

**Paléoxylologie de l'Antarctide : *Sahnioxylon antarcticum* n. sp. et interprétation de la double zonation des cernes des bois secondaires du genre de structure (parataxon) *Sahnioxylon* Bose et Sah, 1954**

YVES LEMOIGNE et TERESA TORRES

**Résumé** — Une nouvelle espèce de structure ligneuse secondaire, *Sahnioxylon antarcticum* n. sp., provenant du Crétacé supérieur de l'île Livingston (Shetland du Sud, domaine Antarctique) est décrite et figurée. L'étude des différentes espèces connues du parataxon *Sahnioxylon* a conduit à reconnaître la distinction de deux périodes de végétation très différentes et leur impact essentiel dans l'expression de la double zonation des cernes très typique de ces bois secondaires de Bennettiales.

**Palaeoxylology of Antarctica: *Sahnioxylon antarcticum* n. sp. and interpretation of the double zonation in the growth-rings of the secondary woods of genus (parataxon) *Sahnioxylon* Bose and Sah, 1954**

**Abstract** — A new species of fossil wood, *Sahnioxylon antarcticum* n. sp. collected from the Upper Cretaceous at Livingston island (South Shetland, Antarctica kingdom) is described and figured. The comparative study of the different species of the parataxon *Sahnioxylon* has permitted to recognize two very different periods of vegetation and their essential impact in the expression of the double zonation into growth-rings very typical of these secondary fossil woods of Bennettiales.

**Abridged English Version** — The chip of silicified secondary wood studied in the present paper was found in January 1987, during the XXIIIth International Scientific Expedition organised by the *Instituto Antartico Chileno (INACH)* to examine the north eastern side and the base of Williams Point at Livingston Island (Dragon Cove: lat. 62°36'S; long. 60°30'W), South Shetland Islands.

A new species, referred to the genus (parataxon) *Sahnioxylon* Bose and Sah, 1954, is described as *Sahnioxylon antarcticum* n. sp., with the following diagnosis: "Compact homoxyled secondary wood, with sharply-marked growth rings. Each growth ring is divided into a clear zone, or early wood, and a dark zone, or late wood, always typically more developed (Pl. I, Fig. 1 and 2). Rays are homogeneous, 1 to 40 cells high some are uniseriate, others are biseriate, and a few are triseriate in their middle part (Pl. I, Fig. 3). Vertical files of probably secretory cells are present (Pl. I, Fig. 4). Pitting of the tracheids in radial sections is typical. The early wood shows a variation of the pitting from the very well represented scalariform type (Pl. II, Fig. 1 and 2), to the uniseriate-spaced type with vertical pore of the pits. This is characteristic for all tracheids of the late wood (Pl. II, Fig. 9) with transitional types: pluriseriate (Pl. II, Fig. 4), triseriate (Pl. II, Fig. 5), biseriate-alternate (Pl. II, Fig. 6), and uniseriate with mutually crushed pits (Pl. II, Fig. 7). Cross fields with areolate pits: 1, sometimes 2, in late wood (Pl. I, Fig. 9 and 10); as many as 8 in early wood (Pl. I, Figs. 6 to 9). Holotype: slide No. PW3 (transversal section), No. PW3A (radial section), and No. PW3B (tangential section). Collection of xylogy, Instituto Antartico Chileno, (INACH), Santiago (Chili).

**Origin:** Livingston Island, South Shetland Islands (Antarctica kingdom). Age: Upper Cretaceous".

Note présentée par Edouard BOUREAU.

The occurrence of the parataxon (genus of ligneous structure) *Sahnioxylon* (*Homoxylon* Sahni, 1932) Bose and Sah, 1954, is attested to for the first time in the Antarctic. The woods of this parataxon are very similar to those of *Bucklandia* [8] and *Cycadeiodes* [9] and are probably stem woods of Bennettitales (Prespermatophyta).

