

Nouvelle étude des empreintes foliaires des tufs holsteiniens de La Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne)

A new study of foliar imprints of Holsteinian tufa from La Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne)

par

MARIE-CLAUDE JOLLY-SAAD¹, MONIQUE DUPÉRON-LAUDOUENEIX²
et JEAN DUPÉRON²

Avec 6 planches et 4 texte-figures

Résumé

Les tufs de La Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne, France), formés au cours du Pléistocène moyen, renferment de nombreuses empreintes de plantes. Cette nouvelle étude nous a permis de décrire 24 taxons, parmi lesquels 18 ont été rapprochés d'espèces actuelles. L'assemblage est dominé par une flore tempérée, dont l'originalité tient à une plus grande biodiversité que celle que nous connaissons actuellement avec la présence de *Buxus sempervirens* L., *Celtis australis* L., *Ficus carica* L., d'affinités méditerranéennes. De ce fait, les tufs de la Celle-sous-Moret apparaissent comme un intéressant marqueur pour l'étude du climat de l'Holsteinien en Europe occidentale.

Mots-clés: Empreintes de plantes, paléoenvironnement, tufs, Pléistocène moyen, Holsteinien.

Abstract

The tufa of La Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne, France) were formed during the Middle Pleistocene. They contain lot of plant imprints. This paper concerns the analysis of imprints; in total 24 plant taxa are recorded of which 18 are compared with recent species. The assemblage is dominated by a temperate woodland associated to *Buxus sempervirens* L., *Celtis australis* L., *Ficus carica* L. which have no present day counterpart. In this way, tufa of La Celle-sous-Moret appear as an interesting marker for the climate's studies of the continental Holsteinian in Western Europe.

Key words: Plant imprints, paleoenvironment, tufa, Middle Pleistocene, Holsteinian.

Zusammenfassung

Die Tuffe von La Celle-sous-Moret, die im Mittel-Pleistozän gebildet wurden, enthalten zahlreiche Abdrücke von Pflanzen. Wir haben 24 Abdrücke beschrieben, von denen 18 Taxa zu rezenten Arten gehören. Die floristische Zusammensetzung wird durch eine temperierte Flora charakterisiert, deren Besonderheit in einer größeren Artenvielfalt liegt als jene, die wir momentan für dieses Gebiet kennen. Daher erscheinen die Tuffe mit *Buxus sempervirens* L., *Celtis australis* L. und *Ficus carica* L. als ein interessanter Anzeiger für die Kenntnis des Klimas dieser Periode.

Schlüsselwörter: Pflanzenabdrücke, Paléoenvironnement, Tuff, Mittel-Pleistozän, Holstein.

¹ Adresses des auteurs: Centre Henri Elhäi, Université Paris-X, 200 Avenue de la République, 92001 Nanterre, France.

² Laboratoire de Paléobotanique et Paléoécologie, Université Paris-VI, UMR 5143, 12 rue Cuvier, 75005 Paris, France.

Sommaire

Introduction.....	146	Conclusion.....	157
Localisation et stratigraphie du tuf.....	147	Remerciements.....	157
Méthodologie.....	148	Bibliographie.....	157
Description des morphotypes.....	149	Légendes des planches.....	159
Discussion.....	153		

Introduction

La révision des empreintes foliaires moulées dans les tufs de la Celle-sous-Moret a été réalisée dans le cadre d'un programme pluridisciplinaire sur la signature climatique des interglaciaires du Pléistocène dans les tufs européens (Projet CNRS: Eclipse 2004, sous la coordination de N. Limondin, UMR 8591, Meudon).

Les données récentes acquises en France sur cette période, et plus particulièrement sur le Pléistocène moyen, sont très peu nombreuses; on peut citer des travaux en domaine méditerranéen (VERNET et al. 1984, AMBERT et al. 1992) et quelques études palynologiques concernant le Massif Central (ANDRIEU-PONEL et al. 2002, 2003, BEAULIEU & REILLE 1995, REILLE & BEAULIEU 1995, REILLE et al. 2000), et l'Isère (FIELD et al. 2000). Malgré toute la qualité de ces enregistrements lacustres, leur interprétation demeure locale, d'où l'intérêt de compléter le référentiel floristique de cette période pour des localités plus septentrionales et dans un type de dépôt très différent mais offrant la possibilité d'études pluridisciplinaires.

L'historique des travaux sur ce gisement débute avec la découverte de bifaces par CHOUQUET en 1874 dans une carrière exploitée dans la partie est du site. C'est, d'ailleurs, sur cette dernière qu'ont porté toutes les recherches antérieures à 1969. Les travaux nombreux concernant la flore sont ceux de SAPORTA (1874, 1876), LAPPARENT (1900), MUNIER-CHALMAS (1903), JODOT (1907) et CAPDEVILLE (1959). Les études plus récentes (ROBLIN-JOUVE 1989, ROBLIN-JOUVE & KERVASO, 1990, LÉCOLLE et al. 1989), révélatrices des nouvelles orientations scientifiques, s'occupent davantage de stratigraphie et de sédimentologie que des données naturalistes.

Les conclusions de ces études témoignent toutes du caractère interglaciaire de la période d'édification des tufs. La présence de plusieurs taxons à affinités méridionales (*Buxus sempervirens* L., *Ficus carica* L., *Evonymus latifolius* SCOP., *Cercis siliquastrum* L., *Laurus canariensis* WEBB.) démontre pour l'ensemble des auteurs et sans réserve, la tendance plus chaude et plus humide que l'actuel du climat de cet interglaciaire dont l'âge isotopique, stade 11, est estimé entre -420 et -360 000 ans (datations U/Th, BAHAIN & FALGUÈRES, étude en cours).

L'objectif de notre étude est, dans une première partie, de donner une description précise des empreintes de l'ensemble des taxons de la collection, ce qui n'avait pas été réalisé dans les études antérieures. Cette partie descriptive nous paraît importante car elle justifie nos divergences avec certaines identifications des auteurs précédents.

Par ailleurs, la correspondance entre les déterminations et les échantillons n'avait pas été établie (absence de numérotation), ce qui fut pour nous un second problème pour la comparaison des descriptions.

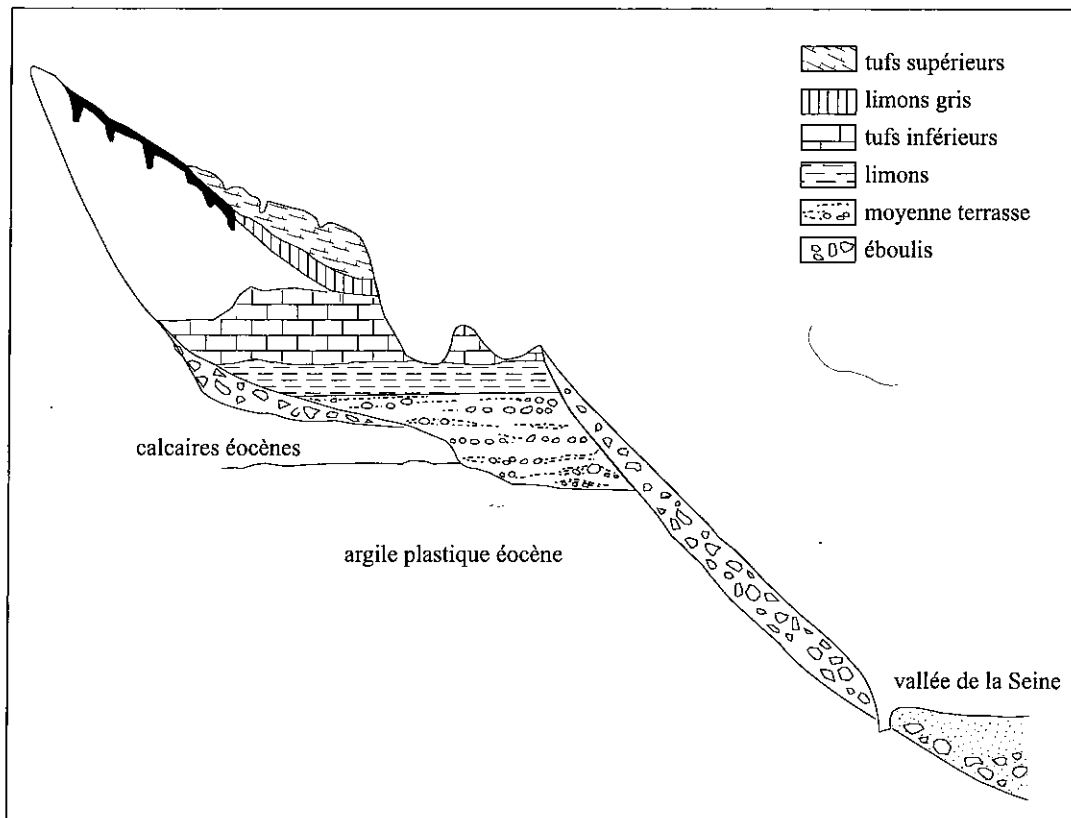
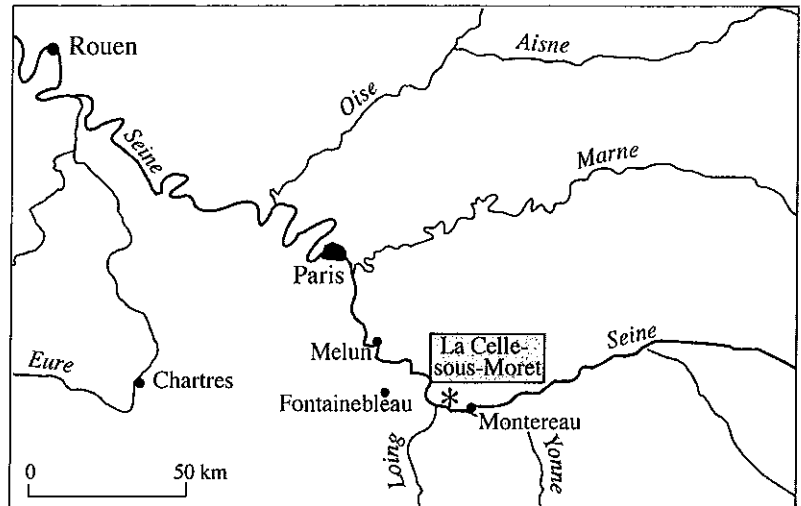
Dans la seconde partie, nous comparerons nos travaux aux études antérieures et, plus particulièrement, nous discuterons de la présence de certains taxons et notamment de celle du laurier des Canaries, déterminante pour la caractérisation du climat de cet interglaciaire; enfin, certaines identifications spécifiques (*Prunus padus* L., *P. insititia* L., *P. malahab* L., *Evonymus latifolius* SCOP., *Populus canescens* SMITH., *P. tremula* L., *Salix repens* L.) nous ont paru hasardeuses compte tenu de la fragmentation des échantillons et de la nature assez grossière des dépôts.

