

FLORE AUTUNNIENNE SILICIFIÉE DE GIPCY (PERMIEN INFÉRIEUR DU BASSIN DE BOURBON-L'ARCHAMBAULT, ALLIER, MASSIF CENTRAL, FRANCE)

Autunian silicified fossil plants from Gipcy (Lower Permian basin of Bourbon-l'Archambault, Central France)

Philippe Legrand

15 rue Federico Garcia Lorca, 63370 Lempdes, France
phlegrand.lempdes@laposte.net

Pierre Debriette

7 chemin de l'Endonnière, 03210 Gipcy, France
pj-debriette@wanadoo.fr

Stephen Durif

La Côte de la Presle, 03210 Marigny, France
stephendurif@yahoo.fr

Ronny Roessler

Museum für Naturkunde Moritzstrasse 20, 09111 Chemnitz, Allemagne
roessler@naturkunde-chemnitz.de

Résumé

La flore autunienne de Gipcy (Permien inférieur du bassin de Bourbon-l'Archambault) est pour la première fois décrite et figurée. Cette flore bien conservée comprend essentiellement des stromatolithes silicifiés, des tiges perminéralisées de *Calamites Suckow* identifiées comme *Arthropitys Goeppert*, des racines de *Psaronius Cotta*, et des morceaux de bois pycnoxyliques silicifiés *Agathoxylon Hartig*. Parmi les *Agathoxylon*, des tiges à structure conservée ont été rapprochées des *Cordaïtes* et des Conifères. Des valves d'ostracodes ont aussi été observées au voisinage des laminations stromatolithiques.

La flore de Gipcy est comparée avec les flores autuniennes d'autres localités du bassin de Bourbon-l'Archambault provenant du même niveau stratigraphique, principalement : les stromatolithes silicifiés de Souvigny et de Meillers, et la flore supérieure des quartzites de Meillers.

Abstract

Autunian (Lower Permian) flora from Gipcy (basin of Bourbon-l'Archambault) is first described and figured. This well-preserved flora comprises mainly silicified stromatolithes, permineralized stems of Calamites Suckow identified as Arthropitys Goeppert, Psaronius Cotta roots and parts of silicified pycnoxylic woods Agathoxylon Hartig. Among Agathoxylon, well-preserved stems close to Cordaite and to Conifers have been identified.

Ostracod shells have also been observed in the near of stromatolitic rims.

The flora from Gipcy is compared with Autunian floras from some other sites in the basin of Bourbon-l'Archambault issuing from the same stratigraphic level, mainly: silicified stromatolites from Souvigny and Meillers, and the upper flora from the quartzites of Meillers.

1. INTRODUCTION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

Dans le bassin de Bourbon-l'Archambault, les terrains de l'Autunien (étage régional du Permien inférieur) sont divisés en deux ensembles : « Autunien gris » ou assises de Buxières sensu lato à la base, et « Autunien rouge » au sommet. L'unité supérieure de l'Autunien gris est appelée assise de Buxières sensu stricto. Elle comporte stratigraphiquement des couches de charbon exploitées jusqu'au début des années 2000 à Buxières-les-Mines, la plus développée étant la « couche du toit », puis des schistes bitumineux (« faisceau des schistes bitumineux »), et se termine par le « faisceau dolomitique » à stromatolithes (Fig. 1).

Les bancs carbonatés de ce faisceau dolomitique peuvent être silicifiés, avec individualisation de silex noirs pouvant envahir très largement les bancs.

Les deux sous-bassins qui forment le bassin de Bourbon-l'Archambault (sous-bassin de Buxières-les-Mines ou sous-bassin de l'Aumance, et golfe de Souvigny-Noyant ou sous-bassin de la Queune) ont été corrélés notamment par deux cinérites : la cinérite dénommée « lien blanc » située au toit des couches de charbon, sous les schistes bitumineux, et la cinérite dénommée « lien vert » située au toit du faisceau des schistes bitumineux (Launay, 1888a ; Paquette, 1980 ; Turland, 1990 ; Debriette, 1992a, 1992b ; Steyer *et al.*, 2000 ; Legrand et Debriette, 2007b).

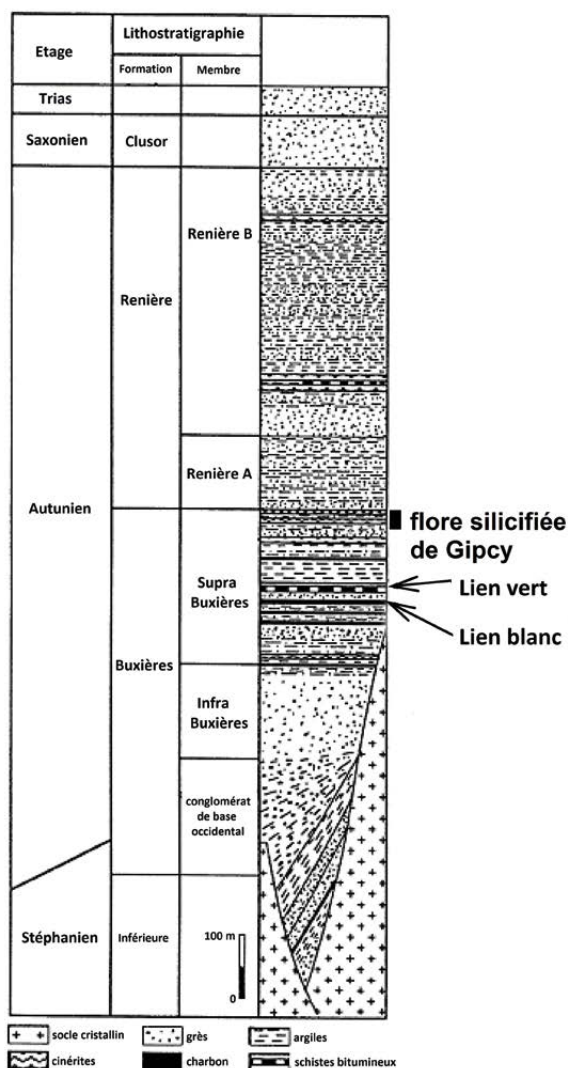


Fig. 1. - Coupe stratigraphique du bassin de Bourbon-l'Archambault (d'après Debriette, 1992b) ; Lien blanc et Lien vert = cinérites.