If we consider the whole species of *Sahnioxylon* described, i. e. *S. (Homoxylon) rajmahalense* (Sahni, 1932) Bose and Sah, 1954 [2], *S. andrewsii* Bose and Sah, 1954 [2], *S. (Phoroxylon) scalariforme* Sze, 1952 [3], *S. neocalenodicum* Boureau, 1954/1957 [4], *S. aviasii* Boureau, 1954/1957 [4], *S. australe* Boureau, 1954/1957 [5], *S. (Tetracentronites) japonica* (Nishida, 1962) *nov. comb.* [6], *S. boureaui* Salard, 1967 [7], and *S. diphtericum* Salard, 1967 [7], we can make the following remarks:

- the pitting of the tracheids leads us to believe that sap flow was very abundant in the early wood, slower in the late wood;
- the thickness of the tracheid walls is perceptibly the same in the early and late woods;
- the evolution of tracheid pitting, from the scalariform type (very well represented in the early wood) to the uniseriate-spaced type (typical of the late wood), with transitional types, can be observed in *each* growth ring. In Cordaitales (also Prespermatophyta) the scalariform pitting is observed only at the beginning of the differentiation of the secondary wood;
- the species of the *Sahnioxylon* parataxon with uniseriate rays always have an early wood which is less developed than in species with pluriseriate rays. In our sample the early wood is only slightly developed but its tracheids are large.

These remarks and observations lead us to believe that the double zonation of the growth rings in the *Sahnioxylon* parataxon, i. e. in Bennettitales, had an essentially endogenous determinism and was the physiological manifestation of two different periods of vegetation. The clear zone (early wood) corresponded to the differentiation of both new leaves and reproductive organs, with accumulation of reserves in ovules before their fecundation. The dark zone corresponded to a slow general growth. This evidence of two alternating periods of vegetation may be due to uniform climate (e. g. equatorial) or seasons, or related to seasonal alternations (biological rhythm in tandem with seasonal rhythm). Climatic variations modified the thickness of the growth rings.

Comparison of the different species of *Sahnioxylon* with living species, particularly those of the austral genus *Nothofagus* (Angiospermopsida) leads us to believe that the *Sahnioxylon* species with a thin clear zone of early wood and uniseriate rays was probably sempervirent, while the species with a thick clear zone and multiseriate rays was probably deciduous.

Thus, when analyzing the double zonation in secondary fossil woods we must consider not only the impact of the seasonal factors, but also the physiology of the plant, just as for living woods.

---

L'échantillon de bois secondaire silicifié, objet de la présente étude, a été collecté lors de la XXIII<sup>e</sup> expédition internationale antarctique, organisée par l'Institut de l'Antarctique chilien (INACH) en janvier-février 1987, sur l'île Livingston (Shetland du Sud, domaine antarctique) au niveau de la petite « baie du dragon » (Dragon Cove), sur le bord NW et à la base de la petite presqu'île « William Point » (lat. 62°36'S-long. 60°30'W). Il a été trouvé mélangé à des fragments de bois silicifiés de Conifères et d'Angiospermes provenant des niveaux volcano-clastiques environnants datés Crétacé supérieur (Smellie et coll., 1984) [1].

DESCRIPTION DE LA STRUCTURE LIGNEUSE. — L'échantillon était de teinte crème foncé-marron clair, il mesurait 9 cm de longueur, 7 cm de largeur et 5 cm d'épaisseur. Trois lames minces, correspondant aux trois plans ligneux, ont été taillées selon la méthode pétrographique classique à partir de celui-ci.

1. *Coupe transversale* (pl. I, fig. 1 et 2). — Bois secondaire homoxylé nettement zoné, chaque cerne se subdivise en une zone claire, ou bois initial, et en une zone sombre toujours plus épaisse, ou bois final. La largeur des zones varie de 0,3 à 2,6 mm. Le bois initial est constitué de trachéides régulièrement ordonnées en files radiales, mesurant 40 à 70  $\mu\text{m}$  en diamètre tangentiel et 60 à 110  $\mu\text{m}$  en diamètre radial, avec une paroi de 5 à 7  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Le bois final est formé de trachéides, aussi régulièrement ordonnées en files radiales, mesurant 20 à 60  $\mu\text{m}$  de diamètre tangentiel et 20 à 30  $\mu\text{m}$  de diamètre radial; leur paroi ayant 5 à 8  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Entre les files radiales de trachéides, d'assez nombreuses traces de rayons relativement étroits.

2. *Coupe tangentielle* (pl. I, fig. 3). — Le caractère le plus remarquable de ce plan ligneux est le grand nombre de rayons (5 à 7 par millimètre tangentiel), de 30 à 45  $\mu\text{m}$  de largeur, ayant 1 à 36 cellules en hauteur, les uns monosériés (79%), les autres monosériés à partie bisériée (21%) (exceptionnellement trisériés en leur milieu). Présence de parenchyme vertical. Absence de ponctuations tangentielles sur les trachéides.

