



VARIATIONS DE LA VÉGÉTATION ET DES PALÉOENVIRONNEMENTS EN
FORÊT DENSE AFRICAINE AU COURS DE L'Holocène.
IMPACT DE LA VARIATION DES TEMPÉRATURES MARINES DE SURFACE

Jean MALEY*, Patrice BRENAC**,
Sylvain BIGOT***, Vincent MORON***

Dans les régions forestières de l'Afrique de l'ouest et de l'Afrique centrale atlantique plusieurs sites de basse altitude ont fourni des enregistrements lacustres couvrant une partie ou la totalité de l'Holocène. Les enregistrements des sites suivant sont discutés ici : Bosumtwi au Ghana (coordonnées : 6°30'N-1°25'W); dans l'ouest et le sud Cameroun, Barombi Mbo (4°40'N-9°24'E), Mboandong (4°27'N-9°16'E), Njupi (6°27'N - 10°19'E), Ossa (3°50'N-10°E); dans le sud et ouest du Congo, Bilanko (3°31'S-15°21'E), Ngamakala (4°4'S-15°23'E), Sinnda (3°50'S-12°48'E) et 2 sites au nord de Pointe-Noire, CORAF et Diosso (vers 4°50'S-11°50'E). Autour des deux principaux sites du Bosumtwi et du Barombi Mbo, avec des enregistrements continus remontant à environ 28.000 ans BP, la dernière grande phase d'extension forestière a commencé vers 9500 ans BP et s'est poursuivie sans interruption jusqu'à l'Actuel au Bosumtwi, alors qu'au Barombi Mbo un recul brutal de la forêt est intervenu entre environ 2800 et 2000 ans BP. Ce recul forestier a été aussi mis en évidence dans les autres sites de l'Afrique centrale atlantique (ouest et sud Cameroun, sud et ouest Congo) et a été associé à de fortes érosions avec dépôts de sédiments grossiers. Dans les talwegs ces dépôts constituent la base d'une "Basse Terrasse" qui s'est édifiée ultérieurement et qui a été mis en relief par une érosion récente particulièrement active depuis le début du siècle. Après 2000 ans BP dans l'ouest et le sud Cameroun la forêt a été de nouveau en extension, phénomène qui s'est poursuivi avec des fluctuations jusqu'au 20ème siècle. Dans le sud et l'ouest Congo, le phénomène d'extension forestière a débuté plus tardivement : sur le littoral Congolais au nord de Pointe-Noire une poussée forestière est intervenue vers 1600 ans BP et une autre entre 500 et 600 ans BP.

Le niveau du lac Barombi Mbo n'a pratiquement pas fluctué au cours de l'Holocène car il possède un déversoir encore actuellement fonctionnel. Par contre le niveau du lac Bosumtwi a beaucoup fluctué au cours de l'Holocène. Son niveau actuel se situe à environ 105 m en-dessous d'un déversoir qui n'a été fonctionnel que durant l'Holocène moyen. La reconstitution des niveaux lacustres a mis en évidence une régression brutale d'environ 130 mètres vers 3700 ans BP avec ensuite entre 3000 et 2000 ans BP une nouvelle transgression lacustre mineure, très inférieure à celle de l'Holocène moyen. La sédimentologie des dépôts de ce dernier lac a été nettement affectée par ces variations lacustres. En effet depuis la base des sédiments étudiés ceux-ci sont laminés avec une périodicité quasi annuelle sauf durant l'intervalle ca. 9000 à 3700 ans BP durant lequel ils étaient non laminés et relativement riches en matière organique (sapropel). La brutale régression vers 3700 ans BP a coïncidé avec la réapparition des laminations qui se sont

C
O
N
F
É
R
E
N
C
E
.....

* Paléoenvironnements & Palynologie (ORSTOM & CNRS), Université de Montpellier 2, MONTPELLIER-34095 France

** Paléoenvironnements & Palynologie (ORSTOM & CNRS), Université de Montpellier 2, MONTPELLIER-34095 France - Adresse actuelle : Simon Petroleum Tech., Llandudno, GWYNEDD, Grande-Bretagne

*** Centre de Recherches de Climatologie Université de Bourgogne, DIJON-21000 France

poursuivies jusqu'à la période actuelle. On constate donc que l'absence des laminations a correspondu aux plus hauts niveaux lacustres.

