Bull. Soc. géol. de France
(7), X, 1968, p. 323-333.

La paléoflore du Jurassique moyen de Bourgogne

par Yves LEMOIGNE * et Jacques THIERRY **.

Planches XVIII a XXI.

Sommaire. — La paléoflore du Jurassique moyen de Bourgogne n'est bien représentée que dans l'étage callovien. Quelques bois de l'Oxfordien peuvent être rapportés au genre compréhensif *Dadoxylon*, d'autres, récoltés dans le Bathonien ne sont pas déterminables. Elle se révèle particulièrement pauvre en espèces mais cependant très riche en spécimens et très homogène. Elle est en effet composée essentiellement de deux espèces de Conifères : *Brachyphyllum desnoyersii* (Araucariacée) et *Palaeocyparis rugosa* (Cupressinée), de quelques espèces de Ptéridophytes appartenant au genre *Lomatopteris* et de Cycadophytes rapportées aux genres *Otozamites* et *Sphenozamites*.

Les conditions de gisements et les caractères anatomiques de ces fossiles végétaux permettent de déduire leurs conditions de dépôts et quelques caractéristiques climatiques et paléogéographiques générales de l'époque.

Introduction.

Depuis toujours, les dépôts jurassiques de la Bourgogne ont livré aux chercheurs une faune très abondante, essentiellement composée d'Invertébrés (Spongiaires, Brachiopodes, Mollusques, Échinodermes) et de quelques très rares vestiges de Vertébrés (Reptiles marins). A côté de cette riche faune, le hasard des récoltes a fait s'accumuler dans les collections de très nombreux restes de Végétaux plus ou moins identifiables.

Certains gisements bourguignons de plantes fossiles sont restés classiques, depuis l'étude détaillée de G. de Saporta, dans la Paléontologie française [1873-1891]. Il en est ainsi pour ceux d'Antully et de Couches-les-Mines (Rhétien) près d'Autun en Saône-et-Loire, d'Étrochey (Callovien inférieur) près de Châtillon-sur-Seine et d'Auxey (Oxfordien supérieur) près de Beaune en Côte-d'Or. De nombreux types, figurés dans cet ouvrage, sont d'ailleurs conservés dans les collections de la Faculté des sciences de Dijon et dans celles du musée municipal de Beaune. Le mémoire du comte de Saporta, tout en restant l'ouvrage de base, indispensable à toute étude nouvelle, n'envisage l'étude de ces restes de Végétaux fossiles que sous un aspect morphologique et dans un nombre restreint de gisements. Actuellement, pratiquement tous les étages du Jurassique ont livré une flore plus ou moins riche en spécimens : entre autres, de nombreux bois fossiles ont été récoltés et leur anatomie interne étudiée.

Dans le présent travail, nous nous sommes donc proposés de reprendre le matériel de de Saporta encore utilisable en le complétant par de nombreux échantillons nouvellement récoltés et en y ajoutant une étude de la structure fine chaque fois que le matériel a pu nous en fournir la possibilité. Le monde des Algues, quoique bien représenté dans de nombreux niveaux lithologiques, ne sera pas envisagé ici. Enfin, étant donnée l'abondance du matériel, il n'est pas question ici de traiter l'ensemble du système jurassique ; nous nous limiterons aux étages Aalénien-Bajocien-Bathonien-Callovien et Oxfordien ; les autres divisions pourront être traitées dans des travaux ultérieurs.

---

* Lab. de biologie végétale, Fac. des sciences de Lyon.
** Dépt des sciences de la terre, Fac. des sciences de Dijon.
Note présentée à la séance du 6 mai 1968.

Description.

Les restes de Végétaux fossiles apparaissent dans un nombre assez important de gisements (fig. 1). Le Callovien est incontestablement l'étage qui nous a fourni le matériel le plus représentatif et le mieux conservé ; l'Oxfordien, malgré l'abondance des échantillons, ne nous offre

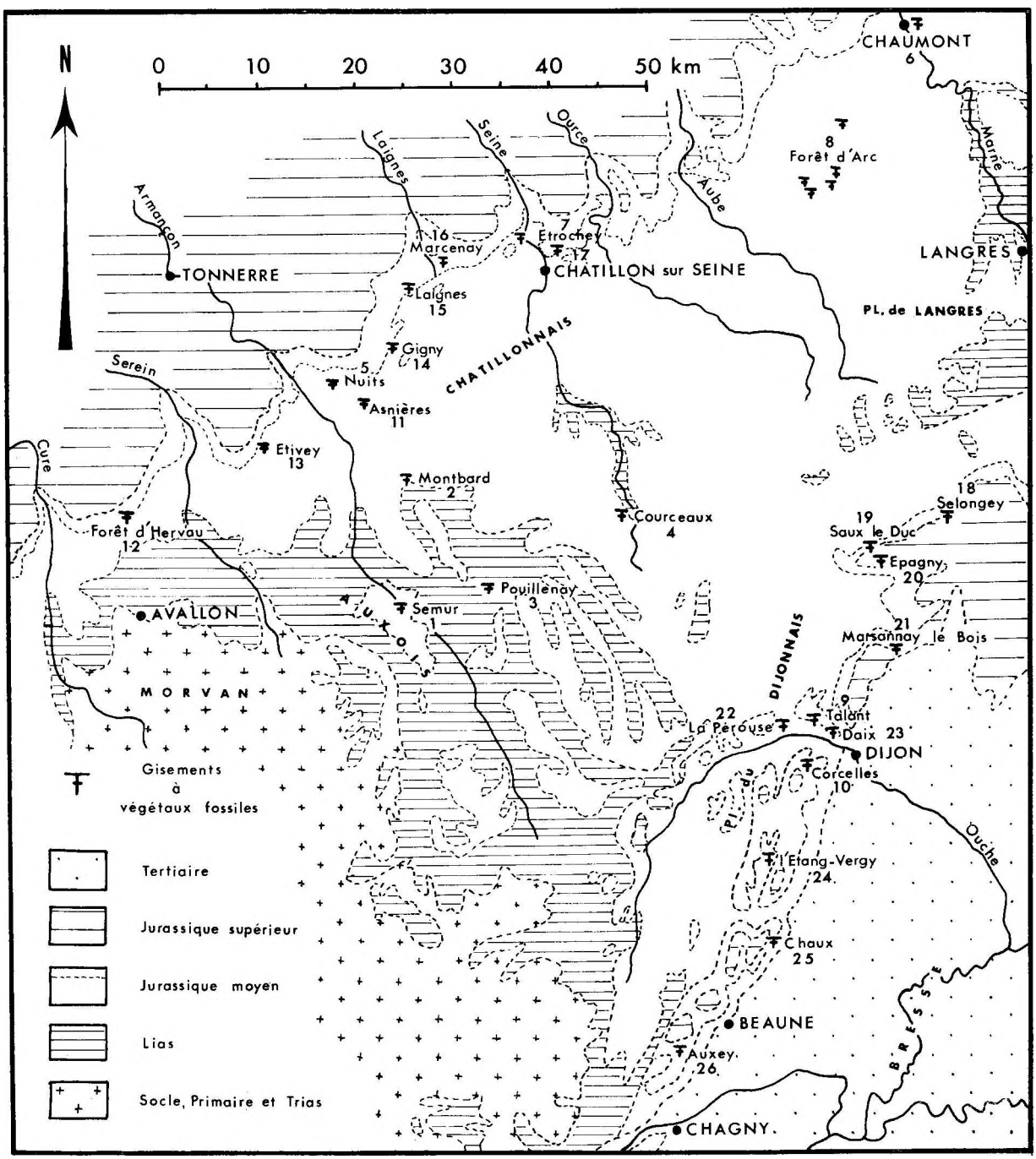


FIG. 1. — Carte des gisements à plantes fossiles du Jurassique moyen de Bourgogne (les chiffres correspondent aux numéros des gisements dans le texte).

qu'un matériel fragmentaire et mal conservé ; quant aux autres étages, ils n'ont livré que de très rares fragments, le plus souvent indéterminables.

Aalénien. — Très généralement, cet étage est absent en Bourgogne et le Bajocien repose directement sur les marnes liasiques. Il n'est représenté avec certitude que, sporadiquement, par des lambeaux, minces (0 à 0,5 m) et discontinus de calcaires souvent gréseux, à la base de la corniche bajocienne, près de Semur et Montbard en Côte-d'Or ; son existence est encore douteuse dans le Châtillonnais.

Bien que peu fossilifères, les rares affleurements ont souvent livré quelques débris de bois flottés, entièrement carbonisés et indéterminables (gisements n°s 1 et 2).

