

Evolution de la végétation et du climat dans l'Ouest-Cameroun entre 25 000 et 11 000 ans BP

Patrice BRENAC¹

Mots-clés : Palynologie, végétation, Sédiment lacustre, Actuel, Pléistocène sup, Holocène, Cameroun.

Résumé

Des analyses polliniques ont été effectuées sur une carotte prélevée dans le lac Barombi-Mbo, qui est situé à basse altitude au milieu des forêts denses humides de l'Ouest-Cameroun. Pour aider à l'interprétation des spectres fossiles, des analyses polliniques ont été aussi effectuées sur deux séries d'échantillons actuels de sols ou de sédiments lacustres prélevés d'une part à basse altitude, d'autre part en milieu montagnard.

Seule la moitié inférieure de la carotte couvrant une période allant de 25 000 à 11 000 ans BP a été étudiée. Les spectres polliniques sont subdivisés en :

- une Zone 1, qui va d'environ 25 000 à 20 000 ans BP, caractérisée par une formation forestière sempervirente de moyenne altitude, riche en Euphorbiaceae et Caesalpinia-ceae, auxquelles sont associés des éléments montagnards avec surtout *Olea hochstetteri*. Cette association végétale particulière pourrait correspondre à une "forêt de nuages".
- une Zone 2, qui s'étend de 20 000 à environ 14 000 ans BP, est caractérisée par une diminution très nette des plantes arborées et par une augmentation des Gramineae, des Cyperaceae et des plantes aquatiques. Ces données s'interprètent par un climat plus sec ayant entraîné la baisse du niveau lacustre ainsi qu'une certaine ouverture du milieu forestier.
- une Zone 3, après 14 000 ans BP, est caractérisée par le retour d'un milieu nettement forestier et d'un climat plus humide.

Evolution of the vegetation and climate in West Cameroon between 25 000 and 11 000 years BP

Key-words: Palynology, Vegetation, Lake sediments, Recent, Upper Pleistocene, Holocene, Cameroon

Abstract

Pollen analyses of a core from lake Barombi-Mbo, situated at a low elevation in the middle of the dense moist forests of West Cameroon, were carried out. To help in interpreting the fossil spectra, pollen analyses were also made in two series of recent soil samples and lake sediments, one at low elevation and the other in mountains.

Only the lower half of the core dating from 25 000 to 11 000 BP was studied. The pollen spectra were sub-divided into:

- Zone 1 (from about 25 000 to 20 000 BP) characterised by an evergreen forest formation of medium elevations, rich in Euphorbiaceae and Caesalpinia-ceae which are associated with mountainous species, particularly *Olea hochstetteri*. This association may correspond to a cloud forest;
- Zone 2 (from 20 000 to about 14 000 BP) is characterized by a distinct diminution in trees and increase in Gramineae, Cyperaceae and aquatic plants. These data indicate a drier climate which lowered the level of the lake and also opened the forest formation;
- Zone 3 (after 14 000 BP) is characterised by a return of a distinct forest formation and a more humid climate.

¹Laboratoire de Palynologie, ORSTOM, UR 103, et Institut des Sciences de l'Evolution, UA 327 CNRS, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 34060 MONTPELLIER CEDEX.

17 MAI 1990

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 30.087 ex 1

Cote : B M 144

INTRODUCTION

Un travail pluridisciplinaire comportant des études de palynologie, paléoclimatologie, limnologie, stratigraphie, sédimentologie, paléomagnétisme, géochimie isotopique (oxygène, carbone et béryllium) est à la base du programme de recherches sur les paléoenvironnements de l'Ouest-Cameroun au Quaternaire récent (Maley, 1987 ; Maley *et al.*, 1987).

Des recherches de palynologie et de paléoclimatologie ont été entreprises sur les carottes prélevées dans le lac Barombi-Mbo. Les sédiments lacustres, de par leur stratification régulière, sont des matériaux de choix pour l'étude des paléoenvironnements car ils contiennent, sous diverses formes, des enregistrements de nombreux paramètres concernant surtout le milieu lacustre, la végétation environnante et les conditions climatiques locales et régionales. Parallèlement, des analyses polliniques d'échantillons actuels répartis à des

altitudes et des latitudes différentes à travers l'Ouest-Cameroun ont été réalisées pour aider à l'interprétation des séquences fossiles.

CADRE GENERAL DE L'ETUDE

Géologie

L'Ouest-Cameroun (fig. 1) correspond à une dorsale volcanique dont l'activité a débuté au Tertiaire en se poursuivant jusqu'au Quaternaire (Cornacchia et Dars, 1983 ; Gèze, 1943 ; Morin *et al.*, 1985). Vers le sud, le mont Cameroun est un volcan encore actif. Les lacs rencontrés sur cette dorsale volcanique se sont formés dans des cratères d'explosion (maars). Des datations K/Ar ont été obtenues pour le cratère du lac Barombi-Mbo, situant sa formation entre le Pliocène supérieur et le Pléistocène inférieur (Maley et Brénac, 1987 ; Maley *et al.*, 1987).

