

Découverte de mollusques d'eau douce stampiens (Oligocène) et de traces de racines silicifiés au sommet des Grès de Fontainebleau près de Magny-les-Hameaux (Yvelines) ; implications paléoécologiques et conséquences sur l'âge de la grésification*

Pierre FREYTET⁽¹⁾
Frédéric BALTZER⁽²⁾
Yvette DEWOLF⁽³⁾
Alain FREYTET⁽⁴⁾
Jean-Claude KOENIGUER⁽⁵⁾
Jean-Claude PLAZIAT⁽²⁾
Albert PLET⁽³⁾
Marc RUMELHART⁽⁴⁾

Occurrence of silicified freshwater (Stampian, Oligocene) molluscs and root traces in the uppermost part of the Fontainebleau Sandstones near Magny-les-Hameaux (Yvelines); paleoecological implications and consequences concerning the age of silicification

Géologie de la France, n° 4, 1995, pp. 27-36, 7 fig., 1 pl. photo.

Mots-clés : Faune mollusque, Milieu eau douce, Plante fossile (Racine), Grès (Grès Fontainebleau), Stampien, Silicification, Oligocène, Yvelines.

Key Words: Molluscs, Fresh-water environment, Plantae (Roots), Sandstone (Fontainebleau Sandstone), Stampian, Silicification, Oligocene, Yvelines.

Résumé

Au nord de Magny-les-Hameaux, la vallée de la Mérantaise recoupe, sous plusieurs mètres d'Argile à meulière, une barre de Grès de Fontainebleau observable le long des 300 m de front de taille d'une ancienne carrière ouverte en bordure du plateau. La surface supérieure du grès montre une topographie ondulée, à morphologie bothrioidale, accidentée de creux localement très marqués, et dont l'axe coïncide souvent avec le départ de traces de racines (manchons racinaires) visibles sur une hauteur de 2 m environ. Un niveau riche en coquilles de *Lymnaea cornea* Brongn. occupe localement les derniers cinq cen-

timètres. Les limnées ont vécu dans un diverticule du lac, à fond sableux, peu avant le recouvrement final de la crête de Sables de Fontainebleau par le lac du Calcaire d'Etampes (altitude actuelle: 153 m). La fossilisation des coquilles de mollusques implique la précocité de la silicification, incompatible avec l'hypothèse récente d'une grésification quaternaire.

English abridged version

The discovery of silicified fresh water fossils in Fontainebleau Sandstones (Stampian, Oligocene) is a novelty. In the lower and middle part of the Fontainebleau Sands, concretions with marine

shells were known for a long time, and also silicified roots in upper sandstones, and *Taxodium* trunks in the upper part of sands. Very thin layer of silicified limestone with limnea, planorbs and vegetal remains occur West of Versailles (fig. 5 and 6).

Near Magny-les-Hameaux (fig. 1), an ancient quarry exhibits a good section of a sandstone body (fig. 2 and 3), 300 m long, 1-6 m thick, made of a complex association of more or less silicified masses. The upper surface is accidented by pluridecimetric conical depressions, in a general bothrioidal topography (pl. I, fig. 1). A great number of silicified shells of *Lymnaea cornea* BRONGN., associated with rare

* Manuscrit reçu le 25 janvier 1995, accepté définitivement le 14 juin 1995.

(1) 41 rue des Vaux Mourants, 91370, Verrières le Buisson, et Lab. Géographie Physique, Université Paris 7.

(2) Laboratoire d'Hydrologie, Université Paris-Sud, Bât 504, 91405 Orsay, et URA 723.

(3) Lab. Géographie Physique, Université Paris 7, 2 Place Jussieu, 75000 Paris.

(4) Ecole Nationale supérieure du Paysage, 6 bis rue Hardy, 78000 Versailles.

(5) Lab. Paléobotanique et Paléoécologie, Université Paris VI, 12 rue Cuvier, 75005 Paris.

Planorbs and possible Hydrobia, are located in the uppermost 5 cm of the sandstone (pl. I, fig. 2, 3, 4). Root traces cross the 2 upper meters of sandstones (fig. 4). These traces are interpreted as the silicification of primary calcareous rhizoconcretions (subcutanic features according with the pedological terminology). They represent vertical coalescent small roots (fascicles), frequently beginning in the apex of a conical depression (fig. 5f and g), and crossing the mollusc fossiliferous layer.

The sandstone shows many microfacies, from perfect quartzite (interpenetration grains without cement) to sandstone with chalcedony cement. Vegetal remains and shells are filled with sand grains (internal sediment) and chalcedony fans (pl. I, fig. 5 to 10).

The interpretation of this unusual biological association needs to consider the evolutions of the paleogeographies and the paleotopographies at the end of the Stampian. After the marine regression, a topography of parallel ridges (of controversial origin), is progressively submerged by the "Etampes Lake" waters (fig. 7), in which lived limnea and planorbs, and deposited calcareous sediments. The lake level suffered oscillations (and even complete exposures), and during low waters, and herbaceous vegetation was growing both on the quartz sand ridges and the calcareous deposits; on the ridges, the roots were encrusted by calcareous coatings, related with hydromorphic processes. The duration of this phenomena has been short, because the Etampes Limestone covers all the Stampian irregularities (fig. 6). We note also that the present altitudes of the contact of Fontainebleau Sand-Sandstones/Etampes Limestone results from both the primary framework and later tectonical deformations (synclines/anticlines, fig. 6).

Another problem is the age of the silicification. Silicified sandstones are mainly located near the top of the sand ridges (fig. 5 and 6), making one or several levels. Ancient hypothesis suggest silicifications at the top of aeolian ridges when the Etampes Lake occupies only the "interdunes" depressions (as on fig. 7). Others ancient hypothesis, recently adapted with geochemical argu-

mentation, suppose that the silicification was Quaternary, contemporaneous of the discontinuous modern valley incision (see section fig. 6), by seeping of phreatic waters. We do not agree with these later hypothesis, we believe at contrary that the silicification was early, because in Modern quartz sand dunes, all calcareous remains are quickly dissolved. The silicification can be caused by water tables related with the oscillations of the Etampes lake level, former, contemporaneous or later to the complete burring of the sandy ridges. Geomorphic arguments emphasize the impossibility of a accumulation Quaternary age (reworking of Fontainebleau sandstone blocks in a Pliocene glaci formation).

Introduction

La découverte de fossiles d'eau douce silicifiés dans les Grès de Fontainebleau est une nouveauté.

Dans le Bassin de Paris, les sables stampiens (Sables de Fontainebleau) renferment divers types de silicifications et de grésifications. Dans leur partie inférieure, on trouve des concrétions à ciment siliceux renfermant parfois des moultages de mollusques marins, connues depuis le siècle dernier (synthèse dans Alimen, 1936; Plaziat *et al.*, 1989). On connaît aussi des fossiles silicifiés du niveau d'Ormoy (Stampien supérieur) dans la région de Damville (Cavelier et Dewolf, 1967). Dans une grande partie du bassin, le sommet des sables se compose de dépôts éoliens à paléosols, qui contiennent, dans un certain nombre de cas, des bois silicifiés, et même des souches et des troncs de Taxodium formant une véritable forêt (Villejust, Saulx les Chartreux). Sur la feuille de Versailles à 1/50 000 (Cavelier et Feuguer, 1967), le sondage de Bois d'Arcy a recoupé, au tiers supérieur des sables, "une intercalation de calcaire silicieux pétri de Limnées et de Planorbes". Ce niveau existe à l'affleurement à Clayes-sous-Bois (observations inédites de Chantret et Pinson) et contient des empreintes végétales (feuilles diverses mal conservées, rhizomes d'*Arundo*, graines et rhizomes de *nénuphar*, déterminations J.-C. Koeniguer).