Bajocien. — Le Bajocien inférieur participe encore au régime de flaques qui caractérisait l'Aalénien. La majeure partie de la formation dite « calcaires à entroques » (20 à 30 m) appartiendrait au Bajocien moyen. Cet ensemble (calcaires à entroques, à Nubéculaires, à Polypiers, à débris d'organismes ; calcaires grumeleux ; dalle à Gervillies), très constant dans toute la Bourgogne, constitue la majeure partie du plateau de Langres, et se retrouve sur tout le pourtour de l'Auxois. Le Bajocien supérieur correspond aux « marnes à *Liostrea acuminata* ». D'une épaisseur moyenne de 10 m dans la région dijonnaise, cette formation atteint son maximum d'amplitude dans l'Auxois et le Châtillonnais (20 m), tandis que plus au Sud (Chalonnais et Mâconnais), elle se réduit à quelques mètres.

Aucun reste de nature végétale n'a encore été signalé dans ces assises.

Bathonien. — Cet étage montre de très nombreuses formations, de faciès très différents, qui passent insensiblement de l'un à l'autre, horizontalement et verticalement, si bien que des faciès identiques ne sont pas forcément du même âge en toutes régions et recoupent très souvent obliquement les limites stratigraphiques. De ce fait, la stratigraphie de cet étage fut longtemps discutée, et les limites d'autant plus difficiles à préciser du fait de la rareté des bons fossiles. La découverte d'assez nombreuses Ammonites, l'étude des Brachiopodes et de la microfaune ont permis d'aboutir à des conclusions solidement étayées [Tintant et Joly, 1954 ; Tintant, 1963 ; Ciry et Tintant, 1966].

A la base, se rencontrent soit des faciès calcaires (« calcaires à chailles de Premeaux », « calcaires à oolithes cannabines »), soit des faciès plus marneux (« calcaires hydrauliques », « calcaires blanc jaunâtre ») dont la puissance respective dépasse rarement 10 m, et qui représentent le Bathonien inférieur. Le Bathonien moyen (80 à 90 m) est surtout caractérisé par des calcaires oolithiques (« oolithe blanche » ou « pierre de Chamesson » ou « pierre de Ravières ») surmontés par des calcaires sublithographiques et graveleux (« calcaire de Comblanchien » ou « pierre de Châtillon »). Lorsqu'on se déplace d'Est en Ouest, les faciès oolithiques se développent largement au détriment des faciès compacts. Vers le Sud, entre ces deux formations s'intercale un niveau marneux (« marnes à *Pholadomya bellona* »). Localement, des dolomies peuvent apparaître à différents niveaux. Au-dessus d'une surface perforée très constante terminant l'ensemble précédent, le Bathonien se termine toujours par 5 à 7 m de calcaires oolithiques ou organodétritiques, en dalles, bicolores, dont le faciès annonce celui du Callovien inférieur, mais qui, par leur faune, se rattachent sans équivoque au Bathonien supérieur (« calcaires bicolores » ou « pierre de Dijon »).

J. J. Collenot [1884] indique la présence de restes de végétaux indéterminables (bois ?), récoltés dans le Bathonien inférieur à Pouillenay (« calcaires à oolithes cannabines », gis. n° 3) et à Courceaux (« calcaires blanc jaunâtre », gis. n° 4) ; malgré nos recherches, ces échantillons n'ont pu être retrouvés dans les collections du musée de Semur-en-Auxois. L'un d'entre nous a observé à Nuits-sous-Ravières (carrière Civet-Pommier, gis. n° 5) dans le sommet des « calcaires de Comblanchien », l'existence d'une lentille de calcaire gris-noir, riche en débris charbonneux ayant l'apparence de fragments d'origine végétale (« nervures ou stries parallèles », « ramifications ») Enfin de son côté, E. Bruet [1933] signale à Chaumont (gis. n° 6), juste au-dessus des calcaires compacts, quelques fragments de Végétaux : aucune autre précision n'est donnée quant à leur détermination et ceci laisse penser qu'il s'agit là aussi de débris de bois flottés ; la faune de Brachiopodes récoltée avec eux permet de les attribuer au Bathonien terminal.

Callovien. — De façon générale, tout autour du Morvan et sur la bordure sud-est du bassin de Paris, le Callovien inférieur et moyen est représenté par une série très variée de calcaires riches en débris d'organismes, souvent en bancs très minces, à stratifications obliques accentuées, entrecoupées d'intercalations marneuses lenticulaires, présentant localement un ensemble à

caractère récifal (Étrochey) et qu'il est très commode de grouper sous le terme général de « dalle nacrée » (20 à 25 m). Des recherches approfondies [Tintant, 1951, 1958, 1963 ; Thierry, 1966 ; Tintant et Thierry, 1967] ont permis de préciser que cet ensemble débute avec le Callovien inférieur et monte plus ou moins haut suivant les régions (Callovien moyen près de Dijon, Callovien inférieur près de Châtillon-sur-Seine). Avec le Callovien supérieur s'amorce la régression oxfordienne. Sur tout le pourtour du Morvan, de Dijon à la vallée de l'Armançon, ce sont des flaques de calcaires très fossilifères (0 à 0,5 m) ; très souvent le Callovien supérieur manque totalement. Dans tout le Châtillonnais et plus au Nord-Est (Haute-Marne), des oolithes ferrugineuses apparaissent dès le Callovien moyen ; localement des lacunes peuvent être observées.

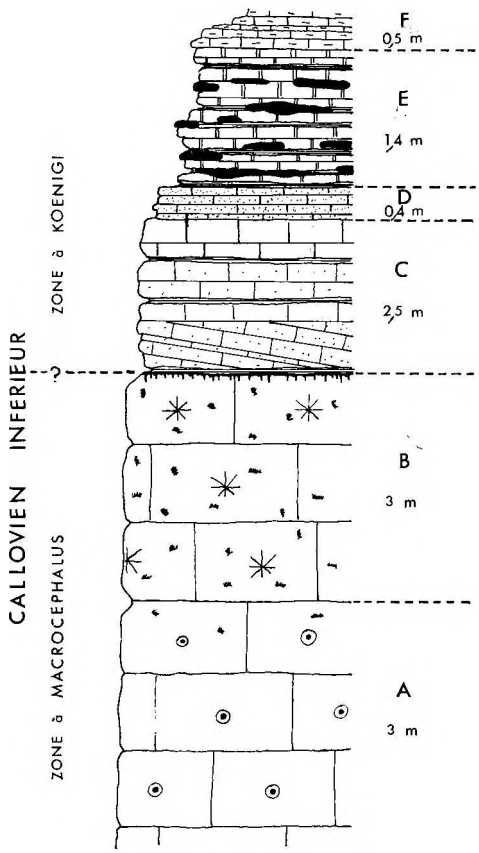


FIG. 2. — Coupe du gisement d'Étrochey.

A-B : calcaires blancs ou bicolores avec taches ferrugineuses; gros Polypiers, Algues et Rhynchonelles ; C-D : calcaires finement oolithiques ou organodétritiques, en petits bancs ferrugineux, intercalés de petits lits marneux : plantes fossiles à la surface des bancs calcaires, débris charbonneux dans la masse ; E : calcaires marneux et marnes grises à nodules siliceux renfermant des débris de plantes ; F : calcaires marneux gris en dalles.

L'abondance et la conservation exceptionnelle du matériel récolté dans le Callovien inférieur d'Étrochey (gis. n° 7) nous a permis d'y reconnaître une flore dont la caractéristique générale est d'être très peu diversifiée et pauvre en espèces. Les niveaux à plantes, dont l'âge exact a déjà été discuté [Thierry 1966, 1968], sont visibles dans deux carrières : l'une appartenant à la « Société des carrières d'Étrochey » (fig. 2) au NW de Châtillon-sur-Seine, près de l'entrée est du village ($x = 764$; $y = 324{,}5$), l'autre au S du village, au lieu dit « carrière de Grande-Roche » ($x = 763{,}5$; $y = 323$). Les deux coupes sont identiques à la base, le niveau à nodules siliceux (niv. E, fig. 2) n'est visible que dans la première carrière ; dans la seconde, il est remplacé par des calcaires en dalles à stratifications obliques très accusées (identiques au niveau D, fig. 2). Cette flore se révèle essentiellement composée de Conifères appartenant aux genres *Palaeocyparis* SAPORTA (Cupressinée) et *Brachyphyllum* BRONGN. (Araucariacée), auxquelles sont associées des plantes à frondes filicoïdes coriaces du genre *Lomatopteris* SAP. et des plantes à feuillage d'un type comparable à celui des Cycadophytes, rapportées aux genres *Otozamites* BRONGN. et *Sphenozamites* BRONGN.

