

## Le contenu pollinique de l'atmosphère en Côte d'Ivoire et au Tchad

JEAN-PIERRE YBERT

Ybert, J.-P.: Le contenu pollinique de l'atmosphère en Côte d'Ivoire et au Tchad. (The pollen contents of the air in the Ivory Coast and in Chad.) — Grana 19: 31-46, 1980. Uppsala 26 March 1980. ISSN 0017-3134.

A study of the atmospheric pollen content was carried out on two series of samples collected respectively in 1973 and 1972 from the South of the Ivory Coast and from Chad respectively. The analysis revealed relatively important differences between the two regions, the first of which was in the Guinean zone and the second in the Sahelian zone. In the Guinean zone, the atmospheric pollen content, in spite of the dense vegetation, is weak and the pollen transport is negligible. In the Sahelian zone, where vegetation is sparser, the number of pollen grains in the atmosphere is more significant. In addition there is also a non-negligible number of allocthonous pollen grains brought by the wind coming from the north. The pollen grains of herbaceous plants are clearly dominant. A comparison of the results obtained at the two sites shows that rain and the degree of moisture in the air play an important part in the yield of pollen flow.

Key words: Airborne pollen grains, Ivory Coast, Chad

Jean-Pierre Ybert, Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, Côte d'Ivoire. Laboratoire de Palynologie, 61 rue de Buffon, 75005 Paris, France.

(Manuscript received 11 October 1977, revised version accepted 13 March 1979)

Une étude du contenu pollinique de l'atmosphère a été réalisée sur deux séries d'échantillons prélevés dans le Sud de la Côte d'Ivoire et au Tchad, respectivement pendant les années 1973 et 1972. Les analyses ont permis de mettre en lumière des différences assez importantes entre les deux régions appartenant, la première, à la zone guinéenne, la seconde, à la zone sahélienne. En zone guinéenne, il apparaît que le contenu pollinique de l'atmosphère est faible, malgré un couvert végétal dense, et que le transport des pollens est négligeable. En zone sahélienne, malgré un couvert végétal moindre, le nombre de pollens contenus dans l'air est plus important. Il y a en outre un apport de pollens alloctones non négligeable, principalement en provenance du Nord. Les pollens de plantes herbacées sont nettement dominants. La comparaison des résultats obtenus dans les deux sites permet de montrer que la pluie et le taux d'humidité de l'air jouent un rôle important sur la valeur des flux polliniques.

La connaissance du contenu pollinique de l'atmosphère est d'un grand intérêt pour l'interprétation des résultats des analyses polliniques des sédiments quaternaires. Elle apporte également des renseignements essentiels pour le traitement des allergies polliniques.

De telles études ont déjà été réalisées dans divers pays d'Europe et en Afrique, au Nord du Sahara, mais, il n'existait aucune donnée concernant l'Afrique Tropicale.

Deux stations ont été retenues pour effectuer les premières études, l'une située sur le Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire,

dans une région à climat humide et végétation de type forêt dense, l'autre à N'Djaména au Tchad, dans une région à climat sec et végétation de type savane (Fig. 1).

Les pollens atmosphériques ont été captés sur des gazes enduites de glycérine ou d'huile aux silicones, montée verticalement sur des girouettes du même modèle que celle mise au point au Laboratoire de Palynologie de Montpellier; le traitement des échantillons a été effectué suivant le processus établi dans ce même laboratoire (Cour 1973, 1974). Les analyses ont été effectuées avec un microscope Leitz Orthoplan. Les pollens ont été déterminés par

O. R. S. T. O. M. 21 JUL. 1980

Collection de Référence Grana 19

n° 10.042 E.B.V.

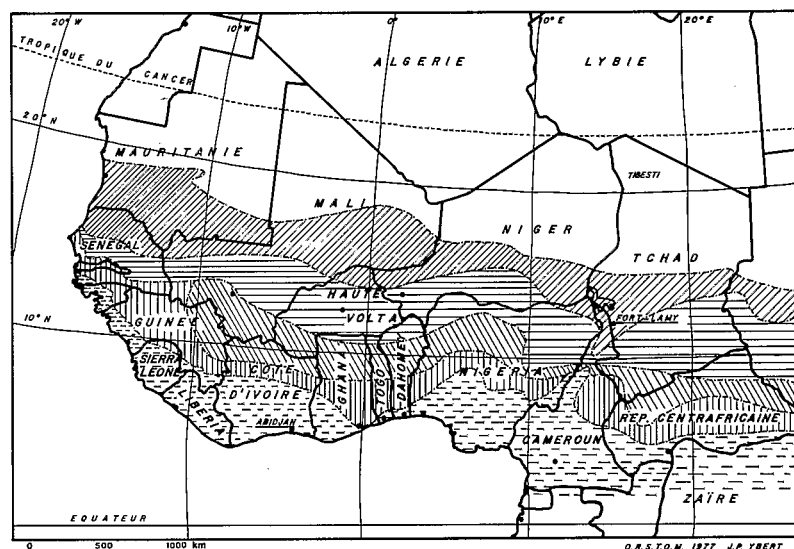


Fig. 1. Carte de localisation des stations de prélèvement des pollens atmosphériques (Abidjan-Fort-Lamy). Zones de végétation d'après la carte de l'A.E.T.F.A.T. 1958 et Steenfort-Nielsen, 1965.

Fig. 1. Map of the collection sites of the atmospheric pollens (Abidjan-Fort-Lamy). Vegetation zones accord-

ing to the map of A.E.T.F.A.T. 1958 and to Steentoft-Nielsen 1965.

▨, Zone sahélienne (Sahelian zone); ▩, Zone guinéenne (Guinean zone); ▪, Zone sahélo-soudanienne (Sahelo-sudanian zone); ▧, Zone soudano-guinéenne (Soudano-Guinean zone); ▩, Zone soudanienne (Soudanian zone).

comparaison avec les collections établies par nous même pour la Côte d'Ivoire (Ybert, sous presse) et par Maley pour le Tchad (Maley 1970). Les résultats des analyses ont été traités par le programme d'ordinateur mis au point à Montpellier par R. Gros et P. Cour.

L'étude des flux polliniques en Afrique de l'Ouest est un complément important aux travaux réalisés précédemment sur le contact forêt-savane en Côte d'Ivoire (Ybert 1975) et sur la sédimentation pollinique actuelle du Lac Tchad (Maley 1972).

été regroupés par 4 ou 5, en 12 échantillons concordant approximativement avec les 12 mois de l'année 1973.

Les données météorologiques (vent, pluie) ont été fournies par le laboratoire de Bioclimatologie du Centre O.R.S.T.O.M. Le parcours du vent a été calculé, à partir des données fournies par un anémomètre enregistreur situé à proximité de la tour, à 2.10 mètres au dessus du sol, en affectant à ces mesures, un coefficient de correction (1.24) déterminé par le service de bioclimatologie (Eldin 1976 : communication personnelle).

## ANALYSES POLLINIQUES DE L'ATMOSPHERE EN CÔTE D'IVOIRE

### LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE ET PÉRIODE DES PRÉLÈVEMENTS

La girouette portant les filtres a été placée à 6.10 mètres au dessus du sol, au sommet d'une « tour » construite sur le parc météorologique du Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, situé à 17 km à l'Ouest d'Abidjan, par 5°20' de latitude Nord et 4°09' de longitude Ouest. Les analyses effectuées recouvrent la période allant du 26 décembre 1972 au 8 janvier 1974. Les filtres hebdomadaires ont

### ENVIRONNEMENT VÉGÉTAL

Le centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé est situé en bordure de la lagune Ebrié, dans le « Domaine Guinéen » à climax prépondérant de forêt dense humide sempervirente (Guillaumet & Adjanohoun 1971). L'influence humaine est très importante dans toute la région et la forêt n'existe plus que sous forme de quelques îlots résiduels, dispersés et clairsemés. Les cultures sont nombreuses, aussi bien de nature maraîchère, qu'arborées de type industriel (palmier à huile, cocotier, hévéa, bananier).

Les graminées sont abondantes dans l'environne-

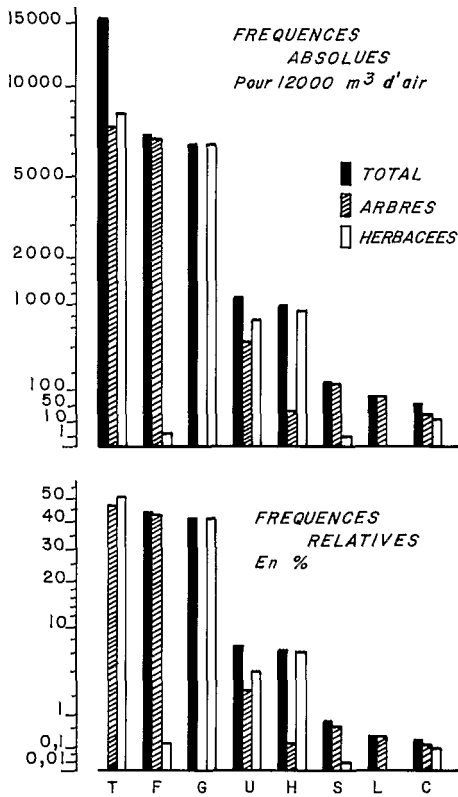


Fig. 2. Fréquence annuelle des différents ensembles de taxons récoltés sur filtre vertical à Adiopodoumé.