Cette révision nous amènera à discuter des limites de cette étude et proposer de nouvelles hypothèses dans lesquelles l'interprétation climatologique sera davantage nuancée.

Localisation et stratigraphie du tuf

Le site de la Celle-sous-Moret est situé sur la rive droite de la Seine à proximité de son confluent avec le Loing (texte-fig.1). Les tufs, situés sur la rive concave, s'étendent sur environ 250 mètres de largeur et 25 mètres de hauteur. Ils se sont édifiés sur le versant exposé au sud, à la base du calcaire de Champigny (Éocène moyen), au contact des argiles et grès du Sparnacien (DENIZOT in CHALINE 1985). Ils reposent sur un dépôt de cailloutis fluviatiles et de limons (texte-fig. 2).

Texte-fig. 1. Carte de localisation des tufs pléistocènes de La Celle-sous-Moret.
Text-fig. 1. Geographic location of the site La Celle-sous-Moret.



Texte-fig. 2. Les tufs de La Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne). (Coupe stratigraphique d'après BOURDIER, in: CHALINE 1985).
Text-fig. 2. Tufa of La Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne). (Schematic cross section according to BOURDIER, in: CHALINE 1985).

	Lithologie	Faune	Malacofaune	Flore
pas de données sur l'épaisseur	Tufs friables 1 m 50		Succinea	
	Tufs concrétionnés 5 à 8 mètres	<i>Mus montis</i>	<i>Zonites acieformis</i> <i>Ena montana</i> <i>Discus ruderatus</i> <i>Bullimus montanus</i> <i>Chondrus quadridens</i> à la base	A la base nombreux lits avec empreintes d' <i>Acer pseudoplatanus</i> - <i>Buxus sempervirens</i> - <i>Viburnum tinus</i> <i>Ficus carica</i> - <i>Laurus canariensis</i> - <i>L. nobilis</i> - <i>Cercis siliquastrum</i>
	Tufs 2 mètres (180 couches- annuelles)		<i>Zonites sequanicus</i> <i>Zonites acieformis</i> <i>Helix bidens</i> <i>Clausilia filograna</i> <i>Discus ruderatus</i> <i>Ena montana</i>	<i>Salix</i> <i>Betula</i> <i>Populus</i> Aiguilles de <i>Pinus austriaca</i> au centre + cônes <i>Acer pseudoplatanus</i>
	Marnes rosées 15 cm		<i>Helix chouqueti</i> , <i>Helix hispida</i> <i>Cyclostoma elegans var. lutetiana</i> <i>Bithinia tentaculata</i> (faune d'eau douce)	
	Tuf homogènes fins 30 cm			
	Marnes vertes 35 cm	<i>Meles</i> <i>Castor</i> <i>Cervus</i> <i>Sus</i>	<i>Helix</i>	
	Tufs homogènes 20 cm			
	Alluvions			
	Graviers	<i>Elephas antiquus</i>		

Texte-fig. 3. Stratigraphie des tufs de La Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne), d'après SAPORTA (1874, 1876), TOURNOUËR (1877), LAPPARENT (1900), MUNIER-CHALMAS (1903), JODOT (1907), BOURDIER (1961, 1964, 1969).

Text-fig. 3. Stratigraphy of La Celle-sous-Moret tufa, according to SAPORTA (1874, 1876), TOURNOUËR (1877), LAPPARENT (1900), MUNIER-CHALMAS (1903), JODOT (1907), BOURDIER (1961, 1964, 1969).

Ces séquences de tufs sont le résultat d'un dépôt, discontinu dans le temps et l'espace, de carbonate de calcium sur des supports morts ou vivants, inertes, sous l'action de micro-organismes avec une influence plus ou moins intense de la diagenèse (FREYTTET 1989).

Les édifices travertineux présentent généralement des couches construites alternant avec des faciès détritiques. Les faciès construits se développent lorsque les conditions environnementales sont les plus favorables (MAGNIN et al. 1991). Enfin, ils peuvent être en relation avec une sédimentation alluviale ou, comme c'est le cas à la Celle, au contact de sources riches en carbonate dissous.

Une synthèse stratigraphique (texte-fig. 3) a été réalisée d'après les travaux de SAPORTA (1874, 1876), TOURNOUËR (1877), LAPPARENT (1900), MUNIER-CHALMAS (1903), JODOT (1907), BOURDIER (1961, 1964, 1969). Elle permet d'observer une succession de 9 niveaux de faciès construits et détritiques.

Méthodologie

Nous avons travaillé sur l'importante collection, au total 166 échantillons, constituée par CHOUQUET; ces échantillons sont conservés dans la collection de Micropaléontologie de l'Université Paris VI. Une campagne de terrain réalisée en juin 2003 n'a malheureusement pas permis de retrouver de nouvelles empreintes.

Pour l'identification des empreintes foliaires, en nous référant aux travaux de MOUTON (1967) et du L.A.W.G. [Leaf Architecture Working Group] (1999), nous avons utilisé pour nos déterminations les critères suivants: taille du limbe, forme, symétrie, marge, forme de l'apex, forme de la base, type de nervation primaire, type et nombre de nervures secondaires, régularité de l'espacement, angle de la nervure secondaire, types de nervations tertiaire et quaternaire.

Ce dernier critère a rarement été utilisé du fait de la mauvaise qualité de très nombreux échantillons; pour beaucoup d'empreintes, nous n'avons pu aller au-delà de la nervure tertiaire. MOUTON souligne, à ce propos, qu'il est inutile d'aller plus avant dans la description. Nous ajouterons aussi la vigueur de la nervation foliaire, très caractéristique chez certaines espèces.

En raison du matériel, très fragmentaire, et d'un grand nombre d'empreintes indéterminées, environ un tiers de la collection, aucune quantification n'a été envisagée.

L'identification taxinomique a été réalisée dans la mesure du possible par comparaison avec du matériel frais et d'herbier, les flores de COSTE (1937) et de FOURNIER (1961).

Les 24 taxons reconnus dans cette formation sont décrits dans la partie qui suit.

Description des morphotypes

Description des empreintes foliaires et fruits des formations travertineuses (par ordre alphabétique des familles, genres et espèces).

ACERACEAE

Acer pseudoplatanus L.

(planche 4, fig. 1 et 2)

Cet érable est représenté par 10 empreintes fragmentaires. Les feuilles sont simples, palmatilobées à 5 lobes; la marge du limbe est dentée (2 dents par cm). La nervation est de type actinodrome.

Acer sp.

(planche 4, fig. 3 et 4)

Des empreintes fragmentaires de feuilles palmatilobées (pl. 4, fig. 3) et de fruits (samares, pl. 4, fig. 4) peuvent être rattachées au genre *Acer*; des déterminations spécifiques ne sont pas possibles.