1. *Conifères.*

— Genre *Brachyphyllum* BRONGNIART (Araucariacée). Les échantillons rapportés à ce genre sont des fragments minéralisés de rameaux inclus dans des nodules siliceux interstratifiés dans une couche marneuse surmontant le niveau des calcaires durs exploités. La taille des nodules est des plus variable, elle est proportionnelle à celle du fragment végétal inclus, qui a constitué le « noyau » de formation de chaque nodule : de quelques centimètres jusqu'à parfois 0,5 m dans la plus grande dimension. Les nodules les plus petits sont de forme ellipsoïde-fusoïde ; ils sont relativement de plus en plus plats et allongés au fur et à mesure que leur taille s'accroît. Lorsque l'on casse ces nodules, particulièrement durs, en les percutant parallèlement à leur plan de stratification qui est aussi le plan de leur plus grande surface, on met à jour un fragment de rameau pétrifié avec ses feuilles et sa structure plus ou moins bien conservées (le bois est le seul tissu suffisamment résistant pour avoir été conservé). On observe également les empreintes de ces frag-

ments d'axes dans les marnes encaissantes et cela d'autant mieux que les fragments sont courts et de petite taille ; ils semblent résulter d'une division par action mécanique et il est à remarquer que les petits fragments correspondent généralement à un niveau de ramification ou nœud.

Les échantillons rapportés au genre *Brachyphyllum* Brongn. portent des feuilles en ordre spiralé, à coussinet de contour rhomboïdal ou hexagonal (Pl. XVIII, fig. 1 et 2), très épaisse, de forme générale pyramidale ou subconique, la partie libre du limbe n'excédant pas la largeur du coussinet. L'étude de la cuticule des feuilles (Pl. XVIII, fig. 3) révèle que les stomates sont répartis sur tout le coussinet foliaire et sur la face inférieure de la feuille (ils semblent absents à la face supérieure) ; ils sont disposés en rangées longitudinales convergeant vers l'apex de la feuille ; ils sont irrégulièrement espacés dans chacune des rangées et souvent séparés par plusieurs cellules épidermiques ; enfin, ils sont du type haplochéïle, monocyclique ou amphicyclique à cellules subsidiaires larges toutes semblables, formant une couronne de 4 à 6 cellules autour des cellules de garde. Les cellules épidermiques, banales, sont papilleuses, de contour rectangulaire ou polyédrique, également disposées en files convergeant vers l'apex de la feuille. Du point de vue structure anatomique, le bois des *Brachyphyllum* d'Étrochey est de type araucarien et plus précisément semblable à la structure du bois des *Agathis* actuels. Selon A. Wesley, la forme des feuilles des *Brachyphyllum* est plus proche de celle des *Araucaria*, section des *Eutacta*, même si les feuilles sont plus longues chez les formes actuelles. Tous les échantillons récoltés à Étrochey sont de la même espèce : *Brachyphyllum desnoyersii* (Brongn.) Sap.

— Genre *Palaeocyparis* Saporta (Cupressinée). Dans la partie supérieure du calcaire blanc (niv. C, fig. 2), sous-jacent au niveau argileux à nodules, ont été découvertes de nombreuses et magnifiques empreintes de branches de *Palaeocyparis* (Pl. XVIII, fig. 5 et Pl. XIX). Nous avons représenté un très bel exemplaire de fragment de branche découvert par M. le professeur Tintant. Ces empreintes sont souvent de grande taille. Elles reposent, étalées à la surface un peu inégale des bancs qui correspond à un arrêt momentané de la sédimentation.

Du point de vue morphologique, les ramifications sont toujours étalées dans un même plan ; le plus souvent c'est dans un ordre alterne que les subdivisions sont émises. Les ramules (rameaux de dernier ordre) sont émis suivant une direction oblique ascendante, ils diminuent graduellement de longueur de la base au sommet du rameau, ils sont beaucoup plus nombreux du côté antérieur de chaque ramification d'avant-dernier ordre (cf. Pl. XIX), ainsi que cela s'observe constamment chez les Cupressinées. Chaque ramule s'atténue insensiblement à partir de son point d'émergence jusqu'à sa terminaison supérieure qui demeure cependant obtuse. Les feuilles sont courtes, écailleuses, apprimées, étroitement imbriquées et obtuses ou lancéolées obtuses, plus rarement un peu détachées de l'axe et recourbées en faux au sommet. Sur les ramifications de dernier ordre, les feuilles sont assez exactement décussées (c'est-à-dire opposées par deux et alternant d'une paire à l'autre). Sur les gros axes, par suite de l'accroissement diamétral et des émissions raméales, il y a un dérangement de l'ordre des feuilles.

Selon G. de Saporta [t. III, texte, p. 582, 1-26-28], « les *Palaeocyparis* ont pu, en se modifiant, conduire vers les *Cupressus* et les *Chamaecyparis* dont ils représenteraient la souche ancestrale ». Nous pensons plutôt que les *Palaeocyparis* appartiennent à un groupe de Cupressinées voisin, mais distinct, des *Cupressus* et des *Chamaecyparis*.

Les diverses et nombreuses empreintes de *Palaeocyparis* récoltées à Étrochey doivent être rapportées à l'espèce : *Palaeocyparis robusta* Sap. Dans son étude de la « Flore jurassique », Saporta cite la présence à Étrochey de deux espèces : *P. robusta* et *P. flouesti* et, pour cet auteur : « *Palaeocyparis flouesti* n'est peut-être qu'une forme de *Palaeocyparis robusta* [p. 593]... les rapports existant entre les *P. robusta* et *P. flouesti* sont tels que nous osons à peine les décrire séparément. Pourtant, les empreintes respectives n'ont ni le même aspect, ni la même consistance. La coloration plus grisâtre de celles que nous attribuons au *P. flouesti* indique pour celui-ci des organes végétatifs plus minces et plus légers. Le mode de ramification est loin d'être semblable des deux parts, en sorte que, tout en demeurant dans l'incertitude, nous avons tenu à imposer un nom particulier à cette forme d'Étrochey, sur laquelle notre ami E. Flouest avait bien voulu attirer jadis notre attention. » La distinction entre ces deux espèces ne nous paraît pas du tout justifiée : les critères « scientifiques » de distinction ne sont pas suffisants et les différences observées correspondent sans doute à des différences de développement ontogénique (différence d'âge ou différence de place, dans l'arbre, des rameaux considérés). Nous estimons qu'à Étrochey, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, est seule représentée l'espèce *Palaeocypa-*

ris robusta Sap. [1] ; espèce qui ressemble singulièrement, du moins pour les appareils végétatifs, au *Thuyopsis dolabrata* (L. f.) Sieb. et Zucc. qui vit actuellement au Japon dont il est originaire [2], toutefois les rameaux de *Thuyopsis dolabrata* sont fortement comprimés et, en cela, au moins, ils se distinguent de ceux de *Palaeocyparis robusta*.

A Talant, près de Dijon (carrière du Belvédère, gis. n° 9), dans un niveau du Callovien inférieur, sans doute un peu plus ancien que celui d'Étrochey, ont été trouvées des empreintes de fragments de rameaux qui doivent être également rapportées à l'espèce *Palaeocyparis robusta* Sap.

E. Bruet [1932] signale dans sa thèse de nombreux gisements à Végétaux dans la forêt d'Arc-en-Barrois au SW de Chaumont. Cette flore, assez riche d'après la liste énoncée (détermination P. Bertrand [p. 140]), semble plus diversifiée que celle d'Étrochey ; d'après la faune récoltée, elle avait été attribuée au Bathonien supérieur : actuellement, des coupes relevées dans cette région placeraient plutôt ces niveaux dans le Callovien inférieur. Un fait essentiel doit être remarqué : les restes de Végétaux sont ici aussi inclus dans des nodules siliceux que E. Bruet n'avait pas hésité à appeler « silex à végétaux » ; les conditions de gisement énoncées et les figurations données dans son ouvrage [1932, p. 123-142, pl. 9, fig. 3-4 ; pl. 10, fig. 1] nous montrent des aspects tout à fait comparables à ceux observés à Étrochey. Ces deux flores sont-elles contemporaines ? Ceci reste encore à prouver, il n'en est pas moins vrai qu'elles sont très proches l'une de l'autre dans le temps (Bathonien supérieur-Callovien inférieur) et dans l'espace et que nulle part ailleurs en Bourgogne une telle flore n'a encore été signalée.