Fig. 1. - Stratigraphic section in the basin of Bourbon-l'Archambault (after Debriette, 1992b) ; Lien blanc and Lien vert = volcanic ash tuff levels ; flore silicifiée de Gipcy = silicified flora from Gipcy.

La cinérite « lien blanc » a été datée à $294,6 \pm 3,2$ Ma (Ducassou et al., 2018). La cinérite « lien vert » a été datée à 288 ± 4 Ma (Kaulfuss, 2003).

En forêt domaniale des Prieurés-Grosbois, sur la commune de Gipcy, le toit du faisceau dolomitique affleure dans le lit du ruisseau situé entre l'étang des Sonneurs et le prieuré Saint-Jean de Grosbois : ruisseau du Pré Grelet à l'aval de l'étang des Sonneurs, affluent du ruisseau Jean-de-Bois, qui se jette dans le ruisseau de Coulombière. Des grès alternant avec des argilites bariolées apparaissent en place sur les bords du lit du ruisseau. Les niveaux carbonatés (des dolomies) ont été silicifiés, et les produits de leur démantèlement ont été plus ou moins transportés par les eaux : silex de couleur marron foncé à noir. Par dessus se trouvent les dépôts de remplissage du fond de l'ancien étang Jean-de-Bois qui appartenait à la famille de Saint-Hilaire avant la Révolution,

transformé ensuite en pâturage, et maintenant occupé par la forêt domaniale des Prieurés-Grosbois.

Géographiquement, le site de Gipcy est situé sur la ride de Gipcy-Bourbon qui sépare, au cours du dépôt du faisceau dolomitique, le sous-bassin de l'Aumance et le golfe de Souvigny (Fig. 2).

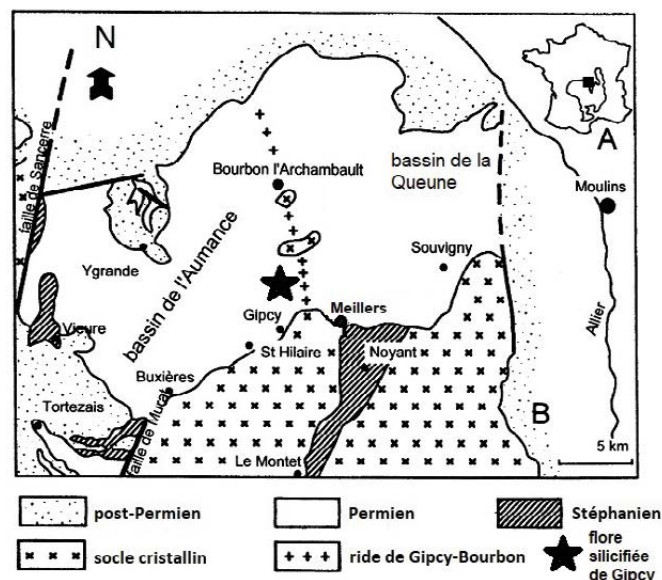


Fig. 2. - Le bassin permien de Bourbon-l'Archambault et les deux sous-bassins de l'Aumance (ou sous-bassin de Buxières-les-Mines), et sous-bassin de la Queune (ou golfe de Souvigny-Noyant) (d'après Paquette, 1980). A : localisation du bassin de Bourbon-l'Archambault au nord du Massif central ; B : carte géologique et géographique simplifiée.

Fig. 2. - The Permian basin of Bourbon-l'Archambault and its two sub-basins : the basin of the Aumance (= basin of Buxières-les-Mines) and the basin of the Queune (= basin of Souvigny-Noyant) (after Paquette, 1980). A : localisation of the basin of Bourbon-l'Archambault in the Northern Massif Central, France ; B : geological and geographical setting.

La flore autunienne silicifiée décrite dans cet article provient des silex récoltés dans le lit du ruisseau. Ces silex conservent par ailleurs la trace de cristaux de dolomite. Il faut enfin souligner qu'ils ont été utilisés comme outillage par l'homme préhistorique, ce site correspondant à un atelier de taille du Paléolithique moyen (Moustérien). De très nombreux blocs et éclats de débitage, et des outils, sont visibles sur un linéaire de ruisseau d'environ 2,5 kilomètres (gisement répertorié par la Direction Régionale des Affaires Culturelles et collection S. Durif, études en cours).

2. INVENTAIRE DE LA FLORE FOSSILE

La classification paléobotanique des végétaux supérieurs est celle retenue par Lemoigne (1988), avec quelques mises à jour taxonomiques.

D'une manière générale, tous les fossiles récoltés se présentent sous la forme de silex noirs, ou sont inclus dans des silex noirs.