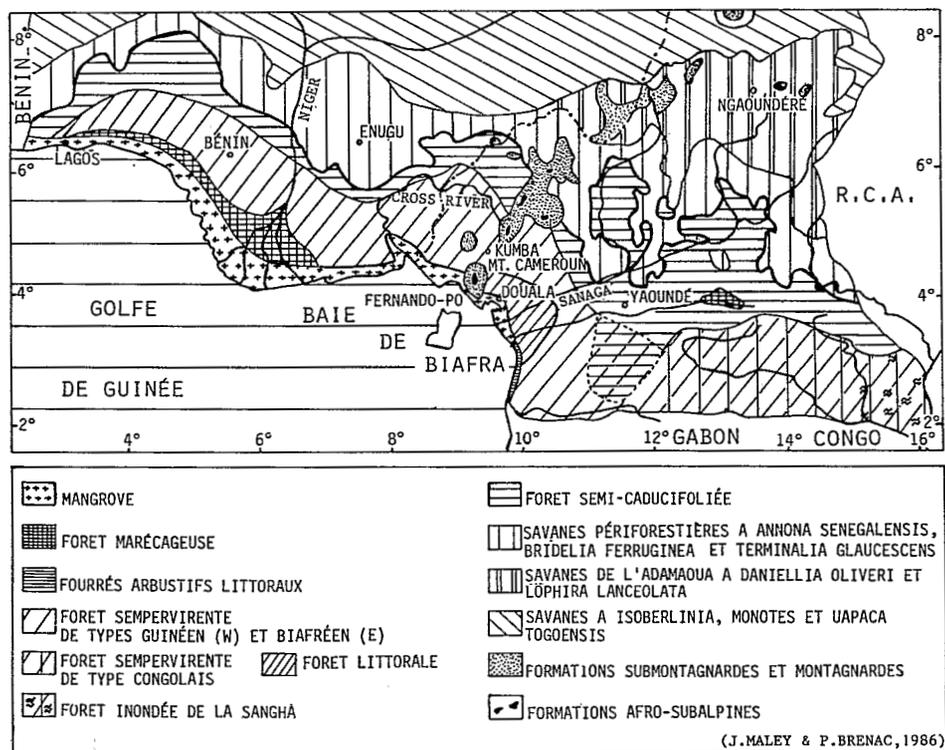


Fig. 1. Schéma de la végétation dans le sud du Cameroun et du Nigéria adapté de R. Letouzey (1968) et R.W. Keay (1953).

Les formations végétales de basse altitude

D'après Letouzey (1968, 1985), la forêt de plaine est dominée par deux formations principales :

- la forêt sempervirente caractérisée surtout par des *Caesalpinaceae*, permettant de définir un type particu-

lier appelé "forêt biafréenne" (Letouzey, 1968, 1985).

- la forêt semi-caducifoliée caractérisée par des *Sterculiaceae* et des *Ulmaceae* formant une bande plus ou moins large vers la limite nord du massif forestier. On en trouve aussi, par taches, des éléments à l'intérieur de la forêt sempervirente. D'une manière générale, la forêt

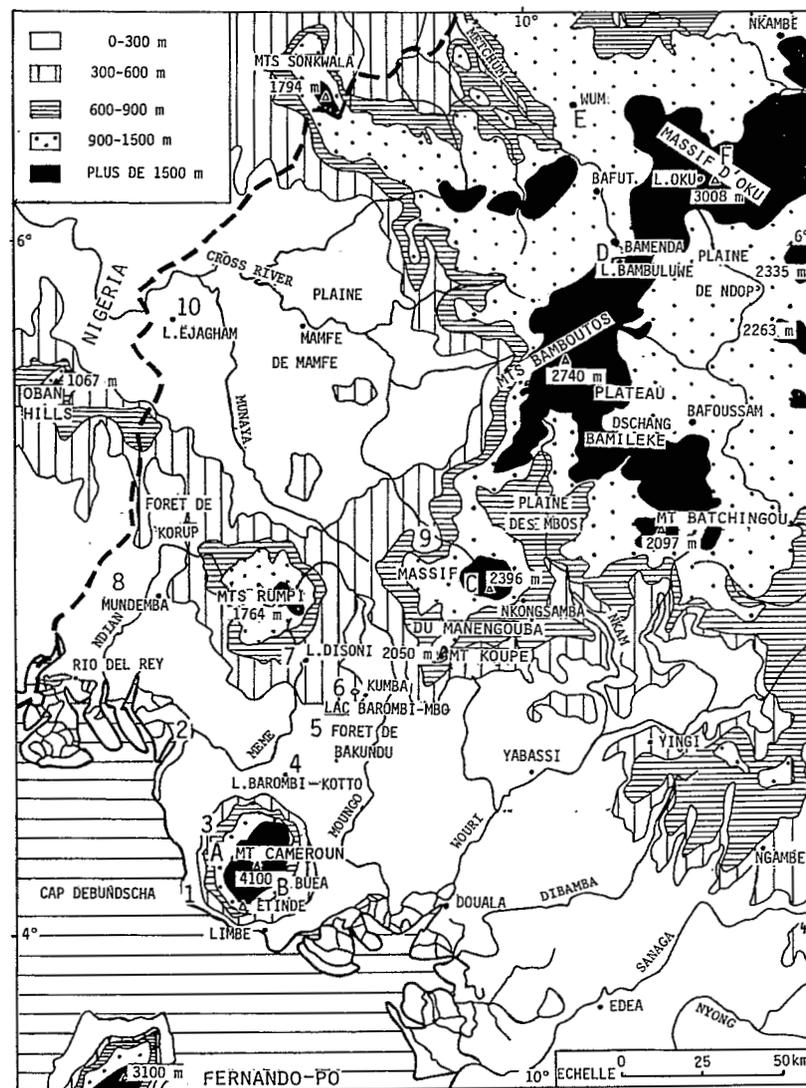


Fig. 2. L'Ouest-Cameroun, croquis topographique adapté de Suchel (1972) ; situation du lac Barombi-Mbo et position des échantillons actuels. Les chiffres de 1 à 10 correspondent aux échantillons de plaine. Le n°11 se situe vers l'est, en dehors de la carte, au pied de l'Adamaoua. Les lettres A à F correspondent aux échantillons d'altitude supérieure à 1000 m.

semi-caducifoliée apparaît lorsque la saison sèche atteint trois mois consécutifs dans l'année (pluviométrie inférieure à 50 mm/mois). Vers le nord, les formations forestières (s.l.) font place au domaine des savanes soudanaises et soudano-guinéennes (fig. 2). Il faut toutefois noter que des savanes à *Borassus aethiopicum* (rônier) sont incluses dans la forêt au pied nord du mont Cameroun. Cette situation azonale est due à un effet de foehn engendré par la haute masse de cette montagne (Suchel, 1980).

Les formations végétales d'altitude

La température est le facteur climatique essentiel qui sépare les formations végétales montagnardes des formations planitiaires. Les formations végétales montagnardes sont de deux types, soit forestières, soit de type ouvert (prairie). Elles s'étendent du domaine de la forêt tropicale humide au domaine des savanes soudano-guinéennes sur les plus hauts sommets : du SW au NE, Mont Cameroun, Rumpi Hills, Mont Koupé, Massif du Manengouba, Massif des Bamboutos, Massif d'Okou, et plus loin, divers sommets émergeant du Plateau de l'Adamaoua (Richards, 1963 ; Letouzey, 1968, 1985 ; Thomas, 1985). Les prairies d'altitude sont surtout développées sur la partie supérieure du Mont Cameroun ainsi que sur les sommets du Manengouba, des Bamboutos et du Mont Okou (fig. 1 et 2).

