

Paléolimnologie et paléoclimatologie de l'Ouest-Cameroun au cours des 5 000 dernières années, à partir de l'étude des diatomées du lac Ossa

Palaeolimnology and palaeoclimatology of Western Cameroon during the last 5 000 years, from a diatom study of Lake Ossa

Victor-François Nguetsop^a, Michel Servant^b, Simone Servant-Vildary^a

^a Antenne Orstom, ESA 7073 CNRS, laboratoire de géologie, Muséum national d'histoire naturelle, 43, rue Buffon, 75005 Paris, France

^b Centre de recherche Île-de-France, 32, av. Henri-Varagnat, 93140 Bondy, France

Abstract—In Lake Ossa, the relative abundance of pH, water level and Saharan aerosol markers suggests that this lake was characterized by an alternating reinforcement and attenuation of pluriannual variability. The transfer function diatom/mean pluriannual bathymetry applied on fossil diatom flora of OW4 core indicates limited pluriannual bathymetric variations during the last 5 500 yr B.P. The water budget remained stable. The strong short-term variability of the climate after 2 700 yr B.P. explains the forest modifications. (© Académie des sciences / Elsevier, Paris.)

diatoms / Holocene / Cameroon / palaeoclimatology

Résumé — L'abondance relative des diatomées indicatrices du pH, de la bathymétrie et des apports en aérosols a mis en évidence des variations à court terme (pluri-annuelles ou épisodiques) du climat. La relation quantifiée entre les associations de diatomées sub-actuelles et la profondeur moyenne a été appliquée aux diatomées fossiles de la carotte OW4 du lac Ossa. Elle montre que les variations de profondeur ont été très faibles, et que le bilan en eau a été stable au cours des 5 500 dernières années. La forte variabilité à court terme du climat, qui se surimpose aux variations pluri-décennales, explique les modifications de la forêt dense après 2 700 ans B.P. (© Académie des sciences / Elsevier, Paris.)

diatomées / Holocène / Cameroun / paléoclimatologie

Abridged version



Lake Ossa is a shallow lake fed by rainfall ($2.9 \text{ m}\cdot\text{yr}^{-1}$) and the runoff from two catchments of 55 and 110 km² in size, respectively. Runoff from the largest catchment is first collected by Lake Mevia, which flows into Lake Ossa. Water losses are due to evaporation ($0.7 \text{ m}\cdot\text{yr}^{-1}$) and via an outlet connected to Sanaga River (figure 1). Seasonal variations in water depth, which can reach 5 m, are correlated with local rainfall. The objectives of this study was to provide reconstructions of environmental and climatic changes during the Middle and

Late Holocene in the Lake Ossa area. This was achieved by 1) determining the environmental parameters influencing diatom flora distributions in surface sediments and 2) using the ensuing relationships to interpret the diatom flora present in core samples taken from the lake.

The modern data set is based on 74 surficial bottom sediment samples, collected in Lake Ossa, the surrounding small lakes and flooded plains. Each sample encompasses the last 10–20 years of sedimentation with diatom flora. The total flora

Note présentée par Claude Lorius.

Note remise le 19 décembre 1997, acceptée après révision le 17 mars 1998.

represents the sum of short-term environmental variations (seasonal and episodic events) and long-term variations (pluriannual and pluridecennial). At each sampling site, water pH, temperature, conductivity, ionic composition and depth were measured at the time of collection. As for surficial sediments, the total diatom flora preserved in each core sample represents a mean of the lake conditions encompassing annual to decennial variations. Analyses of the modern diatom flora suggest that the relative abundances of acidophilic/alkaliphilic species can be used as an indicator of pH fluctuations. Similarly, relative abundances of planktonic and tycho planktonic species are interpreted as being indicative of high water level and extended lake surface. The presence of aerophilic species is an indicator of low water levels. In addition, the occurrence of rare allochthonous diatom species, found in present-day forest soils and surficial lacustrine sediments, can be interpreted in the fossil record as an increase in Saharan aerosol input, directly related to the continental northeast trade winds (harmattan). Depth is the only parameter expressed as an annual mean (depth was measured every month during 1992–1993). Therefore, the modern diatom flora has been quantitatively related to depth (annual mean) by two different methods of regression. Both formulas were applied to the fossil data set (77 samples) from core OW4.

1) Decreased abundances of planktonic and tycho planktonic diatoms (*figure 2c* and *d*) suggest that the lake level was lower than at present at 2 650, 2 300–2 000, 1 150, 700 and 200 yr B.P. Aerophilic species (*figure 2e*) are rare in the fossil record. Nevertheless, their relative abundance between 500–200 yr B.P. suggests that droughts have occurred in the immediate past.