3. *Coupe radiale* (pl. I, fig. 4 à 10; pl. II, fig. 1 à 9). — La zone claire des cernes se révèle constituée de trachéides de gros diamètre dont les faces radiales sont, chez la plupart, à ornementation scalariforme ou, plus précisément, pourvues d'une série verticale de ponctuations aréolées allongées transversalement et occupant toute la largeur de la trachéide, au contact les unes des autres (pl. II, fig. 1 et 2). Les trachéides de la zone sombre sont fines, leurs parois radiales sont pourvues de ponctuations aréolées circulaires à pore en fente verticale, espacées, monosériées (pl. II, fig. 9).

Au niveau du contact entre les 2 zones (pl. II, fig. 3 à 8) des trachéides, les plus externes de la zone claire, dont l'ornementation correspond à des termes de passage entre l'ornementation scalariforme (caractéristique du bois initial) et la ponctuation monosériée-espacée (caractéristique du bois final): ponctuations allongées horizontalement et fragmentées (pl. II, fig. 3); à ponctuations circulaires plurisériées et à pore elliptique horizontal (pl. II, fig. 4); à ponctuations trisériées avec pore elliptique oblique (pl. II, fig. 5); à ponctuations bisériées-alternes avec pore elliptique oblique (paires de ponctuations croisées) (pl. II, fig. 6); à ponctuations circulaires monosériées s'écrasant mutuellement et avec pore elliptique oblique (pl. II, fig. 7).

Rayons homogènes, formés de cellules allongées radialement, 3 à 5 fois plus longues que hautes, à parois tangentielles verticales ou obliques. Les champs de croisement montrent de nombreuses ponctuations aréolées (jusqu'à 8) dans la zone claire (pl. I, fig. 7, 8, 9), et une seule, rarement 2, ponctuation aréolée dans la zone sombre (pl. I, fig. 9 et 10). Présence de files verticales dispersées de cellules renfermant des globules de substance brune qui résultent vraisemblablement d'une activité sécrétrice (pl. I, fig. 4).

IDENTIFICATION. — Les caractères particulièrement remarquables des 3 plans ligneux, en particulier du plan radial, nous permettent de classer notre échantillon dans le genre de structure (parataxon) *Sahnioxylon* (*Homoxylon* Sahni) Bose et Sah, 1954 [2].

Comparé aux espèces du genre déjà décrites: *S. (Homoxylon) rajmahalense* (Sahni, 1932) Bose et Sah, 1954 [2]; *S. andrewsii* Bose et Sah, 1954 [2]; *S. (Phoroxylon) scalariforme* Sze, 1952 [3]; *S. neocalenodicum* Boureau, 1954/1957 [4]; *S. aviasii* Boureau,

1954/1957 [4]; *S. australe* Boureau, 1954/1957 [5]; *S. (Tetracentronites) japonica* (Nishida, 1962) *nov. comb.* [6]; *S. boureaui* Salard, 1967 [7]; *S. diphtericum* Salard, 1967 [7]; notre échantillon en diffère, notamment par le gros calibre et l'ornementation scalariforme très dominante des trachéides des zones claires, aussi nous proposons pour le désigner l'appellation spécifique nouvelle : *Sahnioxylon antarcticum n. sp.*

*Diagnose* : Bois secondaire compact, homoxylé, avec cernes nettement visibles. Chaque cerne comporte une zone claire, ou bois initial, et, une zone sombre, ou bois final, toujours nettement plus développée. Rayons homogènes, hauts de 1 à au moins 40 cellules, les uns monosériés, les autres bisériés exceptionnellement trisériés en leur milieu. Files verticales de cellules probablement sécrétrices. Ponctuation des trachéides caractéristique. Bois initial constitué de grosses trachéides montrant une variation de leur ponctuation depuis le type scalariforme (la plupart de ces trachéides) au type monosérié-espacé (pore des ponctuations vertical) caractéristique du bois final, avec les termes intermédiaires : plurisérié, trisérié, bisérié-alterne, monosérié à ponctuations s'écrasant mutuellement. Champs de croisement à ponctuations aréolées au nombre de 1, parfois 2, dans le bois final, et, nombreuses, jusqu'à 8, dans le bois initial.