La plus grande partie des Grès de Fontainebleau se présente sous la forme de corps lenticulaires très allongés, situés près du sommet des reliefs sableux rectilignes qui constituent l'essentiel de la morphologie finale des Sables de Fontainebleau. Les barres gréseuses peuvent atteindre plusieurs dizaines de kilomètres de longueur, une dizaine à plusieurs centaines de mètres de largeur, et quelques mètres seulement d'épaisseur. Localement, d'autres corps gréseux sont connus plus en profondeur, dans les sables marins, mais ils ne sont jamais aussi étendus. Les grès siliceux supérieurs n'ont livré à ce jour que des traces de racines et de rhizomes (cf. synthèse dans Ellenberger, 1982, 1984; Plaziat *et al.*, 1989).

L'âge de la grésification a été récemment controversé : oligocène et suivant de peu le dépôt des sables (synthèse des travaux anciens dans Alimen, 1936 et Ellenberger, 1982; travaux récents de Freytet, 1988; Dewolf *et al.*, 1988; 1994; Plaziat *et al.*, 1989) ou quaternaires, c'est-à-dire lié au creusement des vallées (Thiry, 1987; Thiry et Bertrand-Ayraud 1988; Thiry *et al.*, 1988, à la suite de Bergeron, 1913).

Deux des auteurs (A.F. et M.R.) ont découvert dans une ancienne carrière sur la commune de Magny-les Hameaux (dans le Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse) (fig. 1A), sur le rebord nord de la vallée de la Mérantaise, des coquilles de limnées, hydrobries et planorbes à l'extrême sommet d'une barre de grès recouverte d'environ 7 m d'Argile à meulière. La masse grésueuse comporte dans sa partie supérieure de nombreuses traces de racines isolées ou groupées (fasciculées). On notera que ce site est l'un de ceux utilisés par Thiry *et al.* (1988, fig. 3, que nous reproduisons fig. 1B) pour affirmer la superposition de trois niveaux gréseux (leur fig. 4) dans le flanc nord des vallées du Hurepoix, ce que nous contestons: nous n'avons trouvé en effet que des blocs glissés mêlés à des blocs de meulière et des déblais d'exploitation de la barre sommitale sur cette partie du versant nord de la vallée de la Mérantaise (fig. 2).

Description

Localisation de la barre gréseuse

Si on se réfère à la carte de P. Cojean (1975), reprise en partie fig. 5, nous constatons que le site étudié ici est sur une culmination d'un cordon de Sables de Fontainebleau, actuellement à l'altitude de 153 m dominant le couloir de la Mérantaise vers le sud (de 10 m), et celui du Plateau de Trappes vers le nord (de 15 à 25 m).

Les affleurements

La surface sommitale du grès, dégagée par l'exploitation, a fait l'objet d'un niveling précis (F.B., fig. 3A). A l'échelle du front de taille, long de 300 m, on observe une variation d'altitude d'environ 1 m entre la moitié orientale et la moitié occidentale. La surface est accidentée de petites dépressions profondes au maximum d'un mètre. Ces dépressions sont de forme arrondie ou elliptique, irrégulière et ornée de reliefs bothrioïdaux (planchette photo, fig. 1), comparables à l'aspect de surface des silex méniliques, en plus grand. La surface du grès montre cette même morphologie, caractéristique d'une croissance rapide de la cimentation des sables, de type concrétionnaire.

Sur le front de taille, la masse de ce grès est assez souvent homogène, mais on peut observer localement (fig. 3B) des silicifications métriques à plurimétriques à structure concentrique et des fronts de silicification complexes laissant des passées sableuses de quelques mètres de longueur, et jusqu'à 1 m d'épaisseur, au sein de la masse gréseuse. En d'autres points, on voit des nappes de silicification jointives, mais nettement distinctes. Cette disposition en plusieurs nappes superposées est bien connue en Forêt de Fontainebleau (Ellenberger, 1982). Deux macrofaciès principaux s'opposent: un faciès gris mat, saccharoïde, miroitant au soleil, à cassure plane, et un faciès luisant gras, à cassure conchoïdale.

Les fossiles

De nombreuses coquilles de limnées (*Lymnaea cornea* BRONGNIART, détermi-

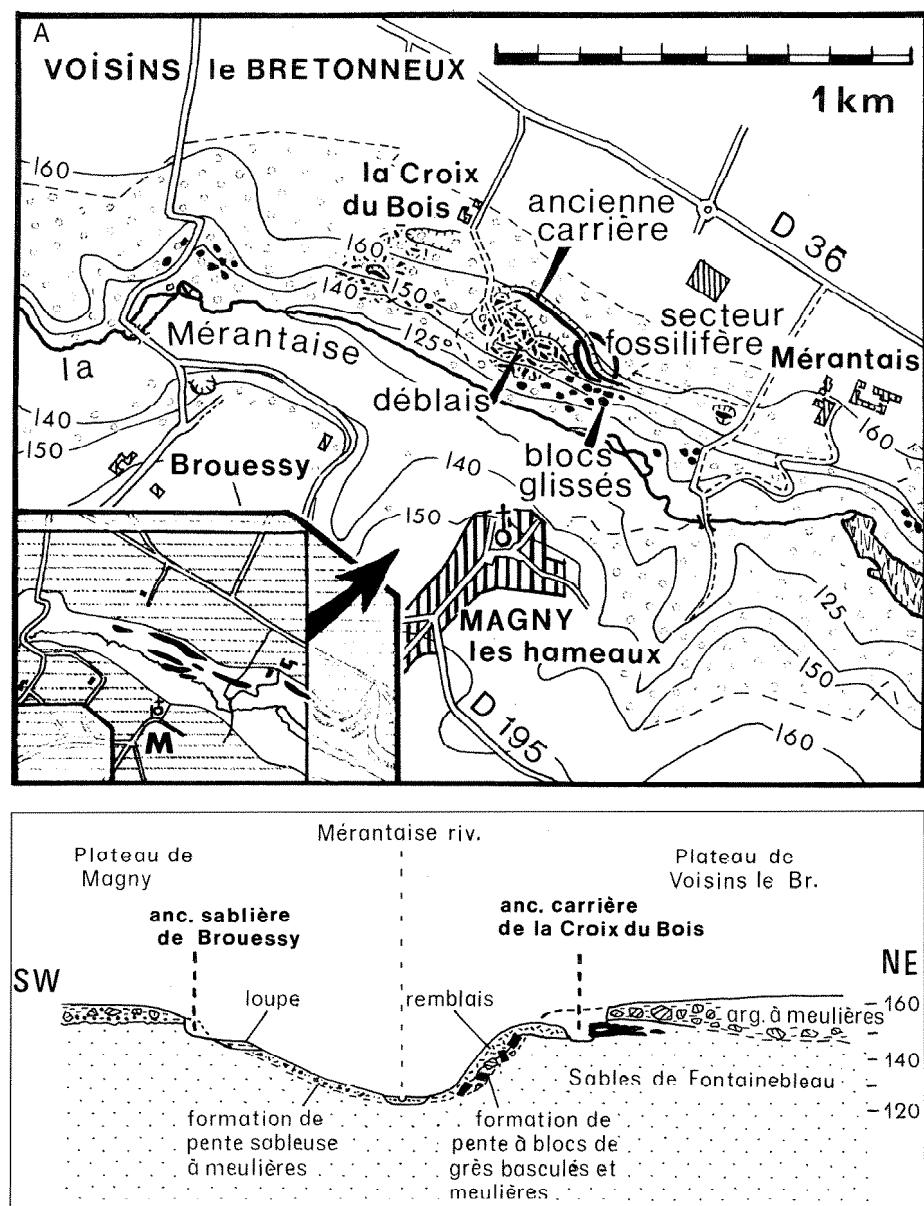


Fig. 1 et 2. – Carte de situation et coupe.