Fig. 2. Annual variations in the frequency of pollen of trees and herbs collected on the vertical filter in Adiopodoumé.

T, total; F, forêt (forest); G, graminées (Gramineae); U, ubiquistes (ubiquitous); H, hygrophiles (hygrophilous); S, savane (savannan); L, littoral; C, cultivées (cultivated).

ment immédiat de la tour (cultures fourragères expérimentales, pelouses, chemins) et de nombreux arbres et arbustes ont été plantés, soit pour leur caractère ornemental, soit pour leur intérêt botanique. En outre, du fait de la proximité de la lagune au Sud, le piège était également sous l'influence de la végétation du secteur littoral.

CLIMAT

Le climat de la région d'Abidjan se caractérise par l'alternance de deux saisons sèches et deux saisons des pluies. La grande saison sèche qui dure de 3 à 5 mois, est la plus marquée en décembre, janvier, février, elle est suivie par la grande saison des pluies dont le maximum d'intensité se situe en juin.

La petite saison sèche, juillet, août et la petite saison des pluies, centrée sur octobre, sont souvent moins bien différenciées.

Pendant l'année 1973, période qui nous intéresse, dans la région d'Abidjan, la grande saison sèche s'est prolongée jusqu'en mars, avec un minimum de 26 mm de pluie en janvier. La grande saison des pluies, période pendant laquelle il y a excédent hydrique (Eldin 1971), a débuté en avril (196 mm) et s'est terminée en juin (535 mm). Le mois de juillet a été très sec (18 mm de pluie) et la petite saison des pluies a débuté dès le mois d'août avec 177 mm, pour se maintenir à un niveau supérieur à 100 mm mensuels jusqu'en décembre.

Les vents dominants, ou les plus fréquents, sont de secteur Ouest de janvier à mars, ils sont de secteur Sud le reste de l'année. On note toutefois des vents de toutes les directions, excepté pendant la période de juin à septembre où ceux de secteur Nord sont absents.

LES SPECTRES POLLINIQUES

Les conditions de prélèvement, de préparation et de montage des échantillons ayant permis l'évaluation du nombre de grains de pollen et de spores contenus dans l'atmosphère, il a été possible d'étudier les variations des fréquences relatives en % et des fréquences absolues, pour 1000 m<sup>3</sup> d'air, des différents taxons rencontrés.

113 taxons appartenant à 49 familles ont été reconnus. Ils viennent tous de la végétation locale, soit spontanée, soit plantée. Ils ont été regroupés, en fonction de leur appartenance écologique ou de leur importance, en 7 ensembles (Fig. 2) : plantes de forêt, Graminées, plantes ubiquistes, plantes hygrophiles, plantes de savane, plantes littorales et plantes cultivées.

Ces ensembles sont très inégaux, tant du point de vue du nombre de taxons regroupés que du point de vue de leur importance dans les spectres. L'ensemble des pollens de forêt représenté 44,0% du flux pollinique annuel, les Graminées 41,5%, les plantes ubiquistes 6,9%, les plantes hygrophiles 6,2%, les plantes de savane 0,8%, les plantes littorales 0,4% et les plantes cultivées 0,3%.

Les pollens d'arbres représentent 47,9% du spectre global annuel, les pollens d'herbacées 52,1%.

Le flux pollinique annuel présente donc un pourcentage d'herbacées à peine supérieur à celui des

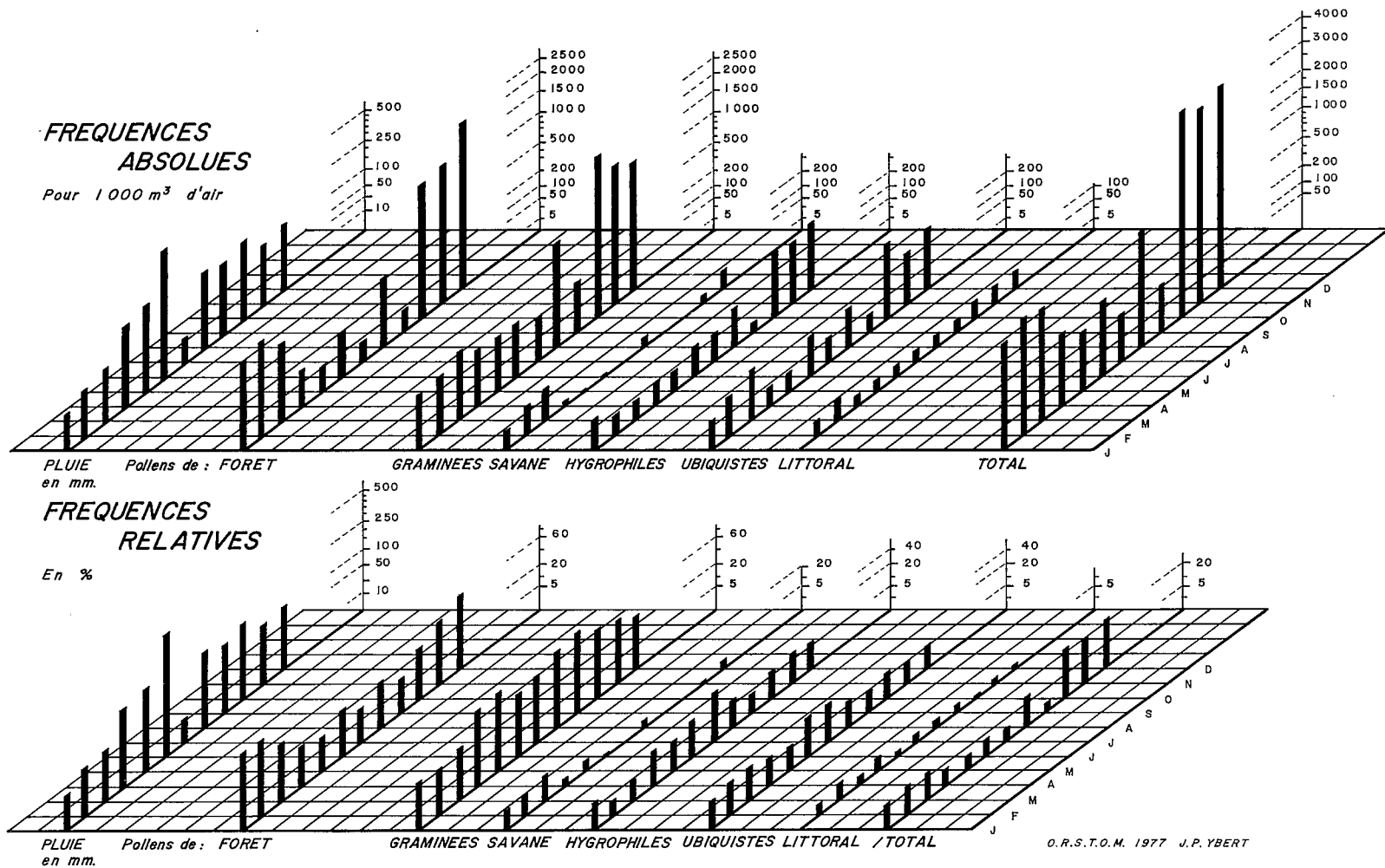


Fig. 3. Variation des flux polliniques en Côte d'Ivoire en 1973.

Fig. 3. Variations in the pollen incidence of the Ivory Coast during 1973.

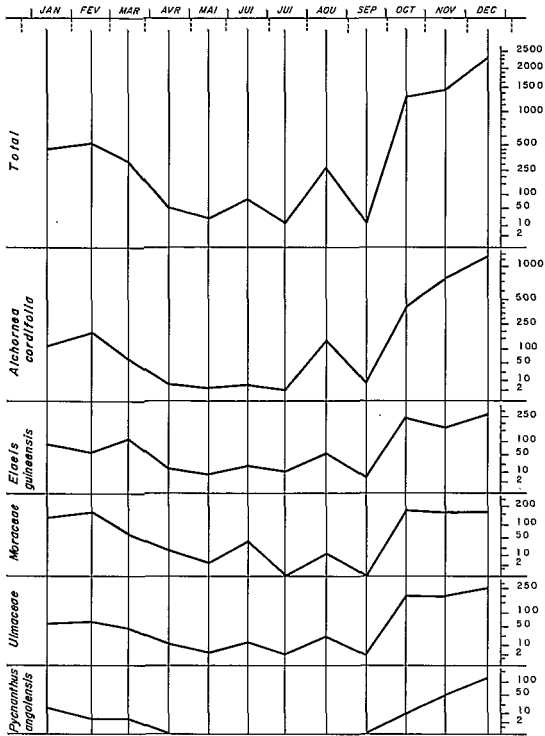


Fig. 4. Variations in the absolute frequency of pollen of forest taxa of 1000<sup>3</sup> air in the Ivory Coast during 1973.