*Holotype* : Lames minces n° PW3 (plan ligneux transversal), PW3/A (plan ligneux radial), PW3/B (plan ligneux tangentiel); Collection xylologique de l'*Instituto Antartica Chileno* (INACH), Santiago-Chili.

*Origine* : île Livingston (Shetland du Sud), domaine antarctique.

*Age* : Crétacé supérieur.

*Remarques*. — Les bois du parataxon *Sahnioxylon*, semblables à ceux des *Bucklandia* [8] et des *Cycadeoidea* [9], sont vraisemblablement des bois de tiges de Bennettiales (*Prespermatophyta*) dont la présence en Antarctique (au Crétacé supérieur) est attestée pour la première fois.

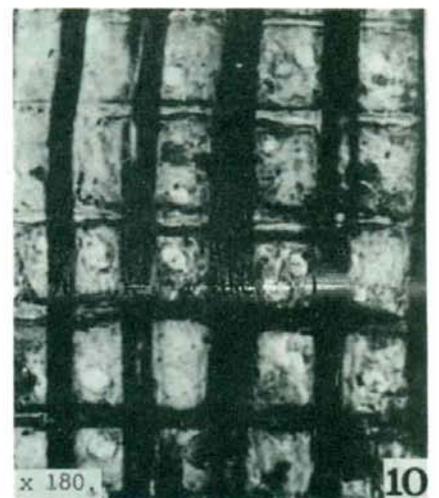
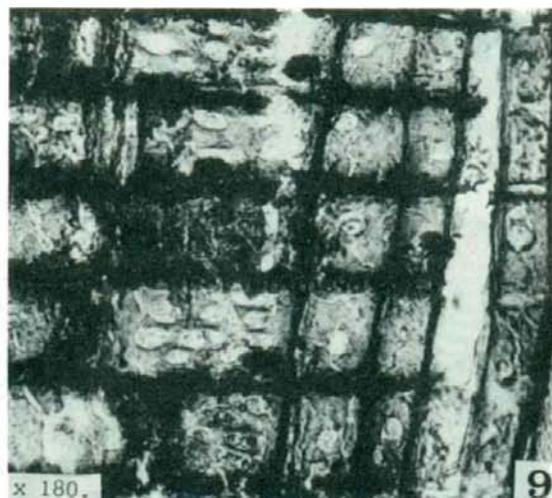
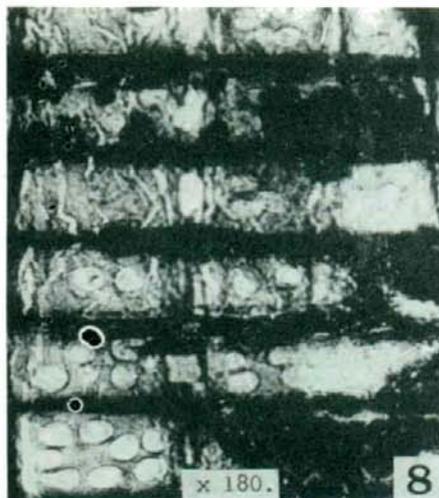
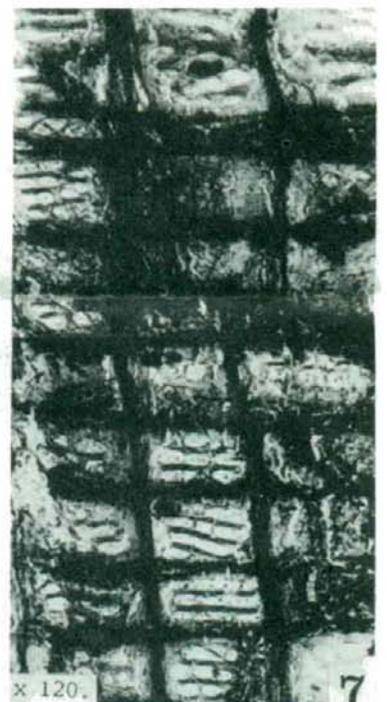
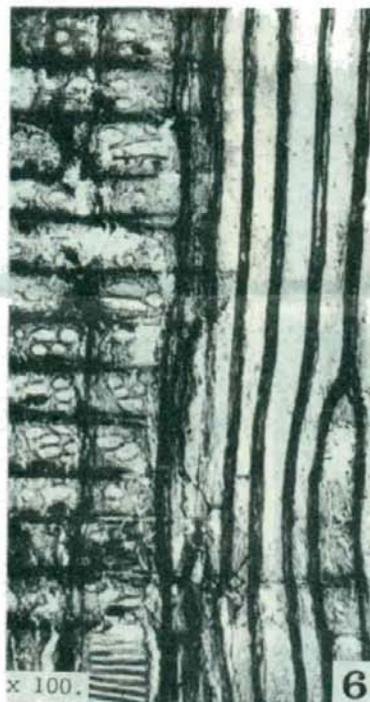
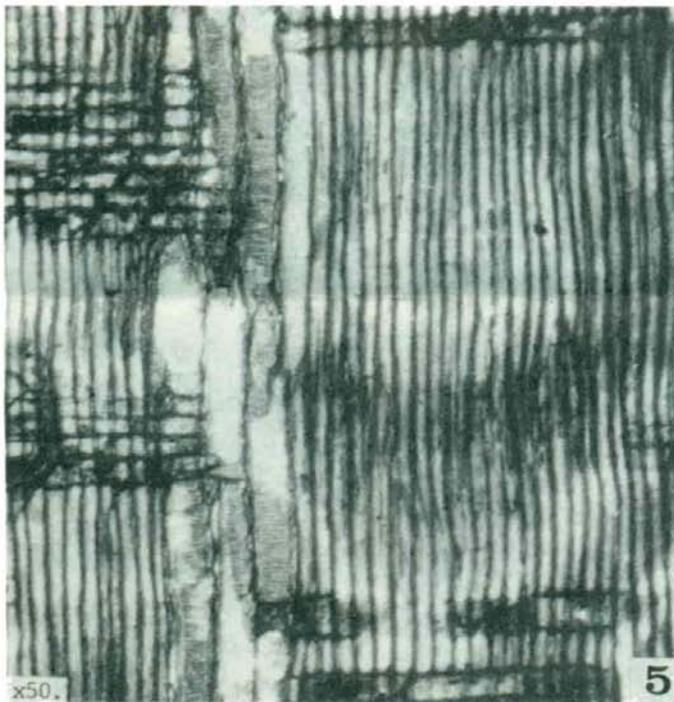
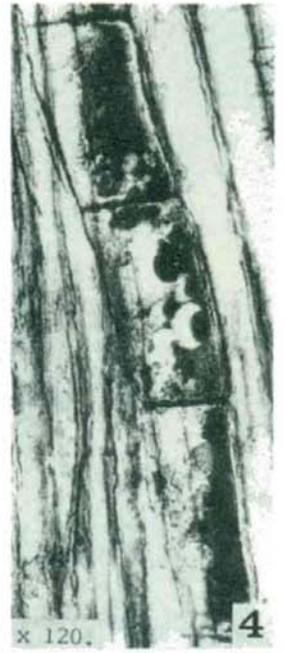
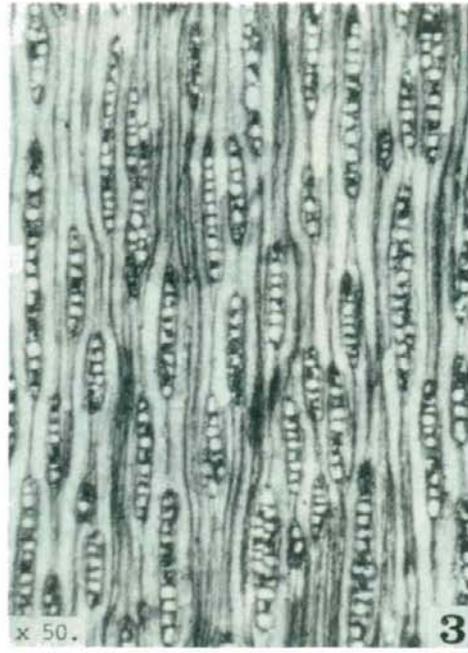
Nous avons fait les constatations suivantes :