2.1 Stromatolithes

Les stromatolithes sont des encroûtements effectués par des microorganismes regroupés en biocénoses complexes, comprenant principalement des bactéries, des cyanobactéries, des algues eucaryotes, et des champignons. Ces encroûtements d'épaisseur variable sont constitués de couches successives, les lamines, bien visibles en section, qui sont des couches de particules de sédiment fin piégées par les filaments microbiens, ou de minéraux précipités par ces derniers. Dans les édifices stromatolithiques, des filaments algaires peuvent être observés et identifiés ; les algues fossiles, de morphologie parfois très proche d'espèces actuelles, sont alors définies par des morpho-espèces (Freytet et Verrecchia, 2002).

A Gipcy, des encroûtements stromatolithiques pluricentimétriques se sont développés autour de tiges d'un diamètre centimétrique ; ces tiges ont souvent complètement disparu et aucune structure végétale n'est observable (Planche 1, Fig. 1 et 2). Les stromatolithes peuvent alors apparaître sous forme de tubes (Planche 1, Fig. 1). Les encroûtements stromatolithiques apparaissent aussi parfois bréchifiés (Planche 1, Fig. 1).

Plus rarement, des encroûtements stromatolithiques sont visibles entre des racines aériennes de *Psaronius* à structure conservée (Planche 2, Fig. 1).

Enfin, des valves d'ostracodes, et même des carapaces à deux valves, ont été observées au voisinage des laminations stromatolithiques (Planche 2, Fig. 4), soulignant l'environnement aquatique de la formation.

2.2 Genre *Agathoxylon* Hartig

Le genre de forme *Agathoxylon* regroupe de très nombreux bois minéralisés dispersés du Primaire, dont le bois secondaire est composé de rayons et de trachéides avec ponctuations aréolées. Les *Agathoxylon* regroupent principalement des bois de Cordaites (Prespermatophyta, Cordaitophytina, Cordaitales), des bois de Conifères (Spermatophyta, Gymnospermophytina, Coniferales) et des bois de Ginkgophytes (Prespermatophyta, Ginkgophytina, Ginkgoales) (Lemoigne, 1988 ; Broutin *et al.*, 1994 ; Noll *et al.*, 2005 ; Rössler *et al.*, 2014).

Plusieurs spécimens, correspondant à des morceaux de bois de taille décimétrique, ont été récoltés.

Par ailleurs, des tiges d'un diamètre centimétrique à pluri-centimétrique sont parfois incluses dans les silex noirs, ou sont parfois libres. Elles ont souvent leur structure ou une partie de leur structure conservée (Planche 1, Fig. 3 et 4).

L'étude microscopique de trois spécimens (PL5234, PL5438 et PL5439 : Planche 4) a montré que leur structure et leurs caractères sont proches des bois de Cordaites (PL5439 : Planche 1, Fig. 4) ou de Conifères (PL5234 : Planche 1, Fig. 3, et PL5438) ; cependant, ces trois bois pycnoxyliques pourraient aussi appartenir à la même espèce : un Coniférophyte (Conifère ou Cordaite) juvénile.

2.3 Genre *Psaronius* Cotta (Pteridophyta, Filicophytina, Filicales eusporangées)

Le terme *Psaronius* au sens large désigne des fougères arborescentes du groupe des Marattiales. Le terme *Psaronius* au sens strict désigne les parties fossiles, pétrifiées, de leur tronc (Andrews et Doubinger, 1970).

Les exemplaires récoltés correspondent à des parties internes du manteau de racines et à des parties du manteau supérieur de racines entourant la tige.

Un exemplaire décimétrique partiellement conservé montre en section transversale un manteau de racines aériennes bien développé ; au niveau de ces racines, la stèle en étoile est bien visible en coupe transversale (Planche 2, Fig. 2).

Plusieurs exemplaires fragmentaires (Planche 2, Fig. 1 et 3) sont constitués de racines aériennes pouvant atteindre un diamètre centimétrique ; la stèle en étoile et l'aérenchyme l'entourant sont parfois bien conservés.

Zeiller (1890 : planche XXVI, texte p. 242 et p. 255) indique que les racines du *Psaronius augustodunensis* Unger peuvent atteindre et dépasser 1 centimètre de diamètre, et celles du *Psaronius asterolithus* Cotta, 2 voire 3 centimètres de diamètre.

2.4 Bois silicifié de *Calamites* (Pteridophyta, Sphenophytina, Calamitales)

Les genres *Arthropitys* Goeppert, *Calamitea* Cotta et *Arthroxylon* Reed regroupent les bois minéralisés des Calamites, dont la distinction ne peut se faire que de manière microscopique ; le genre *Calamites* Suckow est réservé aux moulages et empreintes des tiges (Langiaux et Marguerier, 1980 ; Langiaux, 1984 ; Lemoigne, 1988 ; Rössler et Noll, 2006 ; Rössler et Noll, 2007).

Il s'agit des fossiles les plus abondants à Gipcy, représentés à la fois par des moulages de tiges (empreintes sur les blocs de silex) et par des bois minéralisés à structure conservée (inclus dans les silex), les tiges pouvant atteindre un diamètre décimétrique.

L'une des empreintes (moulage médullaire : Planche 3, Fig. 1) peut être rapprochée de *Calamites* (*Stylocalamites*) *suckowii* Brongniart : côtes aplaties, peu saillantes, arrondies à chaque extrémité avec à l'extrémité supérieure un grand nodule ovale ou circulaire. Les nodules de l'extrémité inférieure sont peu marqués, ils manquent le plus souvent. Les côtes alternent généralement avec celles de l'entre-noeud voisin, mais en certains points, les côtes opposées peuvent être assez nombreuses (Boureau, 1964).