Fig. 4. Variations in the absolute frequency of pollen of forest taxa of 1000<sup>3</sup> air in the Ivory Coast during 1973.

arbres et constitué essentiellement par les graminées (79,6% des herbacées).

Le contenu pollinique de l'atmosphère est faible en Côte d'Ivoire. Il a été évalué à 1300 grains pour 1000 m<sup>3</sup> d'air en moyenne pour l'année 1973. Son importance varie beaucoup d'un mois à l'autre (dans le rapport de 1 à 30), les mois les plus riches étant octobre, novembre et décembre, les plus pauvres, juillet et septembre (Fig. 3).

Si l'on compare les quantités de pollens contenus dans l'atmosphère chaque mois, avec la courbe des pluies, on constate que l'évolution générale de l'importance du flux pollinique est inverse à celle des pluies, les périodes les plus sèches correspondant aux périodes les plus riches en pollen. Toutefois, dans le détail, on observe des anomalies à cette règle générale, en effet, au mois de juin, au maximum de pluviosité, correspond un pic assez marqué du nombre de pollens, on note un autre pic très marqué au mois d'août et un troisième en octobre, alors que ces deux mois accusent une

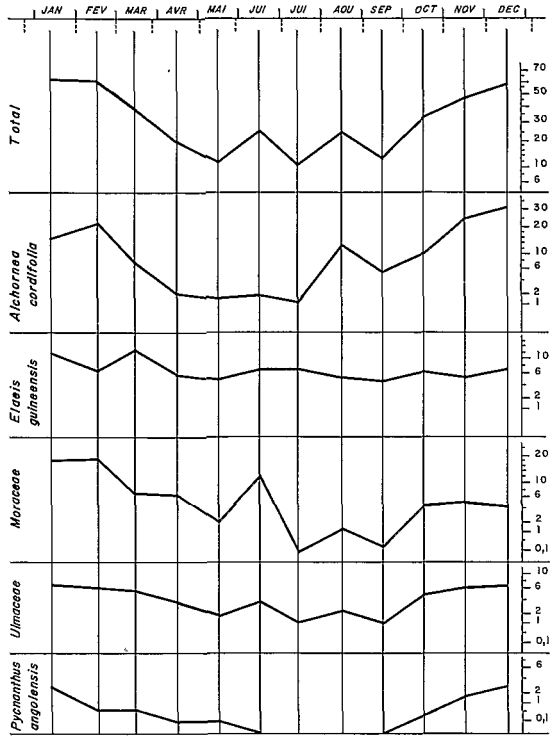


Fig. 5. Variations in the relative frequency of pollen of forest taxa in the Ivory Coast during 1973.

Fig. 5. Variations in the relative frequency of pollen of forest taxa in the Ivory Coast during 1973.

pluviosité supérieure à 170 mm. Ces trois pics apparaissent deux mois après une nette augmentation de la hauteur des pluies (avril, juin, août) et on pourrait voir là, l'explication aux anomalies observées dans la courbe des flux polliniques.

Le grand nombre de pollens captés dans les trois derniers mois de l'année (près de 75% du total évalué en 1973), ne peut être expliqué à partir des analyses portant sur un seul cycle annuel des saisons.

*Les pollens des plantes de forêt (Figs. 4 et 5)*

L'ensemble des plantes de forêt est de loin le plus important, il regroupe 54 taxons appartenant à 28 familles et représente 44% du flux pollinique annuel. Les pollens d'arbres en constituent la presque totalité avec 43,97% de la population totale annuelle, contre 0,02% pour les herbacées. Ces dernières sont représentées par des Convolvulaceae, des Acanthaceae et des Labiatae.

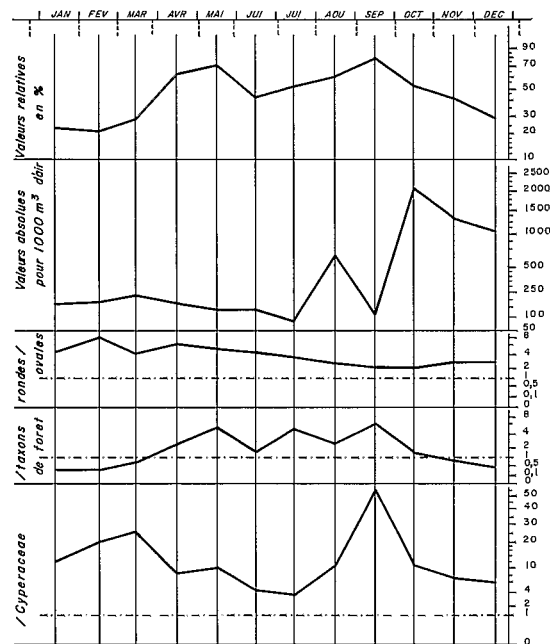


Fig. 6. Variation des fréquences des Graminées et de leur rapport avec les principaux groupes en 1973, en Côte d'Ivoire.

Fig. 6. Variations in the frequency of pollen of the Gramineae and of their relation to the principal groups in the Ivory Coast during 1973.

Les familles d'arbres les mieux représentées sont :

- Les Euphorbiaceae (20%) avec *Alchornea cordifolia* (19%), *Macaranga hurifolia*, *Drypetes gilgiana*, *Mallotus oppositifolius*, *Uapaca* cf. *heudelotii*,
- Les Palmae (7%) avec *Elaeis guineensis*,
- Les Moraceae (6%) avec *Myrianthus arboreus*,
- Les Ulmaceae (6%) avec *Celtis* sp., *Trema guineensis*, *Holoptelea* sp.,
- Les Caesalpiniaceae (3%) avec principalement *Dialium guineense*,
- Les Myristicaceae (1,4%) avec *Pycnanthus angolensis*.

L'évolution globale de cet ensemble au cours de l'année est inverse à l'évolution des pluies; ce qui est particulièrement net en fréquence relative. La proportion de ces pollens décroît régulièrement de janvier (62%) à mai (12%) alors que les pluies augmentent (de 26,4 mm à 207,3 mm). Inversement, cette proportion croît de septembre (13%) à décembre (58%) alors que les pluies ont tendance à

diminuer (de 142,2 mm à 101,7 mm). Par contre, avec les fortes pluies du mois de juin (534,6 mm), on observe une légère augmentation du pourcentage de cet ensemble (26%) et une diminution en juillet (11%) avec la période la plus sèche (17,8 mm). Le mois d'août ne répond pas, lui non plus, au schéma général car on observe une proportion de pollen légèrement supérieure à celles de juillet et septembre (25%), alors que les pluies étaient plus importantes (177,5 mm).

La courbe des fréquences absolues reflète le même phénomène avec toutefois un accroissement très marqué en octobre, novembre et décembre. Les principaux taxons de cet ensemble ont la même évolution. *Pycnanthus angolensis* est absent de juin à septembre, *Dialium guineense* a été trouvé de septembre à décembre, *Drypetes gilgiana* de janvier à mars, *Uapaca* cf. *heudelotii* de septembre à février.

#### Les pollens de graminées (Fig. 6)

Les Gramineae, bien que typiquement savanicoles dans les conditions naturelles, ont été considérées isolément ici. En effet, comme il a été dit plus haut, le milieu où était placée la girouette est très dégradé et la plupart d'entre elles y sont plantées ou rudérales, elles n'ont donc plus de signification écologique.

Cette famille est très homogène du point de vue pollinique et son étude détaillée n'a pas encore été abordée, de ce fait il n'est pas possible de déterminer les nombreux genres et espèces existant dans la région. Il a seulement été fait une distinction entre pollens ovales, ronds et indifférenciés. En effet, il a été noté (Van Campo 1975), que les pollens ovales sont dominants en région tempérée alors que les pollens ronds sont plus abondants en région tropicale. Le rapport entre les deux formes de pollen est donc intéressant à connaître pour l'interprétation des analyses de sédiments.

L'évolution générale des fréquences relatives est inverse de celle de l'ensemble des pollens de forêt. Les pourcentages les plus bas se situent de décembre à mars, grande saison sèche (entre 21 et 29%), les plus élevés en mai et septembre (72 et 79% respectivement).

L'évolution des fréquences absolues est moins régulière, on observe une légère augmentation de janvier à mars (170 à 247 grains/1000 m<sup>3</sup> d'air) puis une diminution régulière de mars à juillet (247 à 85), alors que les pluies augmentent jusqu'en juin.

En août, on observe un nombre assez élevé (669), ce qui correspond au pic déjà noté sur le diagramme d'évolution de la population totale. Pendant les trois derniers mois de l'année, le nombre de pollens de graminées est très élevé mais, à l'inverse des pollens de forêt, il diminue d'octobre à décembre (2 102 à 1 115).