Localisation des échantillons (fig. 2)

11 échantillons ont été prélevés dans divers sites de basse altitude et 6 autres dans des stations d'altitude supérieure à 1000 m. Deux types principaux d'échantillons ont été récoltés :

- soit des échantillons de vase dans les premiers centimètres superficiels du fond des lacs, des mares et d'une berge de chenal de mangrove.

- soit des échantillons de surface du sol, de litières forestières, ou bien en milieu ouvert entre les touffes d'herbes des prairies d'altitude. Les échantillons de surface résultent d'une dizaine de prises faites au hasard sur une surface approximative de 250 m² (50 m par 50 m).

SPECTRES POLLINIQUES ACTUELS

Stations de basse altitude

Sur le tableau A, les spectres polliniques sont présentés selon un transect sud-nord (fig. 3). Lorsque

l'on compare les différents sites entre eux, les points suivants apparaissent :

Les Gramineae : entre les sites de savane tels que le lac Asom et les sites forestiers de plaine, le taux des pollens de Gramineae est nettement supérieur en savane, accompagné d'une faible représentation des arbres.

Les plantes arborées : D'une manière constante, les sites forestiers de basse altitude sont caractérisés par de forts pourcentages de pollens de plantes arborées (entre 70 et 90 %).

Les Moraceae : certains sites forestiers de plaine possèdent des spectres polliniques plus riches en pollens de Moraceae, indice d'une végétation de type semi-caducifolié. Les forêts de Bakundu, Korup et la mangrove de la Mémé River en présentent par contre assez peu, car la végétation est de type sempervirent.

Les Euphorbiaceae : La présence plus ou moins marquée de taxons de cette famille dans les spectres polliniques, aussi bien en savanes arborées qu'en forêts, a une signification importante. Ainsi, les sites qui présentent surtout des pollens d'*Alchornea*, *Macaranga* et *Mallotus* sont riches en formations secondaires tels les lacs Disoni, Barombi-Mbo, Barombi-Kotto, Debundscha et la forêt de Bakundu.

Par contre, les sites de Korup présentent des pollens de genres qui se rencontrent surtout dans le sous-bois des forêts sempervirentes. Parmi les plus abondants, on peut citer *Drypetes*, *Maesobotrya*, *Croton*, *Riciodendron*, *Tetrorchidium*, etc.

Certains sites, tels Disoni et Barombi-Mbo, paraissent présenter un mélange de ces deux catégories de taxons. Toutefois, certains sites, comme la station 7, au pied occidental du Mont Cameroun, et la mangrove de la Mémé river sont relativement pauvres en pollens d'Euphorbiaceae.

Le type d'échantillon semble jouer un rôle non négligeable dans la variabilité de la représentation de ces taxons. En effet, les lacs, qui sont des récepteurs largement ouverts, reçoivent une pluie pollinique comportant de nombreux pollens d'Euphorbiaceae héliophiles venant surtout des formations secondaires. Par contre, les litières forestières, situées en milieu fermé, reçoivent essentiellement des pollens provenant d'Euphorbiaceae présentes sous la canopée en milieu sempervirent et correspondant surtout à des arbustes de sous-bois typiquement sempervirentes.

Les Caesalpiniaceae : Bien qu'elles soient surtout dominantes en forêt sempervirente, elles sont souvent sous-représentées dans les spectres polliniques. Cela est par exemple très net en forêt de Korup. Ce phénomène se manifeste aussi dans les autres sites forestiers de

TABLEAU A

Description des échantillons actuels de plaine : situation géographique et végétation environnante sommaire.

Site	n°	Altitude	Localisation	Végétation
Lac Debundscha	1	1 m environ	Petit lac de cratère en bordure du golfe de Biafra et au pied du Mt Cameroun	Reflète essentiellement la végétation forestière planitiaire littorale
Mémé river (mangrove)	2	1 m environ	Berge vaseuse en bord de chenal. Prolongement de la Mémé River à l'est de la mangrove de Rio del Rey	Mangrove à <i>Rhizophora</i> et <i>Raphia</i> vers la limite de la végétation ripicole de l'arrière-pays. Les forêts proches sont de type sempervirent
Station 7	3	570 m	Contreforts occidentaux du Mt Cameroun	Reflète la végétation forestière planitiaire dans un faciès forestier naturel particulier caractérisé par des clairières riches en Marantacées (cf. Letouzey, 1968, n° 179 et 1985, n° 160).
Lac Barombi Kotto	4	80 m	Lac à 10 km au pied nord du Mt Cameroun	Environné de végétation forestière secondaire et par des cultures. Végétation semi caducifoliée proche.
Forêt de Bakundu	5	100 m en moyenne	Réserve forestière au nord est du lac Barombi-Kotto, entre les affluents de la Mungo et de la Mémé	Sous-bois de forêt sempervirente avec par places des groupements semi-caducifoliés secondaires (Richards, 1963)
Lac Barombi-Mbo	6	300 m	Lac de cratère près de la ville de Kumba, à 60 km au NE du Mt Cameroun	Pentes du cratère recouvertes par une forêt surtout de type semi-caducifoliée avec aussi des espèces secondaires par places
Lac Disoni	7	400 m	Lac de cratère au nord-ouest du lac Barombi-Mbo sur les premiers contreforts des Mt Rumpi	Forêt comparable à celle du Barombi-Mbo
Forêt de Korup	8	50 m en moyenne	Réserve forestière au nord de la mangrove de Rio del Rey et à l'ouest des Mts Rumpi	Région non habitée et non exploitée. Forêt sempervirente avec quasi-absence des taxons secondaires
Lac Bémé	9	450 m	Lac au nord-ouest du massif de Manengouba (2396 m) et au nord des Mts Bakossi (1500 m)	Forêt sempervirente très riche, avec quelques secteurs secondaires
Lac Ejagham	10	50 m	Dans le bassin de la Cross River à l'ouest de Mamfé	Forêt de type sempervirent et par place semi-caducifolié. Quelques cultures autour du lac
Lac Asom	11	900 m env	Au sud des contreforts de l'Adamaoua à environ 40 km à l'E.N.E. de Tibati	Savane arborée à Combretaceae, Annona, etc... (Letouzey, 1968)