Plusieurs tiges à structure conservée (Planche 3, Fig. 2, 3 et 4) peuvent être rapprochée d'*Arthropitys* en raison des nombreux coins ligneux caractéristiques du bois initial des *Calamites*, et des larges rayons ligneux (Renault, 1896). L'étude microscopique de deux spécimens a permis de confirmer l'attribution à *Arthropitys* pour l'un à structure particulièrement bien conservée (PL5186 : Planche 3, Fig. 4).

Le spécimen PL5183 (Planche 3, Fig. 2) a aussi été rapproché d'*Arthropitys*, bien que de plus mauvaise conservation.

3. COMPARAISON AVEC D'AUTRES SITES DU BASSIN DE BOURBON-L'ARCHAMBAULT

D'un point de vue stratigraphique, la flore fossile récoltée à Gipcy se situe dans le faisceau dolomitique à stromatolithes qui termine l'assise de Buxières sensu stricto. Elle est tout à fait contemporaine des stromatolithes de Souvigny (Legrand et Debriette, 2007b), les silex de Gipcy étant un équivalent latéral des silex de Souvigny, et aussi des niveaux supérieurs des quartzites de Meillers (Legrand et Debriette, 2007a ; Debriette et Legrand, 2021). Il est d'ailleurs possible que la silicification des stromatolithes de Souvigny soit contemporaine et en relation directe avec la formation des calcédonites de Meillers (Legrand et Debriette, 2007b), tout comme les silicifications rencontrées à Gipcy.

3.1 Stromatolithes

A Souvigny, site distant d'une douzaine de kilomètres, les édifices stromatolithiques apparaissent particulièrement nombreux, développés et diversifiés, avec des stromatolithes plans ou tabulaires, des stromatolithes en dômes ou en choux-fleurs, des stromatolithes en tubes et des stromatolithes disloqués ou bréchifiés, souvent pluri-décimétriques. Les stromatolithes en tubes ont très certainement encroûté des tiges, mais celles-ci ont entièrement disparu et leur identification n'est donc pas possible (Legrand et Debriette, 2007b). Un échantillon de stromatolithe plan en couches ondulées a été étudié et a livré des filaments algaires mal conservés ; ces microstructures ont été rapportées à l'algue *Broutinella variegata* f. *incipiens* Freytet (Freytet et al., 1999). Par ailleurs, plusieurs lames minces (collection Ph. Legrand) ont fourni des laminations à *Plaziatella colleniaeformis* Freytet, et l'une des lames minces, des colonnettes à *Plaziatella cryptozooniaeformis* Freytet surmontées de planchers à *Plaziatella colleniaeformis* Freytet (Freytet, com. pers. 2008).

A Meillers, site distant d'environ 5 kilomètres, les quartzites ont livré en lames minces des laminations stromatolithiques planes ou légèrement ondulées et des filaments algaires. Les algues présentes à Meillers ont été décrites par Freytet et al. (2000) : *Baltzerella stephaniense* Freytet, *Hanskerpella pustulata* Freytet, *Ponsinella multifrons* Freytet et *Sarfatigirella intricata* Freytet. Il existe aussi des laminations d'origine bactérienne. Hilly et Monty (1997) estiment qu'il est vraisemblable que les calcédonites stratifiées et rubanées des quartzites de Meillers, où les laminations primaires du dépôt restent visibles, sont de véritables stromatolithes. Les dépôts calcédonieux rubanés montrent souvent des festons ou des

structures en chou-fleur qui suggèrent aussi une origine organique (Marcoux et al., 2004 ; Debriette et Legrand, 2021).

Dans le sous-bassin de l'Aumance, à Buxières-les-Mines, les niveaux dolomités et silicifiés de l'unité supérieure de l'Autunien gris ont aussi fourni des stromatolithes qui ont été décrits par Paquette (1980). Des restes d'algues non marines y ont été trouvés, qui appartiennent aux morpho-espèces *Plaziatella colleniaeformis* Freytet, *Ellenbergerella attenuata* Freytet, et *Baltzerella aumanciana* Freytet (échantillons et lames de Paquette réinterprétés par Freytet : références in Legrand et Debriette, 2007b).

A Gipcy, les stromatolithes apparaissent, au contraire des autres sites, peu abondants, peu développés, et essentiellement en encroûtements de tiges ou racines, ces dernières plus ou moins conservées. L'exemplaire figuré en Planche 1, Fig. 1 est morphologiquement identique à certains spécimens de Souvigny. Aucune étude microscopique des organismes constructeurs des stromatolithes n'a pu être effectuée à Gipcy.

A noter aussi que des ostracodes sont bien présents dans les silicifications de Gipcy, mais n'ont pas été rencontrés sous la forme d'accumulations comme cela arrive à Souvigny (Legrand et Debriette, 2007b).

3.2 Végétaux supérieurs

A Souvigny, les silex renfermant les stromatolithes n'ont livré aucune structure végétale identifiable : les tiges qui ont été encroûtées ont disparu et ont laissé place à de la silice ou à un vide.

A Meillers, les quartzites et grès latéraux ont par contre fourni une flore diversifiée décrite et figurée par Legrand et Debriette (2007a) et Debriette et Legrand (2021). Celle-ci comprend des tiges et parties de manteaux de racines adventives de *Psaronius*, des épis fructifères de Calamitales ou de Sphénophyllales, des fragments de tiges d'Articulées (Calamitales ou Sphenophyllales), un bois silicifié de *Calamites*, une empreinte d'écorce du tronc de *Sigillaria* stade *Syringodendron* (Lepidophytales), des *Agathoxylon* assez nombreux, des fructifications attribuables en partie à des graines de Cordaites, et des pinnules attribuables à des fougères (Filicophytes) ou à des fougères à graines (Pteridospermaphytes).