2) High percentages of alkaliphilic species (*figure 2f*) between 5 000–4 500, 3 900–2 700 and 1 200–700 yr B.P. indicate that alkaline waters from Lake Mevia reached the core site (OW4). Acidophilic species (*figure 2g*) are rare along the core. However, an increase in these species between 500–200 yr B.P. is explained by an episodic decrease of water input from Lake Mevia.

3) Allochthonous diatoms (*figure 2h*) were absent or very rare prior to 2 700 yr B.P. Maximum abundances are registered

between 2 700–2 600, 2 400–2 000 and 700–200 yr B.P., suggesting an increase of harmattan.

Both regression methods give similar results: pluridecennial mean depth variations are very limited, suggesting a relative stability of the water balance and climate during the last 5 000 yr B.P. (*figure 2a* and *b*). Since the transfer function (based on total flora) indicates limited pluriannual bathymetric variations, it is suggested that: 1) the period between 300 and 200 yr B.P. has been the only one to have experienced episodic droughts; 2) the periods between 5 000–4 500, 3 900–2 700 and 1 000–800 yr were submitted to a more continuous supply than today of alkaline water from Lake Mevia, which infers a lack of a severe dry season during these periods; 3) during the periods 2 650, 2 300–2 000, 1 150, 700 and 200 yr B.P., lake levels were lower than at present, but they were also submitted to other undetermined parameters.

Lake Ossa catchment was covered by rainforest for the last 5 500 yr B.P., as evidenced by palynological studies from core OW4 (Reynaud-Farrera et al., 1996). This result is in good agreement with the relative stability of the lake level in terms of pluriannual–pluridecennial means. However, two stages in the forest evolution (*figure 2i* and *j*) were evidenced. Between 5 000 and 2 700 yr B.P., pollen taxa of rainforest (Caesalpiniaceae) and taxa of permanently humid atmosphere (*Podocarpus*) coexisted. This is also in good agreement with a low seasonal to pluriannual variability. At 2 700 yr B.P., intensification of the turnover of the forest ecosystem is suggested by the occurrence of pioneer taxa such as *Alchornea*. This change was related to an accentuation of harmattan.

Clearly, a combination of these different indicators strongly suggests that the evolution of Lake Ossa and surrounding vegetation was controlled by fluctuations of the continental northeast trade winds. Climatic evolution is essentially characterized by an alternating reinforcement and attenuation of annual to decennial variability.

The strengthening of harmattan at 2 700 yr B.P. is confirmed by contemporaneous aridity in northern tropical latitudes (Vernet, 1995). Unfortunately, there is no high-resolution chronology for the last 2 700 years in the southern Sahara. Therefore, it is not possible to correlate changes in the subequatorial area of Lake Ossa with the tropical area of the Sahara.

1. Introduction

En dépit de nombreuses complications locales et régionales, on peut considérer que le climat subéquatorial enregistre l'évolution, au cours de l'année, de chacun des deux hémisphères : une diminution des précipitations, plus ou moins intense selon les lieux, est généralement observée durant l'hiver austral et durant l'hiver boréal. Dans la région du lac Ossa, au Cameroun (3°3 N, 9°36 E), la diminution des précipitations est peu marquée durant l'hiver austral, car cette région se situe alors dans le domaine d'un flux atmosphérique humide instable, en provenance du Golfe de Guinée (flux de mousson prolon-

geant l'alizé austral). Elle est, par contre, très intense durant l'hiver boréal en raison de l'influence, à cette époque de l'année, d'un flux atmosphérique sec en provenance du Sahara (alizé boréal continental ou harmattan). Celui-ci est à l'origine d'un apport en aérosols sahariens atteignant épisodiquement le Golfe de Guinée (Suchel, 1988). Nous montrons ici, d'après une reconstruction de l'évolution du lac Ossa, que l'influence de l'harmattan est apparue vers 2 700 ans B.P. dans l'Ouest-Cameroun et qu'elle peut expliquer les perturbations du fonctionnement de l'écosystème forestier, révélées par les études palynologiques (Reynaud-Farrera et al., 1996).

2. Site et matériel

Le lac Ossa submerge le fond d'une ancienne vallée encaissée qui a été barrée par les alluvions de la rivière Sanaga, probablement à la fin de la dernière époque glaciaire (figure 1). Il est alimenté par les précipitations ($2,9 \text{ m}\cdot\text{an}^{-1}$) et par le drainage de deux bassins versants qui s'étendent respectivement sur 55 km^2 et 110 km^2 . Les eaux en provenance du plus grand bassin versant transitent par le lac Mévia avant d'atteindre le lac Ossa. Les pertes s'effectuent par évaporation ($0,7 \text{ m}\cdot\text{an}^{-1}$) et par un exutoire en direction de la rivière Sanaga. Le fonctionnement du lac est encore mal connu, car il n'a fait l'objet d'aucune observation hydrologique. Nous disposons cependant de mesures de conductivité et de pH, effectuées entre 1992 et 1995. Les eaux présentent de très faibles teneurs en élé-