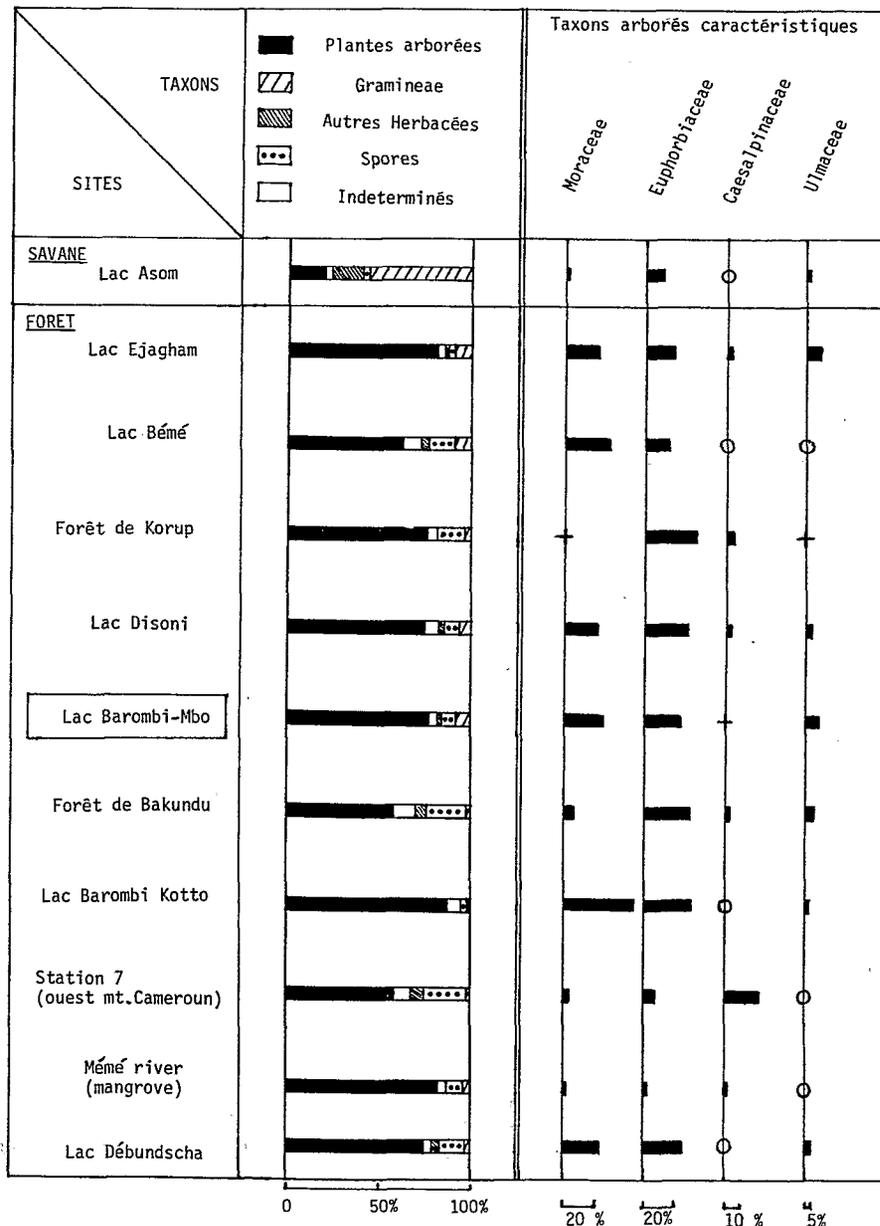


Fig. 3. Les spectres polliniques actuels de basse altitude ; présentation synthétique.
Pour chaque spectre, le total des pollens de Graminées, plantes arborées, spores et indéterminés est égal à 100 %.

basse altitude où les formations sempervirentes dominent. Seule la station 7 a révélé près de 15 % de pollens de Caesalpiniaceae. Toutefois cette station est particulière, comme cela est indiqué dans le tableau A ; la présence de clairières où la circulation des flux d'air est plus aisée pourrait peut-être expliquer ce pourcentage assez élevé.

Les Ulmaceae : Avec les Sterculiaceae, les Ulmaceae sont typiques des forêts semi-caducifoliées. Des pollens de cette famille, avec surtout *Trema*, *Holoptelea*, *Chaetacme* et *Celtis*, sont présents au lac Ejagham, au lac Barombi-Mbo et dans la forêt de Bakundu. A noter leur quasi-absence du spectre pollinique de la forêt de Korup.

Stations d'altitude supérieure à 1000 m (Tableau B et fig. 4)

Les stations d'altitude étant surtout des milieux ouverts, les pollens de Gramineae y sont abondants.

Les pollens de *plantes arborées* sont relativement abondants au lac Bambuluwé, ce qui est en accord avec les observations d'une forêt montagnarde encore bien conservée entourant le lac.

Les Moraceae : Les essences appartenant à cette famille étant rares en altitude, leurs pollens y sont très peu représentés.

Les Euphorbiaceae : appartiennent surtout à des formations secondaires qui sont notamment présentes près des lacs Wum, Bambuluwé et Manengouba.

Les Caesalpiniaceae : Elles sont très peu représentées en altitude, ce qui explique que tous ces sites ont des taux polliniques faibles à nuls.

***Olea hochstetteri* :** Les pollens de cet olivier montagnard, unique représentant au Cameroun du genre *Olea*, ne sont abondants qu'au lac Bambuluwé où quelques individus ont été observés dans la forêt montagnarde entourant le lac.

TABLEAU B

Description des échantillons actuels d'altitude : situation géographique et végétation environnante sommaire.