On retrouve donc à Gipcy une partie des éléments floristiques déjà connus à Meillers, avec des spécimens particulièrement bien conservés à Gipcy, notamment de *Calamites*, tandis que la silicification a souvent altéré la structure cellulaire à Meillers.

4. CONCLUSIONS

Les silex de Gipcy sont stratigraphiquement l'équivalent latéral immédiat des silex de Souvigny. Dans les deux cas cependant, la flore présente est bien différente : stromatolithes particulièrement nombreux, développés et diversifiés

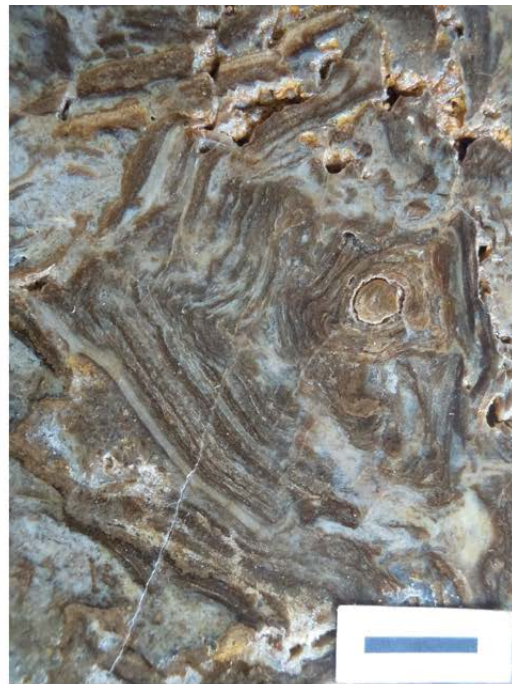
à Souvigny, très réduits à Gipcy où la flore supérieure est diversifiée et dominée par les *Calamites*, avec aussi des *Psaronius* bien représentés. Ces différences peuvent résulter de la situation géographique des deux sites. En effet, Souvigny est situé dans le sous-bassin de Souvigny-Noyant, tandis que Gipcy est situé sur la ride séparant les deux sous-bassins de Souvigny-Noyant et de Buxières-les-Mines. A Gipcy se situait donc un haut-fond, avec des profondeurs d'eau plus faibles qu'à Souvigny, et surtout des exondations temporaires plus longues qu'à Souvigny. Cette situation a permis à une flore supérieure diversifiée de s'installer et de se développer à Gipcy, alors que les stromatolithes et les ostracodes trouvaient des conditions plus favorables à Souvigny avec un milieu lacustre peu profond mais permanent (Legrand et Debriette, 2007b).