AMYGDALACEAE

Prunus spinosa L.

(planche 5, fig. 2a et 5)

Les feuilles de ce taxon sont simples, de forme elliptique; l'apex est absent, la base est cunéiforme et la marge finement dentée (1 dent/mm). Nous observons 8 à 9 paires de nervures secondaires de type cladodrome dont la répartition et l'angle sont réguliers.

Prunus sp.

(planche 5, fig. 4)

Microphyllé simple et pétiolé de forme elliptique; l'apex est absent et la base cunéiforme; la marge est probablement finement dentée. La nervation secondaire est cladodrome avec 6 à 7 paires de nervures; à la base du limbe, on peut observer une paire de nervures secondaires courtes. La nervation tertiaire est transversale tandis que la nervation quaternaire est réticulée et à peine visible.

ARALIACEAE

Hedera helix L.

(planche 3, fig. 5)

Les feuilles que nous avons observées appartiennent toutes à un rameau fertile. Elles sont simples et de forme deltoïde; l'apex est indistinct, la base arrondie; la marge du limbe est entière. La nervation primaire est de type actinodrome.

BETULACEAE

Betula sp.

(planche 3, fig. 4)

Les feuilles de bouleau sont peu représentées dans ce gisement; quatre ont été comptées. Ce sont des feuilles de petite taille, simples; leur forme est deltoïde avec une base convexe. La marge du limbe est dentée (6 à 7 dents par cm), leur espacement semble régulier. On observe chez le bouleau une nervation craspédodrome composée (6 paires environ); l'espacement des nervures est régulier avec un angle uniforme. Les autres niveaux de nervation sont absents.

BUXACEAE

Buxus sempervirens L.

(planche 6, fig. 3, 4)

Les empreintes de feuilles de buis sont abondamment représentées dans ces dépôts. Ce sont de très petites feuilles (1,2 cm de longueur sur 1,1 cm de largeur), ovales, simples, symétriques, à marge lisse; l'apex est émarginé et la base obtuse. Les moulages sont toujours légèrement incurvés. Dans les échantillons que nous avons observés, seule la nervation primaire, unique, est visible.

Quelques fruits de ce taxon ont également été moulés dans ces dépôts (pl. 6, fig. 4).

CAPRIFOLIACEAE

Sambucus type *nigra*

(planche 5, fig. 7)

Nous avons trouvé dans ce gisement l'empreinte d'une foliole que nous pensons pouvoir attribuer à *Sambucus nigra* L. Sa forme est elliptique. Le limbe est bordé de fines dents, très densément placées; elles sont concaves à la base et convexes dans leur partie supérieure. Les nervures secondaires font un angle d'environ 30° par rapport à la nervure primaire et tendent à remonter vers le sommet du limbe; les nervures tertiaires ne sont pas visibles.

Viburnum lantana L.

(planche 2, fig. 1 et 2)

Deux empreintes de feuilles de viorne ont été identifiées sans ambiguïté; il s'agit de feuilles de taille moyenne, simples, sans pétiole visible; l'empreinte est très épaisse avec une nervation très marquée. Le limbe est ovale, symétrique; la marge est dentée. L'apex est obtus et la base arrondie. La nervation primaire est de type pennée, la nervation secondaire s'étire jusqu'aux marges du limbe (type craspédodrome) et est branchue à ses extrémités; l'espacement des nervures secondaires est irrégulier et l'angle avec la nervure primaire demeure uniforme sur l'ensemble du limbe. La nervation tertiaire est transversale, droite. Les nervations IV et V ne sont pas visibles sur les échantillons.

CELASTRACEAE

Evonymus europaeus L.

(planche 5, fig. 6)

C'est une petite feuille simple, de forme elliptique, dont la marge est dentée (4 dents par cm vers la base du limbe); les dents sont simples avec des côtés droits et un sinus anguleux. L'apex n'a jamais pu être observé sur les échantillons; la base est cunéiforme. La nervation primaire est unique. Les nervures secondaires, de type cladodrome, sont au nombre de 8 à 9 paires; elles deviennent branchues à environ 0,5 cm du bord du limbe; leur espacement est irrégulier avec un angle uniforme sur l'ensemble du limbe. La nervation tertiaire est indistincte sur les échantillons.

CORNACEAE

Cornus sp.
(planche 5, fig. 1)

Il s'agit d'un très petit fragment de feuille à nervation primaire unique et nervation secondaire camptodrome que l'on peut rattacher au genre *Cornus*.

CORYLACEAE

Corylus avellana L.
(planche 2, fig. 6)

Les deux empreintes que nous avons observées sont fragmentaires: ce sont des feuilles de taille moyenne, simples; sur les deux échantillons, base et apex sont indistincts. On peut observer une nervation secondaire de type craspédodrome composée. La nervation tertiaire est transversale et rectiligne. Une nervation quaternaire réticulée moyenne et régulière est discernable.

FAGACEAE

Fagus sylvatica L.
(planche 2, fig. 3, 4 et 5)

Deux empreintes rattachées à ce taxon ont été observées dans la collection. La feuille est simple et de forme elliptique, à bord entier. La base et l'apex sont absents. Elle possède une nervation primaire unique légèrement sinueuse, des nervures secondaires assez régulièrement espacées, parallèles, rectilignes, se terminant au bord du limbe (type craspédodrome) sans se ramifier. Les nervations d'ordre supérieur sont indistinctes. La marge est ondulée, entière ou présente des dents simples peu marquées vers l'apex (pl. 2, fig. 5).

Quercus sp.
(planche 4, fig. 5 et 6)

Un échantillon fragmentaire de cette collection peut être rapporté au genre *Quercus*; le limbe, enroulé sur lui-même, est à bord lobé. On observe une nervation primaire unique et une nervation secondaire craspédodrome; les angles sont assez réguliers; la nervation tertiaire est formée d'un fin réticulum bien marqué avec des aréoles non branchues.

MORACEAE

Ficus carica L.
(planche 6, fig. 5 et 6)

Parmi les échantillons examinés nous n'avons pas retrouvé d'empreintes foliaires appartenant à cette espèce. Cependant, de très beaux moulages de fruits sont présents.

OLEACEAE

Ligustrum vulgare L.
(planche 5, fig. 2b et 3)

Ce taxon est lui aussi très bien représenté dans la collection. Ce sont de petites feuilles simples de forme elliptique; elles sont symétriques, à marge entière; l'apex est acuminé et la base cunéiforme. La nervation primaire est unique tandis que les autres nervations sont indistinctes.

SALICACEAE

Populus type *nigra*

(planche 3, fig. 1, 2 et 3)

Il s'agit de trois empreintes incomplètes, de forme deltoïde et symétrique; la marge, peu nette, est très probablement crénelée; la base est tronquée, l'apex n'est pas conservé. Le pétiole est visible: il est long et paraît aplati dans un plan perpendiculaire à celui du limbe. La nervation primaire est unique, la nervation secondaire est bifurquée aux extrémités, l'espacement et les angles sont réguliers; on peut observer une nervation tertiaire réticulée de petite taille.

Salix type *alba*

La feuille de cette espèce est simple, de forme elliptique allongée, symétrique; la marge du limbe est dentée, l'apex est acuminé et sa base cunéiforme. La nervation primaire est unique, et la nervation secondaire indistincte. Le pétiole est présent sur l'échantillon.

Salix type *caprea*

(planche 1, fig. 3 et 4)

Ce taxon est lui aussi très bien représenté dans le gisement. La feuille est simple, de forme ovale et symétrique. La marge est difficilement visible. L'apex et la base sont indistincts. Le limbe est gaufré. La nervure primaire est unique. On observe 8 à 9 paires de nervures secondaires brochidodromes (boucle à 0,3 mm du bord du limbe). Ces nervures sont incurvées, leur espacement est irrégulier et diminue vers la base du limbe; l'angle avec la nervure primaire est uniforme. Sur certains échantillons, on peut observer la présence de nervures intermédiaires. La nervation tertiaire est transversale, obtuse et très irrégulière dans sa forme. La nervation quaternaire est réticulée avec une forme quadrangulaire; il n'y a pas de terminaison de nervures au centre des aréoles.

Salix type *cinerea*

(planche 1, fig. 1, 2 et 5a)

La feuille de ce taxon est très proche de l'espèce décrite précédemment; elle s'en distingue par sa forme plus elliptique.

Salix type *fragilis*

C'est un saule à feuille elliptique allongée, dont la base est cunéiforme; elle est très finement dentée, les dents sont petites et très densément implantées. Le limbe présente un grand nombre de nervures secondaires de type brochidodrome, d'autres semblent se terminer sur la marge du limbe.