Le rapport : pollens de graminées/pollens de forêt est inférieur à 1 de janvier à mars et en novembre, décembre, soit pendant la grande saison sèche. Les pollens de graminées sont dominants tout le reste de l'année, le rapport variant de 1 à 6.

Le rapport : pollens ronds/pollens ovales est compris entre 2 et 8.

#### *Les pollens de plantes de savane*

L'ensemble des pollens de savane est peu important, il groupe seulement 10 taxons appartenant à 8 familles différentes et ne représente que 0,84% du spectre total annuel.

La famille la mieux représentée est celle des Euphorbiaceae (0,77%) avec principalement *Hymenocardia acida*, présent de décembre à avril. Les arbres y sont dominants (0,83%), les herbacées sont représentées par une convolvulacée *Hewittia sublobata*. La majorité des pollens ont été trouvés pendant la grande saison sèche, de janvier à mars et en décembre.

#### *Les pollens de plantes littorales*

Les plantes littorales ou de bord de lagune, ne sont représentées que par le cocotier, *Cocos nucifera* dont le pollen se retrouve toute l'année en faible quantité. Il ne représente que 0,4% du spectre global annuel.

#### *Les pollens et spores de plantes hygrophiles*

Cet ensemble regroupe les Cyperaceae, un palmier, *Phoenix reclinata*, une papilionacée, *Pterocarpus santalinoides* et les spores trilètes et monolètes. Il représente 6,2% du spectre global annuel. Les cypéracées sont les plus nombreuses avec 4,77% de l'ensemble, ensuite viennent les spores trilètes (0,73%) et monolètes (0,54%). Ces trois taxons sont présents toute l'année, avec un maximum en juin (13%) et juillet (22%) pour les fréquences relatives et, d'octobre à décembre pour les fréquences absolues (225 à 250).

Le rapport Graminées/Cypéracées est toujours nettement supérieur à 1, il présente un pic très

marqué en septembre (57) et un autre en mars (26). Le minimum se situe en juin (4,2) et juillet (3,8), à la fin de la grande saison des pluies (Fig. 6).

#### *Les pollens des plantes cultivées*

Cet ensemble comprend essentiellement les Céréales, graminées dont le grain de pollen a un diamètre supérieur à 54  $\mu\text{m}$ , Maley 1975; communication personnelle) un plamier, *Chrysalidocarpus* sp. dont le pollen a été trouvé en novembre et décembre, *Croton* sp. (Euphorbiaceae), *Ixora* sp. (Rubiaceae) et *Thevetia neriiifolia* (Apocynaceae). Ils ne représentent que 0,26% du spectre global annuel.

#### *Les pollens des plantes ubiquistes*

Dans cet ensemble ont été regroupés les pollens des plantes pouvant se développer dans différents milieux ou dont la détermination au seul niveau du genre ou de la famille n'a pas rendu possible la connaissance de la provenance écologique. Son importance est assez faible car il ne représente que 6,9% du spectre global annuel, avec 15% en mars, 17% en juin et 14% en juillet. Les fréquences absolues varient beaucoup d'un mois à l'autre. Les maximums ont été notés en octobre (302), novembre, décembre et mars.

43 taxons appartenant à 31 familles ont été différenciés, les plus importants sont les Amaranthaceae, les Ranunculaceae, les Compositae, les Ochnaceae et les Combretaceae. Les herbacées représentent 4,13% et les arbres 2,72% du spectre annuel.

## ANALYSES POLLINIQUES DE L'ATMOSPHERE AU TCHAD

Le programme d'analyse pollinique de l'atmosphère de N'Djaména a été conçu par J. Maley et entre dans le cadre de ses recherches polliniques sur les sédiments actuels et quaternaires du bassin du Tchad (Maley 1972, 1973).

### LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE ET PÉRIODE DES PRÉLÈVEMENTS

La girouette pourtant les filtres a été placée à 16 mètres au dessus du sol, sur la plate forme d'un mirador situé à proximité de l'aérodrome de N'Djaména, Fort Lamy, par 12°06' de latitude Nord et 15°02' de longitude Est.

Les analyses effectuées recouvrent la période allant du 25 novembre 1971 au 21 décembre 1972. L'installation de la girouette a été faite par J. Maley, les filtres nous ont été remis déjà regroupés et en partie traités par ses soins. Le regroupement a été fait en 12 échantillons dénommés A à L, correspondant aux périodes suivantes:

- A : 25 novembre 1971 à 9 décembre 1971
- B : 24 décembre 1971 à 6 janvier 1972
- C : 28 janvier 1972 à 10 février 1972
- D : 25 février 1972 à 9 mars 1972
- E : 24 mars 1972 à 16 avril 1972
- F : 21 avril 1972 à 4 mai 1972
- G : 26 mai 1972 à 8 juin 1972
- H : 7 juillet 1972 à 27 juillet 1972
- I : 11 août 1972 à 24 août 1972
- J : 8 septembre 1972 à 28 septembre 1972
- K : 12 octobre 1972 à 25 octobre 1972
- L : 9 novembre 1972 à 20 décembre 1972

Les données météorologiques (vent, pluie) nous ont été fournies par les services de l'A.S.E.C.N.A. de Fort Lamy. Le parcours du vent a été enregistré sur un anémomètre situé à 12,50 mètres au dessus du sol, sur la tour de contrôle de l'aérodrome de N'Djaména à environ 1500 mètres à l'Est, Nord-Est du mirador.

#### ENVIRONNEMENT VÉGÉTAL

La région de Fort Lamy est située dans la zone de « savane arbustive boisée du domaine Sahélo-Soudanien » (Pias 1970). Elle est formée d'une végétation d'arbustes et de petits arbres peu denses, de buissons et de graminées.

Un relevé botanique effectué par G. Fotius, Botaniste à l'O.R.S.T.O.M., le 23 novembre 1971, dans un rayon de 50 mètres environ autour du mirador, a donné les espèces suivantes :

#### Arbres et arbustes

*Acacia seyal*, *A. sieberiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Cadaba farinosa*, *Capparis* cf. *corymbosa*, *Crateva adansonii*, *Tapinanthus* sp., *Ziziphus mauritiana*.

#### Arbrisseaux

*Aeschynomene sensitiva*, *Cassia nigricans*, *C. tora*.

#### Herbacées

*Caperonia serrata*, *Cassia nigricans*, *C. tora*, *Celosia argentea*, *Commelina* cf. *froskalei*, *Corchorus*

*fascicularis*, *C. olitorius*, *Hibiscus asper*, *H. cf. abebelmoschus*, *Indigofera hirsuta*, *Ipomoea* sp., *Leptadenia hastata*, *Sida* cf. *rhombifolia*, *Tephrosia linearis*, *Zornia glochidiata* et, de nombreuses graminées.

#### CLIMAT

Le climat sahélo-soudanien se caractérise par une seule saison des pluies centrée sur juillet et d'une durée de 5 à 6 mois. La pluviométrie est comprise entre 400 et 700 mm par an. La saison des pluies est déterminée par le passage du Front Inter Tropical. Pendant cette période les vents dominants (mousson) sont de secteur Sud-Ouest. Pendant la saison sèche, au contraire, c'est l'harmattan, vent sec de secteur Nord qui domine (Billon & Guiscafre 1969).

En 1972, période qui nous intéresse, la pluviométrie a été de 603,8 mm à Fort Lamy. La saison des pluies a débuté en avril (4,3 mm) pour se terminer en octobre (59,5 mm). Les mois les plus arrosés ont été juillet et août avec respectivement 187,2 et 136,7 mm (Fig. 8).

#### LES SPECTRES POLLINIQUES

Les variations des fréquences relatives en % et des fréquences absolues pour 1000 m<sup>3</sup> d'air, ont été étudiées pour les différents taxons rencontrés. 111 taxons appartenant à 49 familles botaniques ont été reconnus. Ils ont été classés en 14 groupes établis par J. Maley en fonction de leur origine phytogéographique (Maley 1972 et communication personnelle), d'après les zones climatiques et les zones de végétation établies par Monod (1956), Gillet (1968), Letouzét (1968), Grondard (1964):

Groupe 0 : zone méditerranéenne et tempérée exclusive.

Groupe 2 : Nord Sahara.

Groupe 3 : Sahara tropical – pluies irrégulières inférieures à 100 mm/an.

Groupe 4 : zone montagnarde (Tibesti).

Groupe 5 : zone tropicale sèche et méditerranéenne.

Groupe 6 : zone sahélienne sensu stricto – 100 à 400 mm/an.

Groupe 7 : zone sahélo-soudanienne – 400 à 700 mm/an.

Groupes 6+7 : zone sahélienne sensu lato – 100 à 700 mm/an.

Groupe 8 : zone soudanienne – 700 à 1000 mm/an.