ments dissous. Le pH est proche de la neutralité ; sur les bordures, il évolue vers des valeurs inférieures à 5 au débouché des ruisseaux sous forêt et supérieures à 8 au débouché des eaux en provenance du lac Mévia. Les mesures de l'altitude du plan d'eau, faites à un pas de temps mensuel en 1992 et 1993 (Wirrmann, com. orale), révèlent de fortes variations saisonnières du niveau lacustre ($\sim 5 \text{ m}$) en relation avec les précipitations. En raison de la morphologie du lac (bordures abruptes), ces variations n'entraînent pas de modifications significatives de la surface du plan d'eau. Les seuls changements importants ont lieu sur les bordures plates du Sud du lac (plaines d'inondation), qui s'assèchent en période de basses eaux et dans les marécages situés au débouché des ruisseaux.

Notre matériel d'étude comprend 77 échantillons provenant d'une carotte (OW4) de 5,55 m et de 74 échan-

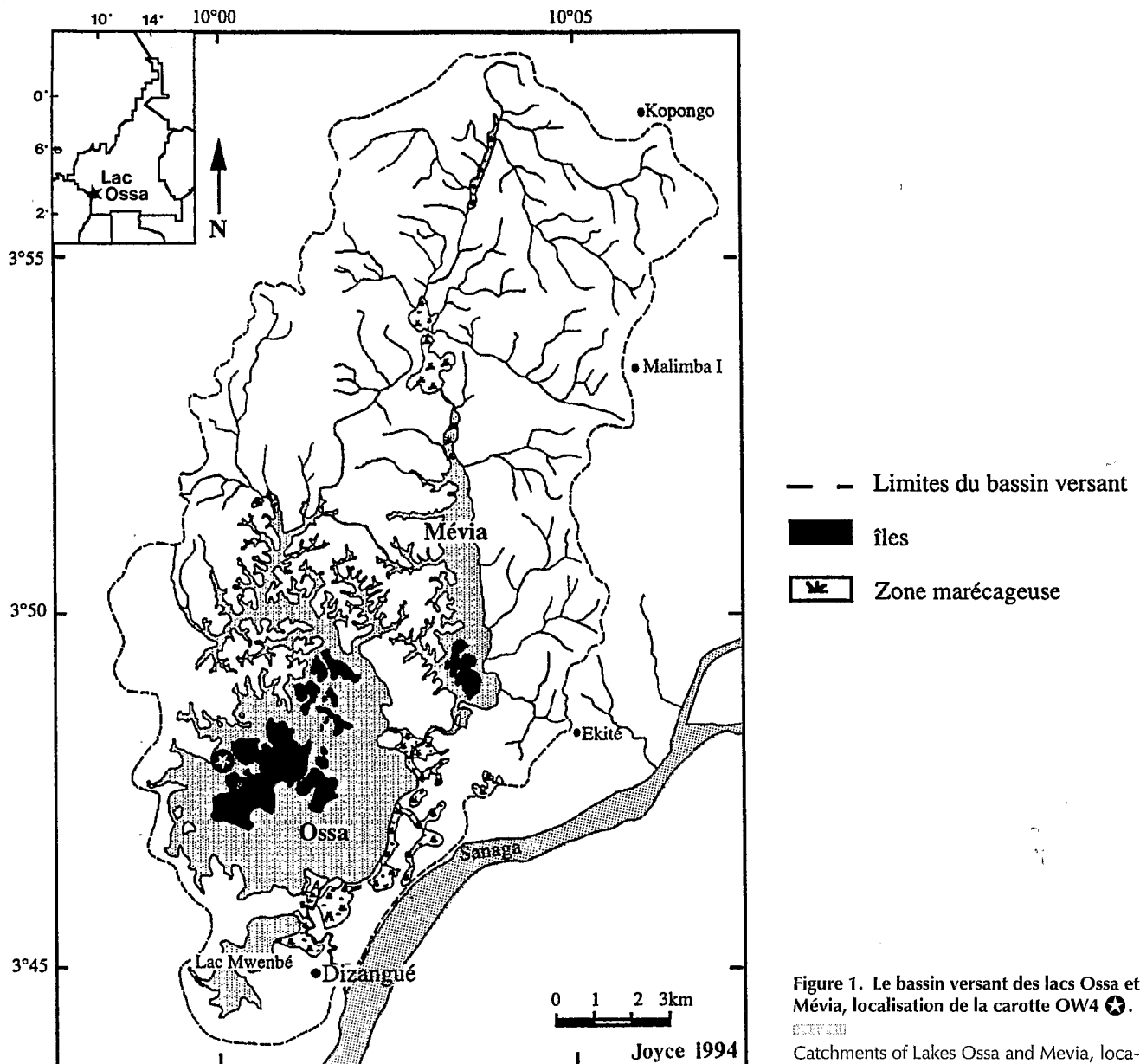


Figure 1. Le bassin versant des lacs Ossa et Mévia, localisation de la carotte OW4 (★).