Salix incana SCHRANK

(planche 1, fig. 5b)

Ce saule est, avec le buis, l'un des plus abondants de la collection. Ses feuilles sont petites, de forme linéaire; la marge du limbe est lisse et récurvée; l'apex est acuminé tandis que la base est tronquée sur les échantillons. Nous pouvons observer une nervure primaire unique et profondément marquée. Aucune autre nervure n'est visible.

Salix type *viminalis*

Cet échantillon montre une empreinte de petite taille, simple, de forme oblongue et symétrique. L'apex est absent, la base est cunéiforme et le contour indistinct. Avec réserve, nous pensons pouvoir attribuer cette empreinte à *S. viminalis* L.

ULMACEAE

Celtis australis L.

(planche 6, fig. 1 et 2)

Deux échantillons très fragmentaires sont rattachés à des feuilles de micocoulier. Le bord du limbe, localement conservé, est denté (2 grosses dents par cm). Ces feuilles possèdent 3 à 4 paires de nervures secondaires émises sous des angles de 25 à 30°. Les nervures tertiaires, transversales et souvent bifurquées, forment de grosses mailles. L'aspect des nervations est tout à fait identique sur les feuilles de *Celtis australis* L. actuel que nous avons examinées.

Discussion

a) Rappel des caractères de *Laurus azorica* (SEUB.) FRANCO (syn. *Laurus canariensis* WEBB.) et comparaison avec *Salix caprea* L.

Après examen de différents échantillons de *Laurus canariensis* (herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, avec l'aimable autorisation de Madame ODILE PONCY), il apparaît que la forme des feuilles est très variable: elliptique, ovale élargie (comme l'échantillon décrit par KLUCKING 1987) ou parfois obovale (coll. L. ASSY, Madeira, herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris).

Description d'après l'examen d'une feuille provenant de Ténériffe, (coll. THIÉBAUT 721, 7 nov. 1876, herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris): feuille elliptique acuminée à base le plus souvent cunéiforme, bord entier parfois ondulé. La nervation primaire est unique; les nervures secondaires (7 à 8 paires) sont moyennement à largement espacées, plus ou moins décurrentes; l'angle par rapport à la nervure primaire varie de 30 à 50°. La plupart des nervures secondaires sont rectilignes à légèrement incurvées et bouclées aux extrémités. Les nervures tertiaires sont plus ou moins rectilignes, parfois bifurquées. Les nervures quaternaires forment un réseau de mailles polygonales très fines.

La feuille de *Salix caprea* L. a une forme générale assez similaire, mais la nervation secondaire est différente. Les nervures sont plus rapprochées; elles sont émises sous un angle de 60 à 90° et sont nettement incurvées pour s'approcher du bord en formant une boucle qui se raccorde à la nervure supérieure. Comparées à celles de *Laurus azorica* (SEUB.) FRANCO, les nervures tertiaires et quaternaires sont plus épaisses et forment un réseau plus grossier. D'autre part, la face supérieure du limbe est nettement gaufrée, caractère encore bien visible sur les échantillons fossiles, alors qu'elle est lisse chez *Laurus azorica*.

b) Comparaison des résultats avec ceux des travaux antérieurs

Beaucoup de taxons déterminés dans les études précédentes (texte-fig. 4) n'ont pas été retrouvés dans ce travail. C'est le cas de *Laurus nobilis*, *L. nobilis* var. *canariensis* ou même encore *L. azorica* (= *canariensis*). La confusion entre les trois espèces nous semble évidente; le nom du taxon est différent selon les auteurs, sans justification: SAPORTA cite *L. nobilis* var. *canariensis*, MUNIER-CHALMAS pense trouver *L. nobilis*, JODOT parle de *L. nobilis* et de *L. canariensis* et enfin, pour CAPDEVILLE, il s'agit de *L. canariensis*.

Ces incertitudes et nos descriptions nous suggèrent une erreur de détermination. Il est possible qu'il y ait eu confusion avec le genre *Salix*, abondamment représenté à la Celle. Le dessin de SAPORTA, repris par CHALINE (1985), ne nous paraît guère plus convaincant (pl. 1, fig. 6). Les nervures secondaires sont trop arquées et la réticulation est trop vigoureuse pour correspondre au laurier des Canaries. Pourtant, si une erreur nous paraît très probable, nous ne pouvons pas totalement exclure l'hypothèse de la perte de l'échantillon.

Pour d'autres taxons, notre avis diverge des déterminations antérieures:

Nous pensons qu'*Ulmus campestris* a peut-être été confondu avec *Fagus sylvatica* et *Parietaria officinalis* var. *erecta* avec *Cornus* sp. ou *Celtis australis*, trois taxons qui n'ont pas été identifiés dans les études précédentes. Trois autres taxons, *Ligustrum vulgare*, *Quercus* sp. et *Viburnum lantana* ne sont pas cités, mais il est difficile de préciser avec quels autres genres ils auraient pu être confondus.

Pour les espèces *Evonymus latifolius*, *Populus canescens*, *P. tremula*, *Prunus malahebe*, *P. insititia*, *P.*

padus, *Salix repens*, une identification jusqu'à l'espèce ne nous paraît pas sérieuse. En effet, la qualité d'échantillons ne nous a pas toujours permis d'aller au delà du genre; la nervation tertiaire est rarement conservée, ce qui rend impossible une attribution spécifique. Rappelons que le polymorphisme foliaire est loin d'être négligeable et qu'il accentue considérablement les difficultés d'identification des espèces.

Pour *Cercis siliquastrum*, *Clematis vitalba*, *Osmunda regalis*, *Phyllitis scolopendrium* (= *Scolopendrium officinale*) et *Pinus austriaca*, une erreur de détermination paraît assez improbable: pour ce matériel, une erreur est envisageable.

c) Quelle couverture végétale au Pléistocène moyen?

Dans cette collection sont rassemblées des empreintes de végétaux dont certains sont encore présents dans le paysage actuel du Bassin Parisien. Ils appartiennent au groupement thermophile calcicole typique de station bien exposée; sont représentés dans cette formation: *Quercus* sp., *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Evonymus europaeus*, *Cornus* sp. et des *Prunus*.

A ce groupement s'ajoutent plusieurs taxons sub-montagnards comme *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica* et *Salix incana*, plus exigeants sur les teneurs en eau du milieu.

Nous avons également d'autres taxons plus cosmopolites comme les saules, car directement liés à des conditions humides.

L'originalité de cette flore tient à la présence de taxons aujourd'hui absents à l'état spontané: *Bux sempervirens*, *Ficus carica* et *Celtis australis*; leur représentation est très inégale; le buis est le plus représenté ce qui laisse penser qu'il tenait une place plus importante que les deux autres dans cette formation.

Leur présence soulève bien entendu le problème de la difficile interprétation climatologique à donner à ce gisement. Ces taxons sont souvent considérés comme étant exclusivement subméditerranéens. Il faut rappeler toutefois que le buis, s'il est adapté à des conditions thermo-xérophiles, est non seulement très résistant au froid mais il tolère également les stations humides, ce qui lui confère une très large amplitude écologique. JACAMON (2001) note sa présence dans la hêtraie thermophile des plateaux de Bourgogne, des pentes du Jura, dans la sapinière thermophile du Dauphiné et de l'Ain. On le trouve aussi jusqu'en Belgique (DUVIGNEAUD 1969, 1970), où il est considéré dans la flore comme étant indigène, et enfin en Allemagne. Tous ces arguments tendent à repousser ses limites vers le nord. BROUSSE (2000) note sa présence et sa abondance sur la bordure sud du Massif Central chaque fois qu'il y trouve un sol calcaire.

Pour le figuier, il apparaît assez difficile de dire quelles sont les zones où il est naturel; comme le buis, il résiste au froid et il est capable d'installer ses semis avec facilité (JACAMON 2001); ainsi, il est fréquent de retrouver vers le nord en localisations bien abritées, ce qui est le cas du site de La Celle.

Le micocoulier est une espèce méditerranéenne aimant la chaleur et la lumière mais, comme les deux autres, il résiste très bien au froid.

Cette mise au point sur l'écologie de ces trois espèces prouve combien leur signification bioclimatologique est ténue, alors que des taxons plus caractéristiques et plus exigeants en matière de températures ne sont pas présents. Des travaux sur les paléotempératures, déduites de la composition isotopique de tests de Gastéropodes dans un autre site de la vallée de la Seine présentant les mêmes marqueurs floristiques malacologiques qu'à La Celle, ont montré que les températures enregistrées pour ce site synchrone, Verny (Eure), étaient proches de l'actuel (LÉCOLLE & LÉTOLLE 1989). Des travaux récents sur des séquences marines des hémisphères Nord et Sud indiquent aussi que, durant le stade isotopique 11, le climat n'était pas plus chaud qu'actuellement (LOUTRE & BERGER 2003) et que, pendant cette période, les conditions orbitales étaient similaires à celles que nous connaissons aujourd'hui (RAYNAUD et al. 2005).