Site	n°	Altitude	Localisation	Végétation
Station 4	A	1300 m	Flanc occidental du Mt Cameroun Sol parmi les touffes d'herbes	Quelques taches herbacées dans la forêt basse
Près de Hutte 1	B	1800 m	Flanc oriental du Mt Cameroun Sol parmi les touffes d'herbes	Prairie montagnarde non loin de la limite de la forêt montagnarde
Lac Manengouba	C	2100 m	Lac dans la caldeira du Manengouba	Entouré par une prairie montagnarde et quelques bosquets arborés
Lac Bambuluwé	D	2053 m	Lac de craie au sud-est de Bamenda sur le flanc septentrional du Mt Lefo (2550 m)	Lac entouré d'une forêt montagnarde bien conservée avec, sur les berges, des pieds d' <i>Olea hochstetteri</i>
Lac Wum	E	1000 m	Lac proche de la ville de Wum	Zone savanisée
Massif d'Oku	F	2100 m	Flanc nord du massif d'Oku	Lisière de forêt montagnarde près d'une zone de cultures

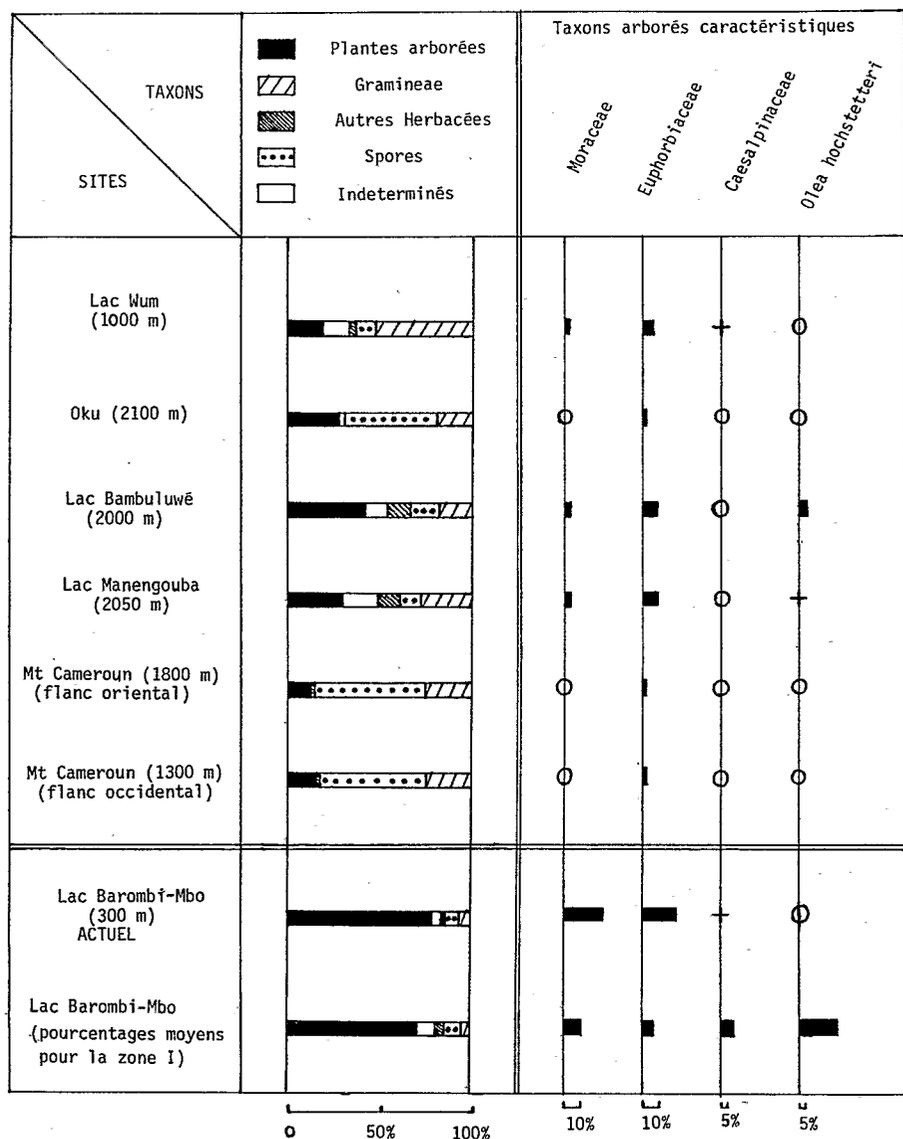


Fig. 4. Les spectres polliniques actuels d'altitude supérieure à 1000 m. Pour chaque spectre, le total des pollens des Graminées, plantes arborées, spores et indéterminés est égal à 100 %.

INTERPRETATION DES SPECTRES POLLINIQUES FOSSILES DU LAC BAROMBI-MBO

Les données polliniques actuelles devraient permettre de mieux comprendre les variations de la végétation révélées par les spectres polliniques fossiles obtenus sur une carotte d'environ 24 m prélevée au centre du lac Barombi-Mbo (carotte BM6). Dans cette étude, seules sont présentées les analyses polliniques de la partie inférieure, entre -24 m et -12 m, c'est-à-dire entre environ 25 000 et 11 000 ans BP. Il faut noter que la section entre -22 m et la base est perturbée par un bouleversement des couches (Maley *et al.*, 1987).

Les analyses polliniques effectuées sur cette section présentent des spectres comparables à ceux de la période 24 000-20 000 ans, ce qui apporte une confirmation de leur appartenance à la zone pollinique I (cf. infra). Les analyses de la partie supérieure de la carotte sont en cours.

Sur la figure 5 sont présentés les principaux résultats des analyses polliniques :

Les spores de Ptéridophytes, apportées surtout au lac par les cours d'eau, sont assez peu fréquentes pendant la période étudiée ici, à l'exception d'une courte période entre 20 000 et 19 000 ans, où elles présentent un pic qui pourrait traduire surtout une brève phase érosive.

Les Gramineae : Ce sont soit des espèces savaniques, soit des espèces poussant en bord de lac. Elles oscillent entre 10 et 15 % jusque vers 20 000 ans, puis augmentent sensiblement après cette période, se stabilisant autour de 30 % jusque vers 14 000 ans pour diminuer à nouveau au Pléistocène terminal.

Les Cyperaceae : Elles sont faiblement représentées jusque vers 20 000 ans. Elles présentent ensuite deux pics distincts : l'un de 15 à 20 % entre 20 000 et 19 000 ans et l'autre de plus de 20 % entre 18 000 et 17 000 ans. Puis elles restent à des taux voisins de 15 % jusqu'à 14 000 ans environ pour diminuer ensuite vers le haut.

Les plantes aquatiques (*Nymphaea*, *Limnophyton*, *Laurebergia*, notamment) sont relativement discrètes jusque vers 20 000 ans puis elles augmentent entre 20 000 et 19 000 ans pour atteindre leur maximum entre 18 000 et 17 000 ans, traduisant une baisse du niveau lacustre.

Cette évolution parallèle à celle des Cyperaceae montre que la plupart de ces plantes vivaient au bord du lac, associées à la végétation aquatique. Cette végétation se raréfie de nouveau après 14 000 ans, indiquant probablement une remontée du lac.