Catchments of Lakes Ossa and Mévia, location of core OW4 (★).

tillons de sédiments superficiels prélevés dans le lac Ossa, le lac Mévia et d'autres lacs de petites tailles, situés dans la même région. Les échantillons superficiels et ceux de la carotte sont directement comparables, car ils représentent approximativement la même tranche de temps (~ 10 ans). L'étude de la carotte OW4 s'appuie sur huit datations par le radiocarbone (AMS) sur matière organique totale (*tableau*). Les âges calibrés ont été calculés en utilisant le programme de Stuiver et Reimer (1993).

L'âge des échantillons étudiés a été calculé d'après l'estimation des vitesses de sédimentation, en s'appuyant sur les valeurs moyennes des âges calibrés (dates entre parenthèses dans le tableau). En raison des caractéristiques du lac (faible profondeur, faible taux de résidence), nous admettons que le ^{14}C était à l'équilibre avec l'atmosphère, lorsqu'il a été incorporé dans la matière organique.

Les échantillons de sédiments sub-actuels et fossiles contiennent au total 211 espèces de diatomées dont 70,5 % sont communes aux sédiments superficiels et aux sédiments de la carotte (Nguetsop, 1997). En chaque point de prélèvement, nous avons mesuré le pH, la conductivité et la profondeur de l'eau. Les profondeurs moyennes annuelles du lac en ces différents points ont été calculées d'après les mesures de l'altitude du plan d'eau en 1992–1993.

3. Méthodes. Définition des indicateurs biologiques

Le présent travail prendra en considération quatre groupes d'espèces classiquement utilisés dans les reconstitutions paléoenvironnementales. Dans le lac Ossa, les espèces acidophiles (qui sont ici pour la plupart aérophiles) sont abondantes dans des zones très peu profondes, où débouchent les ruisseaux sous-forêt caractérisés par des eaux très acides ($\text{pH} \leq 5$). Les espèces alcaliphiles (qui sont pour la plupart tychoplanctoniques) présentent de

très forts pourcentages, au débouché des eaux en provenance du lac Mévia ($\text{pH} = 8$). Les diatomées aérophiles ont des abondances maximales dans les zones périodiquement asséchées. Les planctoniques et les tychoplanctoniques sont largement dominantes dans la plus grande partie du lac et dans une large gamme de profondeurs, comprise entre 1 m en basses eaux et 6,50 m en hautes eaux.

Afin de prendre en compte les espèces de différentes affinités écologiques qui sont associées aux espèces dominantes (planctoniques et tychoplanctoniques dans la plus grande partie du lac), nous avons effectué un traitement statistique sur la totalité des échantillons superficiels et des espèces sub-actuelles. En l'absence d'un suivi détaillé de la production en diatomées au cours de l'année, nous ne savons pas si les diatomées répondent aux variations saisonnières. Les assemblages des sédiments superficiels, qui intègrent la variabilité sur plusieurs années, ne peuvent donc pas être interprétés en fonction des changements saisonniers. Pour cette raison, nous pensons qu'ils doivent être comparés aux valeurs moyennes de la bathymétrie. Cela nous paraît d'autant plus justifié, que les variations du plan d'eau au cours de l'année n'entraînent pas de modifications majeures des habitats, en raison de la morphologie encaissée de la cuvette lacustre (exception faite des plaines d'inondation du Sud du lac). L'analyse canonique des correspondances (ACC) montre que les assemblages de diatomées sont très fortement corrélés à ces valeurs moyennes (coefficient de détermination 0,97). Cette relation s'exprime par l'équation $Y = 74,9 X + 314,2$, où Y représente la profondeur mesurée et X les coordonnées factorielles des échantillons définis par leur flore sur l'axe factoriel 1 (moyennes par classe, Servant-Vildary et Roux, 1990 ; Roux et al., 1991) et par la relation $Y = 1,54 X - 170$ (moyennes pondérées, Ter Braak et Prentice, 1988 ; Ter Braak et Van Dam, 1989). Les valeurs calculées de la profondeur (Y) par l'intermédiaire de ces relations sont estimées avec une erreur de $\pm 17,6$ cm.

Tableau. Chronologie radiocarbone de la carotte OW4 du lac Ossa (1994 et 1995). Les âges calibrés entre parenthèses sont les dates retenues pour le calcul de la vitesse de sédimentation.

