

PALÉOCLIMATOLOGIE. — *Les variations climatiques dans le bassin du Tchad durant le dernier millénaire ; essai d'interprétation climatique de l'Holocène africain.* Note (\*) de M. **Jean Maley** <sup>(1)</sup>, présentée par M. André Aubréville.

Au cours du dernier millénaire les hauts niveaux du lac Tchad ont correspondu à des périodes plus fraîches, particulièrement lors du « Petit Age Glaciaire » des latitudes moyennes et hautes. Cette correspondance montre que la mousson, sur le continent africain, est poussée par le Front Polaire sud de l'hémisphère austral. Le rôle joué par les Fronts Polaires des deux hémisphères, particulièrement leur antagonisme, est capital pour expliquer les mécanismes climatiques des basses latitudes.

L'étude stratigraphique <sup>(2)</sup> et palynologique de deux carottes prélevées dans le fond du lac Tchad a permis de préciser les variations récentes de son niveau et d'en établir la chronologie <sup>(3)</sup>.

Le niveau moyen actuel du lac est de 282 m avec des oscillations de plus ou moins 1 m. Entre les VIII<sup>e</sup>-X<sup>e</sup> siècles et jusque vers le milieu du XVI<sup>e</sup> siècle, le lac a oscillé entre des niveaux bas (281 m) ou moyens (282 m). Une transgression très nette s'est manifestée de la fin du XVI<sup>e</sup> à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle ; le lac a atteint alors un très haut niveau (environ 286 m).

Les changements de végétation qui sont mis en évidence par les analyses polliniques <sup>(3)</sup> montrent que ces variations de niveau correspondent à des changements climatiques sur l'ensemble du bassin du Tchad ; ces derniers sont dus, soit à une augmentation de l'aridité (régression du lac), soit à des conditions nettement plus humides que celles de l'époque actuelle (transgression à 286 m).

La petite crue (283 m) récente (1953-1964) correspond à 2 phénomènes <sup>(3)</sup> sur l'ensemble du bassin : d'une part une augmentation des pluies, d'autre part une légère baisse des températures, surtout des températures maximales. Il en résulte une diminution de l'évaporation. En les additionnant, les variations du niveau du lac amplifient ces petits changements climatiques.

La baisse de la température lors de la petite crue récente est initialement indépendante de l'augmentation de l'humidité et de la nébulosité. En effet, dans la zone du lac Tchad, les températures maximales des 3 mois les plus chauds de la saison sèche (mars, avril, mai) ont été comparées aux températures maximales de l'année entière ; l'allure régressive des courbes est la même. Durant ces 3 mois l'influence des pluies et de la nébulosité est quasi nulle sur la température. Les variations de la température suivent alors directement celles du rayonnement solaire. Ceci tend à prouver qu'il s'agit d'un léger refroidissement généralisé.

Les crues des siècles passés ont été synchrones des refroidissements sur l'ensemble du globe, en particulier de légères avancées des glaciers lors du « Petit Age Glaciaire » <sup>(4)</sup> qui s'est produit en même temps que le très haut niveau de 286 m. Le Nil <sup>(5)</sup> et le lac Rodolphe <sup>(6)</sup> ont réagi aussi positivement à ces refroidissements. A l'inverse, les régressions du lac Tchad sont contemporaines de réchauffements climatiques. En particulier la grande régression du début du millénaire correspond à un réchauffement de l'atmosphère aux latitudes moyennes et hautes <sup>(4)</sup>.

Ces observations sont très importantes car elles confirment le mécanisme de la

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 6202

Cote : B ex

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

n°

6202 800

- 4 JUL. 1973

mousson africaine tel que le décrit P. Pédelaborde <sup>(7)</sup> à la suite des travaux de C. G. Rossby <sup>(8)</sup>. En effet, la mousson sur le continent africain résulte bien de poussées originaires de l'hémisphère austral en hiver et non de l'attraction par l'hémisphère boréal en été. Durant l'hiver austral la recrudescence du froid sur l'hémisphère sud augmente la vigueur du Front Polaire sud et repousse plus fortement vers l'équateur les anticyclones subtropicaux, particulièrement celui de Sainte-Hélène qui est à l'origine de la mousson africaine ; celle-ci pénètre alors avec plus de force sur l'Afrique et y demeure plus longtemps chaque année.