Le site fossilifère se situe dans un bois qui a envahi une ancienne carrière exploitant une barre de grès lenticulaire sous plusieurs mètres d'Argile à meulière. Les grès n'affleurent pas en dehors des carrières sommitales (fig. 1A, levés J.C.P.), contrairement à la carte de M. Thiry *et al.* (1988, fig. 3), redessinée fig. 1B. Les blocs de grès épars sur les pentes sont interprétés ici comme descendus sur le versant rive gauche de la Mérantaise. Cette formation de pente disparaît à l'aplomb des carrières sous un épais remblai. Il n'est donc pas possible de cartographier des lentilles hectométriques étagées sur le flanc nord de la vallée.

Fig. 1 and 2. – Location map and section.

The fossil locality lies in a forested ancient quarry excavating a lenticular sandstone bar below several meters of «Argile à meulière». The sandstone outcrops do not extend beyond the quarries (fig. 1A, mapping by J.C.P.), in contrast with the map of Thiry *et al.* (1988, fig. 3, redrawn fig. 1B). The sandstone blocks, which are scattered on the northern slope of the Mérantaise valley, are reinterpreted here as sliding blocks. This natural slope- deposit is locally covered with quarry waste, which precludes the mapping several stratigraphic sandstone bodies.

nation P. Lozouet), plus rarement de planorbes (*Planorbis* sp.), sont visibles à la surface de la dalle de grès (moules internes et externes, planche photo, fig. 4), avec une densité pouvant atteindre jusqu'à 300 individus /m²

(planchette photo, fig. 1). On voit aussi ces coquilles silicifiées en coupe, dans les 5 derniers centimètres du grès (planchette photo, fig. 2 et 3). De très petites coquilles turriculées correspondent à des hydrobiens mal conservées.

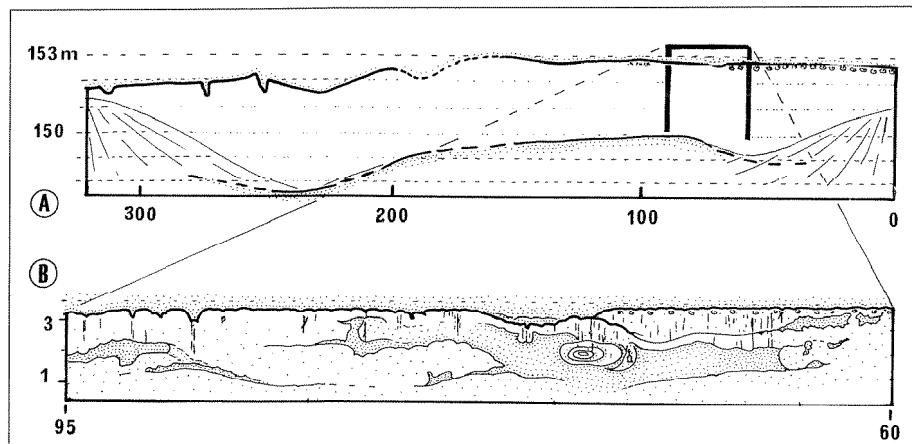


Fig. 3. – Morphologie et coupe de la barre de grès dans l'ancienne carrière de la Croix du Bois. A, relevé topographique du toit du grès, le long du front de taille. B, détail du front entre 60 et 95 m. Le grès à limnées se situe 40 cm plus bas que le grès azoïque le plus élevé. On peut en déduire l'existence d'une cuvette lacustre locale à la surface de la ride de sable de Fontainebleau. Le sommet du grès, mamelonné, accidenté de creux coniques, ne représente pas la surface du dépôt initial, mais un front de silicification complexe, localement bothrioïdal, de nappe souterraine. En coupe (B), il se compose de plusieurs masses superposées, avec des corps à structure concentrique, des lacunes sableuses et des transitions faiblement indurées (pointillé plus ou moins dense). Les traces de racines disparaissent dans le sable, leur préservation est donc liée à la grésification.

Fig. 3. – Morphology and section of the sandstone bar in the quarry of «la Croix du Bois». A, measured topography of the top of the sandstone bar; B, detail of the outcrop from 60 to 95 m. The fossiliferous limneal sandstone is located in an eastern depression, lying 40 cm lower than the uppermost sandstone. The upper, mammillated surface, with decimetre-size craters, is not depositional. It represents the complex morphology of a silicification front, resulting from groundwater action. In section (B), the silicified formation comprises several superimposed bodies, containing metre-size concentric structures and separated by transitional, poorly indurated (dots with variable density) sandy zones. Root traces are well preserved in the sandstones but disappear in the sand; therefore, their fossilization is a consequence of the silicification.

Les traces de racines sont abondantes, mieux conservées et plus profondes que la plupart de celles de la forêt de Fontainebleau (cf. Ellenberger, 1982). Ici (fig. 4), ce sont des cylindres de 2 mm à 1 cm de diamètre, creux ou à remplissage axial irrégulier, subverticaux, rectilignes ou à peine sinués, simples ou ramifiés, atteignant 2 m de longueur, isolés ou groupés en faisceaux de 10 à 20 cm de diamètre. Localement, on note aussi la présence d'organes horizontaux (rhizomes). Très curieusement, la grande majorité des traces de racines prend naissance au fond des dépressions bien marquées de la surface du grès. D'autres tubulures recoupent le lit coquillier, ce qui montre qu'elles sont postérieures au dépôt sableux fossilifère. Lorsque la barre gréseuse se compose de plusieurs masses superposées, les traces de racines verticales descendent à une profondeur maximale de 2 m, traversant une masse de grès, ou deux masses superposées, ou deux masses séparées par un niveau sableux (fig. 3B); dans ce cas, un examen attentif montre que les traces se raccordent parfaitement de part

et d'autre du niveau sableux où elles ne sont pas conservées.

Les microfaciès siliceux (planchette photo, fig. 5 à 10)

Les lames minces des faciès saccharoïdes à racines montrent des faisceaux d'éléments tubulaires épigénés en calcédoine, avec de nombreux vides (planchette photo fig. 5). Toutefois, les diamètres (80 à 100 µm) sont trop gros pour des cellules de parenchyme, et correspondent plutôt à de petites racines. Le grès encaissant est formé de petits grains de quartz avec un ciment de calcédoine mince et homogène, non laminé. Les grès lustrés au contraire, montrent la juxtaposition de plusieurs microfaciès dans une même lame : plages typiquement quartzitiques, avec nourrissage intégral des grains ; plages à grains en partie nourris et ciment final de calcédoine à petites laminations ; plages à grains cimentés uniquement par de la calcédoine à petites laminations et beaux éventails en lumière polarisée.