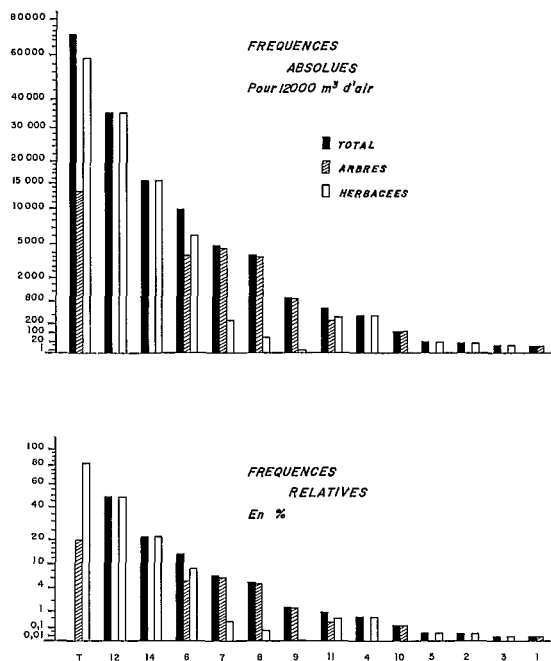


Fig. 7. Fréquence annuelle des différents groupes de taxons récoltés sur filtre vertical à N'Djaména, Tchad. Légende voir p. ■.

Fig. 7. Annual variation in the frequency of pollen of trees and herbs collected on the vertical filter in N'Djaména, Chad. Legend see p. ■.

Groupe 9 : zone soudanienne et soudano-guinéenne — plantes rencontrées aussi bien en 8 qu'en 10.

Groupe 10 : zone soudano-guinéenne — plus de 1 000 mm/an.

Groupe 11 : plantes hygrophiles à l'exception des Cypéracées et de *Typha*.

Groupe 12 : Graminées.

Groupe 14 : Cypéracées et *Typha*.

Ces groupes sont très inégaux aussi bien par le nombre de taxons qu'ils réunissent que par leur importance dans les spectres (Fig. 7).

Les Graminées (12) sont de loin les plus importantes, avec près de 50% du flux pollinique annuel. Ensuite viennent les plantes hygrophiles (11+14) avec 22,4%, le groupe sahélien (6) 13,8%, le groupe sahélo-soudanien (7) 6,8%, le groupe soudanien (8) 5,2%, le groupe soudanien et soudano-guinéen (9) 1,2%, le groupe montagnard (4) 0,5%, le groupe soudano-guinéen (10) 0,1%, les groupes 1, 2, 3 et 5 n'atteignent pas 0,1% au total.

Les pollens d'arbres représentent 18,6% du

spectre global annuel, les pollens d'herbacées 81,4%. Contrairement à ce qui a été observé en Côte d'Ivoire, le flux pollinique est ici nettement dominé par les herbacées avec principalement les graminées.

Le contenu pollinique de l'atmosphère est environ 5 fois plus élevé qu'en Côte d'Ivoire, il a pu être évalué à 6 300 grains pour 1 000 m<sup>3</sup> d'air en moyenne pour la période étudiée. Son importance varie dans le rapport de 1 à 10 entre les échantillons les plus riches (D, F, G, L) et les plus pauvres (A, C, E).

Il ne semble pas y avoir de corrélation directe entre la courbe des pluies et la courbe de l'évolution générale du flux pollinique, on trouve en effet des échantillons riches aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies (Fig. 8).

Il faut noter également qu'il existe de grandes variations d'un échantillon à l'autre, surtout en ce qui concerne les fréquences absolues. On peut penser que les feux de brousse ont une influence importante sur le contenu pollinique de l'atmosphère et sur la floraison de certaines espèces. Toutefois, le fait que l'échantillonnage soit ici discontinu, rend difficile l'interprétation des courbes en fréquence absolue. L'estimation de la quantité de débris carbonisés dans les lames n'a pas donné de résultats positifs.

On peut constater cependant que les échantillons A, B et C, correspondant au cœur de la saison sèche, sont parmi les plus pauvres.

#### Groupe 1 — méditerranéen et tempéré exclusif

Très peu abondant, ce groupe est représenté uniquement par deux taxons, *Alnus* sp. trouvé en mars-avril (E) et *Casuarina* sp. en novembre-décembre (L), soit, pendant la saison sèche, époque où l'harmattan est dominant.

#### Groupe 2 — nord sahara

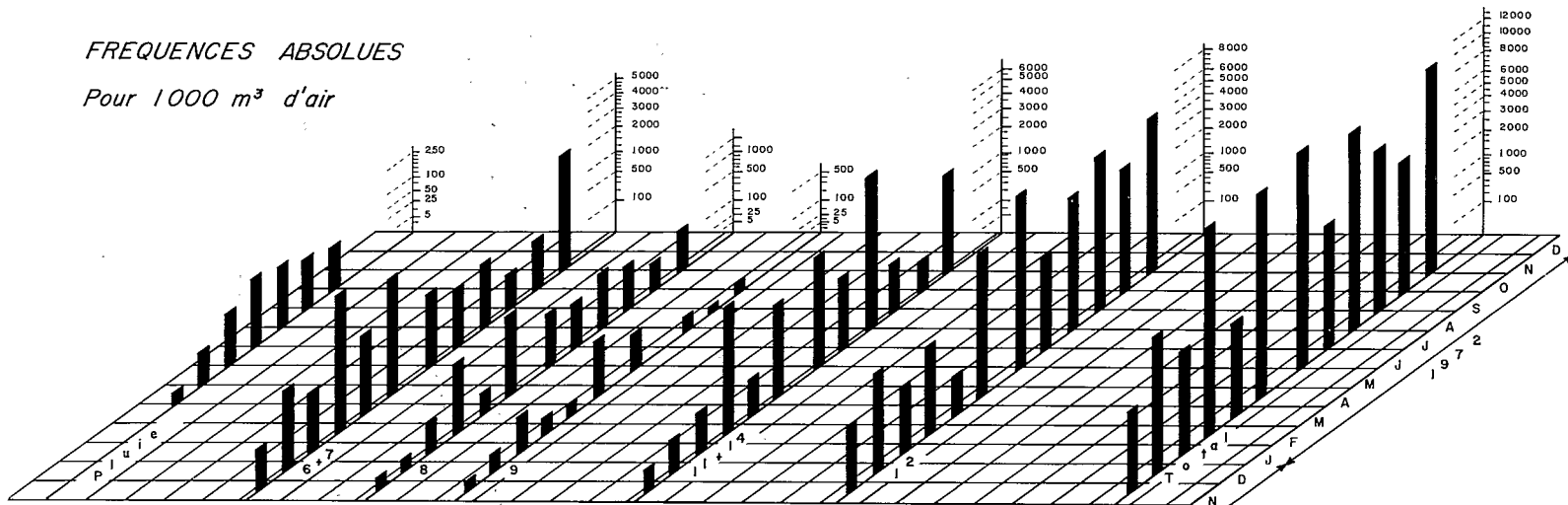
Représenté uniquement par des Compositae à pollen de type fenestré, ce groupe très peu abondant a été trouvé entre février et avril (D, E), soit en saison sèche.

#### Groupe 3 — saharien tropical

Egalement très peu important, ce groupe est représenté par 2 taxons abondants au Sahara tropical, *Moltkia ciliata* en mars-avril (E) et *Fagonia* sp. en décembre-janvier (B) et septembre (J).

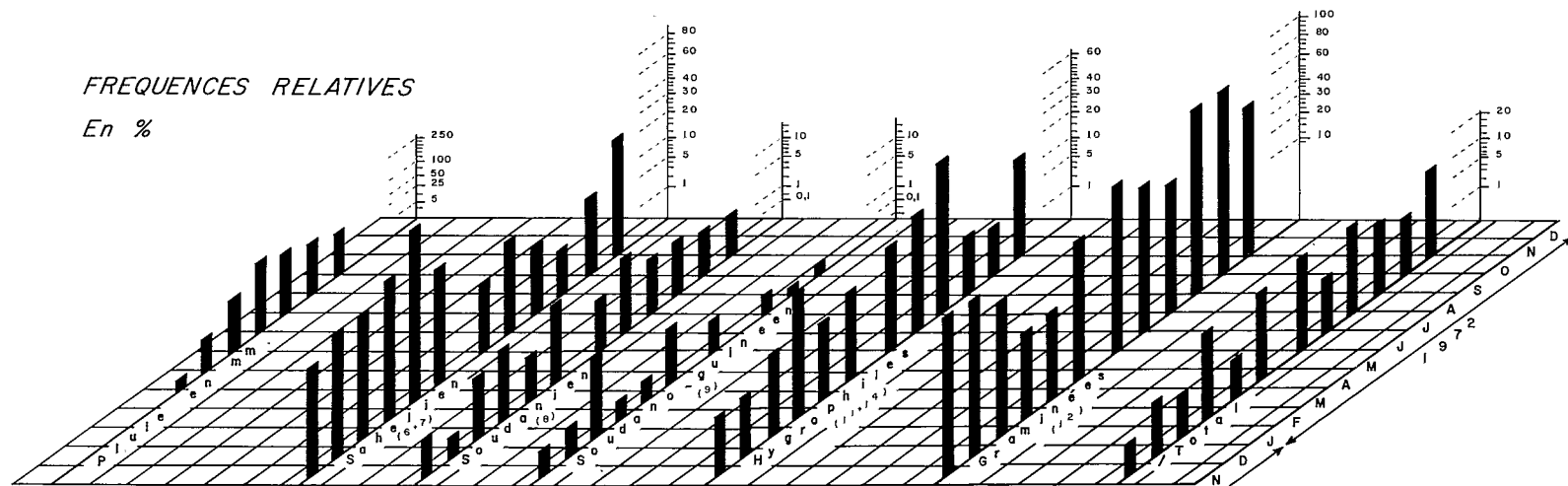
FREQUENCES ABSOLUES

Pour 1000 m<sup>3</sup> d'air



FREQUENCES RELATIVES

En %



ORSTOM 1977 J.P. YBERT

Fig. 8. Variation des flux polliniques au Tchad en 1973.