- ANDREWS H.N. & DOUBINGER J. (1970).- Tiges et pétioles de Marattiaceae fossiles. In : Boureau E. (dir.). *Traité de Paléobotanique*. Tome IV, fasc. 1 : Filicophyta. Ed. Masson, Paris, 183-203.
- BOUREAU E. (1964).- Famille des Calamitaceae. In *Traité de paléobotanique*. Tome III : Sphenophyta, Noeggerathiophyta. Ed. Masson & Cie, Paris. p. 239-371
- BROUTIN J., GAND G. & DEBRIETTE P. (1994).- Bois silicifiés permien du bassin de Montceau-les-Mines (Massif Central, France). In : Poplin C., Heyler D. (dir.). Quand le Massif Central était sous l'équateur. Un écosystème carbonifère à Montceau-les-Mines. Mémoires de la section des sciences 12, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 93-100.
- DEBRIETTE P. (1992a).- *Livret-guide de l'excursion* : bassin permien de Bourbon-l'Archambault et sillon houiller (Noyant), 9 et 10 mai 1992. I : Géologie : présentation ; II : Sillon houiller : sédimentologie, volcanisme, structuration, paléontologie ; III : Autunien gris de l'Aumance : charbon, schistes bitumineux, quartzites. Société d'Histoire naturelle d'Autun, 8+10+16 p. + fig.
- DEBRIETTE P. (1992b).- Le bassin permien de Bourbon-l'Archambault et le sillon houiller (Allier, France). Présentation et itinéraire géologique. *Bull. Soc. Hist. nat. Autun*, **144**, 13-34.
- DEBRIETTE P., LEGRAND Ph. (2021).- Les quartzites de Meillers (Permien inférieur du bassin de Bourbon-l'Archambault, Allier, Massif central, France) : un élément du patrimoine géologique national. *Revue des Sciences naturelles d'Auvergne*, **85**, 3-22.
- DUCASSOU C., BOURQUIN S., PELLENARD P., BECCALETTO L., MERCUZOT M., ROSSIGNOL C., PUJOL M., HALLOT E., PIERSON-WICKMANN A-C. & GAND G. (2018).- Caractérisation pétrochimique et datation U-Pb du volcanisme contemporain des bassins d'âge fini-Carbonifère à Permien du Nord du Massif central. Poster et Livre des résumés, p. 9, 26e Réunion des Sciences de la Terre, Société géologique de France, Lille, 22-26 octobre 2018.
- FREYDET P., BROUTIN J. & DURAND M. (2000).- Distribution and palaeoecology of freshwater algae and stromatolites : III, some new forms from the Carboniferous, Permian and Triassic of France and Spain. *Annales de Paléontologie*, **86** (4), 195-241.
- FREYDET P., TOUTIN-MORIN N., BROUTIN J., DEBRIETTE P., DURAND M., EL WARTITI M., GAND G., KERP H., ORSZAG F., PAQUETTE Y., RONCHI A. & SARFATI J. (1999).- Palaeoecology of non marine algae and stromatolites : Permian of France and adjacent countries. *Annales de Paléontologie*, **85**, 99-153.
- FREYDET P. & VERRECCHIA E.P. (2002).- Lacustrine and palustrine carbonate petrography : an overview. *Journal of Paleolimnology*, **27**, 221-237.
- HILLY J. & MONTY C. (1997).- Paléogeysérites biogènes dans les formations siliceuses du Permo-Carbonifère du Massif central : gisements de Meillers (Allier) et de Saint-Priest-en-Jarez (Loire). 6^e Congrès Français de Sédimentologie, livre des résumés, Publ. n° 27, ASF, Paris, 141-142.
- KAULFUSS U. (2003).- Lithofazies, Genese und Stratigraphie des Permokarbon im Becken von Bourbon-l'Archambault (Massif central). Fallstudie Buxières-les-Mines. *Diplomarbeit*, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie, Bernhard-von-Cotta-Strasse 2, 82 p.
- LANGIAUX J. (1984).- Flores et faunes des formations supérieures du Stéphanien de Blanzay-Montceau (Massif Central français) ; stratigraphie et paléoécologie. *Thèse de Doctorat d'Université*, Univ. Louis-Pasteur, Strasbourg, 270 p., 7 pl.
- LANGIAUX J. & MARGUERIER J. (1980).- Découverte d'une structure d'*Arthropitys communis*, considérations taxinomiques et phylogéniques. *La Physiophile, Soc. Et. Sc. Hist. Montceau-les-Mines*, **92**, 89-102, 6 pl.
- LAUNAY L. de (1888).- Etude sur le terrain permien de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., **XVI**, 298-336.
- LEGRAND Ph. & DEBRIETTE P. (2007a).- Flore autunienne des « quartzites de Meillers » (Permien inférieur du bassin de Bourbon-l'Archambault, Allier, Massif Central, France). *Revue des Sciences naturelles d'Auvergne*, **71**, 27-39.
- LEGRAND Ph. & DEBRIETTE P., (2007b).- Les stromatolithes de l'Autunien (Permien inférieur) de Souvigny (Allier, Massif Central, France). *Annales de la Société géologique du Nord*, **14** (2e sér.), 43-53.
- LEMOIGNE Y. (1988).- La flore au cours des temps géologiques. *Geobios*, mém. sp. **10**, tome 1, Univ. Claude-Bernard, Lyon, 384 p.
- MARCOUX E., LE BERRE P., COCHERIE A., 2004. The Meillers Autunian hydrothermal chalcedony : first evidence of a ~295 Ma auriferous epithermal sinter in the French Massif Central. *Ore Geology Reviews*, **25**, 69-87.
- NOLL R., RÖSSLER R., WILDE V., 2005. 150 Jahre *Dadoxylon*. Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz, **28**, 29-48.
- PAQUETTE Y. (1980).- Le bassin autunien de l'Aumance (Allier) : sédimentologie, tectonique syndiagénétique. *Thèse*, Univ. Dijon, 227 p.
- RENAULT B. (1896).- Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Fascicule IV : flore fossile, deuxième partie. Étude des gîtes minéraux de la France, Ministère des Travaux publics, Paris, 578 p., planches XXVIII-LXXXIX.

- RÖSSLER R. & NOLL R. (2006).- Sphenopsids of the Permian (I): the largest known anatomically preserved calamite, an exceptional find from the petrified forest of Chemnitz, Germany. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 140, 145-162.
- RÖSSLER R. & NOLL R. (2007).- *Calamitea* Cotta, the correct name for calamitean sphenopsids currently classified as *Calamodendron* Brongniart. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 144, 157-180.
- RÖSSLER R., PHILIPPE M., VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT J. H. A., MCLOUGHLIN S., SAKALA J., ZIJLSTRA G. *et al.* (2014).- Which name(s) should be used for Araucaria-like fossil wood? Results of a poll. *Taxon* **63** (1), 177-184.
- STEYER J.S., ESCUILLIÉ F., POUILLON J.-M., BROUTIN J., DEBRIETTE P., FREYTET P., GAND G., POPLIN C., RAGE J.-C., RIVAL J., SCHNEIDER J.W., STAMBERG S., WERNEBURG R. & CUNY G. (2000).- New data on the flora and fauna from the ?uppermost Carboniferous-Lower Permian of Buxières-les-Mines, Bourbon-l'Archambault basin (Allier, France). A preliminary report. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **171** (2), 239-249.
- TURLAND M. (1990).- (avec la collaboration de Mathis V., Grolier J., Monier G., Croisé G., Debriette P., Milhau D., Mercier-Batard F., Carroué J.-P., Piboule M., Debéglià N.). Notice explicative, carte géologique de la France à 1:50000, feuille Bourbon-l'Archambault (597). Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 82 p. *Carte géologique* par Turland *et al.*, 1990..
- ZEILLER R. (1890).- Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Fascicule II : flore fossile, première partie. Étude des gîtes minéraux de la France, *Ministère des Travaux publics*, Paris, 304 p., planches I-XXVII.



1



2



3



4

Planche 1. Flore autunienne silicifiée de Gipcy (Allier, France). Collection Philippe LEGRAND. Barre d'échelle = 1 cm. Sections transversales.

Fig. 1. Stromatolithes en tubes et bréchifiés (réf. PL5430).

Fig. 2. Encroûtements stromatolithiques autour d'une tige remplacée par la silice (réf. PL5232).

Fig. 3. *Agathoxylon* à structure végétale conservée proche d'un Conifère (réf. PL5234).

Fig. 4. *Agathoxylon* à structure végétale conservée proche d'une *Cordaite* (réf. PL5439).