La fossilisation des coquilles se fait selon plusieurs modalités (photo, fig. 6 à 10) : (1) un gros cristal de quartz englobe des fantômes lamellés et prismes de l'aragonite initiale ; (2), de petits globules de calcédoine remplacent chaque lamelle ou prisme par un agrégat complexe, mais la structure initiale, soulignée par la matière organique, reste visible en lumière naturelle ; (3) la coquille est dissoute, et remplie en partie seulement par de la calcédoine géodique. Les vides sont remplis en partie par des grains de sable (sédiment interne) avec ciment de calcédoine, le vide résiduel est occupé par de grands éventails de calcédoine géodique.

Les meulières

On ne voit nulle part le contact grès avec les formations sus-jacentes. Les blocs de meulière remaniés lors de l'exploitation montrent, à côté des faciès caverneux classiques, tous les faciès massifs typiques des calcaires palus (noduleux, à fentes planes, "pseudo-crokast" avec remplissage des cavités par de petites gravellles ; cf. Freyte Plaziat, 1982 ; Freytet, 1984).

Interprétations et discussion

Reconstitution de la coupe

A partir de plusieurs observations, peut reconstituer la coupe suivante, haut en bas :

- meulière (Calcaire d'Etampes : calcié et argile, 7 m environ) ;
- sable : 5 cm à 1 m, selon la morphologie locale du grès ;
- grès : 1 à 4 m ;
- sable : 30 m jusqu'au fond de la vallée, qui se situe, d'après un sondage voisin, à 25 m au-dessus de la base Stampien.

Signification des traces de racines

Les traces de racines ne correspondent pas à des tissus végétaux silicifiés, mais à des mouvements de petites racines de 100 µm de diamètre environ, flottant

dans un enrobement de calcédoine à rares grains de quartz, isolés ou plus ou moins proches les uns des autres. On peut interpréter cette figure comme la silicification d'un ancien manchon carbonaté autour d'une racine (= rhizoconcrétion; cutanic/ subcutanic feature de la terminologie pédologique, cf. Freytet et Plaziat, 1982, p. 62 et fig. 36).

Les traces de racines ne sont observables ici que selon une coupe parallèle à l'axe de la barre de grès. F. Ellenberger (1982, p. 174-175) a pu suivre leur extension dans un plan perpendiculaire aux alignements gréseux, dans la forêt de Fontainebleau, et montrer qu'elles suivent très régulièrement la morphologie bombée de la surface sommitale des grès, contrairement aux traces de racines ferruginisées observées à l'intérieur du reste des sables continentaux (Plaziat *et al.*, 1989). Ces traces de racines représentent donc une végétation installée sur les reliefs continentaux, comme on en trouve en abondance fossilisés dans les éolianites carbonatées pléistocènes (Plaziat et Mahmoudi, 1989).

Dans les sables siliceux formant les rides, la seule source de carbonate est l'eau de la nappe aquifère qui imprègne le sable, en équilibre avec le niveau du lac du Calcaire d'Etampes. Rappelons que ce calcaire est une formation très particulière, montrant une alternance de couches micritiques à limnées, planorbes, traces de racines et nodules pédologiques, de 30-60 cm d'épaisseur, et de couches de croûte zonale/ croûte perlitique de 2-5 cm d'épaisseur, interprétées comme des stromatolites désertiques (Freytet 1965 ; Freytet et Plaziat, 1982, fig. 48, p. 85 et pl. 18). Cela signifie que le lac était en eau pendant de brèves périodes, séparées par de longues durées d'exondaison. Les manchons n'ont donc pu se former que pendant des périodes très courtes, lorsque l'eau du lac pouvait alimenter la nappe aquifère imprégnant le sable des rides.

Signification des coquilles de mollusques

Il semble que la présence de mollusques d'eau douce au sommet des Grès de Fontainebleau n'ait pas encore été signalée. On connaît des faunes marines postérieures à l'émergence des Sables de