Radiocarbon chronology of Lake Ossa core OW4 (1994 and 1995). Dates used to calculate the sedimentation rate are between parentheses.

Profondeurs (cm)	N° du laboratoire	Âges mesurés ^{14}C ans B.P.	Âges ^{14}C conventionnels ans B.P.	Âges calibrés
6,9–9	Beta-73082	140 \pm 60	90 \pm 60	280–0 (140)
62,7–64,9	Beta-86769	—	740 \pm 50	729–642 591–570 (633)
122,9–125,5	Beta-73083	1 970 \pm 60	1 890 \pm 60	1 950–1 700 (1 825)
174–175	UtC-3911	—	2 441 \pm 43	2 706–2 355 (2 530)
243–245,2	Beta-73084	3 430 \pm 50	3 330 \pm 50	3 679–3 449 (3 560)
358,8–361	Beta-73085	3 980 \pm 60	3 880 \pm 60	4 429–4 099 (4 264)
523,6–525,8	Beta-73086	4 650 \pm 50	4 580 \pm 50	5 449–5 389 5 329–5 040 (5 244)
548,3–550,5	Beta-73087	4 850 \pm 60	4 770 \pm 60	5 619–5 319 (5 470)

De nombreux échantillons de sédiments superficiels, prélevés aussi bien sur les bordures que dans la partie centrale du lac, dans des conditions très différentes de pH et d'habitat, contiennent en très faible proportion (< 1 %) des diatomées (*Aulacoseira granulata* var. *valida*, *A. granulata* var. *tubulosa* et *Stephanodiscus neoastrea*, caractéristiques des grands lacs profonds. Nous pensons que ces diatomées sont allochtones et apportées par le vent. Des échantillons prélevés dans les humus des sols sous-forêt à 80 m au-dessus du plan d'eau ont été analysés afin de vérifier cette interprétation. Ils contiennent les mêmes espèces de diatomées. Celles-ci sont donc nécessairement apportées par le vent. Elles proviennent de l'érosion des diatomites du Sahara, où elles sont très abondantes (Servant-Vildary, 1978).

En résumé, l'étude de la flore des sédiments superficiels met en évidence les indicateurs suivants : 1) les fréquences élevées des diatomées aérophiles caractérisent les zones saisonnièrement asséchées et les zones de bordure au débouché des ruisseaux ; 2) les fortes abondances des espèces tychoplanctoniques et planctoniques sont liées à des milieux aquatiques permanents plus ou moins profonds ; 3) les espèces alcaliphiles tychoplanctoniques sont un marqueur des apports en eau par le lac Mévia ; 4) les espèces acidophiles-aérophiles sont des indicateurs des apports en eau directement issus du drainage des sols sous-forêt ; 5) les diatomées allochtones sont des marqueurs d'apports en aérosols sahariens par l'alizé boréal continental (harmattan) ; 6) la très bonne corrélation diatomées-bathymétrie moyenne annuelle peut être utilisée pour la quantification des variations passées de la profondeur du lac, car les assemblages actuels et fossiles présentent de nombreuses espèces en commun.

4. Résultats. Reconstruction de l'évolution du lac depuis 5 500 ans

La carotte OW4 provient de la partie ouest du lac Ossa. La profondeur était de 1,70 m à l'époque du prélèvement (saison sèche). Le pH de l'eau, proche de 7, suggère un mélange entre les eaux acides issues du drainage des sols sous forêts et des eaux alcalines en provenance du lac Mévia. Les sédiments actuels du secteur où a été prélevée la carotte sont caractérisés par des diatomées planctoniques abondantes (63–74 %) et par de faibles fréquences en tychoplanctoniques (3–8 %), en aérophiles (4–8 %), en alcaliphiles (3–8 %) et en acidophiles (7–14 %).

Dans la carotte (figure 2), les pourcentages élevés d'aérophiles, centrés sur 300–200 ans B.P. (figure 2e), ne peuvent s'expliquer que par des assèchements épisodiques sur le lieu de prélèvement. Les équivalents actuels les plus proches de ce type d'assemblage se situent dans les marécages localisés au débouché des ruisseaux et en partie submergés en hautes eaux. Les fortes diminutions de l'abondance des planctoniques et des tychoplanctoniques, centrées sur 2 650, 2 300–2 000, 1 150 ans B.P., suggèrent un abaissement du niveau lacustre, mais la

faible fréquence des aérophiles montre qu'il n'y a pas eu d'assèchements durables du lac au lieu de prélèvement. Les plus proches équivalents actuels des assemblages de ces épisodes se rencontrent sous 0,70 à 2,60 m d'eau dans le lac Mboli, qui se distingue du lac Ossa par sa petite taille et une faible turbidité. La fréquence très élevée des espèces alcaliphiles (figure 2f) à 5 000–4 500, 3 900–2 700 et 1 200–700 ans B.P. indique une intensification des apports en eaux alcalines en provenance du lac Mévia. Elle suggère des précipitations plus élevées qu'actuellement (ou une évaporation plus faible). Cette intensification a été nécessairement bien enregistrée par le lac Mévia, en raison de la taille relativement grande de son bassin versant. La fréquence élevée des espèces acidophiles (figure 2g), centrée à 500–200 ans B.P., marque une forte réduction des apports en eau issus du lac Mévia, et donc des conditions climatiques plus sèches qu'actuellement, en accord avec les bas niveaux lacustres déjà identifiés.