On a pu rattacher ce phénomène de lamination des sédiments au retournement des eaux du lac qui se produit chaque année vers le mois d'Août. Ce mois est le plus frais de l'année du fait des couvertures nuageuses de type stratiforme qui masquent quasi en permanence le soleil. Cette période est appelée la "petite saison sèche estivale" car ces nuages stratiformes sont à évolution très lente et ne donnent quasiment pas de pluie. La génération de ces nuages dépend surtout des remontées d'eau froide profonde qui abaissent les Températures de Surface de l'Océan (TSO) au large des côtes africaines. Ces températures océaniques plus basses influencent profondément la mousson dont le contenu en vapeur d'eau et la convection sont alors très réduits, ce qui génère finalement la formation des nuages stratiformes. De ces données actuelles on peut conclure, semble-t-il, que la réapparition des laminations vers 3700 ans BP a dû coïncider avec le retour soudain de la petite saison sèche estivale et donc avec une réduction notable des pluies annuelles. On peut aussi en déduire une forte recrudescence des remontées d'eau froide dans le Golfe de Guinée. Des données indépendantes obtenues par l'étude de carottes marines corroborent un tel refroidissement brutal des TSO. Ainsi les hauts niveaux lacustres de l'Holocène inférieur et moyen et la phase d'extension forestière ayant débuté vers 9500 ans BP peuvent être rattachés à des TSO relativement élevées durant l'été boréal, ce qui est aussi corroboré par des données indépendantes, avec pas ou peu de remontées d'eau froide et donc durant le mois d'Août avec un prolongement de la saison des pluies.

Toutefois au Bosumtwi durant l'holocène les variations de la végétation apparaissent déconnectées de celles des niveaux lacustres particulièrement entre 3700 et 3000 ans BP. En effet les données polliniques et isotopiques ($\delta^{13}C$) montrent que la végétation forestière a subsisté autour du lac durant tout l'Holocène, même durant la brutale régression lacustre entre ca. 3700 et 3000 ans BP. Pour comprendre ce phénomène on peut se référer à la grande saison sèche d'environ 4 mois qui affecte actuellement toute la partie méridionale du bloc forestier, du Gabon au Congo et Zaïre méridional. Cette longue saison sèche est de même nature que la petite saison sèche estivale qui affecte la partie septentrionale du bloc forestier, car elle dépend aussi de l'abaissement des TSO. Ce phénomène est aussi associé à l'extension des conditions anticycloniques d'altitude (subsidence) vers le nord et vers l'est. Dans ces régions ces différents phénomènes liés entre eux persistent durant 4 mois. On constate que cette longue saison sèche d'origine australe ne perturbe pas l'écologie forestière car l'humidité atmosphérique reste proche de la saturation. Par contre au nord du bloc forestier c'est l'inverse qui se produit de Décembre à Février durant la saison sèche d'origine boréale, caractérisée par une forte baisse de l'humidité atmosphérique, ce qui a un impact majeur sur le milieu forestier.

Les variations des TSO survenues durant l'Holocène, en particulier l'abaissement brutal entre 3700 et 3000 ans BP, ont aussi affecté la région du Barombi Mbo mais d'une manière différente. En effet la période allant d'environ 4500 à 3000 ans BP a correspondu au maximum des pollens de Caesalpinaceae qui sont des arbres typiques des formations forestières sempervirentes, associées aux conditions les plus humides. Lorsqu'on observe ces formations vers les limites de leur aire comme dans le sud Cameroun, au Gabon et

au Congo occidental, on constate qu'elles se retrouvent souvent vers le sommet des collines, alors que les flancs et les plaines environnantes sont plutôt couvertes de formations forestières moins humides, surtout de type semi-caducifolié. Cette configuration est en fait associée au comportement des nuages de type stratiforme, y compris les brouillards, qui ont tendance à persister au sommet des collines durant une partie de l'année, particulièrement en saison sèche, en y apportant de la fraîcheur et de l'humidité, ce qui explique pourquoi les formations sempervirentes peuvent s'y développer. De plus, entre 3800 et 3400 ans BP, les pollens de *Podocarpus* ont présenté un pic maximum juste avant leur régression brutale après 2800 ans BP puis leur quasi-disparition vers 2000 ans BP. *Podocarpus* est un arbre typique de certaines forêts montagnardes étroitement associées à la persistance des conditions nuageuses de type stratiforme (forêts de nuage). En d'autres points de l'Afrique tropicale, particulièrement en Afrique orientale, on a aussi mis en évidence un pic des pollens de *Podocarpus* au début de l'Holocène récent, daté sur plusieurs montagnes d'environ 3700 ans BP, synchrone d'un phénomène relativement général de régression lacustre observé notamment aux lacs *Tanganyika* et Bogoria et à ceux du Burundi.