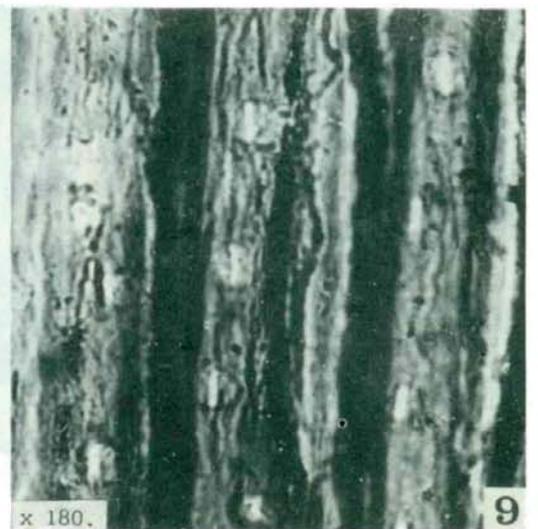
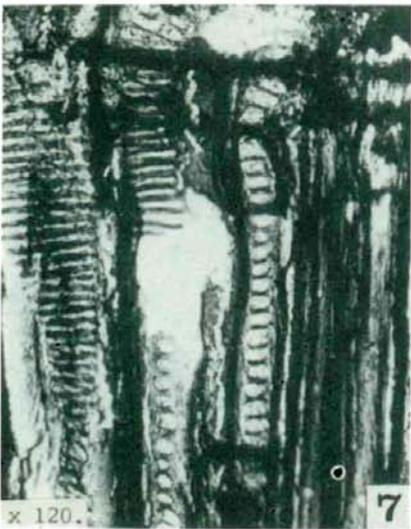
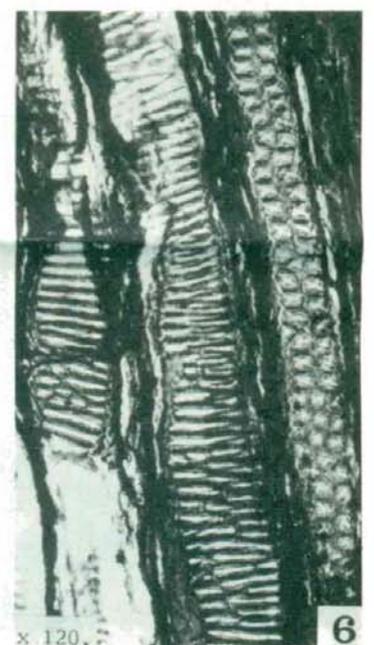
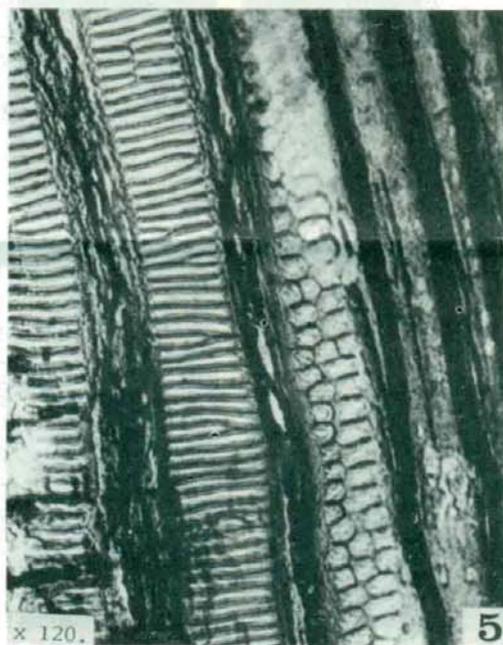
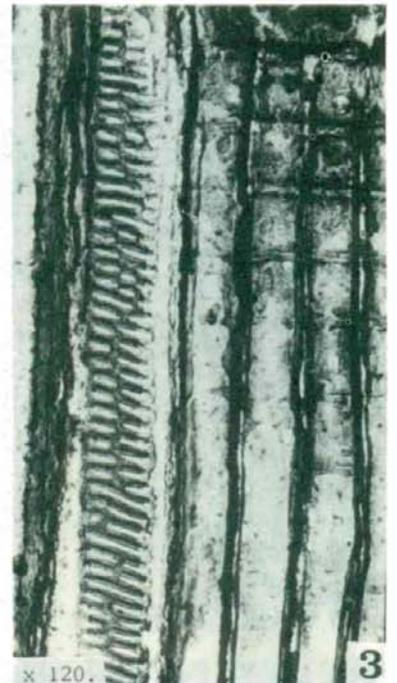
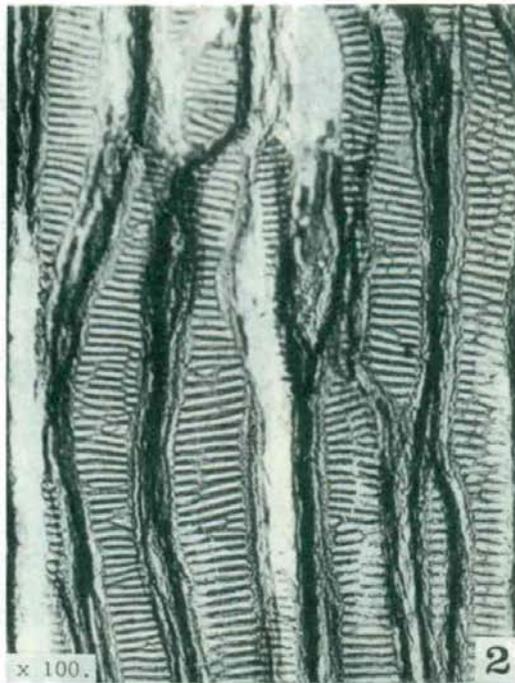
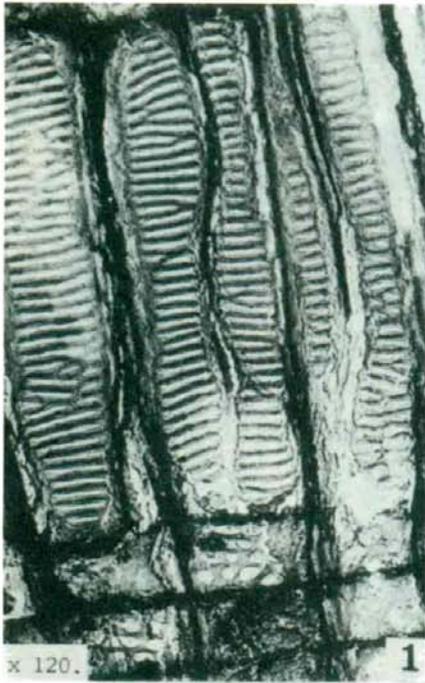
— l'ornementation, et dans une certaine mesure le calibre, des trachéides incitent à penser que la circulation de la sève devait être très active dans la zone claire (bois initial) tandis qu'elle devait être lente et peu abondante dans la zone sombre (bois final);

