

VEGETATIONS ET CLIMATS DES TEMPS OLDOWAYENS ET ACHEULEENSA MELKA-KUNTURE (ETHIOPIE)Raymonde BONNEFILLE ⁺

Située au centre de l'Ethiopie, la vallée de l'Awash 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.

Dans sa vallée supérieure et sur une partie de sa vallée moyenne l'Awash 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. 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.

+ Laboratoire de Géologie du Quaternaire
Groupe des Laboratoires de Bellevue
1 Place Aristide-Brians 92190 MEUDON

La vallée supérieure de l'Awash

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 2 000 à 2 500 m. Le bassin de Melka Kunturé (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 Kunturé, des affleurements pléistocènes, accompagnés de niveaux archéologiques, ont été découverts par M. TAIEB et J. CHAVAILLON : Tagi, Liben, Bore, Tchanjo Basarga, Simburo, Tabel etc pour ne citer que les localités les plus importantes. 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-Kunturé qui sont celles de Garba, Gomboré et Kella. La découverte du site de Melka Kunturé 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.

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 Kunturé : Garba, Gomboré, Kella, Touka et sur quelques échantillons des coupes de Simburo et Dellou.

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.

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.

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

I - MICROFLORE CONTEMPORAINE DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES OLDOWAYENS1) Niveau Oldowayen Gomboré IC

L'échantillon appartenant au niveau oldowayen Gomboré IC a permis de mettre en évidence 140 pollens (Tabl. 1). 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.

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 1 : Microflore pollinique du premier niveau oldowayen Gomboré IC (Gomb. 382)

2) Niveau oldowayen Gomboré IB

Nous avons effectué de nombreux prélèvements d'échantillons sur le sol oldowayen Gomboré IB situé 25 cm au-dessus du niveau Gomboré IC. Les 15 échantillons préparés se répartissent sur le plan de fouille ainsi que l'indique la figure 1.

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 2 et 3.

ARBRES, ARBUSTES, LIANES

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

HERBACEES

Gramineae	(GRAMINEAE)	63
Compositae tubuliflorae	(COMPOSITAE)	1
Cyperaceae	(CYPERACEAE)	1
Spores de Ptéridophyte		3

TOTAL		80
-------	--	----

Tableau 2 : Spectre pollinique du niveau oldowayen Gomboré IB
(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 (tabl. 3) montre un plus grand nombre de taxons forestiers dont Juniperus. 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.

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.

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 3 : Spectre pollinique du niveau oldowayen Gomboré IB
(échantillon A. 1966) Melka Kunturé

3) Synthèse des résultats

Le troisième spectre pollinique (tableau 4) extrait du niveau oldowayen est moins varié dans sa composition taxonomique : 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.

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 4 : Microflore pollinique du sol oldowayen Gomboré IB
site de Melka-Kunturé (échantillon B. 1968)

Les deux microflores polliniques obtenues à partir de deux échantillons distincts prélevés sur le sol oldowayen (Tabl. 3 et 4) montrent des compositions 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.

La comparaison des pourcentages de Graminées et ceux des pollens arborescents est donnée dans le tableau 5.

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

Tableau 5 : Comparaison des pourcentages de Graminées et pollens arborescents dans les échantillons du niveau oldowayen Gomboré IB.

Il apparaît à la lecture du tableau 5, 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. Nous avons rassemblé en un seul spectre les résultats des deux spectres les plus abondants. Le tableau 6 donne la composition globale de la microflore pollinique du niveau oldowayen, celle qui sera comparée aux niveaux supérieurs.

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
		<hr/>
	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
		<hr/>
	TOTAL N A P	321

Spores Ptéridophytes		9
Indéterminés		1
		<hr/>

TOTAL 456

Tableau 6 : Microflore pollinique du niveau oldowayen de Gombore IB
Melka-Kunturé - synthèse des résultats.

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

II - MICROFLORE CONTEMPORAINE DU NIVEAU ACHEULEEN SUPERIEUR DE GARBA I

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 figure 2 indique, sur le plan de fouille, la localisation des prélèvements pour l'analyse pollinique. 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.

1) Spectre pollinique de l'échantillon L. 16

Il est donné dans le tableau 7.

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
Spores de Ptéridophytes		4
Cyperaceae		6
		—
	TOTAL N.A.P	410
Indéterminés (3 espèces)		5
		—
	TOTAL	470

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

Tableau 7 : Spectre pollinique donné par l'échantillon L. 16
sol acheuléen supérieur de Garba I, Melka-Kunturé

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% 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 1969a). Ces comparaisons sembleraient traduire le caractère sec de la végétation contemporaine des Hommes de l'Acheuléen, sèche-resse 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 Zwai.

Uniformité et caractère montagnard de la flore arborescente

La comparaison avec les spectres obtenus pour la végétation actuelle de l'environnement de Melka-Kunturé (R. BONNEFILLE, 1969a) 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-Kunturé 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-Kunturé.

Eléments 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.

2) Spectres polliniques des échantillons M. 11 et G. 345

Il sont donnés dans le tableau I. 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.

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 de Ptéridophytes		2
Indéterminés		1
		—
TOTAL		165

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

Tableau 8 : Spectres polliniques des échantillons M. 11 et G. 345 du sol acheuléen supérieur, fouille de Garba I, Melka-Kunturé.

3) 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 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, la comparaison des pourcentages de Graminées et de pollens arborescents dans les échantillons du sol de fouille : Garba I.

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

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%.

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. Le spectre de synthèse donne l'image de la végétation contemporaine de l'Acheuléen supérieur. C'est donc ce spectre (tableau 9) que nous comparons aux microflores antérieures et suivantes.

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
		—
	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
		—
	TOTAL N. A P.	595
Spores de Ptéridophytes		6
Indéterminés		3
		—
	TOTAL	671

Indéterminables 10

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

Tableau 9 : Microflore pollinique du sol acheuléen supérieur
Garba site I, Melka-Kunturé (Synthèse des résultats)

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.

III - INTERPRETATION CLIMATIQUE DES RESULTATS

Dans les résultats précédents, nous avons mis en évidence des variations quantitatives et qualitatives importantes dans les pourcentages et la composition des éléments herbacés, surtout graminéens aussi bien que dans celle des éléments arborescents (fig. 3). 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 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-Kunturé 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 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 2 500 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. 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 (2 500 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.

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-Kunturé 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-Kunturé 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.

La courbe climatique (fig. 3) 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.

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. 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 climatique, 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 ravinements importants, n'ont pas été réunis pour le tracé de la courbe 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-Kunturé. 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 que les variations quantitatives 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. Les analyses polliniques effectuées jusqu'à ce jour n'ont pas mis en évidence de telles conclusions.

2° - Les études comparées des spectres actuels (mare et vase) ont montré que la majorité des pollens des vases de la rivière proviennent de la pluie pollinique aérienne. Les pollens résultats 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.

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 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-Kunturé. 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 100m 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-Kunturé 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 microflore 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-Kunturé, 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 2 900 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.

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. Le climat a été plus humide et plus froid à l'époque contemporaine de l'industrie "oldowayenne" de Gomboré qu'à celle des Acheuléens de Garba I où sont marquées de nettes tendances à la sécheresse.