2. *Formes filicoïdes*. La paléoflore d'Étrochey se révèle particulièrement pauvre en formes filicoïdes, en effet, seul le genre *Lomatopteris* Schimper est représenté et seulement par trois espèces (Pl. XX). Les échantillons rapportés à ce genre ont été trouvés dans les mêmes conditions que *Palaeocyparis* (niv. C, fig. 2). Ce sont des empreintes de frondes entières avec les cuticules encore adhérentes, qui devaient être rigides et coriaces. Ces frondes sont pinnatipartites ou bipennées, à pinnules simples, arrondies, adhérentes au rachis et souvent entre elles, plus ou moins confluentes au sommet des segments qui sont eux-mêmes décurrents sur le rachis principal, ailé et appendiculé. Le bord des lobes et des segments est toujours cerné par un repli marginal continu. Dans les segments, les lobes et les pinnules, il y avait une seule nervure médiane, épaisse, très fortement prononcée à sa base et s'amincissant progressivement. Aucun vestige de sporange.

L'étude des cuticules révèle des caractères intéressants. L'épiderme supérieur de la fronde était constitué de petites cellules de contour hexagonal, toutes semblables et à face exposée (= face supérieure) papilleuse ; il était recouvert par une épaisse cuticule ; aucune trace de stomate. L'épiderme de la face inférieure de la fronde était constitué de cellules de contour trapézoïdal ou penta-hexagonal, il comportait des stomates peu nombreux, irrégulièrement disséminés, proches du type cycadéen (les Lomatoptéridées, les Odontoptéridées et les Pachyptéridées constituent le groupe des Fougères coriaces du Jurassique) : l'épiderme de la face inférieure des frondes était également recouvert d'une cuticule. Ces épidermes témoignent d'un climat fortement ensoleillé, chaud et sec.

A Étrochey, trois espèces sont représentées :

— *Lomatopteris moretiana* Sap. (= *Lomatopteris jurensis-ex-parte* Schimper) caractérisée par des frondes grandes, longues, larges et typiquement bipennées (Pl. XX, fig. 2 et 3) ;

— *Lomatopteris balduini* Sap., caractérisée par des frondes étroites une fois divisées en segments qui sont entiers ou peu divisés (Pl. XX, fig. 4 à 6) ;

— *Lomatopteris burgundiaca* Sap. (la plus abondamment représentée), dont les frondes ont une forme intermédiaire entre celles des frondes des deux espèces précédemment citées (Pl. XX, fig. 1 et 7).

3. *Cycadophytes*. Dans les calcaires durs, nous avons observé, mélangés avec les *Lomatopteris* (niv. C, fig. 2), des empreintes de frondes cycadéennes toujours isolées et souvent fragmentées qui appartiennent les unes au genre *Otozamites*, les autres au genre *Sphenozamites*.

— Genre *Otozamites* Fr. Braun. La diagnose de ce genre est la suivante : « Frondes généralement caduques et probablement articulées sur la tige, pinnées. Vernation érigée imbricative. Pinnules insérées sur la face supérieure du rachis par une base articulée et calleuse, inégalement arrondies ou cordiformes, plus ou moins dilatées, auriculées sur le côté antérieur de la base. Nervures ramifiées, dichotomes, divergeant du point d'attache vers la marge toujours entière des pinnules. »

---

1. *Palaeocyparis robusta* Sap. = *Echinostrobus robustus* Schimper (Traité de Paléontologie végétale, t. 2, p. 32).

2. *Thuya dolabrata* Linn. = *Thuypsis* Parl. (1868) = *Thuyopsis dolabrata* (L. f.) Sieb. et Zucc. = *Platycladus dolabrata* (L. f.) Spach. Au Japon, deux formes sont distinguées : la variété *australis* Henry-Asunaro et la variété *hondal*, cette dernière représentée au N de Hondo se distingue de la première par sa taille plus grande et ses feuilles plus petites.

Deux espèces sont représentées :

— *Otozamites pterophylloides* Brongn. (Pl. XXI, fig. 4 et 5). Les échantillons rapportés à cette espèce présentent à la fois les caractères distinctifs des *Otozamites* et une partie de la physionomie extérieure propre aux *Pterophyllum*. Les frondes récoltées peuvent atteindre 40 cm de longueur : elles sont formées d'un rachis rigide de 6 à 7 mm de large à la base et diminuant progressivement, sur lequel s'insèrent latéralement deux rangées de folioles. Les folioles, obtuses ou arrondies à leur sommet, suivent le mouvement du rachis, les plus grandes mesurent 4 à 5 cm de long et 5 à 7 mm de large, leur taille diminue progressivement dans les deux directions : elles sont obliques par rapport au rachis.

— *Otozamites decorus* Sap. (= *Otozamites elegans* Brongn.) (Pl. XXI, fig. 3). Les frondes d'*Otozamites decorus* étaient constituées par un rachis rectiligne portant deux rangées de folioles : ovales-arrondies, cordiformes à leur base, lancéolées à leur sommet, se terminant par une pointe obtuse et peu prolongée. L'auricule caractéristique des folioles est visible mais largement arrondie et peu saillante.

— Genre *Sphenozamites* Brongn. Les formes de ce genre diffèrent de celles du genre *Otozamites* par leurs frondes dont les folioles sont larges et dépourvues d'auricule. Les folioles s'inséraient le long des côtes du rachis sur une partie légèrement saillante en forme de cran ; elles étaient ovales ou largement ovales-rhomboïdales, cunéiformes ou orbiculaires mais toujours atténuées en coin obtus ou même tout à fait arrondies inférieurement ; de plus elles paraissaient cernées d'une bordure épaisse souvent dentée-épineuse. Une seule espèce de ce genre a été observée : *Sphenozamites brongniartii* Sap., dont les restes fossiles sont d'ailleurs rares.

4. *Formes indéterminées.* Des empreintes dont la nature exacte demeure à déterminer ont été observées dans les niveaux du calcaire dur d'Étrochey. Celles-ci appartiennent à deux catégories distinctes : G. de Saporta a rapporté les unes au genre *Yuccites*, les autres au genre *Androstrobus*.

— Genre *Yuccites* Schimper et Mougeot (Pl. XXI, fig. 1). Les *Yuccites* sont connus sous cette appellation significative, qui les assimile aux *Yucca* actuels, depuis l'ouvrage de Schimper et Mougeot sur la flore du grès bigarré des Vosges. Ils n'ont cependant rien de commun avec le genre actuel sinon de consister en des « feuilles » larges et longues, à nervation parallèle. C'est donc à cause de leur structure très simple que les Yuccites ont paru aux premiers observateurs rappeler les feuilles des *Yucca*, mais cette ressemblance entraînait dans leur pensée une sorte d'assimilation générique dont ils ne cherchèrent pas à fixer la nature. A. Brongniart, dans son « Tableau des genres de végétaux fossiles », après avoir retranché du groupe des Liliacées la plupart des tiges ou feuilles qui leur avaient été indûment attribuées, y rapporte cependant en première ligne les *Yuccites* de Schimper et Mougeot, « impression, dit-il, de grandes feuilles allongées, légèrement concaves, entières, à nervures fines et parallèles, ressemblant, en effet, à celles des *Yucca*, des *Dracaena* ou des *Agaves*. »

Pour de Saporta les *Yuccites* seraient des *Pro-Angiospermes* : « On a cru reconnaître, dans les *Yuccites*, soit des Liliacées frutescentes, soit des Bambusées : en réalité, ce sont des végétaux primitifs, prédécesseurs des Angiospermes vraies, et dont les feuilles se trouvent comparables à celles des Monocotylées parce que c'est justement chez ces dernières que l'on rencontre des feuilles réduites à la seule partie élémentaire et réellement primitive ; nous voulons parler de la gaine ou « appendice vaginal. » Tout le reste provient de différenciation postérieurement réalisée... » [t. IV, texte, p. 72]. De Saporta a noté aussi : « Que les feuilles dont les hampes florales des *Williamsonia* sont hérissées diffèrent notablement, par leur dimension plus courte et la terminaison plus dilatée de leur base, des feuilles normales de *Yuccites*. Mais ce sont là, peut-être, des sortes de bractées, et les feuilles involucrales dont les spadices fructifiées des *Williamsonia* sont recouverts affectent une forme rubanée qui témoigne d'une assez étroite analogie avec les feuilles normales des *Yuccites*. Tout considéré, la question qui vient d'être posée demeure sans solution, et les deux catégories d'empreintes et d'échantillons doivent être classées et décrites séparément » [p. 73-74]. « La nature des tiges et le vrai caractère des végétaux auxquels se rapportent ces feuilles demeurent pleinement inconnus. Il est permis de supposer cependant que ces végétaux ne s'écartent pas sensiblement ou même se rapprochent de très près de ceux que le comte de Solms a contribué à faire connaître et auxquels M. Carruthers avait appliqué la dénomination de *Bennetites* » [p. 490]. Nous pensons, comme de Saporta, qu'un rapprochement doit être fait entre ces empreintes désignées sous l'appellation de Yuccites et les Bennettitales. Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut pas considérer les *Yuccites* comme des traces d'Angiospermes Monocotylédones, en effet : les Angiospermes ne sont connues (du moins de façon certaine) en France qu'à partir du Crétacé moyen (cf. gaize de l'Argonne) et les premières traces que nous en connaissons (feuilles et graines) appartiennent à des Dicotylédones ; les Monocotylédones sont considérées comme plus évo-

luées que les Dicotylédones, elles se sont donc différenciées plus tardivement que ces dernières (en cela nous ne partageons pas la conception de Brongniart sur le caractère plus primitif des feuilles des Liliacées par rapport à celles des Dicotylédones). Tout au plus peut-on admettre que les Yuccites sont des traces de Préphanérogames (Cycadophytes ? Bennettitales ? groupe particulier ?), mais faute d'une information plus complète ce genre doit être rangé dans l'ensemble compréhensif des *incertitae sedis*.