La retraite brutale des formations forestières survenue en Afrique centrale atlantique entre environ 2800 et 2000 ans BP, synchrone de celle qui a affecté les forêts montagnardes à *Podocarpus*, semble a priori plus difficile à interpréter car ce phénomène est intervenu lors d'une phase de remontée des TSO dans le Golfe de Guinée. Les traces de fortes érosions relevées alors en Afrique centrale atlantique mais aussi en de nombreux points de l'Afrique tropicale, témoignent probablement d'une forte activité des systèmes nuageux convectifs. Ceux-ci, souvent associés aux lignes de grains, provoquent un ruissellement intense qui n'est pas favorable à une bonne pénétration de l'eau dans les sols et donc à une reconstitution des réserves hydriques, ce qui ne permet pas une bonne alimentation des racines durant la saison sèche. D'autre part on sait que les pluies dépendantes de ces systèmes nuageux dominant actuellement dans les zones semi-arides en étant généralement très variables et avec des totaux annuels plutôt modérés. Ces caractéristiques sont généralement défavorables aux milieux forestiers.

Afin d'essayer d'apporter des interprétations paléoclimatiques plus objectives, des comparaisons peuvent être tentées avec les variations pluriannuelles ou annuelles survenues durant les quatre dernières décennies, période durant laquelle des observations régulières ont été faites. Deux approches méthodologiques complémentaires seront utilisées : l'analyse diagnostique et la simulation numérique.

L'analyse diagnostique réalise une étude statistique des observations effectuées. Cette analyse se base sur les forçages climatiques qui relient entre eux la pluviométrie de différentes régions (PR) de l'Afrique tropicale et les variations saisonnières des TSO, d'une part dans le Golfe de Guinée et d'autre part à plus grande échelle sur les océans Atlantique nord et sud, Pacifique et Indien. On met ainsi en évidence des séries d'années ayant des réponses climatiques proches, c'est à dire avec des TSO et des PR similaires, ce qui permet finalement de définir une série d'anomalies positives ou négatives par rapport à l'état moyen des quatre décennies étudiées. Les anomalies des TSO sur l'Atlantique nord et sur l'Atlantique sud sont généralement de signe opposé, constituant ainsi ce qu'on appelle le dipôle Atlantique.

Afin d'aider à caractériser les situations climatiques avant et après 3800/3700 ans BP, on peut ajouter que durant la période de réduction des pluies en zone forestière occidentale (d'après les données du lac Bosumtwi au Ghana), une phase relativement humide s'est développée au Sahara et sur les savanes au nord de la forêt entre 3800 et 3000 ans BP. De plus, en Amérique du Sud équatoriale, on note une situation inverse vers 3800/3700 ans BP avec le retour des conditions humides caractérisées par une forte transgression du lac Titicaca dans les Andes (vers 16°S-69°30'W) et en Amazonie, après une longue phase d'ouvertures de la forêt, par un retour des conditions forestières dans la région de Carajas (6°20'S-50°25'W).

Concernant les anomalies des TSO et des PR survenues durant les années 50 et caractérisées pour le dipôle Atlantique par des TSO positives sur l'Atlantique nord et négatives sur l'Atlantique sud et sur le reste de l'océan mondial austral, il apparaît que de telles anomalies pourraient s'appliquer aux phénomènes climatiques survenus entre environ 3700 et 3000 ans BP. On peut préciser que, comme on l'a indiqué ci-dessus, des données indépendantes confirment que les TSO ont été négatives dans le Golfe de Guinée à cette époque. Par contre entre 3800 et 4200 ans BP la situation a été plutôt inverse, avec en particulier des TSO positives sur le Golfe de Guinée et négatives sur l'Atlantique nord. Une situation de ce type a existé en 1973-74, synchrone d'un LNSO marqué.

On peut aussi effectuer des simulations numériques avec un Modèle de Circulation Générale forcé par les configurations spatiales des anomalies des TSO observées sur le dipôle Atlantique, en particulier dans le Golfe de Guinée, afin de préciser leur impact sur les précipitations affectant les régions tropicales africaines et sud-américaines. Toutefois, si l'agencement et l'amplitude des anomalies thermiques du dipôle Atlantique peuvent expliquer en partie les variations observées des totaux pluviométriques sur le continent africain, un Modèle de Circulation Générale permettra de mieux globaliser le diagnostic en étudiant, par exemple, l'influence sur les précipitations de l'Afrique tropicale d'une anomalie chaude de type ENSO sur le Pacifique tropical. En effet, alors que l'influence d'une telle anomalie semble planétaire, certaines régions péri-atlantiques enregistrent en période ENSO des anomalies pluviométriques soit positives, soit négatives, suggérant que le dipôle Atlantique exerce une influence prépondérante.

La modélisation numérique devrait aussi permettre de mieux comprendre les changements climatiques survenus entre environ 2800 et 2000 ans BP. Ainsi, par exemple, grâce à l'année 1984 qui a été associée à une très forte anomalie positive dans le Golfe de Guinée, il serait possible d'étudier les variations de la saisonnalité et de l'activité convective et donc d'expliquer peut-être les pluies intenses et très érosives qui sont susceptibles de dégrader le milieu forestier.

DYNAMIQUE À LONG TERME **DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS INTERTROPICAUX**

Paris, France 20 - 21 - 22 Mars, 1996

symposium