Fig. 8. Variations in the pollen incidence in Chad during 1973.

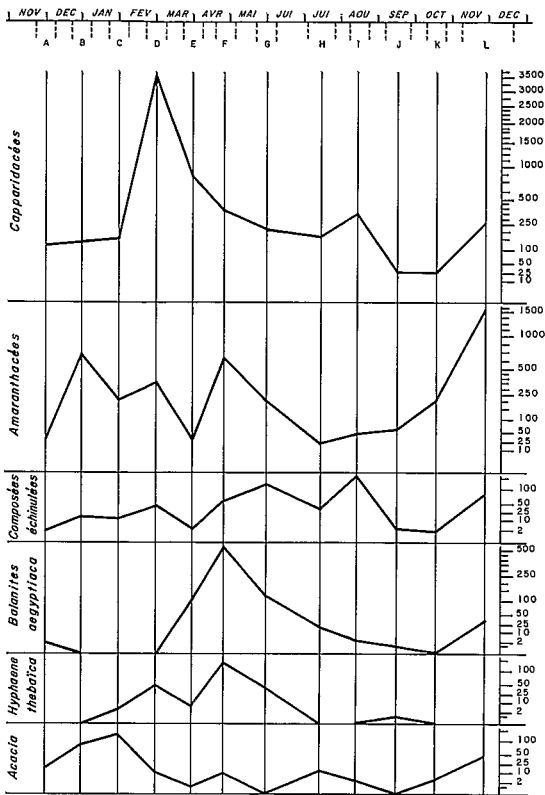


Fig. 9. Variations des fréquences absolues pour 1000 m<sup>3</sup> d'air, des taxons du groupe sahélien s.l. en 1972, au Tchad.

Fig. 9. Variations in the absolute frequency, for 1000 m<sup>3</sup> of air, of taxa of the Sahelian s.l. group in Chad during 1972.

Groupe 4 — montagnard (Tibesti)

Ce groupe est représenté uniquement par une composée, *Artemisia* sp. trouvée en novembre-décembre (A et L) et décembre-janvier (B). Elle est assez bien représentée dans les échantillons A et L où elle atteint respectivement 4,15 et 3,10% de la population pollinique. Sa fréquence dans le spectre annuel est de 0,54%.

Groupe 5 — tropical sec et méditerranéen

Ce groupe très peu représenté renferme deux taxons seulement, *Polycarpha* sp., rencontré en saison sèche (échantillons A, E et K) et une ombellifère indéterminée, rencontrée en saison des pluies (G, H) et qui pourrait provenir des cultures maraichères pratiquées dans la région.

Groupe 6+7 — sahélien sensu lato

Le groupe 6 (sahélien) représente près de 14% du spectre global annuel, les herbacées y sont dominantes avec 8,5%. 39 taxons appartenant à 20 familles différentes ont été reconnus. Ils sont surtout abondants pendant la saison sèche (échantillons A, B, C, E et L) et au début de la saison des pluies (F) où ils atteignent 20 à 35% du spectre.

Les familles les plus importantes sont les Amaranthaceae représentées surtout par *Celosia trigyna*, les Cappariidacées représentées surtout par *Gynandropsis gynandra* et *Capparis* sp., les Balanitaceae avec *Balanites aegyptiaca*.

Le groupe 7 (sahélo-soudanien) représente 6,8% du spectre global annuel, dont 6,4% pour les arbres. 15 taxons appartenant à 10 familles ont été rattachés à ce groupe. Le plus abondant est *Capparis fascicularis* (5,6% du spectre annuel) qui atteint 29,5% et 35,4% du spectre à la fin de la saison sèche (D et E respectivement, Fig. 8).

Sur les courbes de fréquence, les deux groupes ont été rassemblés sous le terme « sahélien sensu lato », il est en effet parfois difficile de reconnaître les diverses espèces de Cappariidacées d'une part et, d'autre part, certaines espèces appartenant au groupe sahélien sensu stricto, tel *Balanites aegyptiaca*, se rencontrent sur sols dégradés, assez loin vers le Sud.

La courbe d'évolution globale du groupe sahélien sensu lato (6+7) présente 3 pics assez marqués en fréquence absolue. Le premier en D est dû aux Cappariidacées, le deuxième en F, à *Balanites aegyptiaca*, le troisième en L, aux Amaranthaceae (Figs. 9 et 10).

Les Cappariidacées ont été trouvées toute l'année, elles sont très abondantes en février-mars (D) avec essentiellement *Capparis fascicularis*, *Capparis* sp. et *Boscia senegalensis*. Elles dominent en mars-avril (E) où elles représentent près de 60% du spectre avec *Gynandropsis gynandra* (16,2%) et *Capparis fascicularis* (31,0%).

*Balanites aegyptiaca* est abondant de mars à juin (E, F, G) puis diminue très vite ensuite. Le pollen n'a pas été trouvé en B, C, D et K. La courbe des fréquences relatives est assez identique, toutefois le maximum est décalé en E.

Les Amaranthaceae varient beaucoup au cours de l'année, elles présentent trois pics bien marqués en décembre-janvier (B), avril-mai (F) et novembre-décembre (L), dûs essentiellement à *Celosia trigyna*.

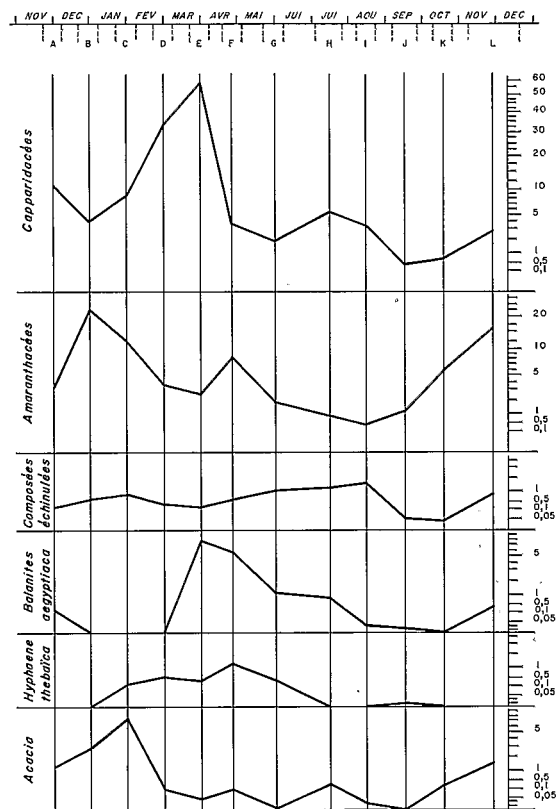


Fig. 10. Variation des fréquences relatives des taxons du groupe sahélien s.l. en 1972, au Tchad.

Fig. 10. Variations in the relative frequency of taxa of the Sahelian s.l. group in Chad during 1972.

Parmi les taxons les plus importants du groupe sahélien sensu lato, il faut noter également les composées à pollen échinulé, dont la répartition est à peu près uniforme toute l'année.

*Hypbaene thebaica* présent de janvier à juin (C à G) avec un maximum en F.

*Acacia* présente un maximum de novembre à février (A, B, C, L) avec essentiellement *Acacia seyal*.

#### Groupe 8 — soudanien (Fig. 11)

Le groupe soudanien représente 5,2% du spectre global annuel, les arbres y sont dominants avec 5,1%. Les herbacées sont représentées seulement par une Euphorbiaceae, *Acalypha ciliata*, trouvée en petit nombre, d'août à octobre (I, J, K), soit à la fin de la saison des pluies.