— Genre *Androstrobus* Schimper. Sont classés dans ce genre des restes fossiles de cônes mâles de Cycadophytes. Sur la Planche XXI, fig. 2, nous avons représenté le moulage d'un cône mâle pour lequel de Saporta [t. II, p. 204-214] a créé une nouvelle espèce dédiée à Jules Beaudoin : *Androstrobius balduini* Sap. ; cette nouvelle espèce n'a aucune raison d'être (du moins d'un point de vue scientifique) aussi rapportons-nous cet échantillon à l'espèce *Androstrobus zamioides* Schimper, avec toutefois une réserve : il n'est absolument pas prouvé que l'échantillon corresponde à une forme du genre naturel *Zamites*.

Les assises du Callovien supérieur (gis. 9 et 11) n'ont fourni que quelques rares empreintes de fragments de bois ; aucune structure caractéristique n'a pu y être observée.

Oxfordien. — L'Oxfordien inférieur manque dans toute la Bourgogne. Ce n'est qu'avec l'Oxfordien moyen que va reprendre un régime de sédimentation régulier qui débute très généralement par un mince horizon (0 à 2 m) très caractéristique et très fossilifère à oolithes ferrugineuses. Ce niveau ravine très souvent profondément les formations antérieures dont il remanie les fossiles. Au-dessus, débute tout un ensemble de calcaires et de marnes, où les variations de faciès nombreuses et soudaines, la raréfaction des fossiles rendent très difficile la datation précise [Tintant et Poueyto, 1949 ; Tintant, 1951, 1956, 1963 ; Tintant et Larcher, 1955 ; Tintant et Salomon, 1964].

Les seuls restes de Végétaux fossiles de l'Oxfordien de Bourgogne sont des bois avec structure conservée provenant de niveaux de l'Oxfordien moyen (oolithe ferrugineuse, zone à *A. plicatilis*). Ces bois, fort mal conservés, sont très abondants et proviennent de nombreux gisements (nos 10 et 12 à 26). Ils présentent les caractéristiques suivantes (fig. 3) : bois très nettement zonés ; la largeur des cernes est très variable et chacun des cernes paraît homogène (pas de double zonation) ce qui tend à faire penser que les saisons n'étaient pas contrastées. Tous les échantillons de bois étudiés, trouvés dans ce niveau à oolithes ferrugineuses en des endroits très différents et souvent éloignés, ont des plans ligneux de type nettement araucarien. Entre autres caractères, sur les parois radiales des tra-

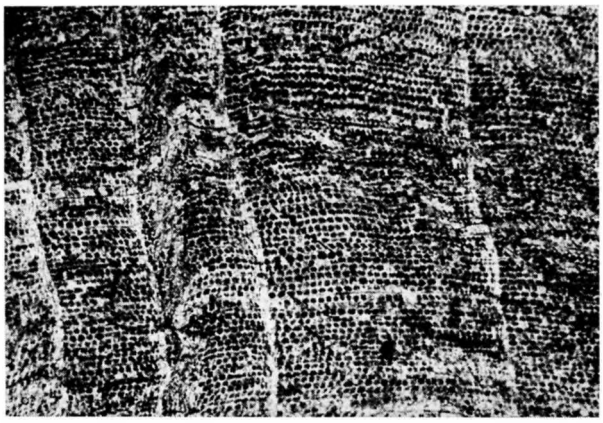


Fig. 3. — Coupe transversale d'un bois de l'Oxfordien moyen (carrière Lautrey-Talant près Dijon) (× 20) (coll. J. Thierry). Remarquer les différences d'épaisseur et l'homogénéité de structure des cernes.

chéïdes, et selon la grosseur de celles-ci, on observe des ponctuations aréolées monosériées et s'écrasant mutuellement, ou bisériées-alternées. En l'absence de feuillage et d'appareils reproducteurs en connexion avec ces bois, ceux-ci doivent être rapportés au genre compréhensif : *Dadoxylon* Endlicher. Ces restes ligneux pourraient être le bois des *Brachyphyllum*. De Saporta cite et décrit [p. 593, pl. 208, fig. 1 et 2] un échantillon de *Palaeocyparis flouesti* dans la « base de l'Oxfordien(?) » d'Étrochey. N'ayant pas retrouvé cet échantillon dans les collections et n'ayant jamais récolté d'empreinte de frondes dans l'Oxfordien, nous ne pouvons vérifier la valeur de cette trouvaille.

Conclusions.

Paléoflore. — La paléoflore du Jurassique moyen de Bourgogne est particulièrement bien étudiable dans les seuls étages callovien et oxfordien. Elle se révèle riche en spécimens mais très peu diversifiée ; en effet elle comprend des formes arborescentes (*Brachyphyllum desnoyersii* et *Pa-*

laeocyparis robusta), des formes semi-arborescentes (*Yuccites burgundiacus*, *Otozamites decorus* et *Sphenozamites brongniartii*) et des formes herbacées (*Lomatopteris burgundiaca*, *L. moretiana* et *L. balduini*). On peut dire que cette paléoflore de Bourgogne est tout à fait analogue aux paléoflores connues en France et en Europe durant tout le Jurassique et le Crétacé inférieur (les variations étant très faibles et liées aux biotopes). Elle sera modifiée au Crétacé moyen (et cela pour toute la France) par « l'arrivée des Angiospermes arborescentes » qui, à l'occasion de modifications paléogéographiques remettant en cause les biocénoses établies, entreront en concurrence avec les Gymnospermes.

Paléogéographie. — Le comte de Saporta, dans son « Étude des plantes jurassiques » a décrit les principales composantes de la flore du Jurassique considérée d'une façon très générale ; ses observations ont porté essentiellement sur des échantillons de collections ou qui lui ont été adressés par diverses personnes. Il n'a pas effectué un inventaire détaillé des différentes stations et il a rarement étudié sur place les conditions de gisement pourtant très importantees à considérer car très révélatrices au point de vue phytogéographique, écologique et paléogéographique [3].

Le Jurassique moyen de Bourgogne forme un ensemble homogène. Faisant suite à un Lias presque entièrement marneux, marqué à son sommet par des arrivées plus sableuses ayant un caractère régressif souligné par l'existence très générale de lacunes importantes (Toarcien-Aalénien), le Bajocien entame au contraire un régime de sédimentation calcaire, vraisemblablement continu jusqu'au Callovien moyen. Des épisodes marneux, plus ou moins nets, représentant un apport terrigène momentané, s'insèrent toutefois dans cette série : très généralement dans le Bajocien supérieur, plus localement à la limite Bathonien moyen-Bathonien supérieur, dans le Bathonien supérieur et à la base du Callovien inférieur. Des arrivées de silice colloïdale donnent naissance par places à des niveaux à chailles au Bajocien moyen. Après le Callovien moyen, s'installe une période de grande instabilité à caractère nettement régressif qui dure jusqu'à l'Oxfordien moyen. Tandis que dans les régions limitrophes (Nièvre, Mâconnais, Jura, Lorraine) arrivent à la même époque d'importants apports fins, la Bourgogne connaît une sédimentation faible et discontinue qui se traduit par des dépôts en flaques peu épaisses, accompagnés de phénomènes de remaniements et de lacunes ; des oolithes ferrugineuses apparaissent à différents niveaux. A l'Oxfordien supérieur, les faciès détritiques gagnent la Bourgogne. Ainsi donc le Jurassique moyen est encadré par deux régressions importantes : la première, entre Lias et Dogger, porte sur tout l'étage aalénien et déborde quelquefois sur le sommet du Toarcien et la base du Bajocien ; la seconde, entre Dogger et Malm, débute avec le Callovien supérieur et se termine dans l'Oxfordien moyen, l'Oxfordien inférieur est toujours absent. Si les limites Jurassique inférieur-Jurassique moyen et Jurassique moyen-Jurassique supérieur sont caractérisées par une très nette tendance régressive, il faut noter cependant qu'aucune trace certaine d'émersion n'a jamais pu être mise en évidence dans notre région.