Plate 1. Autunian silicified fossil plants from Gipcy (Allier, France). Collection Philippe LEGRAND. Scale bar = 1 cm. Transverse sections.

Fig. 1. Tubular stromatolites with fragments (specimen PL 5430).

Fig. 2. Stromatolitic laminations all around a stem replaced by silica (specimen PL5232).

Fig. 3. *Agathoxylon* stem with preserved structure close to a Conifer (specimen PL5234).

Fig. 4. *Agathoxylon* stem with preserved structure close to *Cordaite* (specimen PL5439).



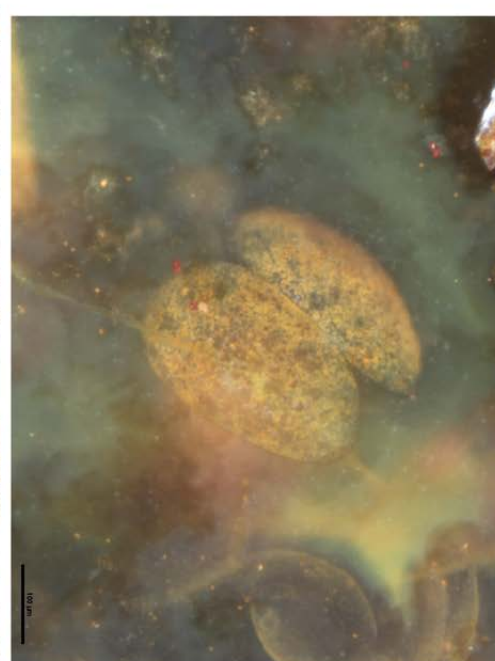
1



2



3



4

Planche 2. Flore autunienne silicifiée de Gipcy (Allier, France). Collection Philippe LEGRAND. Fig. 1 à 3 : barre d'échelle = 1 cm, sections transversales. Fig. 4 : barre d'échelle = 100 µm.

Fig. 1. *Psaronius*, racines aériennes avec encroûtements stromatolithiques entre les racines (réf. PL5188).

Fig. 2. *Psaronius*, manteau de racines aériennes avec stèles en étoiles (réf. PL5187).

Fig. 3. *Psaronius*, racines aériennes montrant l'aérenchyme (terminaison gauche de l'image) (réf. PL5431).

Fig. 4. Carapace d'ostracode à deux valves, au voisinage de laminations stromatolithiques (réf. PL5438).

Plate 2. Autunian silicified fossil plants from Gipcy (Allier, France). Collection Philippe LEGRAND. Fig.1 to 3: scale bar = 1 cm, transverse sections. Fig. 4: scale bar = 100 µm.

Fig. 1. *Psaronius*, aerial roots with stromatolitic laminations between roots (specimen PL5188).

Fig. 2. *Psaronius*, root mantle with fine star-shaped vascular bundles (réf. PL5187).

Fig. 3. *Psaronius*, aerial roots showing the surrounding aerenchyma (left end of the image) (specimen PL5431).

Fig. 4. Ostracod shell near stromatolite rims (specimen PL5438).



1



2



3



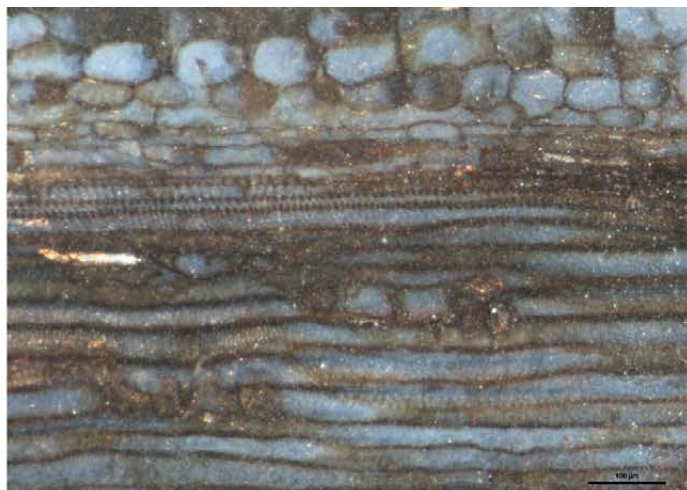
4

Planche 3. Flore autunienne silicifiée de Gipcy (Allier, France). Collection Philippe LEGRAND. Barre d'échelle = 1 cm. Sections transversales sauf Fig. 1.
 Fig. 1. *Calamites*, moulage médullaire proche de *Calamites (Stylocalamites) suckowii* (réf. PL5189).
 Fig. 2. *Calamites*, tige complète, large moelle au centre et coins ligneux du bois initial à la périphérie (bien visibles sur le bord droit), probablement de type *Arthropitys* (réf. PL5186).
 Fig. 3. *Calamites*, nombreux coins ligneux du bois initial (réf. PL5182).
 Fig. 4. *Calamites*, jeune tige avec large moelle, coins ligneux avec larges rayons ligneux, de type *Arthropitys* (réf. PL5183).

Plate 3. Autunian silicified fossil plants from Gipcy (Allier, France). Collection Philippe LEGRAND. Scale bar = 1 cm. Transverse sections except Fig. 1.
 Fig. 1. *Calamites*, medullary imprint close to *Calamites (Stylocalamites) suckowii* (specimen PL5189).
 Fig. 2. *Calamites*, complete stem, large pith in the center and wedges from the initial wood at the periphery (particularly on the right part), probably of *Arthropitys* type (specimen PL5186).
 Fig. 3. *Calamites*, several wedges from the initial wood (specimen PL5182).
 Fig. 4. *Calamites*, juvenile stem with large pith and broad rays, of *Arthropitys* type (specimen PL5183).