Le cortège floristique de La Celle-sous-Moret montre, pour cette période du Quaternaire, une grande diffusion de la flore qui a permis l'installation d'espèces dans un endroit colonisable, possédant des conditions écologiques adéquates, sans qu'une interprétation climatique générale puisse être invoquée en prime abord. Les informations apportées par ces empreintes foliaires, à l'inverse de l'analyse pollinique, sont locales et peuvent nous mettre en présence d'une individualité micro-climatique à laquelle est liée l'association végétale décrite, ce qui permet difficilement d'extrapoler au climat extra local, voire régional, sans d'autres données (faune, palynologie, ...). De nos jours, encore, de nombreuses espèces méditerranéennes

arrivent jusqu'à la région parisienne et sont présentes dans plusieurs stations plus ou moins isolées, ce qui ne signifie pas que le climat est plus chaud.

Il ne faut pas non plus perdre de vue que les associations actuelles ne correspondent pas toujours aux associations « primitives » mais qu'elles peuvent résulter d'une pression anthropique. L'examen de cette flore souligne d'abord l'influence de la topographie sur la végétation; malgré la faiblesse du relief, les oppositions adret-ubac, bien que moins prononcées qu'en montagne, existent indubitablement. Un talus, un coteau, exposés au sud, sud-est et sud-ouest et bien éclairés pendant la plus grande partie de la journée s'opposent aux plateaux et aux versants ombreux tournés vers le nord.

Les conditions édaphiques déterminent, elles aussi, la présence de groupements particuliers, comme ici des calcicoles thermophiles qui repoussent vers le nord les limites de plantes à affinités plus méditerranéennes.

Il peut être intéressant de signaler qu'une station plus méridionale (Aveyron, vallée du Tarn), ayant fait l'objet d'études récentes et parfaitement corrélée du point de vue stratigraphique (AMBERT et al. 1992), enregistre une moindre proportion de feuillus mésophiles; elle est surtout caractérisée par la présence de *Smilax aspera* L., une espèce faisant partie de l'association du chêne vert et témoignant bien du caractère méditerranéen du climat, ce que nous ne retrouvons pas au nord.

d) Comparaison avec d'autres gisements de l'Holsteinien d'Europe

L'étude comparée de nos résultats avec ceux de localités européennes bioclimatiquement similaires permet de mettre en évidence de nombreuses convergences dans la répartition de certains taxons en Europe du nord-ouest.

Les sites offrant les meilleures conditions de corrélations, ayant fait l'objet de travaux récents avec révision des études antérieures, sont situés en Allemagne et correspondent aux dépôts de Bilzingsleben (MAI 1980, 1983) et Cannstatt (ADAM 1985). Ces deux gisements, très intéressants, possèdent également une grande diversité d'espèces. Beaucoup de feuillus mésophiles sont communs avec le site de La Celle; on retrouve notamment: *Quercus* sp., *Corylus avellana*, *Acer* type *pseudoplatanus*, *Cornus* sp., *Populus*, *Betula* et *Salix*.

Fagus sylvatica est absent des niveaux à macrorestes allemands alors qu'il est représenté dans le gisement de La Celle par deux empreintes.

En Allemagne, *Carpinus betulus* est présent et on sait par l'analyse pollinique qu'il joue à cette période un rôle important dans cette partie de l'Europe (ERD 1970; LINKE & HALLIK in: FIELD et al. 2000; MEYER 1974, MÜLLER 1974) alors qu'il est rare en France (gisements de Praclaux et La Côte, BEAULIEU et al. 2001). Plusieurs taxons n'ont pas été trouvés à La Celle: *Ulmus*, *Fraxinus excelsior* et *Abies*.

Le groupe de thermophiles caractéristiques de cet interglaciaire, *Buxus* et *Celtis*, a également été décrit dans les dépôts allemands.

Par contre, *Pterocarya*, autre élément important de l'Holsteinien que l'on retrouve assez régulièrement dans les analyses palynologiques de cette période, n'est présent sous forme de macrorestes qu'à Cannstatt. On ne retrouve ce taxon ni dans les stations méridionales françaises (AMBERT et al. 1992) ni sur le site de Bantega aux Pays-Bas (ZAGWIJN 1973). D'après cette répartition, il semblerait que *Pterocarya* se soit répandu à travers l'Europe du nord-ouest à partir du sud-est de l'Europe centrale tandis que pour *Celtis*, le schéma est différent; sa présence simultanée en Europe de l'est (BINKA et al. 2003) et dans le sud de la France pourrait suggérer une double origine: sud-est de l'Europe centrale et péninsule ibérique, avec peut-être deux espèces distinctes.

Pour ce qui concerne l'Europe du Nord Ouest, d'autres thermophiles pouvant posséder comme les précédentes de grandes capacités adaptatives (*Syringa josikaea* et *Pyracantha*) ont été répertoriées en Allemagne (MAI 1980, 1983); *Syringa* est également cité en Europe centrale dans les dépôts polliniques d'Ossaka, Pologne (NITYCHORUK et al. 2005).

Ficus carica, quant à lui, est exclusivement représenté dans la vallée de la Seine (La Celle et Vernon). *Pyracantha* et *Ficus* sont aussi présents dans les gisements holsteiniens appartenant au domaine méditerranéen (AMBERT et al. 1992).

Taxons	SAPORTA	M-CHALMAS	JODOT	CAPDEVILLE	JOLLY-SAAD & DUPÉRON
<i>Osmunda regalis</i> L.				X	
<i>Scolopendrium officinale</i> Sw.	X		X	X	
<i>Pinus austriaca</i> Höss.		X	X	X	
<i>Phragmites</i>				X	
<i>Monocotylédones</i>			X		
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	X	X	X	X	X
<i>Acer</i> sp.					X
<i>Betula pubescens</i> EHRH.				X	
<i>Betula</i> sp.		X	X		X
<i>Buxus sempervirens</i> L.	X	X	X	X	X
<i>Celtis australis</i> L.					X
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	X		X	X	
<i>Clematis vitalba</i> L.	X		X	X	
<i>Cornus</i> sp.					X
<i>Corylus avellana</i> L.	X		X	X	X
<i>Evonymus europaeus</i> L.	X		X	X	X
<i>Evonymus latifolius</i> SCOP.	X		X	X	
<i>Fagus sylvatica</i> L.					X
<i>Ficus carica</i> L.	X	X	X	X	X
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	X		X	X	
<i>Hedera helix</i> L.	X		X	X	X
<i>Laurus canariensis</i> WEBB.			X	X	
<i>Laurus nobilis</i> L.		X	X		
<i>Laurus nobilis</i> var. <i>canariensis</i> WEBB.	X				
<i>Ligustrum vulgare</i> L.					X
<i>Parietaria officinalis</i> L. af. <i>P. erecta</i> MERT. & KOCH				X	
<i>Populus canescens</i> SMITH	X		X	X	
<i>Populus type nigra</i> L.				X	X
<i>Populus tremula</i> L.				X	
<i>Prunus insititia</i> L.				X	
<i>Prunus malaheh</i> L.	X		X		
<i>Prunus padus</i> L.				X	
<i>Prunus spinosa</i> L.				X	X
<i>Prunus</i> sp.					X
<i>Quercus</i> sp.					X
<i>Salix type alba</i> L.					X
<i>Salix type caprea</i> L.					X
<i>Salix cinerea</i> L.	X		X	X	X
<i>Salix fragilis</i> L.	X		X	X	X
<i>Salix incana</i> SCHRANK				X	X
<i>Salix repens</i> L.				X	
<i>Salix type viminalis</i> L.					X
<i>Salix</i> sp.		X			
<i>Sambucus ebulus</i> L.	X		X		
<i>Sambucus nigra</i> L.				X	X
<i>Ulmus campestris</i> L.				X	
<i>Viburnum lantana</i> L.					X
<i>Viburnum tinus</i> L.	X				

Texte-fig. 4. Liste des empreintes foliaires de La Celle-sous-Moret, d'après SAPORTA (1874, 1876), MUNIER-CHALMAS (1903), JO (1907), CAPDEVILLE (1959) et ce travail.

Text-fig. 4. List of plant imprints from the site of La Celle-sous-Moret, according to SAPORTA (1874, 1876), MUNIER-CHAL (1903), JODOT (1907), CAPDEVILLE (1959) and this paper.