Une question se pose alors quant à l'origine de ces Végétaux. En ce qui concerne les bois du Bathonien, leur rareté, leur mauvais état de conservation laissent supposer une provenance lointaine : ce sont des bois flottés amenés en Bourgogne par des courants. Pour les gisements d'Étrochey, l'abondance du matériel et son remarquable état de conservation ne peuvent s'expliquer que par une origine proche. Deux choses doivent être remarquées : d'une part les empreintes de *Palaeocyparis* trouvées dans les calcaires durs sont relativement de grande taille, mêlées aux *Otozamites* et placées à la surface des bancs. Ceci implique que ces rameaux n'ont pas subi un long transport et qu'ils proviennent d'arbres qui croissaient sans doute à proximité du lieu de dépôt ; leur enfouissement dans un sédiment calcaire a été très rapide et les eaux marines dans lesquelles s'est effectuée la fossilisation de ces rameaux devaient en outre être assez calmes. Dans les niveaux C et D de la coupe d'Étrochey, les rameaux sont absents à la base, là où il y a des stratifications obliques, là où le calcaire est le plus organodétritique. D'autre part, les *Brachyphyllum* sont situés uniquement dans le niveau à nodules, à l'exclusion de toute autre flore, leurs restes sont toujours très fragmentés, seuls les nœuds sont conservés ; nous aurions ici, à l'inverse des niveaux précédents, soit un dépôt dans une eau plus agitée ou, ce qui est plus vraisemblable vu la régularité des petits bancs marneux à nodules, un transport un peu plus long, puis étalement en milieu calme.

Il faut alors suggérer l'hypothèse d'une émersion locale, très proche de la localité d'Étrochey. Cette exondation est peut-être due à l'action

3. L'étude approfondie et comparée des différents gisements à plantes du Jurassique de France doit être entreprise, nous l'avons confiée à un de nos élèves, M. G. Barale (partie paléobotanique).

d'organismes constructeurs. En effet, les calcaires exploités dans les carrières d'Étrochey sont très riches en Polypiers massifs ou encroûtants, en Cyanophycées encroûtantes (« Oncolithes ») et en Bryozoaires. Nous n'avons pas à Étrochey la masse construite proprement dite, mais plutôt des formations adjacentes à un « bioherme » ; celui-ci n'a pas encore été mis en évidence, peut-être existe-t-il plus au Nord sous les assises de l'Oxfordien supérieur, ou bien était-il plus au Sud et l'érosion l'a fait disparaître. D'autres arguments nous indiquent bien que nous sommes dans une mer très peu profonde ou des masses construites ont pu émerger : des dents et des os de Crocodiliens marins (*Machimosaurus*) et des dents de Pycnodontes ont été récoltés dans les mêmes niveaux que les débris de plantes ; ces Vertébrés ne devaient pas, à notre connaissance, trop s'écarter des côtes.

Il devient alors très tentant d'imaginer des associations de *Palaeocyparis*, *Brachyphyllum*, *Otozamites*, *Lomatopteris* installées, très provisoirement d'ailleurs, sur ces petites îles. Ces genres étaient-ils mélangés ou bien leurs représentants constituaient-ils des formations distinctes (étages de végétation, par exemple ?). Il est difficile de le préciser. Pour les *Palaeocyparis* et les *Brachyphyllum*, le fait que les échantillons de ces deux genres ne soient pas mélangés dans les gisements d'Étrochey (et aussi dans une certaine mesure, les différences dans l'état de fragmentation) tendrait à fonder l'hypothèse de répartitions géographiques distinctes des deux genres. Notons enfin que chacun des deux genres n'est représenté que par une seule espèce (homogénéité de la strate arborescente des formations forestières ? exiguité des aires de végétation ?).

Paléoclimatologie. — Les caractères anatomiques observés sur toutes les sections effectuées dans des bois (Callovien et Oxfordien) témoignent de conditions climatiques stables ; la variation et l'homogénéité des cernes (cf. fig. 3) tend à faire penser à des « saisons » peu ou pas contrastées. Enfin la présence de forme filicoïdes telles que les *Lomatopteris* à fronde coriace suggère un climat chaud, sec et fortement ensoleillé.

Ouvrages consultés.

Bertrand P. (1930). — Silex à végétaux du Bathonien de la Haute-Marne. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 55, fasc. 2, p. 143.

Brongniart A. (1828). — Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles. Paris.

— (1849). — Tableau des genres de végétaux fossiles. Paris.

Bruet E. (1932). — Recherches sur l'évolution continentale de quelques sédiments. Thèse, Lyon, 142 p., 10 pl. Gap.

— (1933). — Sur un sol de végétation d'âge bathonien à Chaumont (Haute-Marne) et sur ses rapports avec les silex à végétaux. *R. C. somm. S. G. F.*, p. 55-56.

Ciry R. et Tintant H. (1966). — Observations sur le Bathonien de la vallée de la Seine. *Bull. Carte géol. France*, t. 61, n° 276, p. 75-91, pl. I-III.

Collenot J. J. (1884). — Catalogue de la collection géologique du musée de Semur (Côte-d'Or). Semur, 309 p. (extr. *Bull. Soc. Sc. Hist. nat. Semur*, ann. 1879, 1880, 1881, 1882).

Florin (1931). — Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales, I. Teil. *Kungl. swensk. vet. Ak. Handl.*, ser. 3, Bd X.

Saporta G. de (1873-1891). — Plantes jurassiques, T. 1 : Cryptogames ; T. II : Cycadées ; T. III : Conifères ; T. IV : Types proangiospermiques. *In* Paléontologie française, 2e sér. Végétaux. Paris, G. Masson édit.

Schimper W. P. (1870). — Traité de paléontologie végétale, t. II.

Thierry J. (1966). — Analyse stratigraphique de la série Bathonien-Oxfordien du Châtillonnais. *B. S. G. F.*, (7), VIII, p. 642-651, 3 fig.

— (1968). — Quelques précisions sur le Callovien du Châtillonnais. *Ibid.*, (7), IX, p. 334-335.

Tintant H. (1951). — Les variations de faciès du Callovien et de l'Oxfordien en Bourgogne. *XIIe Congr. Ass. bourguignonne Soc. sav.*, p. 13-15, Beaune, 1 carte.

— (1956). — L'Oxfordien de Villecomte (Côte-d'Or). *Bull. scient. Bourgogne*, t. XVII (1956), p. 55-58.

— (1958). — Le Callovien du versant méridional de la Côte-d'Or. *C. R. Ac. Sc.*, t. 246, p. 1717-1720.

— (1963). — Observations stratigraphiques sur le Jurassique moyen de Côte-d'Or. *Bull. scient. Bourgogne*, t. XXI (1961-1962), p. 94-117, fig. 1-2.

Tintant H. et Joly J. (1954). — Observations sur la stratigraphie du Bathonien en Côte-d'Or. *Ibid.*, t. XV (1954), p. 25-38, pl. I.

Tintant H. et Larcher Ch. (1955). — Nouvelles observations sur l'Oxfordien aux environs de Dijon. *Ibid.*, t. XVI, p. 165-171.

Tintant H. et Poueyto A. (1949). — Contribution à l'étude de l'Oxfordien aux environs de Dijon. *Ibid.*, t. XII (1948-1949), p. 61-64.

Tintant H. et Thierry J. (1967). — Répartition stratigraphique des Macrocéphalitidés dans le Callovien du versant méridional de la Bourgogne. *In* IIe Colloque international du Jurassique, Luxembourg (à paraître).

TINTANT H. et SALOMON J. (1964). — Observations sur l'Oxfordien entre les vallées de l'Yonne et de l'Armançon. *C. R. Ac. Sc.*, t. 258, p. 1558-1561.

WESLEY A. (1958). — Contributions to the knowledge of the Flora of the Grey Limestones of Veneto. Part II : A revision of the flora fossilis formationis oolithicae of de Zigno. Padoue, Centro Studi Petrogr. e Geol. Cons. naz. Ric. Univ. Padova.

LÉGENDE DES PLANCHES XVIII A XXI.

Tous les échantillons figurés proviennent du Callovien inférieur, à Étrochey (Côte-d'Or).

PLANCHE XVIII.

FIG. 1 et 2. — Fragments d'axe de *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) SAPORTA. Coll. J. Thierry. — × 1.

1 : Structure conservée (type araucarien) ; on remarquera la forme et la disposition en ordre spiralé des feuilles. — 2 : Portant une formation pédonculée ovoïde et dissymétrique sans structure (cône reproducteur ?).