1



2



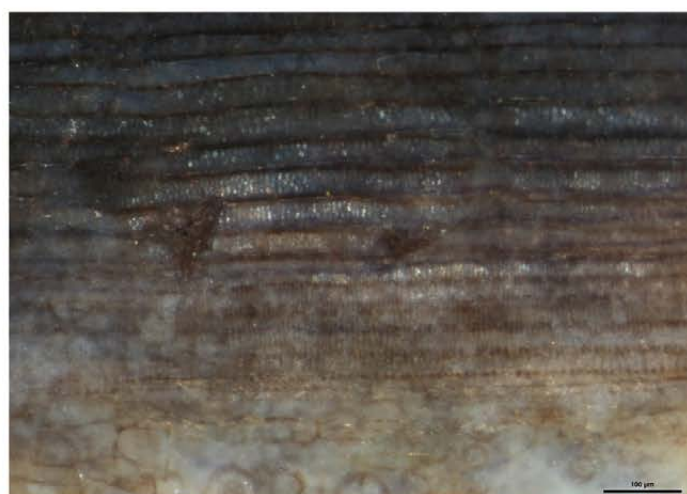
3



4



5



6

Planche 4. Flore autunienne silicifiée de Gipcy (Allier, France). Collection Philippe LEGRAND. Photos Ronny ROESSLER.

Fig. 1 à Fig. 4 : Détails de l'*Agathoxylon* réf. PL5234 (Planche 1, Fig. 3).

Gymnosperme pycnoxylique avec parenchyme de la moelle, xylème primaire et écorce (Fig. 1, 3 et 4, sections transversales, barre d'échelle = 1 mm). Trachéides spiralées scalariformes du xylème primaire (Fig. 2, section longitudinale, barre d'échelle = 100 µm).

Fig. 5 and Fig. 6 : Détails de l'*Agathoxylon* réf. PL5439 (Planche 1, Fig. 4).

Gymnosperme pycnoxylique. Parenchyme de la moelle (au centre) et xylème primaire (Fig. 5, section transversale, barre d'échelle = 1 mm). Trachéides spiralées scalariformes (Fig. 6, section longitudinale, barre d'échelle = 100 µm).

Plate 4. Autunian silicified fossil plants from Gipcy (Allier, France). Collection Philippe LEGRAND. Photos Ronny ROESSLER.

Fig. 1 to Fig. 4 : Details of *Agathoxylon* specimen PL5234 (Plate 1, Fig. 3).

Pycnoxylic gymnosperm with pith parenchyma, primary xylem and cortex (Fig. 1, 3 and 4, transverse sections, scale bar = 1 mm).

Spiral and scalariform tracheids in the primary xylem (Fig. 2, longitudinal section, scale bar = 100 µm).

Fig. 5 and Fig. 6 : Details of *Agathoxylon* specimen PL5439 (Plate 1, Fig. 4).

Pycnoxylic gymnosperm. Pith parenchyma (at the centre) and primary xylem (Fig. 5, transverse section, scale bar = 1 mm). Spiral and scalariform tracheids (Fig. 6, longitudinal section, scale bar = 100 µm).

SOUMETTRE UN ARTICLE AUX
ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD C'EST :

1

Pas de limite de taille/contenu

Vous permettant de soumettre des **manuscripts longs** intégrant des jeux de données conséquents **ou des articles courts** sur une thématique particulière, des développements méthodologiques en cours, des découvertes récentes...

2

Des relectures de qualité

Nous sommes extrêmement attentifs au choix des relecteurs sollicités, comme en témoigne notre **comité éditorial composé d'experts internationaux** dans toutes les disciplines de la recherche sur la Géologie.* Nous prôtons **des relectures constructives**, en particulier pour les jeunes chercheurs.

3

La possibilité de publier en anglais ou en français

4

Défendre une société savante

Défendre la Société Géologique du Nord et son indépendance face aux grands éditeurs scientifiques anglo-saxons.

5

Être connu, reconnu

Et **s'intégrer à la communauté** de recherche sur la Géologie, en particulier régionale, fédérée par la SGN (plus de 170 adhérents dont 11 entités associatives, entreprises, établissements de médiation scientifique...)

6

Une diffusion internationale

Plus de 17 abonnés institutionnels (universités, instituts...) en France, Belgique, Maroc, Etats-Unis, Canada, Chine...

7

Piloter des fascicules thématiques

Possible en tant qu'éditeur-invité

Exemples : Energies citoyennes au service de la transition énergétique (2018), Bassin minier du Nord - Pas-de-Calais (2017), séance spécialisée à la mémoire d'Antoine Bonte « L'urbain c'est demain ! Les enjeux naturels du développement urbain (2013), Géologie des régions de France et des pays environnants (2012)

8

Publication rapide en open access

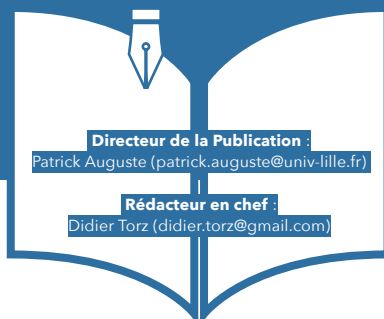
De vos articles, grâce à la **mise en ligne des épreuves**.

9

Attribution d'un DOI à vos articles

10

Gratuit !



Directeur de la Publication :

Patrick Auguste (patrick.auguste@univ-lille.fr)

Rédacteur en chef :

Didier Torz (didier.torz@gmail.com)

Plus d'informations : sgn.univ-lille.fr

* sgn.univ-lille.fr/editions-sgn