Pour la Grande-Bretagne et l'Irlande, les flores à macrorestes (REID in: WEST 1956) ne montrent que des corrélations incomplètes avec notre gisement. Quatre taxons sont en commun avec notre site d'étude: *Betula* sp., *Salix* sp., *Quercus* sp. et *Sambucus nigra*, parmi la série qui suit: *Alnus glutinosa*, *Betula nana*, *Carpinus betulus*, *Rubus idaeus*, *Rosa canina*, *Sambucus nigra*, *Sorbus torminalis*, *Taxus*, *Abies*, *Betula verrucosa*, *Salix*, *Quercus*. Aucun taxon thermophile n'est présent; cependant, on sait, grâce à des analyses polliniques détaillées (GODWIN 1975, TURNER 1970), que pendant l'Holsteinien les Iles Britanniques offraient une végétation très similaire à ce que l'on pouvait avoir sur le continent; on notera seulement l'absence de *Celtis* dans les dépôts anglais.

Conclusion

Sur la base de la discussion qui précède, la révision de la flore de La Celle-sous-Moret a permis de faire progresser la connaissance de l'Holsteinien en milieu continental.

Cette étude nous a permis de mettre en évidence une association végétale proche de ce que nous connaissons actuellement dans le Bassin Parisien, mais avec cependant une plus grande biodiversité: présence du saule drapé (*Salix incana*) et de taxons plus thermophiles: buis (*Buxus sempervirens*), figuier (*Ficus carica*), micocoulier (*Celtis australis*) qui s'ajoutent aux espèces rencontrées aujourd'hui à l'état spontané. Comme nous l'avons indiqué précédemment, certains de ces taxons thermophiles ont été retrouvés dans d'autres sites européens de même âge et sans que n'apparaisse, dans aucune localité, le laurier des Canaries cité dans les études antérieures.

Pour le site de La Celle-sous-Moret, après cette révision de la collection d'empreintes, nous pouvons donc émettre l'hypothèse que le climat de ce stade (MIS 11) n'était probablement pas plus chaud que l'actuel, comme en témoigne la présence de taxons nécessitant des conditions fraîches (*Fagus*, *Acer*), mais que seules les amplitudes thermiques entre hiver et été pouvaient être sensiblement inférieures aux actuelles avec des minima un peu supérieurs à ce que nous connaissons, d'où la présence d'espèces à affinités méditerranéennes.

Remerciements

Nous remercions Monsieur BELLIER, conservateur, et Monsieur BRUSSEAU, adjoint technique, qui nous ont facilité l'accès à la collection. Sans leur acharnement pour la sauvegarde de ce patrimoine, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. Notre gratitude va également à Madame ODILE PONCY qui nous a facilité l'accès à l'herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Bibliographie

- ADAM, K. D. (1985): Das Vorkommen des Buchsbaumes in den Cannstatter Sauerwasserkalken. Ein Beitrag zur Kenntnis der mittelpleistozänen Flora Südwestdeutschlands. – Stuttgarter Beitr. Naturkde, ser. B., 115: 1–29; Stuttgart.
- AMBERT, P., GUENDON, J. L., VAUDOUR, J., MAGNIN, F., ROIRON, P., QUINIF, Y., AGUILAR, J. P. & MARINVAL, P. (1992): Paléoenvironnements au Pléistocène moyen dans la vallée du Tarn: La formation de la Rouquette (Creissels-Aveyron). – Géobios, Mém. Spéc. n° 14: 133–139; Lyon.
- ANDRIEU-PONEL, V., BEAULIEU, J. L. DE, CHEDDADI, R., EICHER, U., FIELD, M. H., GUIOT, J., PONEL, P. & REILLE, M. (2002): The Holsteinian (OIS) record in France. – INQUA Commission on Stratigraphy Workshop: "Marine Isotope Stage 11 and its terrestrial equivalents". – Leiden, The Netherlands, 14–15 juillet 2002; Leiden.
- ,– (2003): Climate and vegetation changes in France during the Holsteinian (OIS 11). – XVI INQUA Congress, Reno, USA, 23–31 juillet 2003; Reno.
- BEAULIEU, J.L. DE, ANDRIEU-PONEL, V., REILLE, M., GRÜGER, E., TZEDAKIS, C. & SVOBODOVÁ, H. (2001): An attempt at correlation between the Velay pollen sequence and the Middle Pleistocene stratigraphy from Central Europe. – Quat. Sci. Rev., 20: 1593–1602; Oxford, New York.
- BEAULIEU, J. L. DE & REILLE, M. (1995): Pollen records from the Velay craters: a review and correlation of the Holsteinian Interglacial with isotopic stage 11. – Meded. Rijks geol. Dienst, 52 : 59–70; 's-Gravenhage.
- BINKA, K., NITYCHORUK, J. & DZIERZEK, J. (2003): *Parrotia persica* C. A. M. (Persian Witch Hazel, Persian ironwood) in the Mazovian (Holsteinian) Interglacial of Poland. – Grana, 42 (4): 1–7; Stockholm.
- BOURDIER, F. (1961): Sur l'âge des tufs de la Celle-sur-Seine. – Bull. Assoc. Nat. Vall. Loing, 37: 42–43; Fontainebleau.
- ,– (1964): La Celle-sous-Moret. – Bull. Assoc. fr. Etude Quat., 1: 53–58; Villeneuve d'Ascq.
- ,– (1969): Excursion dans le Bassin de Paris (INQUA) – Etude comparée des dépôts quaternaires des bassins de la Seine et de la Somme. – Bull. Inf. Géol. Bassin Paris, 21: 169–231; Paris.

- BROSSE, J. (2000): Larousse des arbres et des arbustes. – 576 pp. (Larousse éd.) Paris.
- CAPDEVILLE, J. (1959): Résumé: Etude paléobotanique du tuf de la Celle-sous-Moret (Seine et Marne). – Bull. Assoc. Nat. V Loing, 35: 55–60; 75–76; 97–99; 116–117; Fontainebleau.
- CHALINE, J. (1985): Histoire de l'homme et des climats au Quaternaire. – 366 pp. (Doin éd.) Paris.
- COSTE, H. (1937): Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. – (Librairie des Sciences et Arts éd.), 1: 416 pp., 2: 627 pp., 3: 807 pp.; Paris.
- DUVIGNEAUD, J. (1969): Compléments à l'écologie et à la distribution du Buis (*Buxus sempervirens*) en Belgique. – Bull. Soc. R Bot. Belg., 102: 79–88; Bruxelles.
- ,– (1970): La végétation des tufs calcaires situés au pied du Franc-Bois, à Fagnolles (Province de Namur, Belgique). – Bull. S Roy. Bot. Belg., 103: 167–183; Bruxelles.
- ERD, K. (1970): Pollen-analytical classification of the Middle Pleistocene in the German Democratic Republic. – Palaeogeog Palaeoclimatol., Palaeoecol., 8: 129–145; Amsterdam.
- FIELD, M. H., BEAULIEU, J. L. DE, GUIOT, J. & PONEL, P. (2000): Middle Pleistocene deposits at la Côte, Val-de-Lans, Isère. Pl macrofossils, palynological and fossil insects investigations. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 159: 53–Amsterdam, New York.
- FOURNIER, P. (1961): Les quatre flores de France. – 1105 pp. (Lechevallier éd.) Paris.
- FREYDET, P. (1989): Contribution à l'étude des tufs du Bassin de Paris. Typologie des édifices tufacés (stromatolitiques) des chenaux fluviatiles (aspect macroscopique). – Actes coll. Tufs, Rouen. Bull. Cent. Géomorphol. Caen, n° 37: 9–27; Caen.
- GODWIN, H. (1975): History of the British flora. A factual basis for phytogeography. 2nd ed. – 541 pp. (Cambridge University Press) Cambridge.
- JACAMON, M. (2001): Guide de dendrologie. Arbres, arbustes et arbrisseaux des forêts françaises. 4^{ème} édit. – 348 pp. (ENGREF) Nancy.
- JODOT, P. (1907): Excursion aux carrières de tufs quaternaires de la Celle-sous-Moret (Seine et Marne). – Bull. Soc. Nat. parisiens 1–12; Paris.
- KLUCKING, E. P. (1987): Leaf venation pattern. Vol. 2 Lauraceae. – 216 pp. (J. Cramer ed.) Berlin, Stuttgart.
- LAPPARENT, A. DE (1900): Traité de Géologie, 4^{ème} édit. – 1911 pp. (Masson éd.) [p. 1616: La Celle, d'après données inédites MUNIER-CHALMAS], Paris.
- L.A.W.G. [Leaf Architecture Working Group] (1999): Manual of Leaf Architecture – morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. – 65 pp. (Smithsonian Institution) Washington.
- LÉCOLLE, P. & LÉTOLLE, R. (1989): Paléotempératures déduites de la composition isotopique des tests de Gastéropodes terrestres de travertins de la vallée de la Seine. – Actes coll. Tufs, Rouen. Bull. Cent. Géomorphol. Caen, 38: 79–91; Caen.
- LÉCOLLE, F., ROUSSEAU, D. D., LAUTRIDOU, J. P. & PUISSÉGUR, J. J. (1989): Le tuf de Vernon: Nouvelles données (stratigraphie, paléoclimatologie, datations, corrélations). – Actes coll. Tufs, Rouen. Bull. Cent. Géomorphol. Caen, 38: 131–149; Caen.
- LOUTRE, M. F. & BERGER, A. (2003): Marine Isotope Stage 11 as an analogue for the present interglacial. – Global and Planetary Change, 36: 209–217; Amsterdam.
- MAGNIN, F., GUENDON, J. L., VAUDOUR, J. & MARTIN, P. (1991): Les travertins: accumulations de carbonates associées aux systèmes karstiques, séquences sédimentaires et paléoenvironnements quaternaires. – Bull. Soc. géol. Fr., 162 (3): 585–594; Paris.
- MAI, D. H. (1980): *Homo erectus*. Seine Kultur und Umwelt. 6.1 Pflanzenreste des mittelpleistozänen Travertins von Bilzingsleben. Ethnogr. Archäol. Z., 21: 4–15, Berlin.
- ,– (1983): Die fossile Pflanzenwelt des interglazialen Travertins von Bilzingsleben (Kreis Artern, Thüringen). – In: MAI, D., MANIA, D., NÖTZOLD, T. u.a.: Bilzingsleben II. *Homo erectus*, seine Kultur und seine Umwelt. – Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle, 36: 45–129; Berlin.
- MEYER, K. J. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der holstein-zeitlichen Kieselgur von Hetendorf. – Geol. Jahrb., A 21 : 87–105; Stuttgart.
- MOUTON, J. A. (1967): Architecture de la nervation foliaire. – 92^{ème} Congr. nat. Soc. sav., Strasbourg et Colmar, 3: 165–176; Paris.
- MÜLLER, H. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der holstein-zeitlichen Kieselgur von Munster-Breloh. – Geol. Jb., A 21: 107–140; Stuttgart.
- MUNIER-CHALMAS, M. (1903): Notice sur les travaux scientifiques de Munier-Chalmas. – 119 pp. [pp. 67–68: La Celle-sous-Moret] (Le Bigot éd.) Lille.
- NITYCHORUK, J., BINKA, K., HOEFS, J., RUPPERT, H. & SCHEIDER, J. (2005): Climate reconstruction for the Holsteinian Interglacial in eastern Poland and its comparison with isotopic data from marine Isotope Stage 11. – Quat. Sci. Rev., 24: 631–644; Oxford, New York.
- RAYNAUD, D., BARNOLA, J. M., SOUCHEZ, R., LORRAIN, R., PETIT, J. R., DUVAL, P. & LIPENKOV, V. Y. (2005): Palaeoclimatology: New record for marine isotopic stage 11. – Nature, 436: 39–40; London.
- REILLE, M. & BEAULIEU, J. L. DE (1995): Long Pleistocene pollen records from the Praclaux crater, South-Central France. – Quat. Res., 44: 205–215; Washington.
- REILLE, M., BEAULIEU, J. L. DE, SVOBODOVA, H., ANDRIEU-PONEL, V. & GOEURY, C. (2000): Pollen analytical biostratigraphy of the last five climatic cycles from a long continental sequence from the Velay region (Massif Central, France). – J. quaternary Sci., 15: 663–685; Exeter, London.