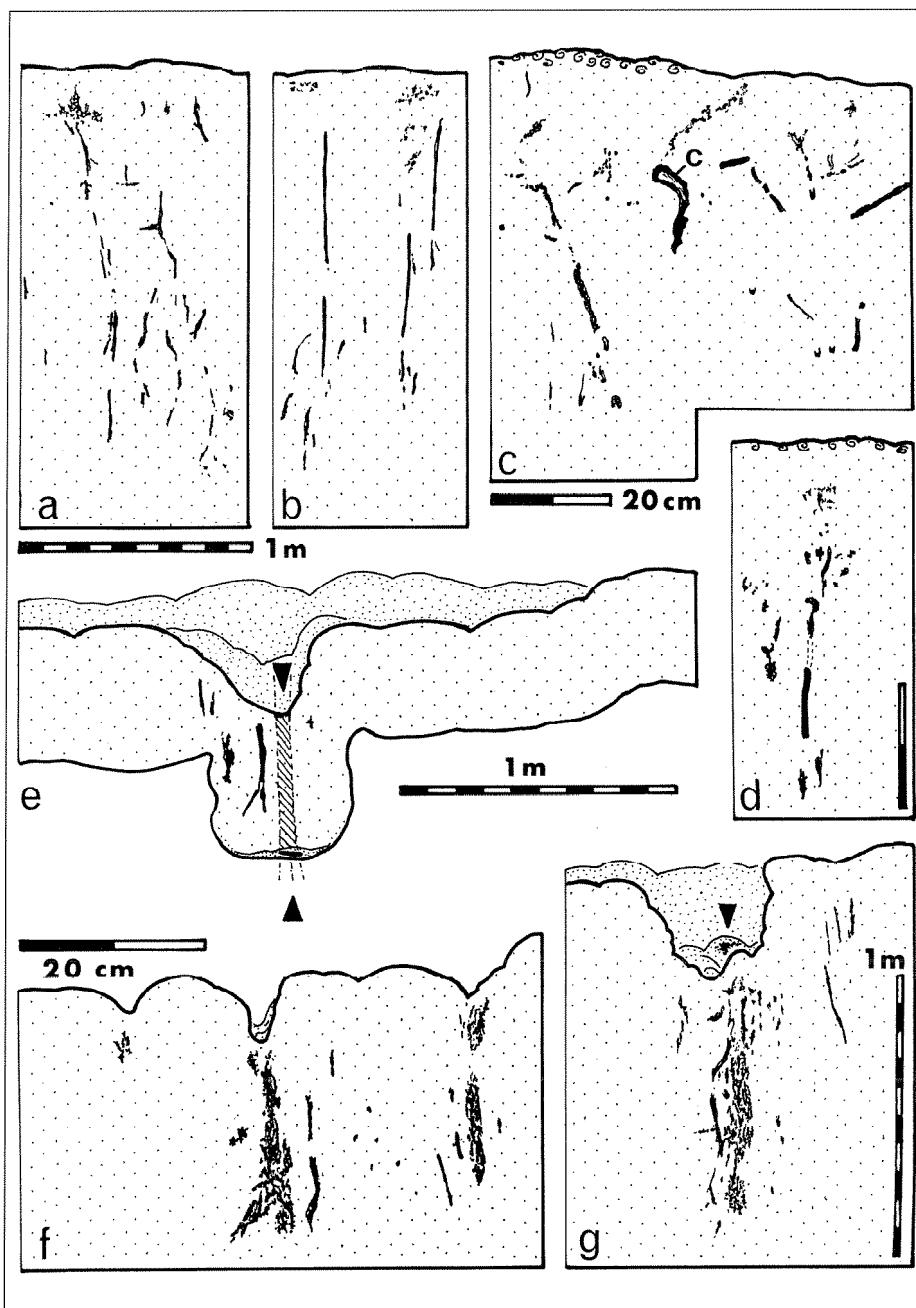


Fig. 4. – Rapport entre les traces de racines et la morphologie des grès.
a et b, traces simples, verticales, associées à des essaims de petites cavités interprétables comme d'anciens petits nodules calcaires associés au réseau racinaire (dièdre à 118 m). c et d, sous le niveau coquillier traversé par des racines, les traces se simplifient et deviennent bien visibles en profondeur. Un vide cylindrique à axe gréseux axial (c) suggère le remplissage sableux d'un ancien manchon carbonaté creux (figure cutanique/ subcutanique de la terminologie pédologique, cf. Freytet et Plaziat, 1982) site 7-8 m. e, f et g, relations entre dépressions coniques et traces de racines. La «pendeloque» fig. e est traversée par une grosse tubulure mais, le plus souvent, l'ensemble des racines de diamètre millimétrique est figuré par le nuage de cavités alignées verticalement associées à des traces tubulaires - e : point 74m ; f : point 82,5m ; g : point 89m.

Fig. 4. – Relationship between root traces and sandstone morphologies.
a and b, simple, vertical, traces linked with clusters of empty millimetre-size vesicles, possibly resulting from ancient carbonate nodules associated with root hair - point 118 m. c and d, below the shelly layer, root traces are simple and more conspicuous. A cylindrical void, with an axial sandstone fill (c) suggests the sandy filling of an ancient carbonate tube around a root (cutanic/subcutanic feature in pedological terminology, cf. Freytet and Plaziat, 1982) - point 7-8 m. e, f, and g, association of a crater morphology with the major root traces. The pendant (e) sandstone is axially crossed by a big tubule, while the most common association is a vertical cluster of voids and tubular channels - e: point 74 m; f: point 82,5 m; g, 89 m.

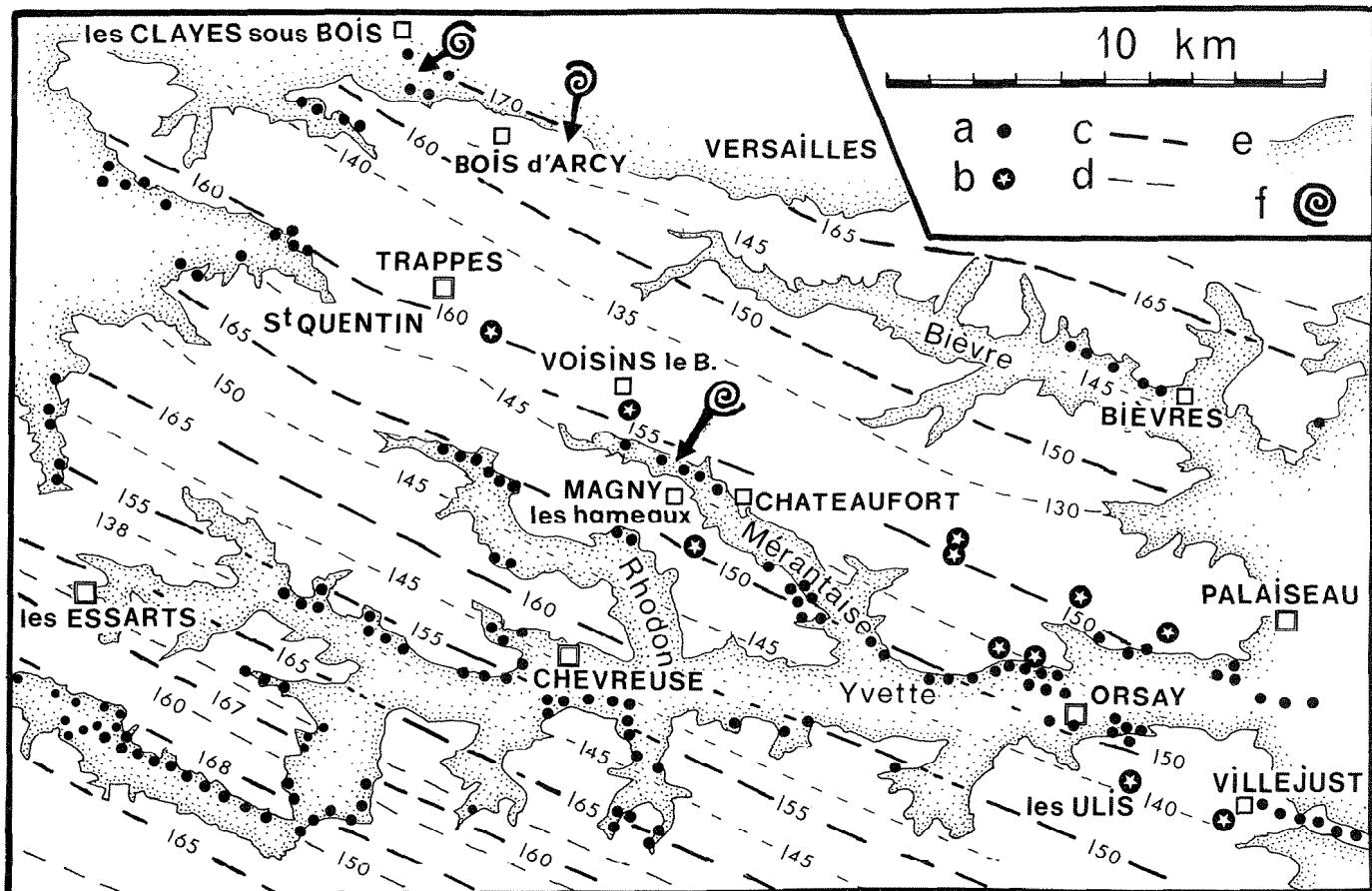


Fig. 5. – Caractéristiques du sommet des sables de Fontainebleau, d'après la carte de R. Cojean (1975), diverses données de la littérature et nos observations. On a reporté les altitudes locales des axes des reliefs linéaires (bandes, tirets forts, c) et des dépressions (interbandes, tirets légers, d). La limite entre plateaux et vallées (e) est localement jalonnée de grès à l'affleurement (a). On connaît aussi des grès en sondage (b). Le nord du Plateau de Trappes est particulièrement pauvre en grès, mais certains forages ont rencontré des grès à plus d'un kilomètre à l'intérieur du rebord du plateau, et sans relation avec les vallées. f : faciès silicifiés d'eau douce : grès à limnées de Magny-les-Hameaux, calcaires silicifiés à limnées et plantes à Clayes-sous-Bois (affleurement) et Bois d'Arcy (sondage).