Les espèces indicatrices d'apports en aérosols sahariens (figure 2h) sont absentes avant 2 700 ans B.P., mais présentes ensuite, avec des pourcentages variables, jusqu'à la période actuelle. Leurs plus fortes fréquences suggèrent une intensification des apports en aérosols à 2 700–2 600, 2 400–2 000 et 700–200 ans B.P. Ces périodes coïncident avec des phases d'abaissement du plan d'eau. Elles ont été caractérisées par un renforcement de l'harmattan et corrélativement par un renforcement de la saison sèche de l'hiver boréal. Inversement, les plus faibles fréquences suggèrent une atténuation de l'harmattan à 2 000–700 et 200–0 ans B.P.

L'application de la fonction de transfert diatomées/bathymétrie (figure 2, a et b) aux assemblages fossiles confirme les événements paléohydrologiques mis en évidence par les abondances relatives des groupes écologiques. Les valeurs estimées des variations de la bathymétrie moyenne se révèlent, par contre, étonnamment faibles ($40 \pm 17,6$ cm). L'explication nous semble devoir être recherchée dans un renforcement périodique de la variabilité annuelle à interannuelle. Pour la période centrée sur 300–200 ans B.P., nous pouvons envisager une intensification des abaissements saisonniers du plan d'eau (d'où l'installation de marécages à diatomées aérophiles) et une submersion sous une tranche d'eau épaisse en saison des pluies. Cette situation ne peut s'exprimer que faiblement dans les estimations par fonction de transfert, car celles-ci se réfèrent à un état moyen du lac sur deux ans. L'explication proposée est en accord avec le renforcement de l'harmattan, et donc de la saison sèche, que suggère l'abondance des diatomées en provenance du Sahara. Pour les périodes centrées sur 2 650, 2 300–2 000 ans B.P., les fortes abondances de ces diatomées suggèrent qu'il y a eu aussi renforcement de la saison sèche, les effets étant cependant moins marqués que précédemment, car la rareté des aérophiles montre qu'il n'y a pas eu d'assèchements épisodiques. En outre, le fait que les équivalents actuels des assemblages fossiles aient été rencontrés dans le lac Mboli, pauvre en diatomées planctoniques mais