- ROBLIN-JOUVE, A. (1989): Tufs de la Celle (Vernou-La Celle sur Seine, Seine et Marne). – Bull. Cent. Géomorphol. Caen, 37: 16 pp.; Caen.
- ROBLIN-JOUVE, A. & KERVASO, B. (1990): Les tufs de la Celle-sur-Seine (Seine et Marne). Etude géologique. – Bull. Cent. Géomorphol. Caen, 38: 111-129; Caen.
- SAPORTA, G. DE (1874): Sur l'existence constatée du figuier aux environs de Paris à l'époque quaternaire. – Bull. Soc. géol. Fr., sér. 3, 2: 439-442; Paris.
- (1876): Sur la découverte du Laurier dans les tufs de la Celle et le climat des environs de Paris à l'époque du diluvium gris. – Comptes Rendus Association Française pour l'Avancement des Sciences, 5^{ème} session: 640-660; Clermont-Ferrand.
- TOURNOUËR, R. (1877): Note complémentaire sur les tufs quaternaires de La Celle-sous-Moret. – Bull. Soc. géol. Fr., sér. 3, 5: 646-667; Paris.
- TURNER, C. (1970): The Middle Pleistocene deposits at Marks Tey, Essex. – Phil. Trans. Roy. Soc. London, B, 257 (817): 373-440; London.
- VERNET, J. L., AMBERT, P., ANDRÉ, J., BRUGAL, J. PH., CASANOVA, J., MICHAUX, J. & SEMAH, F. (1984): Paléoenvironnements quaternaires dans la région de Millau (bordure méditerranéenne du Massif Central, France) à partir des travertins, des macroflores et des faunes. – Géobios, Mém. Spéc. n° 8 : 125-131; Lyon.
- WEST, R. G. (1956): Interglacial site at Hoxne. – Phil. Trans. Roy. Soc. London, B, 239 (665): 265-356; London.
- ZAGWIJN, W. H. (1973): Pollenanalytic studies of Holsteinian and Saalian beds in the northern Netherlands. – Medded. Rijks geol. Dienst, 24: 139-156; 's-Gravenhage.

Legendes des planches

Planche 1

- Fig. 1. *Salix* type *cinerea*, (éch. 22).
- Fig. 2. *Salix* type *cinerea*, (éch. 22, détail).
- Fig. 3. *Salix* type *caprea*, (éch. 140).
- Fig. 4. *Salix* type *caprea*, (éch. 140, détail).
- Fig. 5. a – *Salix* type *cinerea*, b – *Salix incana* SCHRANK, (éch. 22).
- Fig. 6. *Laurus nobilis* var. *canariensis* in: SAPORTA (1876), planche XIII, fig. 2 (échelle non précisée par l'auteur).

Planche 2

- Fig. 1. *Viburnum lantana* L., (éch. 61).
- Fig. 2. *Viburnum lantana* L., (éch. 61, détail).
- Fig. 3. *Fagus sylvatica* L., (éch. 166).
- Fig. 4. *Fagus sylvatica* L., (éch. 166, détail).
- Fig. 5. *Fagus sylvatica* L., (éch. 166, détail de la marge).
- Fig. 6. *Corylus avellana* L., (éch. 108).

Planche 3

- Fig. 1. *Populus* type *nigra*, (éch. 105).
- Fig. 2. *Populus* type *nigra*, (éch. 105, détail).
- Fig. 3. *Populus* type *nigra*, (éch. 127).
- Fig. 4. *Betula* sp., (éch. 89).
- Fig. 5. *Hedera helix* L., (éch. 98).

Planche 4

- Fig. 1. *Acer pseudoplatanus* L., (petite feuille), (éch. 2).
- Fig. 2. *Acer pseudoplatanus* L., (éch. 2, détail).
- Fig. 3. *Acer* sp., (éch. 102).
- Fig. 4. Samare d'*Acer* sp., (éch. 47).
- Fig. 5 et 6. *Quercus* sp., (éch. 69).