Fig. 5. – Characteristics of the upper surface of the Fontainebleau Sands, after Cojean's map (1975), various literature data, and personal observations. c,d, linear ridges and depressions, with spot altitudes (in meters). The sandstone outcrops (a) and subsurface occurrences (b) demonstrate the heterogeneous distribution of sand lithification. The northern part of the plateau, from Trappes to Palaiseau, is remarkably poor in sandstones, but several boreholes document sandstone bodies more than 1 km from the plateau edge. f, silicified deposits with freshwater fossils: limneal sandstone of Magny-les-Hameaux; silicified limestones of Clayes-sous-Bois (outcrop) and Bois d'Arcy (borehole).

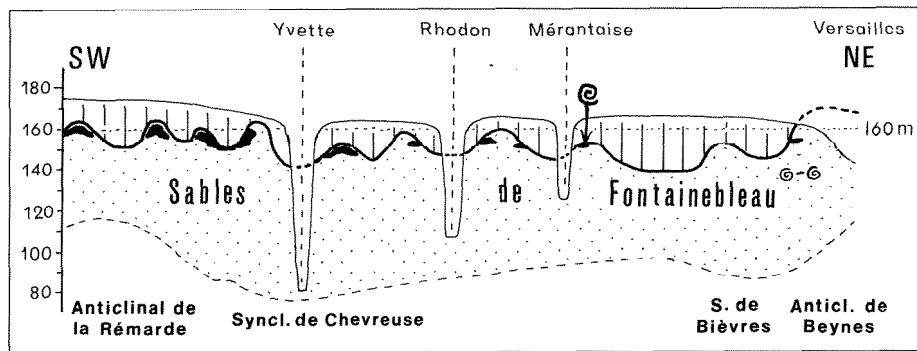


Fig. 6. – Coupe synthétique SW - NE basée sur les altitudes du toit des sables de Fontainebleau (d'après la carte de Cojean, 1975) et les isohypses de la base de ces mêmes sables (feuille de Rambouillet à 1/50 000, Afchain *et al.*, 1975). Un rejet des anticlinaux explique probablement l'altitude de certaines interbandes sableuses plus élevée que celle de certaines bandes gréseuses ou sableuses.

Fig. 6. – SW-NE synthetic section, based on the altitudes of the top of Fontainebleau Sands (after Cojean's map, 1975) and the isohypsies of the base of these same sands (geological map of Rambouillet, Afchain *et al.*, 1975). An uplift of the anticlines could explain the paradoxical altitude of some depressions, higher than that of some sand or sandstone ridges.

Pierrefite (faune d'Ormoy, cf Plaziat *et al.*, 1989) dans les sables des dépressions entre les rides sableuses, suivies de faunes saumâtres à hydrobies et potamides, associées à une malacofaune d'eau douce, ou bien uniquement d'eau douce comme à Itteville (Ginsburg et Hugueney 1987a ; 1987b). Les limnées et planorbes de Magny-les-Hameaux, au contraire, occupent une position élevée sur un cordon sableux, à topographie complexe (reconstituée fig. 7). On peut en déduire que les mollusques ont vécu dans un diverticule du lac du Calcaire d'Etampes qui n'avait pas encore noyé entièrement les reliefs sableux. Le gisement se situe actuellement à + 153 m, c'est-à-dire 20 m plus haut que le creux le plus marqué (Guyancourt) et 15 m

plus bas que les reliefs sableux de Versailles (d'après la carte de Cojean, 1975, reprise fig.5 ; coupe fig. 6).

Age de la silicification

L'observation des dunes littorales actuelles formées de sable siliceux montre que les débris végétaux sont très rapidement détruits et les coquilles de mollusques non moins vite fragmentées et dissoutes. Revenant aux rideaux sableuses stampiennes, nous constatons que la silicification a été très généralement accompagnée d'une disparition quasi totale des carbonates. On connaît peu de gisements de manchons racinaires conservés à l'état carbonaté (carrière de Butteaux, Thiry et Bertrand-Ayraut, 1988, p. 30 et fig. 14), alors que les "traces de racines" sont très dispersées (région d'Etampes, Magny-les-Hameaux, Marcoussis, massif de Fontainebleau). Ces manchons ont également influencé la forme de la grésification voisine: dépressions coniques à Magny-les-Hameaux, rideaux décimétriques à Ormesson.

Les traces de racines, longues de 1 à 2 m, traversent plusieurs niveaux silicifiés, localement séparés par des niveaux sableux non lithifiés. On peut en déduire que la silicification a affecté un ensemble sableux, de 1 à 4 m d'épaisseur, et en plusieurs épisodes. Par contre, nous ignorons la forme initiale de la silice, gel ou solution plus ou moins diluée, qui a cristallisé en calcédoine uniforme ou zonée, et en quartz. Toutefois, la présence des morphologies bothrioïdales et des boules à structure concentrique est l'indice d'une croissance par ondes de concentration variable, comme dans les anneaux de Liesegang.

Dans l'état actuel de nos observations, nous pensons donc que la silicification a été précoce, sous l'influence de nappes aquifères en relation avec les oscillations du niveau des lacs d'Etampes et de Beauce. Elle apparaît donc comme antérieure, contemporaine

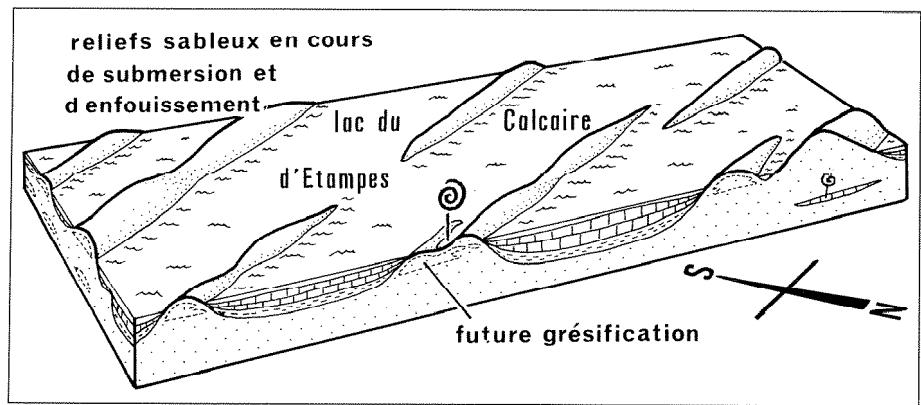


Fig. 7. – Schéma interprétatif de la paléogéographie au moment où les limnées vivaient sur le fond sableux d'un diverticule du lac du calcaire d'Etampes, avant la submersion finale des reliefs sableux. La répartition future des grès est donnée pour montrer les variations dans la localisation et le nombre des corps gréseux.

Fig. 7. – Paleogeographic sketch of the same area in which limneas lived in a shallow bight of the Calcaire d'Etampes lake, on the flank of a sand ridge, just before its final submergence. Location and number of the future sandstones is added.

et/ou postérieure au recouvrement final des dernières rideaux sableux par les dépôts lacustres.

On peut aussi rappeler que l'hypothèse de l'âge quaternaire pour les grès de Fontainebleau, soutenue par M. Thiry et son équipe est également infirmée par trois arguments géomorphologiques et sédimentologiques :

1) Les Grès de Fontainebleau sont recoupés, comme les calcaires d'Etampes et de Beauce, par la surface d'aplanissement "fini-Pliocène", antérieure au creusement des vallées quaternaires (Freytet, 1988). Ils sont donc antérieurs à cette surface.