Parmi les arbres, 12 taxons appartenant à 8 familles, ont été reconnus. Les plus importants sont

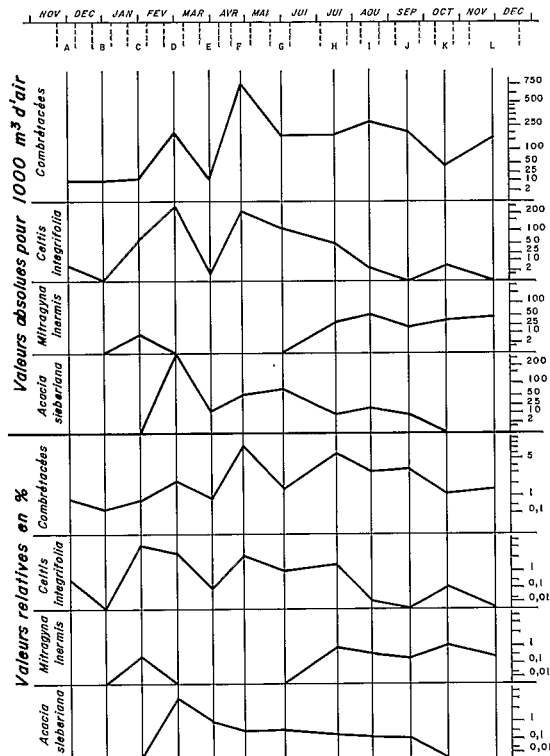


Fig. 11. Variation des fréquences des taxons au groupe soudanien en 1972, au Tchad.

Fig. 11. Variations in the frequency of taxa of the Sudanian group in Chad during 1972.

les Combretaceae (3,0%), surtout bien représentées au début de la saison des pluies (F).

On trouve ensuite *Acacia sieberiana* de février à septembre (D à J); *Celtis integrifolia* surtout abondant en fin de saison sèche et début de saison des pluies (D, F, G).

Les autres taxons sont inférieurs à 0,5% du spectre annuel.

#### Groupe 9 — soudanien et soudano-guinéen

Le groupe 9 représente seulement 1,2% du spectre global annuel, il ne comporte qu'une herbacée, *Peucedanum zenkeri* trouvée seulement en mars-avril (E). Les arbres sont représentés par 6 taxons appartenant à 6 familles, les plus importants sont *Combretum paniculatum* en janvier-février (C), *Prosopis africana* en avril-mai (F) et *Melia* sp. d'avril à juin (F, G).

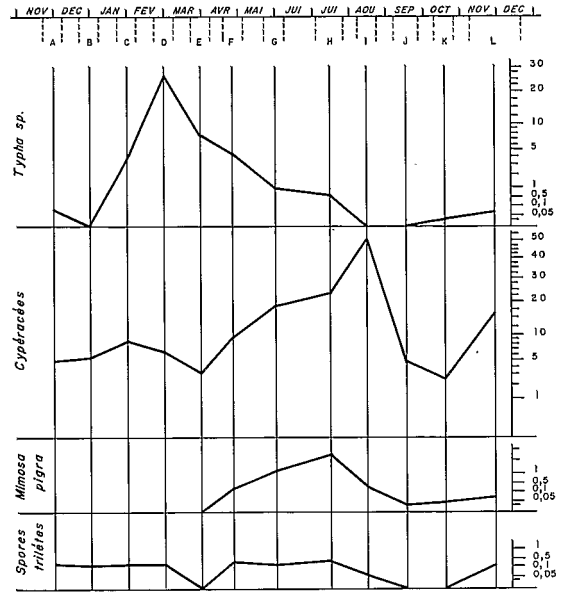
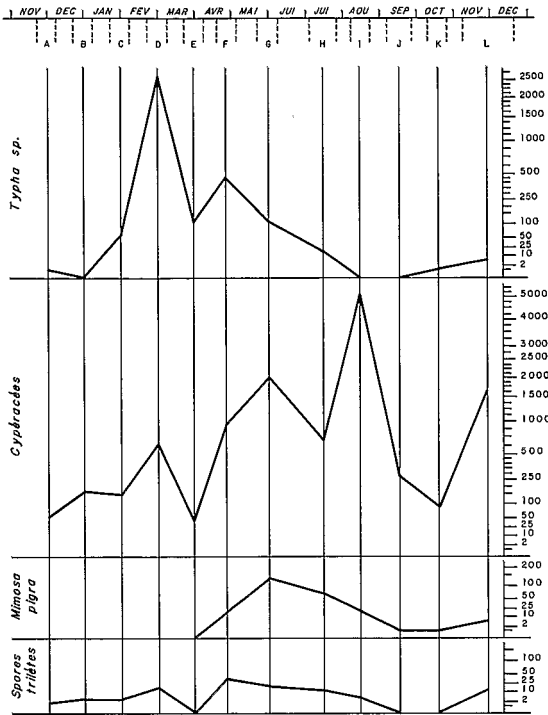


Fig. 13. Variation des fréquences relatives des taxons hygrophiles en 1972, au Tchad.

Fig. 13. Variations in the relative frequency of the hydrophilous taxa in Chad during 1972.

Fig. 12. Variations des fréquences absolues pour 1000 m<sup>3</sup> d'air, des taxons hygrophiles en 1972, au Tchad.

Fig. 12. Variations in the absolute frequency, for 1000 m<sup>3</sup> of air, of hydrophilous taxa in Chad during 1972.

Groupe 10 — soudano-guinéen

Très peu abondant (0,1% du spectre annuel), ce groupe n'est représenté que par 4 taxons d'arbres, trouvés épisodiquement dans les échantillons, surtout en saison des pluies, période où les vents du Sud sont dominants.

Groupes 11 et 14 — plantes hygrophiles (Figs. 12 et 13)

Le groupe des plantes hygrophiles est un des plus importants, il représente 22,4% du spectre global annuel. Son importance varie beaucoup d'un échantillon à l'autre, 2,9% en octobre (K), 51,5% en août (I). En fréquence absolue, le maximum est atteint en août, le minimum en novembre-décembre (A). Le groupe atteint sa plus grande importance en saison des pluies avec un maximum bien marqué en fréquence relative à la fin de la saison sèche (février-mars) et un autre au milieu de la saison des pluies (août).

Les arbres et arbustes sont représentés par seulement 3 taxons dont le plus important, *Mimosa pigra*

atteint seulement 0,4% du spectre global annuel. Il n'a été rencontré que de avril-mai (F) à novembre-décembre (L), avec un maximum en mai-juin (G) et juillet (H).

Les herbacées sont représentées par 16 taxons appartenant à 12 familles dont deux seulement sont importantes, les Typhaceae avec *Typha* sp. et les Cyperaceae.

Les Typhaceae ont été trouvées de janvier à juillet avec un maximum très marqué en février-mars (D). Un faible nombre a également été trouvé en octobre et novembre-décembre.

Les Cyperaceae ont été trouvées toute l'année avec un maximum très marqué en août (51,2%). Leur fréquence augmente progressivement de la fin de la saison sèche au milieu de la saison des pluies, puis décroît rapidement pour atteindre son minimum en octobre (K).

Groupe 12 — graminées (Fig. 14)

Les graminées sont le groupe dominant du spectre des pollens atmosphériques avec 49,9% du total annuel. Elles varient en fréquence relative de 14% en février-mars (D) à 88,2% en septembre (J). Leur évolution en fréquence absolue est très variable d'un échantillon à un autre, donnant une

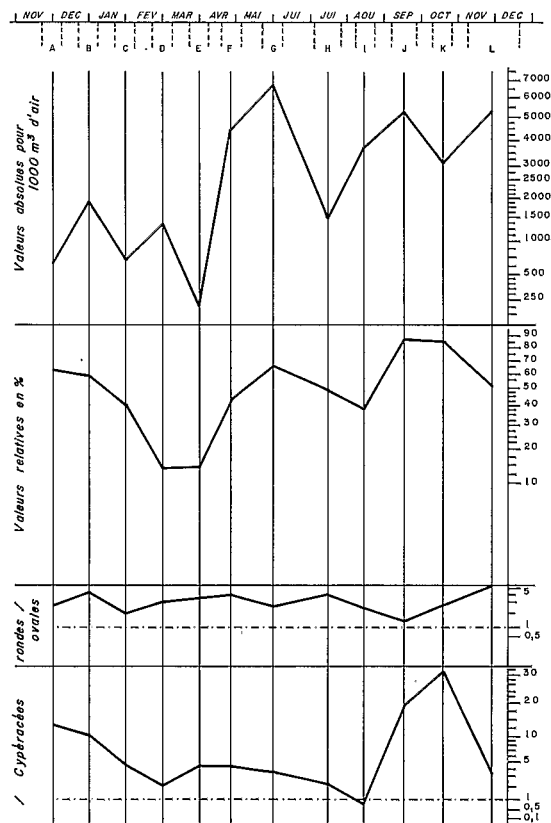


Fig. 14. Variation des fréquences des graminées et du rapport graminées/cypéracées en 1972, au Tchad.

Fig. 14. Variations in the frequency of the Gramineae and of the relation between Gramineae/Cyperaceae in Chad during 1972.

courbe en « dents de scie ». En fréquence relative cette allure est en partie corrigée et on note deux minimums importants, l'un de février à avril (D, E) à la fin de la saison sèche, l'autre en juillet-août (H, I), correspondant au maximum des pluies.

On peut penser, comme il a été dit plus haut, que les feux de brousse, fréquents en saison sèche, sont responsables de l'allure en dents de scie des courbes de fréquence absolue, mais il est difficile de le vérifier sans connaître les dates exactes auxquelles ils ont eu lieu dans la région d'une part et d'autre part, en raison de la non continuité de l'échantillonnage dont nous disposons.