L'olivier montagnard, *Olea hochstetteri*, dont le pollen a été retrouvé préalablement avec une certaine abondance au lac Bosumtwi au Ghana par Maley et Livingstone (1983), est aussi relativement fréquent à la base du sondage, surtout à partir de 24 000 ans, période à partir de laquelle il augmente assez brutalement, atteignant entre 20 et 30 % jusque vers 20 000 ans. Il baisse alors jusqu'à 10 % pour augmenter à nouveau vers 15 000 ans et finalement baisser vers 12 000 ans. Dans les niveaux holocènes en cours d'analyses, l'olivier montagnard est quasi absent.

Phoenix reclinata qui est souvent associé actuellement en altitude à *Olea hochstetteri* (Letouzey, 1978, 1985) est, par ses pollens, relativement fréquent à l'extrême base du diagramme (12 %) puis diminue très régulièrement pour quasiment disparaître entre 20 000 ans et 19 000 ans.

Les **Caesalpiaceae** ont dans les spectres des valeurs relativement importantes (8 à 9 %) depuis la base du diagramme jusque vers 20 000 ans. Compte tenu de leur relative sous-représentation dans les spectres polliniques actuels (fig 3 et 4), ces pourcentages indiquent une forte présence de cette famille caractéristique de la forêt sempervirente. Les pourcentages décroissent ensuite et n'augmentent de nouveau que faiblement vers 14 000 ans (d'environ 1 % à 4 %).

Les **Euphorbiaceae** comprennent dans les spectres de nombreux taxons dont on a fait deux groupes : le premier comporte quelques taxons de forêt secondaire dont *Alchornea*, *Macaranga* et *Mallotus* (type) et le second un grand nombre d'espèces de forêt primaire qui évoluent effectivement de manière comparable aux pollens des **Caesalpiaceae**. Entre 25 000 et 20 000 ans, le second groupe domine. Mais lors de leur nouvelle augmentation vers 14 000 ans, ce sont les taxons du premier groupe, c'est-à-dire ceux de la forêt secondaire, qui prennent le relais.

L'ensemble des taxons arborés : La grande diversité des familles est associée à la diversité générique à l'intérieur de ces familles. Aux **Caesalpiaceae** et aux **Euphorbiaceae** s'ajoutent ainsi des familles typiques des forêts tropicales humides, soit sempervirentes, soit semi-caducifoliées, telles les **Sapindaceae**, **Irvingiaceae**, **Olacaceae**, **Mimosaceae**, etc.

Les pourcentages de toutes ces plantes arborées oscillent entre 60 et 75 % jusque 20 000 ans, suivis d'une baisse relative d'abord entre 20 000 ans et 19 000 ans, puis entre 18 000 et 14 000 ans. La moyenne des pourcentages sur la période 18 000-14 000 ans se situe autour de 40 %. Ceux-ci augmentent de nouveau vers 12 000 ans où ils passent à environ 60 %.

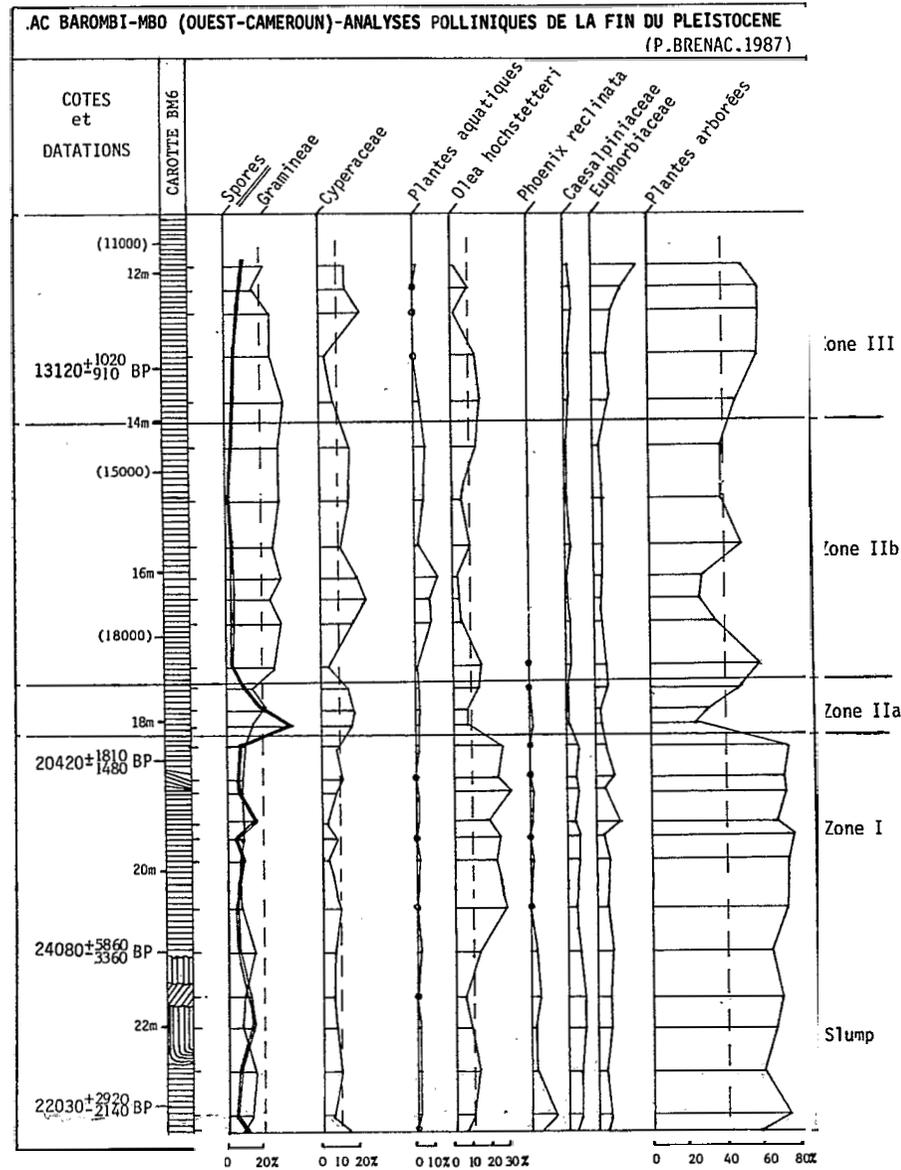


Fig. 5. Diagramme pollinique schématique de la carotte BM6 du lac Barombi-Mbo. Section inférieure antérieure à 11 000 ans BP. En-dessous de 21 m, un slumping interrompt la continuité des spectres polliniques.