2) A la Butte de Trin, des blocs métriques de grès sont remaniés dans des "Alluvions de haut niveau" qui fossilisent aussi des platières gréseuses. Ces alluvions sont antérieures au creusement des vallées quaternaires (Dewolf *et al.*, 1988 ; 1994) et viennent d'être datées à l'aide de zircons volcaniques, du Pliocène terminal au Pléistocène basal (Tournenq *et al.*, 1993).

3) Enfin, Dollfus (1913) a signalé dans la région de Pacy-sur-Eure, Houlbec-Cocherel et même jusque vers Louviers, le ravinement des grès stampiens par les Sables de Lozère. H. Alimen

(1936, p. 236-238) a vu ces mêmes Sables de Lozère directement sur une platière de grès dans la région de Mallesherbes. L'un de nous (Dewolf, 1969) a noté aussi de tels ravinements au sommet de la butte de l'Hautil.

Conclusions

La présence de mollusques d'eau douce silicifiés et de traces de racines formant un peuplement en place conservé dans les Grès de Fontainebleau implique une silicification très précoce, nécessaire pour assurer la conservation des coquilles et manchons calcaires pédologiques. Loin d'être une observation anecdote, cette forme de fossilisation fournit donc un argument supplémentaire en faveur de l'âge oligocène des Grès de Fontainebleau.

Remerciements

Nous remercions Monsieur P. Lozouet (Muséum National d'Histoire naturelle de Paris), spécialiste des faunes du Stampien, qui a bien voulu déterminer les coquilles d'eau douce, ainsi qu'à MM. C. Cavelier et Ch. Pomerol dont les suggestions ont permis l'amélioration de ce texte.

Références

- AFCHAIN C., LABESSE B., FEDOROFF N., PENVEN M.J., POMEROL C., RENARD M. (1975). – Carte géologique de la France à 1/50 000 : Rambouillet (218), 1 carte et notice explicative, 18 p., BRGM, Orléans.
ALIMEN H.(1936). – Etude sur le Stampien du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, **31**, 310 p.

Planche photographique.

Photographic plate.

Fig. 1. – Morphologie sommitale de la barre de grès mamelonnée et bothrioïdale, affectée de dépressions coniques qui correspondent à l'emplacement (enracinement) d'une plante herbacée.

Fig. 1. – Mammillated and botryoidal surface morphologies with crater-like depressions corresponding to the locations of herbaceous plants at the upper surface of the sandstone.

Fig. 2. – Cassure tangentielle du grès montrant la dispersion des coquilles de limnées. Echelle : 1 cm.

Fig. 2. – Tangential section across the fossiliferous sandstone showing the dispersion of limnea shells. Scale bar: 1 cm.

Fig. 3. – Cassure verticale du sommet du grès à limnées, bordé d'un liseré ferrugineux.

Fig. 3. – Vertical fracture with a ferruginous edge at the top of the shelly sandstone.

Fig. 4. – Deux exemplaires de *Lymnea cornea* BRONGNIART, en haut moule interne, et en bas coquille silicifiée. Echelle : 1 cm.

Fig. 4. – Lymnea cornea BRONGNIART: internal cast (above), and silicified shell (below). Scale bar: 1 cm.

Fig. 5. – Trace de racines en lame mince (L.N.). Les grains de quartz sont maintenus à la périphérie d'un faisceau de tubules silicifiés correspondant à une "structure alvéolaire septale", ce qui suggère la présence d'un ancien manchon racinaire carbonaté (cf. Plaziat et Baltzer, 1995). Echelle: 100 µm.

Fig. 5. – Root traces in thin section (N.L.). Sand grains delimit a group of silicified tubules. This "alveolar-septal structure" suggests a pre-existing carbonate tube around a root (cf. Plaziat et Baltzer, 1995). Scale bar: 100 µm.

Fig. 6 et 9. – Lames minces, L.P. Coquilles de limnées à remplissage sédimentaire géotrope (grains de quartz) et comblement du vide résiduel par de la calcédoine en éventail. Echelle : 1 mm.

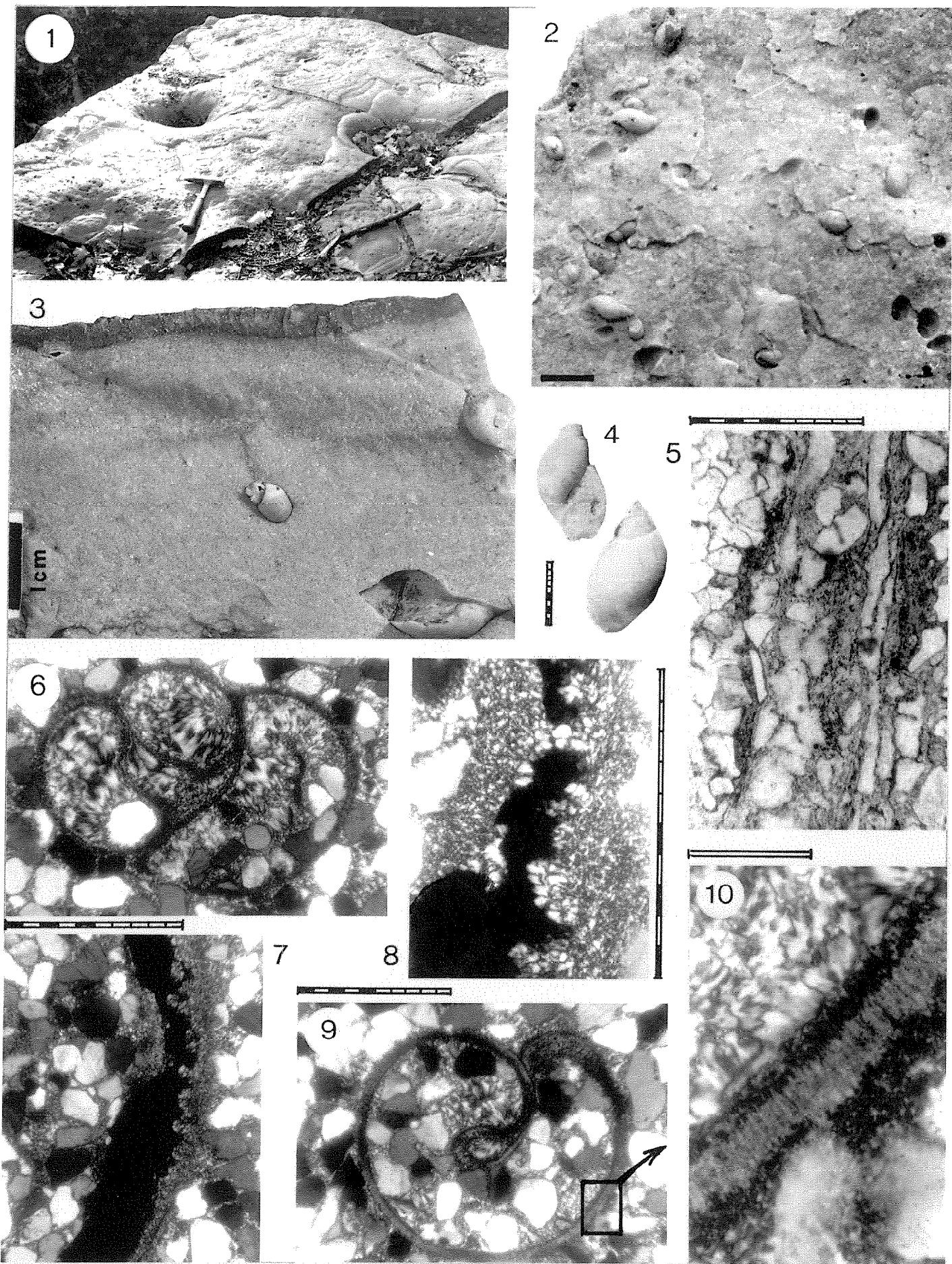
Fig. 6 and 9. – Thin sections, P.L. Limnea shells with a geotrope filling (quartz sand grains), and filling of the residual void by fan chalcedony. Scale bar: 1 mm.