Une estimation du nombre de particules carbonisées contenues dans les lames a montré que les échantillons A et E sont les plus chargés, ce qui semblerait confirmer cette hypothèse mais par contre, les échantillons F et G bien que un peu

moins chargés, le sont plus que H et I par exemple pour lesquels le nombre de grains est plus faible.

Des études plus complètes seraient donc nécessaires pour vérifier l'influence des feux sur l'importance des flux polliniques.

Le rapport pollens ronds/pollens ovales est compris entre 1,5 et 5, avec une moyenne annuelle de 2,5, soit légèrement inférieure à celle de Côte d'Ivoire qui est de 2,9.

Le rapport Gramineae/Cyperaceae est inférieur à 1 en août, il est supérieur le reste de l'année et dépasse 30 en octobre.

## CONCLUSION

L'étude du contenu pollinique de l'atmosphère au Tchad et en Côte d'Ivoire montre que celui-ci reflète assez fidèlement les grands traits de la végétation régionale. Toutefois, nous constatons, comme cela est généralement la règle en palynologie, qu'une part importante des taxons botaniques n'est pas représentée.

Pour le Tchad en particulier, au sud du 16<sup>ème</sup> parallèle, 143 familles et 644 genres ont été recensés (Lebrun et coll. 1972). Dans son étude sur « la sédimentation pollinique actuelle dans le lac Tchad », Maley (1972) a retrouvé 52 familles et 114 genres. Sur les 49 familles et 78 genres reconnus dans les analyses du contenu pollinique de l'atmosphère, 45 et 74 respectivement, appartiennent à cette flore. Si l'on excepte les graminées et les plantes hygrophiles qui peuvent appartenir à toutes les zones, le groupe le mieux représenté est le groupe Sahélien, viennent ensuite les groupes Sahelo-soudanien et Soudanien. Les éléments méditerranéens et sahariens sont exceptionnels, par contre les *Artemisia* apportées du Tibesti par l'harmattan, sont importantes.

En Côte d'Ivoire, nous n'avons pas de recensement exact de la végétation dans le secteur d'Adiopodoumé. Il est certain cependant qu'elle est plus variée qu'au Tchad, bien que les relevés de pollens atmosphériques aient donné des chiffres équivalents. Les pollens des plantes de forêt et des graminées sont dominants, les éléments de savane peu nombreux et les éléments allochtones absents. Il faut noter également une absence presque totale des pollens de plantes cultivées malgré l'importance relative des zones cultivées dans ce secteur.

Dans les deux cas étudiés on peut constater que le transport à longue distance est peu important, et

même négligeable en milieu tropical humide. D'autre part, comparés aux analyses de sédiments actuels, les résultats sont moins complets, ce qui est compréhensible du fait que seuls les pollens transportés par l'air sont piégés ici.

Les résultats obtenus, notamment en Côte d'Ivoire, montrent que les pluies ont pour effet de diminuer le nombre de pollens contenus dans l'atmosphère. Il est probable que le taux d'humidité de l'air ait également un rôle important, ce qui expliquerait en partie le fait que l'atmosphère du Tchad soit beaucoup plus riche malgré un couvert végétal moins dense.

La densité de la végétation forestière, en limitant les effets du vent, contribue également à diminuer l'importance du flux pollinique. Le fait que les plantes de forêt soient essentiellement autogames ou entomogames joue également dans ce sens. Les différents phénomènes étant d'ailleurs probablement liés.

Il y a une bonne concordance entre les dates de floraison indiquées dans les herbiers ou les flores (Aubréville 1950, 1959; Hutchinson & Dalziel 1954, 1958, 1963, 1968) et dans les tables de phénologie (Taylor 1960), et les périodes auxquelles les pollens ont été trouvés, toutefois une comparaison précise ne peut pas être faite car nous ne connaissons pas les dates de floraison exactes pour les années étudiées. De même, ne connaissant ni l'importance relative des différentes espèces végétales entre elles, ni leur productivité pollinique, il n'est pas possible, pour l'instant, de savoir qu'elle est l'influence exacte des pluies sur les flux polliniques.

Des études portant sur plusieurs cycles annuels, combinées avec des études phénologiques, climatologiques et botaniques seraient donc nécessaires pour connaître les effets réels du climat sur les émissions polliniques.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être mené à bien grâce à l'aide : de Monsieur J. Malay (O.R.S.T.O.M.) qui nous a fourni les échantillons du Tchad ainsi que la plupart des documents concernant cette partie de notre travail, et qui nous a fait profiter de ses connaissances concernant la palynologie de ce pays; de Madame Van Campo (C.N.R.S.) qui a bien voulu nous accueillir dans son laboratoire, notamment pour effectuer le traitement de nos analyses par le programme informatique utilisé à Montpellier; de Mademoiselle R. Bonnefille (C.N.R.S.) qui a accepté de mettre ses salles de préparation chimique des échantillons à notre

disposition; de Madame M. Th. Cerceau (C.N.R.S.) et de ses collaborateurs scientifiques et techniques auprès desquels nous avons trouvé aide et conseils tout au long de notre séjour dans son laboratoire.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aubréville, A. 1950. Flore forestière soudano-guinéenne. — Soc. des Ed. géogr., maritimes et coloniales, Paris.
- Aubréville, A. 1959. La flore forestière de la Côte d'Ivoire. Ed. 2, I-III. — Centre technique forestier tropical, Nogent sur Marne.
- Billon, B. & Guiscafre, J. 1969. Monographie hydrologique du Chari. I. Facteurs conditionnels du régime. 5 c.h.t., ronéo. — O.R.S.T.O.M., Paris.
- Cour, P. 1974. Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques : étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. — *Pollen Spores* 16: 103-142.
- Cour, P., Guinet, Ph., Cohen, J. & Duzer, D. 1973. Reconnaissance des flux polliniques et de la sédimentation actuelle au Sahara nord-occidental. — III<sup>e</sup> Conf. Inter. Palyn., Novosibirsk, 1971 (ed. A. D. Ado), pp. 41-58. Nauka, Moskva.
- Eldin, M. 1971. Le climat. — In: Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. — Mémoire O.R.S.T.O.M. N° 50: 73-108.
- Gillet, H. 1968. Le peuplement végétal du Massif de l'Ennedi (Tchad). — *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris* (B) 17: 1-206.
- Grondard, A. 1964. La végétation forestière du Tchad. — *Bois et Forêts des Tropiques* 93: 15-34.
- Guillaumet, J. L. & Adjahoun, E. 1971. La végétation. — In: Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. — Mémoire O.R.S.T.O.M. N° 50: 161-267.
- Hutchinson, J. & Dalziel, J. D. 1954-1968. Flora of West Tropical Africa. I-IV. — London.
- Lebrun, J. P., Audru, J., Gaston, A. & Mosnier, M. 1972. Catalogue des plantes vasculaires du Tchad méridional. — *I.E.M.V.T., Et. Bot.* 1: 1-289.
- Letouzey, R. 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. — P. Lechevallier Edit., Paris.
- Maley, J. 1970. Contributions à l'étude du Bassin Tchadien. Atlas de pollens Tchad. — *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 40: 29-48.
- Maley, J. 1972. La sédimentation pollinique actuelle dans la zone du lac Tchad (Afrique centrale). — *Pollen Spores* 14: 263-307.
- Maley, J. 1973. Mécanisme des changements climatiques aux basses latitudes. — *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 14: 193-227.
- Monod, Th. 1956. Les grandes divisions chorologiques de l'Afrique. — In: Conseil scientifique pour l'Afrique au Sud du Sahara, Yangambi.
- Pias, J. 1970. La végétation du Tchad. Ses rapports avec les sols. Variations paléobotaniques au Quaternaire. — *Trav. Doc. O.R.S.T.O.M. N° 6.*
- Steentoft-Nielsen, M. 1965. Introduction to the flowering plants of West Africa. — Univ. of London Press.
- Taylor, C. J. 1960. Synecology and silviculture in Ghana. — Thomas Nelson and Sons, London.

- Van Campo, M. 1975. Pollen analyses in the Sahara. —  
In: Problems in prehistory: North Africa and the  
Levant (ed. F. Wendorf and A. E. Marks), pp. 45-  
64. — Southern Methodist Univ. Press, Dallas.
- Ybert, J. P. 1975. Etude du contact Forêt-Savane en  
Côte d'Ivoire. Aspects palynologiques. 28 pp., 8 tabl.,  
11 fig., 21 pl. ronéo. — O.R.S.T.O.M., Paris.
- Ybert, J. P. 1975. Emissions polliniques actuelles dans la  
zone du contact forêt-savane en Côte d'Ivoire. — Soc.  
Bot. Fr. 122, Coll. Palynologie: 251-265.
- Ybert, J. P. Atlas de pollens de Côte d'Ivoire. — Init.  
Doc. Tech., O.R.S.T.O.M. (in press).