— l'évolution progressive de l'ornementation des trachéides depuis le type scalariforme (caractéristique du bois initial) au type monosérié-espacé (caractéristique du bois final), se retrouve dans chaque cerne; chez les Cordaïtales (*Prespermatophyta*) l'ornementation scalariforme ne s'observe qu'au début de la différenciation du bois secondaire;

— l'étude comparée de toutes les espèces de *Sahnioxylon* décrites nous a révélé que les espèces à rayons seulement monosériés ont toujours une zone claire relativement moins développée que celles qui possèdent des rayons plurisériés; dans notre spécimen l'épaisseur relativement faible des zones claires est compensée par le gros calibre des trachéides.

Cet ensemble de constatations nous conduit à penser que la double zonation des cernes relèverait, fondamentalement, d'un déterminisme endogène dans la mesure où elle correspondrait à l'expression de 2 périodes de végétation différentes : la zone claire correspondant à la différenciation simultanée de nouvelles feuilles et des organes reproducteurs (les ovules, comme chez toutes les Préspermatophytes, accumulaient des réserves *avant* la fécondation, durant la différenciation de ceux-ci), tandis que la zone sombre correspondrait à une période de croissance toujours plus longue et peu active. La rythmicité de la structure du bois secondaire était, chez les *Sahnioxylon*, essentiellement d'origine endogène





et non déterminée par le rythme saisonnier. L'alternance des périodes de végétation a pu s'exprimer soit sous un climat uniforme (sans alternance de saisons) comme cela est sous régime équatorial ou à l'intérieur d'une même saison, soit sous un climat avec alternance saisonnière du type chaud-frais, le rythme biologique se mettant au diapason du rythme des saisons. Les variations climatiques (et éventuellement saisonnières?) modifiaient l'épaisseur des cernes. Par ailleurs, les espèces de *Sahnioxylon* (Bennettitales) à zones claires peu épaisses et à rayons monosériés avaient, probablement, un feuillage persistant, avec cependant quelques nouvelles frondes chaque année, tandis que les espèces à zones claires relativement épaisses et à rayons plurisériés avaient, probablement, un feuillage caduc. Il est, en effet, remarquable que dans le genre *Nothofagus* actuel (confiné dans l'hémisphère austral), les espèces à feuillage persistant ont des rayons monosériés, alors que les espèces caducifoliées possèdent des rayons plurisériés.