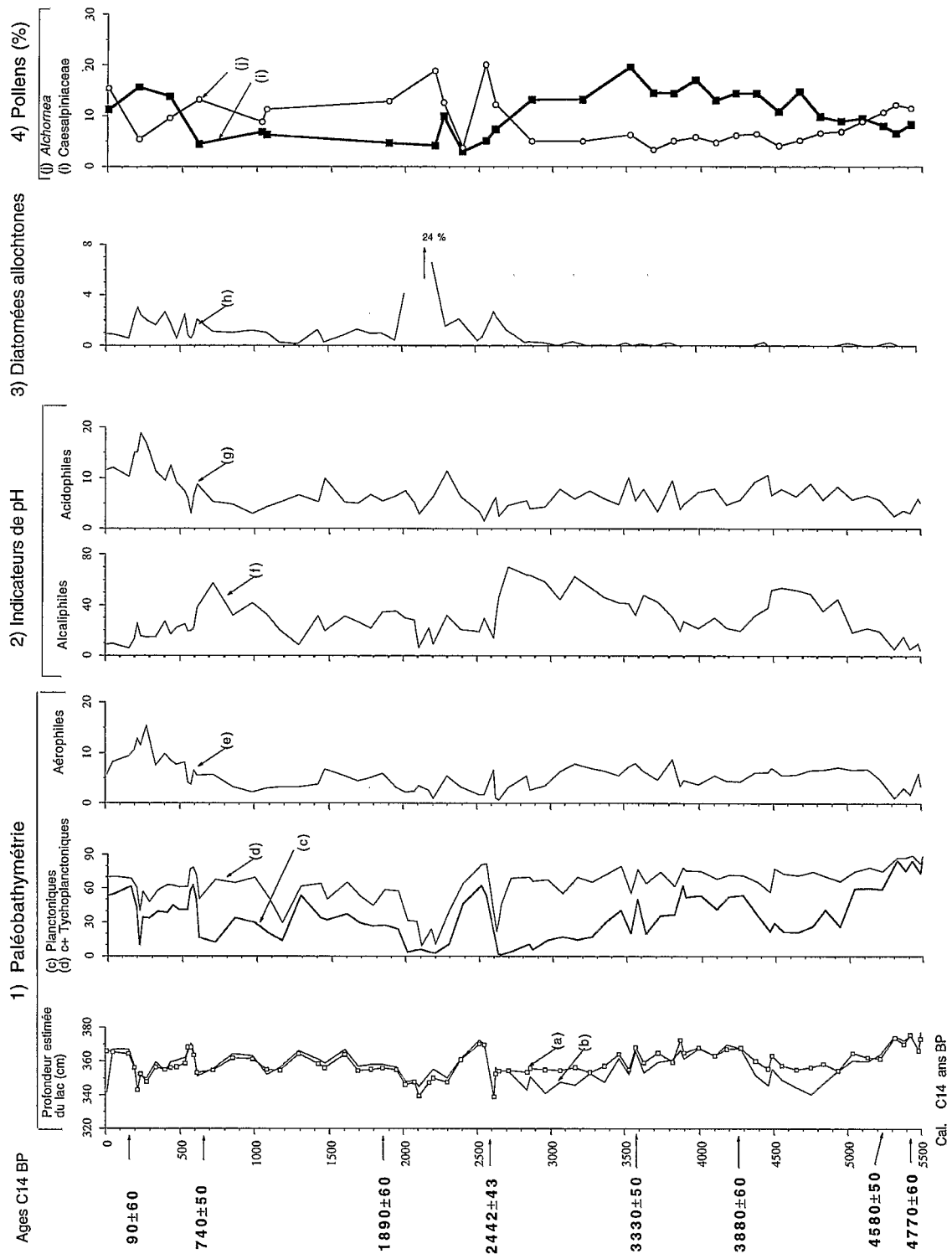


Figure 2. Caractéristiques paléolimnologiques du lac Ossa, comparaison avec la végétation. 1. Profondeurs estimées : (a) moyennes par classe, (b) moyennes pondérées. Fréquences relatives des espèces indicatrices de bathymétrie : (c) planctoniques, (d) planctoniques + tychoplanctoniques, (e) aérophiles. 2. Fréquences relatives des indicateurs de pH : (f) alcaliphiles, (g) acidophiles. 3. Fréquences relatives des apports par les vents : (h) allochtones. 4. Fréquences relatives des pollens : (i) *Caesalpiniciaceae* (forêt dense), (j) *d'Alchornea* (forêt perturbée). D'après Reynaud-Farrera et al. (1996).

Palaeolimnological characteristics of Lake Ossa, comparison with vegetation. 1. Inferred depth (a) mean by class, (b) weighted averaging. Relative frequencies of paleobathymetry indicators: (c) planktonic, (d) planktonic + tychoplanktonic, (e) aerophilic. 2. Relative frequencies of pH indicators: (f) alkaliphilic, (g) acidophilic. 3. Relative frequencies of wind transport: (h) alloctonous. 4. Relative frequencies of pollen-taxa: (i) *Alchornea* (disturbed forest) and (j) *Caesalpiniciaceae* (rain forest). After Reynaud-Farrera et al. (1996).

riche en diatomées benthiques, suggère que des paramètres autres que la bathymétrie (peut-être la transparence de l'eau) pourraient avoir aussi contrôlé les assemblages de diatomées.

5. Conclusion

L'étude des diatomées de la carotte OW4 met en évidence, avec une résolution temporelle de 60 ans, des variations significatives du climat depuis 5 500 ans B.P. Les interprétations paléohydrologiques suggèrent que ces variations n'ont pas entraîné d'abaissements drastiques des précipitations, et cela est en bon accord avec les données palynologiques, qui montrent que la forêt humide s'est maintenue, dans la région du lac Ossa, durant toute la période concernée (Reynaud-Farrera et al., 1996). Ces interprétations font néanmoins apparaître des modifications dans la variabilité annuelle à interannuelle des précipitations. Entre 5 000 et 2 700 ans B.P., la végétation était caractérisée par des taxons typiques de la forêt dense (*Caesalpinaceae*, figure 2i) et des taxons caractéristiques d'une atmosphère en permanence humide (*Podocarpus*, figure 2j). Cela est en bon accord avec les conditions, plus humides qu'actuellement, que révèlent les phases d'intensification des apports en eau par le bassin versant du lac Mévia. Un état durablement perturbé des écosystèmes forestiers humides, décelées par une relative abondance des taxons héliophiles (*Alchornea*), s'est instaurée à 2 700 ans B.P. Nous l'expliquons par une intensification de l'harmattan et corrélativement par un renforcement de la saison sèche. Les actions anthropiques, qui pourraient être suggérées par l'apparition de la métallurgie en Afrique

centrale à 3 000–2 500 ans B.P., ne peuvent pas expliquer à la fois les perturbations de l'écosystème forestier et les changements hydrologiques. La phase centrée sur 300–200 ans B.P. correspond à l'intensification la plus forte, depuis 5 500 ans, de la variabilité à court terme. Les analyses palynologiques à haute résolution temporelle, actuellement en cours, devraient en faire apparaître les effets sur la végétation.