FIG. 3. — Cuticule de *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) SAPORTA. Cette cuticule correspond à un fragment d'épiderme stomatifère de la face inférieure d'une feuille. Les stomates sont du type haplochéile, monocyclique ou amphicyclique, à cellules subsidiaires larges, toutes semblables. Coll. Y. Lemoigne. — × 75.

FIG. 4. — Fragments de rameaux de *Palaeocyparis robusta* SAPORTA. Coll. J. Beaudoin. — × 1.

FIG. 5. — Grand fragment d'un rameau de *Palaeocyparis robusta* (type *flouesti* ?) SAPORTA. Coll. H. Tintant. — × 1/2.

PLANCHE XIX.

Palaeocyparis robusta SAPORTA ; moitié inférieure de la figure 5 de la Planche XVIII. — × 1.

PLANCHE XX.

FIG. 1. — Fragment d'une fronde de *Lomatopteris burgundiaca* SAPORTA. Coll. J. Beaudoin. — × 1.

FIG. 2 et 3. — Fragments de fronde de *Lomatopteris moretiana* SAPORTA (figurés par de Saporta [pl. 52, fig. 1-2]). Coll. J. Beaudoin. — × 1.

FIG. 4 à 6. — Fragments de fronde de *Lomatopteris balduini* SAPORTA. Coll. J. Beaudoin et J. Thierry. — × 1.

FIG. 7. — Fronde de *Lomatopteris burgundiaca* SAPORTA (figurée par de Saporta [pl. 54, fig. 1]). Coll. J. Beaudoin. — × 1.

PLANCHE XXI.

FIG. 1. — Empreintes rubanées rapportées à *Yuccites burgundiacus* SAPORTA (figurées par de Saporta [pl. 236, fig. 1]). — × 1.

FIG. 2. — *Androstrobus balduini* SAPORTA. — × 1.

FIG. 3. — *Otozamites decorus* SAPORTA, fragment de fronde (figuré par de Saporta [pl. 110, fig. 1]). — × 1.

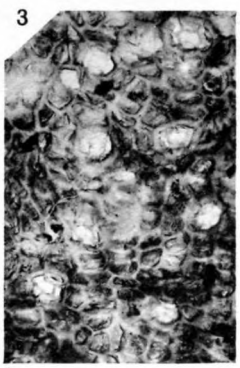
FIG. 4 et 5. — Fragments de frondes d'*Otozamites pterophylloides* BRONGNIART.

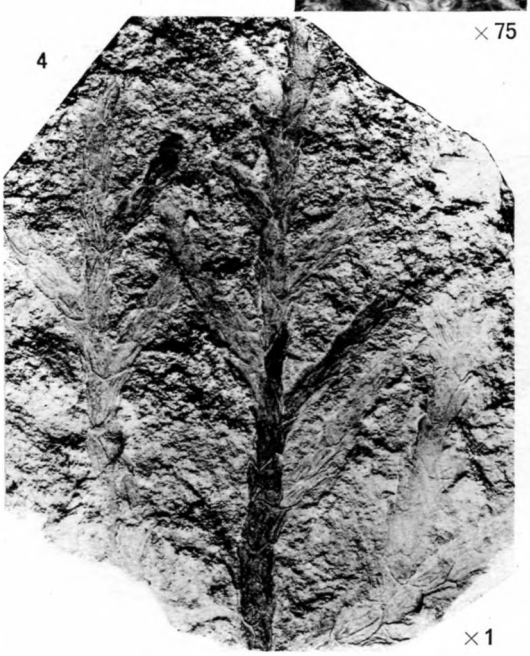
4 : face inférieure de la fronde (figurée par de Saporta [pl. 107, fig. 1]). — 5 : face supérieure de la fronde.

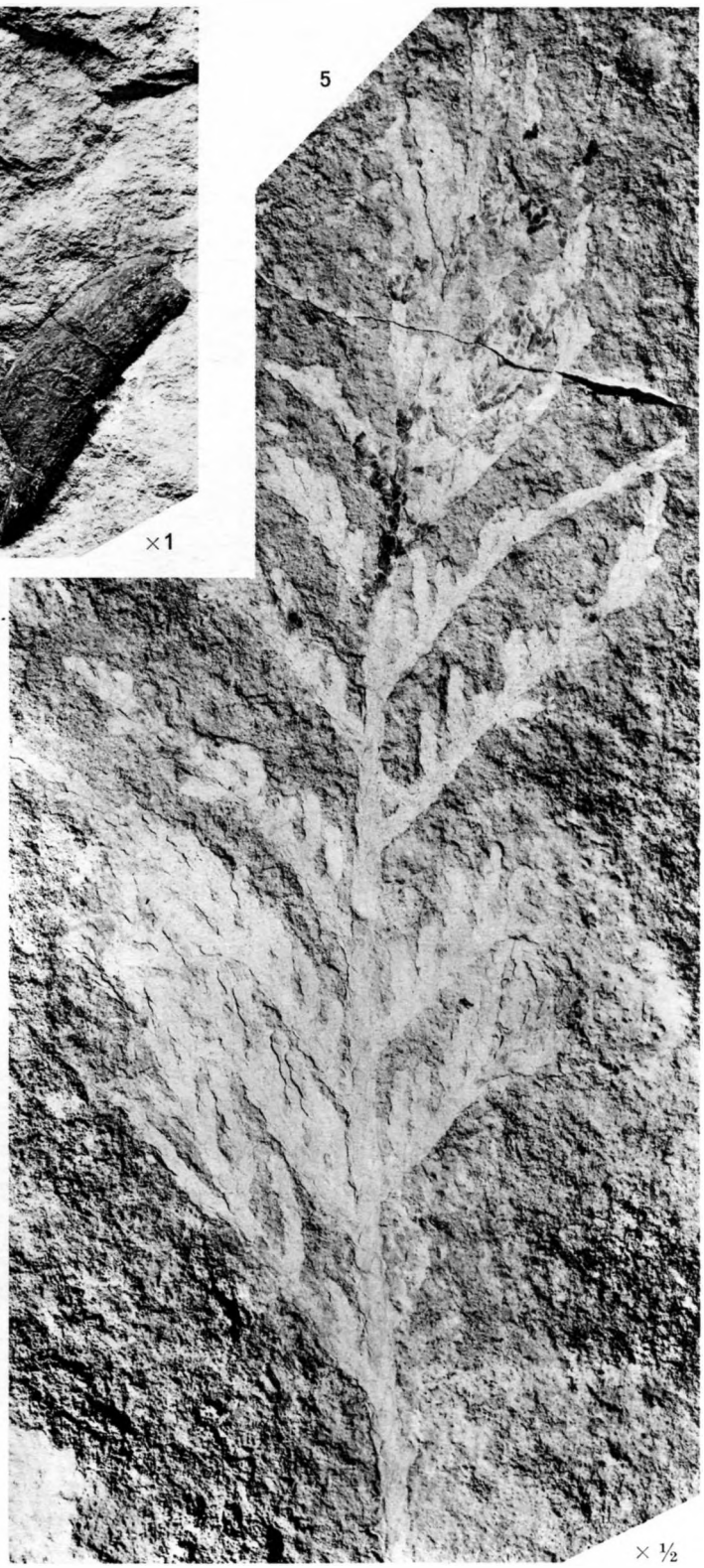
Tous les échantillons de la collection J. Beaudoin.