Le rôle joué par les Fronts Polaires est donc capital, et c'est leur antagonisme qui règle les mécanismes climatiques des basses latitudes. Leur action est d'autant plus forte que l'air polaire est plus froid.

Le synchronisme mondial des grandes variations de température a été démontré, pour la fin du Würm et pour l'Holocène, non seulement entre les Tropiques <sup>(9)</sup> et les latitudes moyennes [(<sup>10</sup>), (<sup>11</sup>), (<sup>12</sup>)] et hautes <sup>(13)</sup> de l'hémisphère nord, mais encore entre les deux hémisphères [(<sup>14</sup>), (<sup>15</sup>)]. Au cours de l'Holocène, la température atteint son maximum vers 6 000 ans BP <sup>(16)</sup>, pour décroître ensuite légèrement par paliers jusqu'à l'époque actuelle. L'inlandsis arctique atteint son aire minimale avec un certain retard vers 4 000-3 500 ans BP <sup>(4)</sup>. Bien que les variations de l'inlandsis antarctique et les causes de celles-ci soient encore mal connues <sup>(17)</sup>, le synchronisme des variations climatiques entre les deux hémisphères et l'exemple récent de la remontée de l'anticyclone subtropical de Sainte-Hélène lors du « Petit Age Glaciaire », permettent de penser que l'action des deux Fronts Polaires varie en phase, tout au moins dans un passé récent.

En Afrique, on constate que depuis 10 000-12 000 ans BP, les grands lacs de la zone tropicale sèche [Tchad <sup>(18)</sup>, Rodolphe <sup>(19)</sup>] présentent des très hauts niveaux lors de chaque pulsation positive de la température jusque vers 5 000-4 000 ans BP. Ensuite, les hauts niveaux ne se produisent que lors des périodes légèrement plus fraîches, tel le « Petit Age Glaciaire ». L'action des Fronts Polaires et leur antagonisme sur les basses latitudes semblent pouvoir expliquer ces observations contradictoires en apparence ainsi que la répartition complexe dans le temps et dans l'espace des manifestations de l'humidité et de l'aridité au Sahara et sur ses marges. Pour cela, il est nécessaire d'observer le déplacement des 2 Fronts Polaires au cours des saisons d'une même année.

*a.* Lors des grandes avancées glaciaires de la fin du Würm, le Front Polaire nord avait, durant toute l'année, une action prépondérante sur le Sahara et en été, il repoussait la mousson loin vers le Sud.

*b.* Lors du réchauffement du début de l'Holocène et avant la période charnière des 5 000-4 000 ans BP, l'augmentation de la température et le début du retrait de l'inlandsis arctique provoquèrent un affaiblissement du centre d'action polaire. Les déductions suivantes peuvent alors être faites :

— durant l'été boréal il se produisit un recul important du Front Polaire nord. Ce recul favorisa une très forte extension de la mousson au Nord de l'équateur ;

— en effet, en même temps, durant l'hiver austral, l'air polaire antarctique était plus froid qu'actuellement. Le Front Polaire sud était donc capable de pousser vigoureusement les anticyclones subtropicaux vers l'équateur, en particulier celui de Sainte-Hélène, générateur de la mousson africaine ;

— ensuite, quelques mois plus tard, durant l'hiver boréal, le Front Polaire nord pouvait encore étendre son action sur le Sahara septentrional et y provoquer des pluies. Un rétrécissement du désert se conçoit donc facilement au début de l'Holocène.