INTERPRETATION PALEOCLIMATIQUE

Zonation pollinique

L'examen de ces différentes courbes a permis de subdiviser le diagramme en plusieurs zones :

- une zone 1, de la base de la carotte à 20 000 ans, qui est très forestière et contient une grande diversité d'Euphorbiaceae et de Caesalpinaceae, accompagnée de divers membres d'autres familles des forêts tropicales humides. Cette zone se caractérise par un climat plus humide et plus frais que l'actuel.

- une zone 2 qui s'oppose à la précédente par une forte diminution des plantes arborées et une augmentation concomitante des herbacées, principalement des Gramineae et des Cyperaceae. A l'intérieur de cette zone, une zone 2a caractérisée par la baisse brutale des plantes arborées en relation avec une augmentation soudaine des Ptéridophytes, pourrait être l'indication d'un climat plus sec et plus contrasté ayant provoqué des ravinelements. La zone 2b est caractérisée par l'augmentation des Gramineae d'une part, et des Cyperaceae et plantes aquatiques d'autre part. Ces diverses données sont l'indication très probable d'une baisse du niveau lacustre, conséquence d'une baisse de la pluviosité. Toutefois, avec 40 % de pollens de plantes arborées, l'environnement est resté forestier. Ces valeurs, comparées à celles observées au lac Bosumtwi dans les forêts du Ghana (Maley *et al.*, 1983), montrent ainsi clairement que le secteur du lac Barombi-Mbo était situé dans un refuge. Une série de refuges forestiers a été ainsi mise en évidence du Cameroun au Gabon (Maley et Brénac, 1987 ; Maley, 1987).

- une zone 3 caractérisée par le retour à des milieux forestiers plus riches, avec des taxons de forêt semi-caducifoliée : *Celtis*, *Holoptelea*, *Chaetacme*, *Trema*, et

quelques Moraceae. Des Euphorbiaceae typiques de milieux secondaires mais aussi des chablis viennent s'y ajouter (Maley et Brénac, 1987).

Tout cela traduit un climat plus humide, tendant vers des températures plus chaudes, intermédiaires peut-être entre les températures actuelles et celles de la phase fraîche de 24 000 à 20 000 ans.

Modèle climatique pour la période 24 000-20 000 ans.

Pour cette période fraîche et humide se pose la question de la présence simultanée d'éléments de forêt montagnarde comme *Olea hochstetteri* (pourcentages entre 20 et 30 %), accompagnés par quelques autres plantes à affinité montagnarde, assez faiblement représentées : *Podocarpus*, *Stephania* type *abyssinica*, *Galium*, *Phoenix reclinata*, *Ericaceae*, *Myrica*, *Canthium* cf. *schimperianum*, *Ilex aquifolium*, *Bersama* cf. *abyssinica*, *Apodytes* type *dimidiata* et des représentants divers de la famille des Caesalpinaceae. Or effectivement, certaines formations forestières sempervirentes de moyenne altitude, entre 1000 m et 2000 m environ, correspondant à "l'étage submontagnard" de Letouzey (1985), comportent diverses espèces de Caesalpinaceae qui paraissent caractéristiques de cet étage. De plus, ces forêts sempervirentes submontagnardes, outre les Caesalpinaceae, comportent d'une part de nombreuses espèces de diverses familles qui se retrouvent aussi dans les formations forestières de plaine, et d'autre part un certain nombre de taxons typiquement montagnards, dont par exemple *Olea hochstetteri* (Letouzey, *ibid.*).

Un bon exemple de ces forêts sempervirentes submontagnardes se rencontre sur les collines de Yaoundé qui culminent entre 1000 m et 1300 m d'altitude (fig. 6).

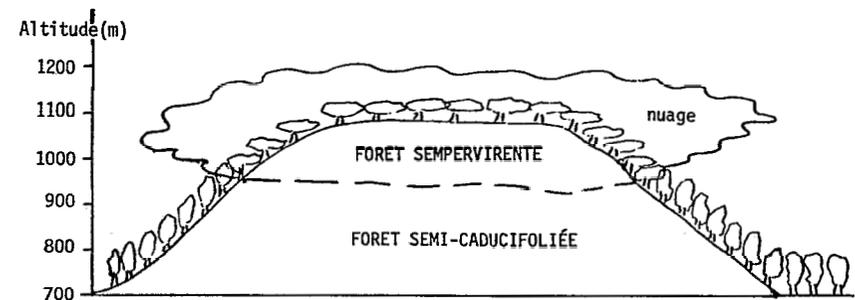


Fig. 6. Schéma de la végétation sur les collines de Yaoundé. Les collines sont coiffées une grande partie de l'année, d'une manière quasiment permanente, par un chapeau de nuages. La forêt sempervirente des sommets, avec quelques éléments typiquement montagnards, résulte de la présence des nuages : c'est une "forêt de nuage" ou "clouds forest".

Leur flore a été étudiée en détail par G. Achoundong (1985) et des prélèvements de litière y ont été effectués en mars 1987 à l'occasion d'une excursion avec cet auteur. La situation de ces forêts sur le sommet des collines est assez remarquable car les flancs sont recouverts par la forêt semi-caducifoliée (fig. 6) qui est la formation dominante de toute cette région (voir fig. 1). Cette répartition s'explique par le fait que les sommets de toutes ces collines sont couverts d'une manière quasi-permanente durant une grande partie de l'année par des capuchons de nuages et de brouillard. Ces nuages induisent à partir de 950 m d'altitude un climat caractérisé par les paramètres suivants :

- des précipitations supérieures à celles de la plaine environnante, en particulier par les apports des "précipitations occultes" liées à la présence des nuages (Howard, 1970).

- de plus, cette présence d'une part diminue le déficit de saturation de l'atmosphère, favorisant une humidité quasi-permanente caractéristique des milieux sempervirents, et d'autre part abaisse un peu la température, ce qui permet le développement de taxons montagnards, soit végétaux (Letouzey, 1985), soit animaux (Amiet, 1985).

