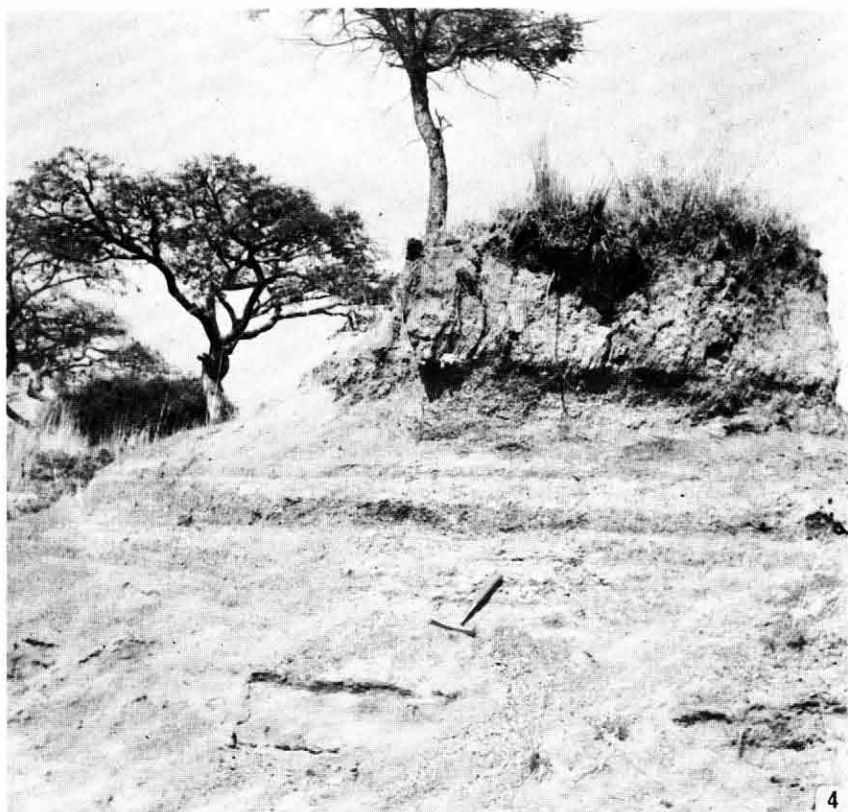
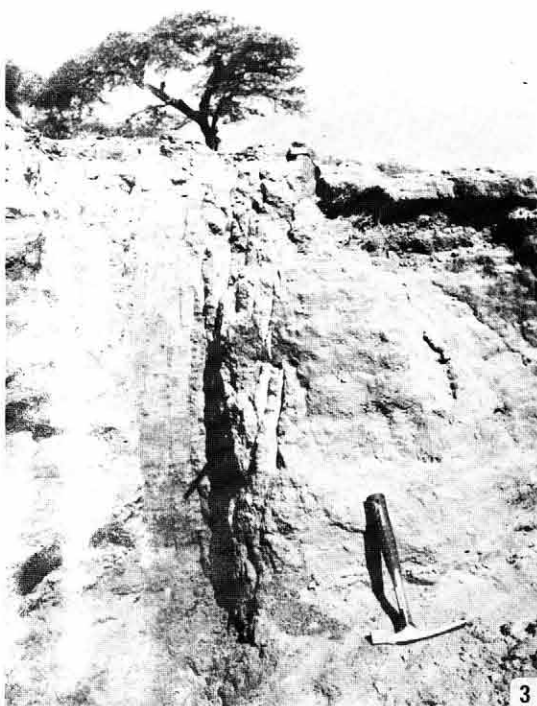


PLANCHE IX

Fig. 1 - Melka Kontouré : le chantier de fouille du sol acheuléen supérieur de GARBA site I, J. CHAVAILLON et son équipe en décembre 1972.

Fig. 2 - Le sol acheuléen supérieur en place montre une grande densité d'industries bifaces, hachereaux etc..
Des échantillons du sédiment qui englobe les outils ont permis de mettre en évidence la microflore pollinique donnée dans le tableau 62.



PLANCHE X

Fig. 1 - Vue d'ensemble sur le ravin de Gomboré montrant les dépôts sédimentaires du Pléistocène moyen.

Fig. 2 - Vue de détail du sol de fouille du niveau acheuléen GOMBORE II (J. CHAVAILLON 1972) sur laquelle on reconnaît de nombreux galets, des fragments d'ossements et des industries.