Fig. 7 et 8. – Lames minces, L.P. La coquille dissoute a laissé un vide (noir en L.P.) partiellement comblé par de la calcédoine géodique.

Fig. 7 and 8. – Thin sections, P.L. The dissolved shell is occupied by a void partly filled by geodic chalcedony.

Fig. 10. – Lame mince, L.P., détail de la fig. 9. La structure prismatique du test aragonitique est préservée dans un gros cristal de quartz, entre le sédiment externe (grains de quartz, en bas), et le comblement géodique de l'intérieur du test (éventails de calcédoine, en haut).

Fig. 10. – Thin section, P.L., detail of fig. 9. The prismatic fabric of the aragonitic test is preserved, being included in a large quartz crystal, between the external sediment (quartz grains, below) and the geodic fill of the shell cavity (chalcedony fans, above).



- BERGERON J.(1913). – Sur l'origine des grès de Fontainebleau. *C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, (4), **13**, p 101.
- CAVELIER C., DEWOLF Y. (1967). – Sur une brèche marine à éléments continentaux du Stampien des environs de Damville (Eure). *C.R. Som. Soc. Géol. Fr.*, pp. 274-275.
- CAVELIER C., FEUGUEUR L. (1967). – Carte géologique à 1/50 000 : Versailles (182), 1 carte et notice explicative, 19 p., Ministère de l'Industrie, Service de la carte géologique de la France, Paris.
- COJEAN R.(1975). – Contribution à une cartographie géotechnique pour l'aménagement régional. Plateau de Trappes-Saclay-vallées de la Bièvre et de l'Yvette. Thèse, Ec. Nat. Mines Paris, 142 p.
- DEWOLF Y. (1969). – Pontoise-Cergy - Etude géomorphologique et incidences géotechniques, Rapport inédit, 40 p (multigraphié) et carte.
- DEWOLF Y., FREYTET P., JOLY F., PLET A. (1988). – La Montagne de Trin (Fontainebleau Est), découverte de formations alluviales de haut niveau, leurs relations avec les terrains antérieurs et postérieurs. *Bull. Inform. Géol. Bassin Paris*, **25**, 2, pp. 25-29.
- DEWOLF Y., FREYTET P., PLET A., avec la collaboration de A. COURADIN et Fl. SYLVESTRE. (1994). – Age antéquaternaire des grésifications des sables de Fontainebleau (Stampien) au sommet de la Butte de Trin (Seine et Marne, Bassin de Paris, France). *Géologie de la France*, n° 1, pp. 52-56.
- DOLLFUS G.F.(1913). – Excursion de la Société géologique de France à Darvault. Epoque de la formation des Grès de Fontainebleau, *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), **13**, pp. 437-442.
- ELLENBERGER F. (1982). – Le problème des Grès de Fontainebleau, quelques données nouvelles. Aspects de la Géologie en Ile-de- France Sud, Cahiers Univers. Paris-Sud (XI), 3, pp. 163-177.
- ELLENBERGER F. (1984). – Contribution à l'étude géologique de la Forêt de Fontainebleau : structure fine des bandes gréseuses moules de racines, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (21), **2**, pp. 11-21.
- FREYTET P. (1965). – Sédimentation microcyclothématische avec croûte zonale à Algues dans le Calcaire de Beauce de Chauffour-Etrechy (Seine et Oise). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), **7**, pp. 309-313.
- FREYTET P. (1984). – Les sédiments lacustres carbonatés et leur transformation par émersion et pédogénèse. Importance de leur identification pour les reconstitutions paléogéographiques, *Bull. Centre Rech. Explor.-Produc. ELF Aquitaine*, **8**, 1, pp. 223-247.
- FREYTET P., PLAZIAT J.C. (1982). – Continental carbonate sedimentation and pedogenesis - Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France, Contrib. to Sedimentology, 12, (ed. B.H. PURSER), Schweizerbart'sche Verl., Stuttgart, 217 p.
- GINSBURG L., HUGUENY M. (1987a). – Les mammifères terrestres dans les sables stampiens du Basin de Paris. *Ann. Paléontol.*, **73**, 2, pp. 83-134.
- GINSBURG L., HUGUENY M. (1987b). – Aperçu sur les faunules de mammifères du Stampien du Bassin de Paris (Hurepoix et Beauce chartraine). *Bull. Inf. Geol. Bassin Paris*, **24**, 2, pp. 19-22.
- PLAZIAT J.C., BALTZER F. (1995). – Sédimentation et diagénèse des dépôts fluvio-lacustres de Sansan : constitution et préservation d'un grand gisement molassique de mammifères du Miocène, in L. Ginsburg (éd), Monographie du gisement de Sansan, t.1, *Mém. Mus. Hist. Nat. Paris*, (sous presse).
- PLAZIAT J.C., KOENIGUER J.C., MAESTRATI P., POISSON A. (1989). – Les critères d'environnements marins et continentaux dans les Sables de Fontainebleau (Stampien du Bassin de Paris). 114ème Congr. Soc. Sav., Paris, Géologie du Bassin de Paris, pp. 119-142.
- PLAZIAT J.C., MAHMOUDI M. (1990). – The role of vegetation in Pleistocene eolianite sedimentation: an example from Eastern Tunisia. *J. African Earth Sci.*, **10**, 3, pp. 445-451.
- THIRY M. (1987). – Les grès de Fontainebleau : silicification liée à l'écoulement de nappes pendant l'incision plio-quaternaire du plateau de Beauce. Rés. 1er Congrès fr. Sédimentologie, Paris, pp. 311-312.
- THIRY M., BERTRAND-AYRAUT M. (1988). – Les grès de Fontainebleau : genèse par écoulement de nappes phréatiques lors de l'entaille des vallées durant le Plio-Quaternaire et phénomènes connexes. *Bull. Inf. Geol. Bassin Paris*, **25**, 4, pp. 25-39.
- THIRY M., BERTRAND-AYRAUT M., GRISONI J.C., MENILLET F., SCHMITT J.M. (1988). – Les grès de Fontainebleau : silicification de nappes liées à l'évolution géomorphologique du Bassin de Paris durant le Plio-Quaternaire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), 4, pp. 419-430.
- TOURENO J., POMEROL Ch., PUPIN J.P. (1993). – Découverte de zircons d'origine montdorienne dans les alluvions anciennes de la Montagne de Trin (Seine-et-Marne, France), un nouvel élément de datation des premières nappes alluviales du bassin de la Seine. *C.R. Acad.Sci. Fr.*, **316**, (2), pp. 1099-1106.