Le renforcement de l'harmattan à 2 700 ans B.P. est en bon accord avec les observations faites dans le Sud du Sahara et la zone sahélienne, car on sait que ces régions sont alors devenues respectivement aride et sèche (Vernet, 1995). Les évolutions mises en évidence à Ossa durant les 2 700 dernières années ne peuvent pas malheureusement être comparées avec celles du Sahara et du Sahel, car on ne dispose pas, dans ces régions, de reconstructions paléoenvironnementales à haute résolution temporelle.

Le changement climatique observé à Ossa vers 2 700 ans B.P. est également connu dans le Sud-Congo (4° S), où il a été marqué par un recul de la forêt au profit de la savane ou par de fortes perturbations des écosystèmes forestiers. Les données palynologiques suggèrent une reconquête forestière, qui se serait effectuée en plusieurs étapes au cours du dernier millénaire. La dernière de ces étapes a eu lieu durant les derniers siècles et se poursuit actuellement (Vincens et al., 1994). Cela est en bon accord avec les données paléohydrologiques du lac Ossa.

Les similitudes observées entre les changements paléoenvironnementaux dans la région du lac Ossa et dans le Sud-Congo suggèrent que les grandes tendances climatiques de l'Holocène moyen et récent ont évolué de manière parallèle au nord et au sud de l'équateur.

Remerciements. Ce travail a été effectué sur financement CNRS (Programme EVS) et Orstom, dans le cadre du programme Ecofit, réalisé en coopération avec l'université et la direction des recherches géologiques et minières de Yaoundé. Nous remercions D. Wirrmann pour les échantillons qu'il nous a fournis et pour les mesures qu'il a effectuées sur le lac Ossa.

6. Références

Nguetsop V.F. 1997. Évolution des environnements de l'Ouest-Cameroun depuis 6 000 ans, d'après l'étude des diatomées actuelles et fossiles dans le lac Ossa. Implications paléoclimatiques, *Thèse*, MNHN, Paris, 274 p.

Nguetsop F., Servant-Vildary S., Roux M., Reynaud-Farrera I., Servant M. et Wirrmann D. 1998. Relations statistiques diatomées – milieux aquatiques, application à l'estimation des paléo-niveaux lacustres durant les 5 000 dernières années. Comparaison avec la végétation, in : Servant M. et Servant-Vildary S. (éds), *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers tropicaux*, in press

Reynaud-Farrera I., Maley J. et Wirrmann D. 1996. Végétation et climat dans les forêts du Sud-Ouest du Cameroun depuis 4 770 ans B.P. : analyse pollinique des sédiments du lac Ossa, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 322, série IIa, 749–755

Roux M., Servant-Vildary S. et Servant M. 1991. Inferred ionic composition and salinity of a bolivian Quaternary lake as estimated from fossil diatoms in the sediments, *Hydrobiologia*, 210, 3–18

Servant-Vildary S. 1978. Étude des diatomées et paléolimnologie

du Bassin Tchadien au Cénozoïque supérieur, *Trav. Doc. ORSTOM*, 84, 2 vol., 346 p.

Servant-Vildary S. et Roux M. 1990. Multivariate analysis of diatoms and water chemistry in bolivian saline lakes, *Hydrobiologia*, 197, 267–290

Suchel J.B. 1988. Les climats du Cameroun, *Thèse*, Université de Saint-Étienne, 1188 p.

Ter Braak C.J.F. et Prentice I.C. 1988. A theory of gradient analysis, *Adv. Ecol. Res.*, 18, 271–317

Ter Braak C.J.F. et Van Dam H. 1989. Inferring pH from diatoms : a comparison of old and new calibration methods, *Hydrobiologia*, 178, 209–223

Vernet R. 1995. *Climats anciens du Nord de l'Afrique*, l'Harmattan, Paris, 180 p.

Vincens A., Buchet G., Elenga H., Fournier M., Martin L., de Namur Ch., Schwartz D., Servant M. et Wirrmann D. 1994. Changement majeur de la végétation du lac Sinnda (vallée du Niari, Sud Congo) consécutif à l'assèchement climatique holocène supérieur : apport de la palynologie, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 318, série II, 1521–1526