On doit donc conclure qu'il s'agit de "forêts de nuages" ou "cloud forests" (Grubb, 1971 ; Howard, 1970). Selon R. Letouzey (1985), ces forêts de nuages se retrouvent en d'autres points du sud-ouest du Cameroun (région de Ngambé, etc.).

Ainsi, ce sont probablement ces "forêts de nuages" qui pourrait servir de modèle explicatif aux associations

polliniques particulières rencontrées au Barombi-Mbo entre 24 000 et 20 000 ans.

CONCLUSION

Ce modèle climatique donnant un rôle majeur aux nuages a déjà été développé depuis plusieurs années par J. Maley (1981, 1982, 1984, 1987). Il est donc intéressant de constater que les analyses polliniques effectuées au lac Barombi-Mbo en apportent une autre application.

Remerciements

La mise au point de cet article doit beaucoup à des discussions avec J. Maley (ORSTOM, UR 103), responsable du programme de recherches sur les Paléoenvironnements de l'Ouest-Cameroun (volet africain du programme GEOCIT). Ce programme sur l'Ouest-Cameroun résulte à l'origine d'une collaboration entre plusieurs organismes scientifiques du Cameroun (MESRES, ISH, CGN, CRH), l'ORSTOM, avec en particulier sa base de Yaoundé dirigée par Ph. Mathieu et le Département de Zoologie de l'Université de Duke aux USA dirigé par D.A. Livingstone. L'auteur a bénéficié des conseils de G. Achoundong pour l'étude de la végétation des collines de Yaoundé. Le financement des opérations de carottage provient de la France (ORSTOM et CNRS) et des Etats-Unis (NSF et Duke University).

BIBLIOGRAPHIE

- ACHOUNDONG, G., 1985, "Etude écologique et floristique de la végétation des collines de Yaoundé au-dessus de 1000m", *Thèse Univ.* Yaoundé, Ecologie végétale, 301 p.
- AMIET, J.L., 1985, "Aires disjointes et taxons vicariants chez les Anoures du Cameroun : implications paléoclimatiques", Manuscrit, Yaoundé, 18 p.
- CORNACCHIA, M. et DARS, R., 1983, "Un trait structural majeur du continent africain. Les linéaments centrafricains du Cameroun au golfe d'Aden", *Bull. Soc. Géol. France* (7), 25, 101-109.
- GEZE, B., 1943, "Géographie physique et Géologie du Cameroun occidental" *Mém. Muséum Nat. Hist. Nat.*, série 17, 272 p.
- GRUBB, P.J., 1971, "Interpretation of the "Massenerhebung" effect on tropical mountains", *Nature*, 229, 44-45.
- HOWARD, R.A., 1970, "The "alpine" plants of Antilles", *Biotropica*, 2(1), 24-28.

- KEAY, R.W., 1953, "An outline of Nigerian vegetation", Lagos, 2ème édit., 55 p., 1 carte.
- LETOUZEY, R., 1968, "Etude phytogéographique du Cameroun", Publ. P. Lechevalier, Paris 508 p.
- LETOUZEY, R., 1978, "Notes phytogéographiques sur les palmiers du Cameroun" *Adansonia* Paris, 18(3), 293-325.
- LETOUZEY, R., 1983, "Quelques exemples camerounais de liaison possible entre phénomènes géologiques et végétation" *Bothalia*, 14(3 et 4), 739 à 744.
- LETOUZEY, R., 1985, "Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1 : 500 000. Yaoundé" : IRA, Yaoundé et *Inst. Carte Intern. Végét.*, Toulouse.
- MALEY, J., 1981, Etudes palynologiques dans le bassin du Tchad et paléoclimatologie de l'Afrique nord-tropicale de 30 000 ans à l'époque actuelle", *Travaux et documents de l'ORSTOM*, 129, 586 p.

MALEY, J., 1982, "Dust, clouds, rain types and climatic variations in tropical North Africa" *Quat. Res.*, 18, 1-16.

MALEY, J., 1984, "Influence des nuages sur les paléoenvironnements : quelques exemples pris dans le Quaternaire africain", *10ème réunion Ann. Sc. Terre* (Bordeaux), p.373.

MALEY, J., 1987, "Fragmentation de la forêt dense humide africaine et extension des biotopes montagnards au Quaternaire récent : nouvelles données polliniques et chronologiques. Implications paléoclimatiques et biogéographiques" *Palaeoecol. of Africa*, 18, 307-334.

MALEY, J. et BRENAC, P., 1987, "Analyses polliniques préliminaires du Quaternaire récent de l'Ouest Cameroun : mise en évidence de refuges forestiers et discussion des problèmes paléoclimatiques. *Mém. Trav. E.P.H.E.*, Inst. Montpellier, 17, 129-142, 2 fig., 1 tabl.

MALEY, J. et LIVINGSTONE, D.A., 1983, "Extension d'un élément montagnard dans le sud du Ghana (Afrique de l'ouest) au Pléistocène supérieur et à l'Holocène inférieur : premières données polliniques" *C.R. Acad. Sc.*, Paris,

Série 2, 296, 1287-1292.

MALEY, J., GIRESSÉ, P., THOUVENY, N., BRENAC, P., KELTS, K., LIVINGSTONE, D.A., KLING, G., STAGER, C., HAAG, M., FOURNIER, M., BANDET, Y., WILLIAMSON, D. et ZOGNING, A., 1988, "Lithostratigraphy, Volcanism, Paleomagnetism and Palynology of Quaternary lacustrine deposits from Barombi-Mbo (West-Cameroun): Preliminary results", Manuscrit soumis à *J. of Volcanology and Geothermal Research*, 13 p., 11 fig.

MORIN, S., MOTTET, G. et ZOGNING, A., 1985, "Deux études sur le volcanisme du Mont Cameroun" *Bull. Assoc. Géogr. Franc.* 2, 135-144.

RICHARDS, P.W., 1963, "Ecological notes on West african vegetation. II. Lowland forest of the southern Bakundu Forest Reserve", *J. Ecology*, 51, 123-149.

SUCHEL, J.B., 1980, "La répartition des pluies dans la région du Mont Cameroun", *Actes 16ème Congrès Intern. Météo Alpine, Soc. Météo. France*, 191-198.

THOMAS, D.W., 1985, "Montane forests of Cameroon", Manuscrit, *Missouri Botanical Gard.*, 9 p.