1
×1

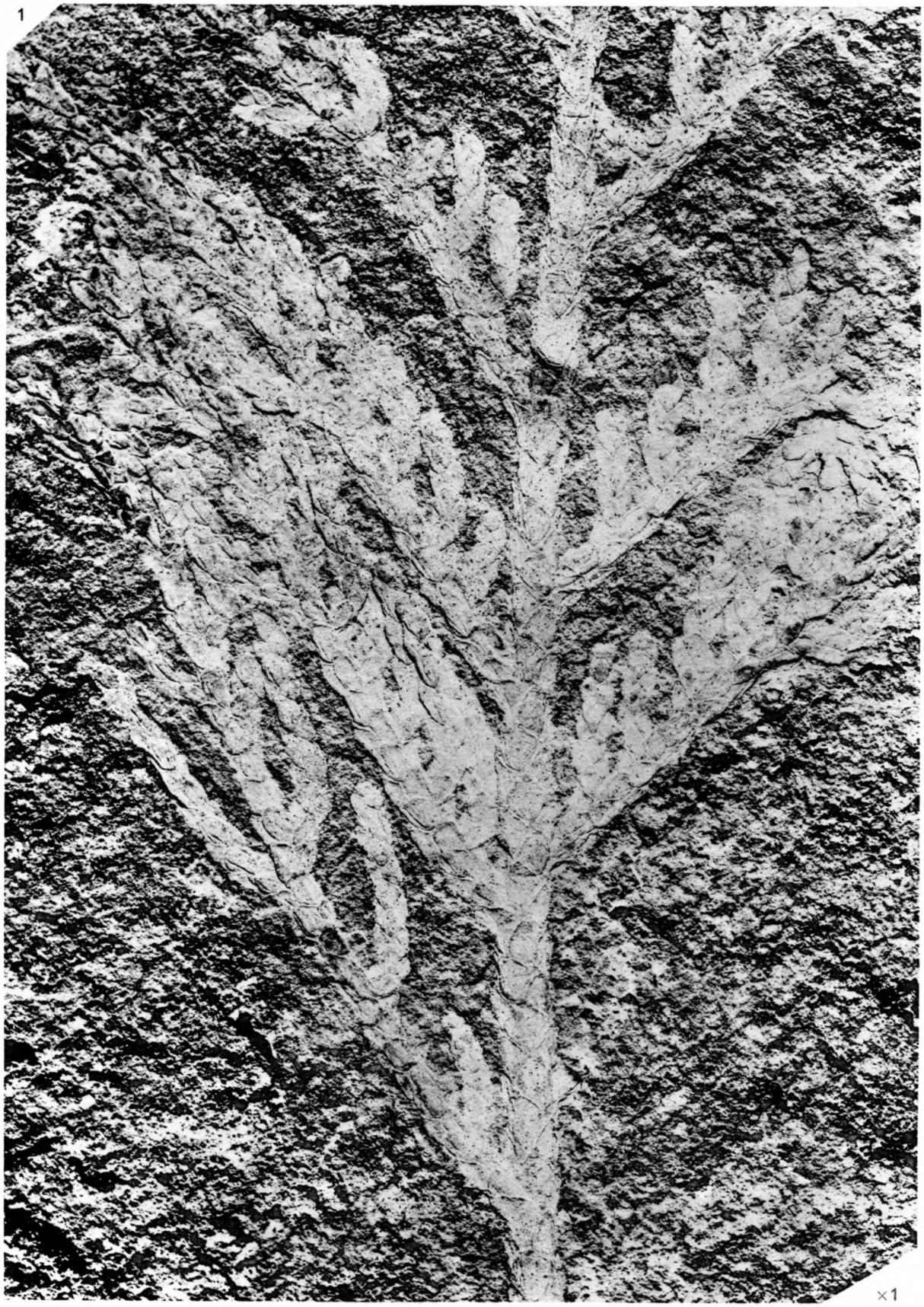
2
×1


3
×75

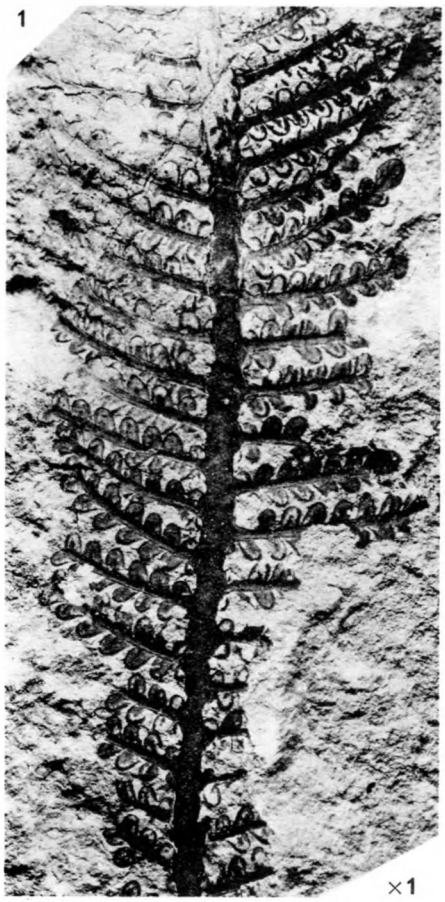

4
×1


5
× ½

1

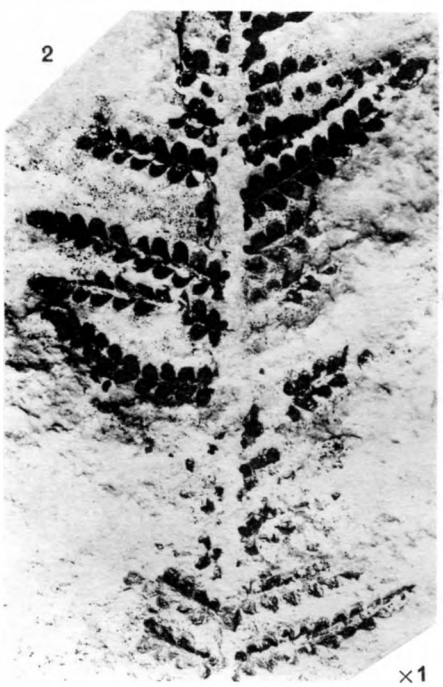


×1


1
×1

3
×1

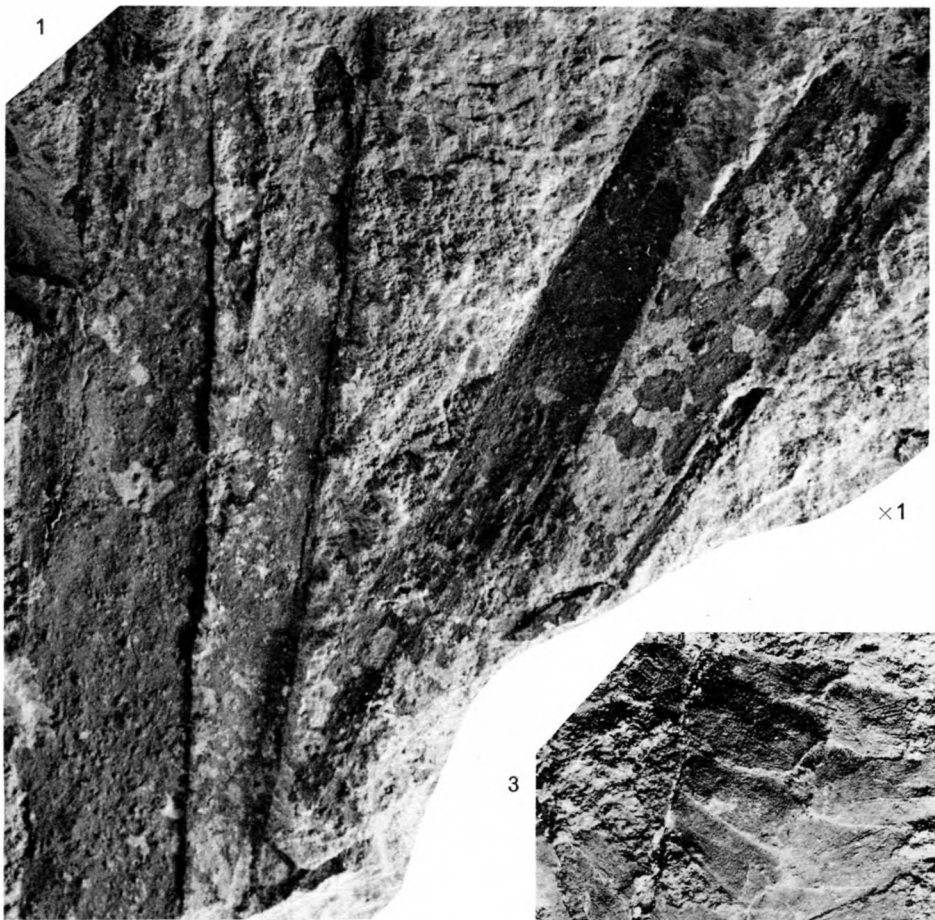
7
×1


2
×1

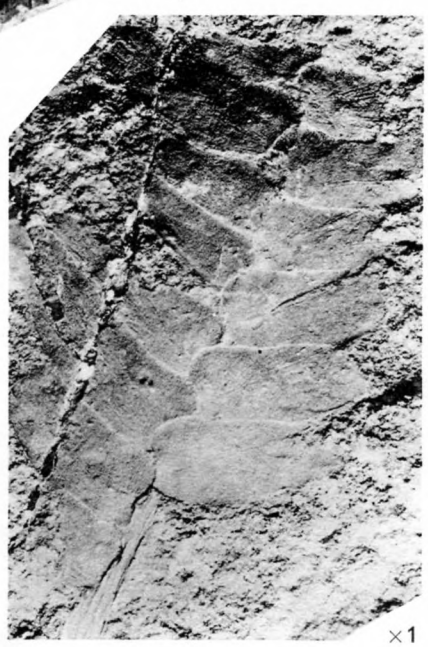
4
×1

5
×1

6
×1


1
×1

2
×1


3
×1

4
×1

5
×1