Note reçue le 23 décembre 1987, acceptée le 2 février 1988.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] J. L. SMELLIE, R. J. PANKHURST, M. R. A. THOMSON et R. E. S. DAVIES, *The geology of the South Shetland islands: VI. Stratigraphy, Geochemistry and Evolution*, Publ. British Antarctica Survey, Natural Environment research Council, Londres, 1984, Scientific Reports, n° 87.
- [2] M. N. BOSE et S. C. D. SAH, On *Sahnioxylon rajmahalense*, a new name for *Homoxyylon rajmahalense* Sahni, and *Sahnioxylon andrewsii*, a new species of *Sahnioxylon* from Amrapara in the Rajmahal Hills, Bihar, *The Palaeobotanist*, Lucknow, 3, 1954, p. 1-8, pl. 1 et 2.
- [3] H. C. SZE, On the structure and relationship of "*Phoroxyylon scalariforme*" Sze, *Acta Paleontologica Sinica*, Pékin, II, (4), 1954, p. 347-354.
- [4] Ed. BOUREAU, Découverte du genre « *Homoxyylon* » Sahni, dans les terrains secondaires de la Nouvelle Calédonie, *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, N. S., série C, Sc. Terre, 3, f. 2, 1954, p. 129-143, pl. I à IV. Ed. BOUREAU, Sur certaines espèces homoxyloées à ponctuations aréolées scalariformes des flores vivantes et fossiles du Mésozoïque de Nouvelle Calédonie, *Proceed of the eight Pacific Sc. Congr.*, IV, 1957, p. 346-347.
- [5] Ed. BOUREAU, Etude paléoxylologique de la Nouvelle Calédonie. I : Sur un *Homoxyylon australe* n. sp., bois fossile du Marais de Mara, *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, série 2, 72, 1955, p. 341-346.
- [6] M. NISHIDA, On some petrified plants from the Cretaceous of Chôshi, Chiba Prefecture Japan, *Japanese Journal of Botany*, 18, n° 1, 1962, p. 87-104.
- [7] M. SALARD, Contribution à la connaissance de la flore fossile de la Nouvelle Calédonie, avec introduction stratigraphique de Jacques Avias, *Palaentographica*, B, Stuttgart, 124, f. 1-3, 1968, p. 1-81, pl. 1 à 18.
- [8] M. N. BOSE, *Bucklandia sahnii* sp. nov. from the Jurassic of the Rajamahal Hills, Bihar, *The Palaeobotanist*, Lucknow, 2, 1953, p. 41-50, pl. 1 à 7. M. NISHIDA, A petrified trunk of *Bucklandia choshiensis* sp. nov. from the Cretaceous of Chôshi, Chiba Prefecture, Japan, *Phytomorphology*, Calcutta, 19, f. 1, 1969.
- [9] H. C. SZE, Petrified woods from northern Manchuria, *Sci. Record*, 4, (4), 1951, p. 451-457, pl. 6 et 7. G. R. WIELAND, American fossil Cycads (I), *Carn. Inst. Washington*, 1906, publ. 34. G. R. WIELAND, Fossil Cycads, with special reference to *Raumeria reichenbachiana* Goeppert of the Zwinger of Dresden, *Palaentographica*, Stuttgart, 79, 1934, p. 85-130, pl. 9 à 20.

Y. L. : Laboratoire de Paléobotanique et Evolution des Végétaux.  
Centre de Paléontologie stratigraphique et paléoécologie associé au C.N.R.S. (U.A. 11).  
Université Claude-Bernard-Lyon-I, 43, boulevard du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne Cedex.

T. T. : Department of Geology, University of Chile, Casilla 1004. Santiago, Chili.