c. Le retrait progressif de l'inlandsis arctique et le réchauffement continu de l'air polaire boréal diminuèrent la force du Front Polaire nord et son influence sur le Sahara. Vers 5 000 ans BP les lacs africains cités plus haut [(18), (19)] commencèrent à régresser. Comme pour l'Arctique, il semble donc que le centre d'action antarctique diminua aussi de vigueur, affaiblissant la poussée de la mousson sur l'Afrique. Dans la zone tropicale d'autre part, la température était alors au moins aussi élevée que l'actuelle (9) ; elle accrut son influence sur le bilan hydrologique de ces lacs, accélérant leur régression. Le Sahara et ses régions limitrophes prirent alors progressivement leur aspect actuel.

Il n'est pas impensable que l'étude des fluctuations passées de la mousson apporte des informations sur l'histoire de l'inlandsis antarctique.

Depuis une trentaine d'années, les analyses polliniques détaillées et les études stratigraphiques précises révèlent les nuances exactes des variations climatiques dans les latitudes moyennes et hautes. De même, actuellement, aux basses latitudes, ces méthodes révèlent de très fines variations climatiques dont la compréhension contribue directement à l'élaboration d'une théorie globale des changements des climats.

(\*) Séance du 19 février 1973.

- (1) Après accord de M. le Professeur à la Sorbonne Pédélaborde, spécialiste des moussons.
- (2) B. DUPONT et G. DELIBRIAS, *Cah. ORSTOM*, série Géol., 2, 1970, p. 43-48.
- (3) J. MALEY, *Palaeogeography, Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 1973 (sous presse).
- (4) H. H. LAMB, in : *Changes of Climate*, UNESCO, Paris, 1963, p. 125-150.
- (5) C. E. BROOKS, *Experientia*, Bâle, 10, 4, 1954, p. 156.
- (6) K. W. BUTZER, *Research Paper*, Dept. Geogr. Univ. Chicago, n° 136, 1971, p. 130.
- (7) P. PÉDELABORDE, *Les moussons*, A. Colin, Paris, Coll. U 2, 75, 1970, 221 pages.
- (8) C. G. ROSSBY, *Bull. Am. Met. Soc.*, Lancaster, 1947, p. 255-280.
- (9) C. EMILIANI, *Ann. N. Y. Acad. Sc.*, 95, 1, 1961, p. 521-536.
- (10) T. VAN DER HAMMEN, G. C. MAARLEVELD, J. C. VOGEL et W. H. ZAGWIJN, *Geol. en Mijnbouw*, 46, 3, 1967, p. 79-95.
- (11) H. GROSS, *Eiszeitalter und Gegenwart*, 9, 1958, p. 155-187.
- (12) H. H. LAMB, R. P. W. LEWIS et A. WOODROFFE, *Royal Meteorol. Soc. (Proc. internat. Symp. « World Climate from 8000 to O. B. C. »)*, 1966, p. 177.
- (13) W. DANSGAARD, S. J. JOHNSEN et J. MOLLER, *Science*, 166, 1969, p. 377-381.
- (14) E. M. VAN ZINDEREN BAKKER, in : *Palaeoecology of Africa*, 5, 1969, p. 175-212.
- (15) J. M. BOWLER et T. HAMADA, *Nature*, 232, 1971, p. 330-332.
- (16) BP : *Before Present*, avant l'Actuel avec 1950 comme année de référence.
- (17) J. T. HOLLIN, in : *Palaeoecology of Africa*, 5, 1969, p. 109-138.
- (18) M. SERVANT et S. SERVANT, *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dynam.*, (2), 12, 1, 1970, p. 63-76.
- (19) K. W. BUTZER, G. L. ISAAC, J. L. RICHARDSON, C. WASHBOURN-KAMAU, *Science*, 175, 1972, p. 1069-1076.

Laboratoire de Palynologie du CNRS,  
Equipe de Recherche n° 25,  
Faculté des Sciences, 34060 Montpellier ;  
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer,  
Centre de Fort-Lamy, Tchad.