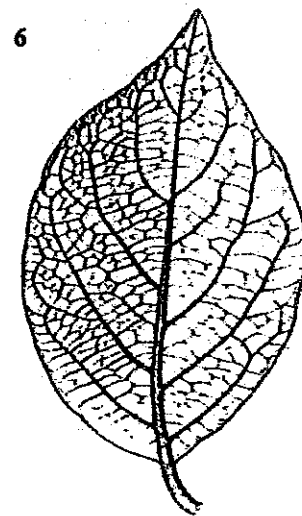
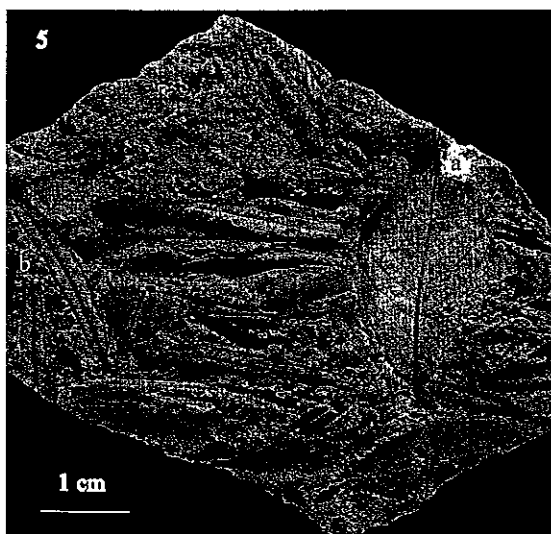
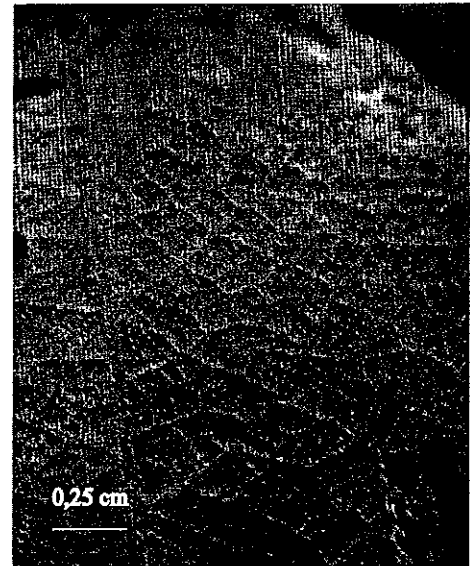
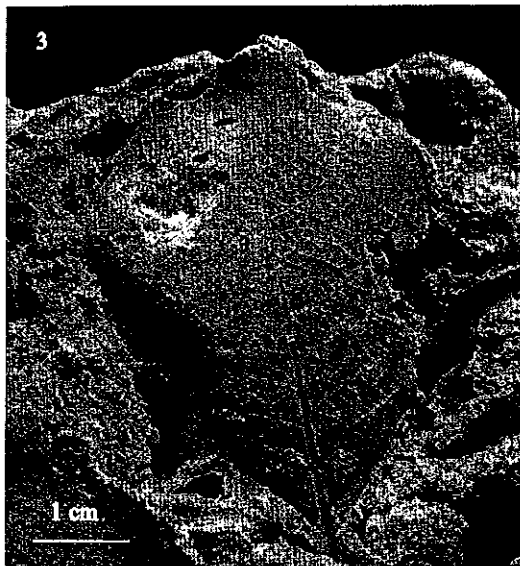
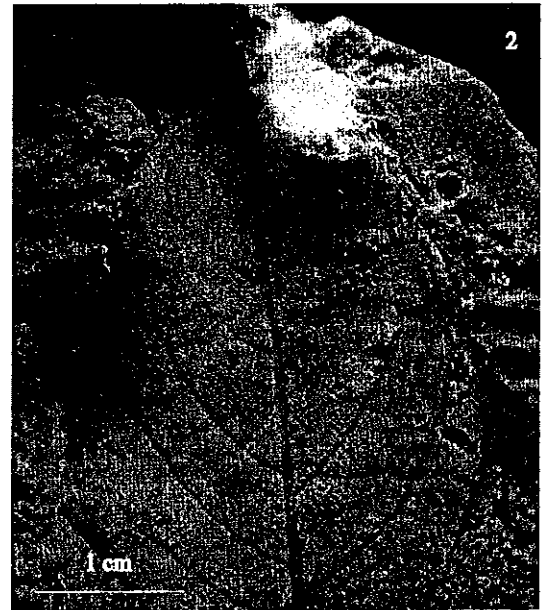
Planche 5

- Fig. 1. *Cornus* sp., (éch. 118).
- Fig. 2. a – *Prunus spinosa* L., b – *Ligustrum vulgare* L., (éch. 14).
- Fig. 3. *Ligustrum vulgare* L., (éch. 14).

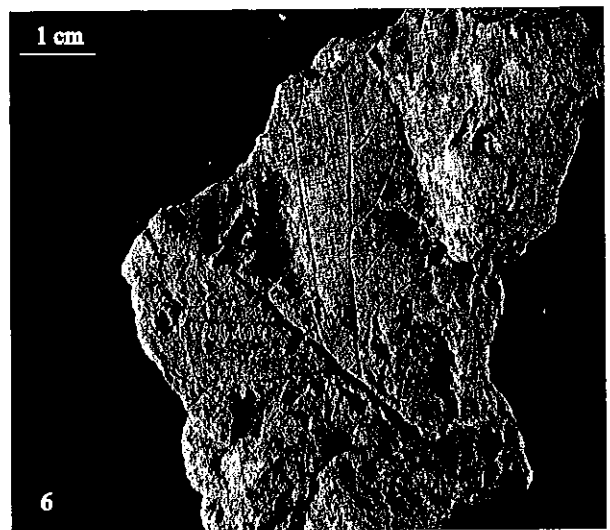
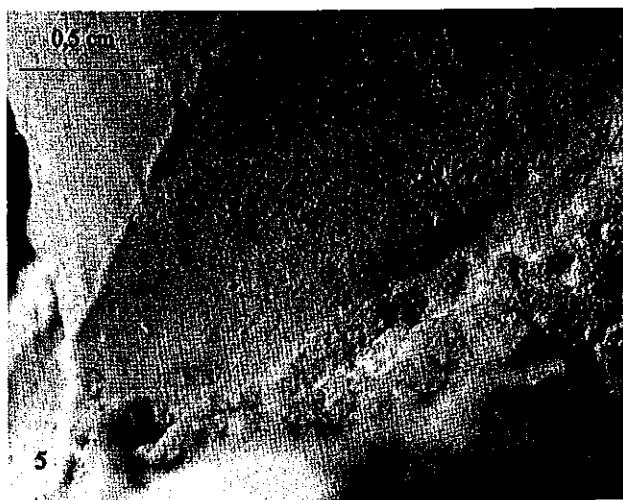
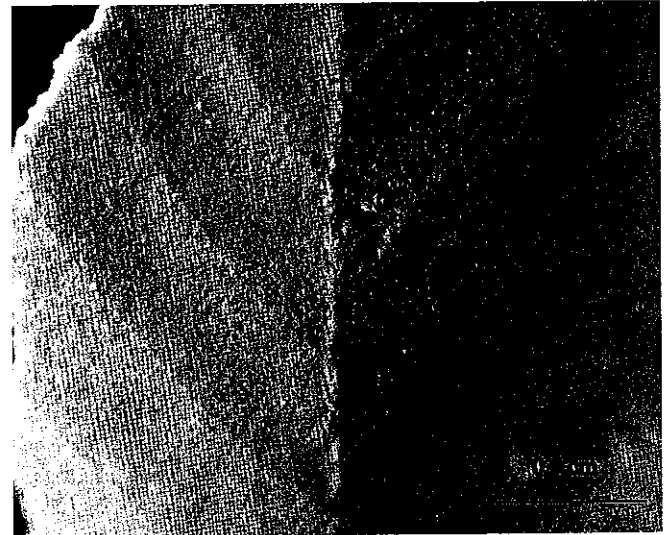
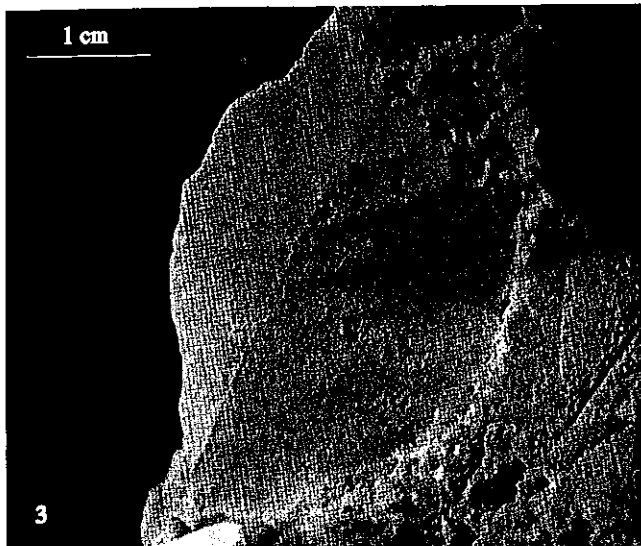
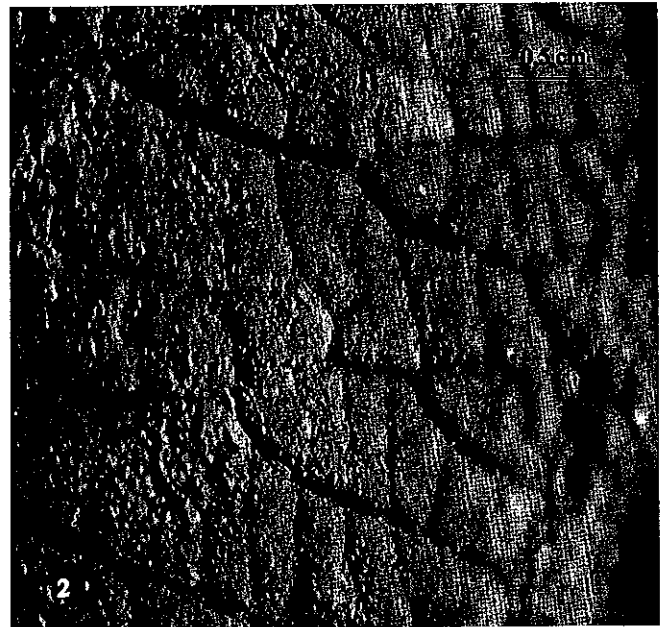
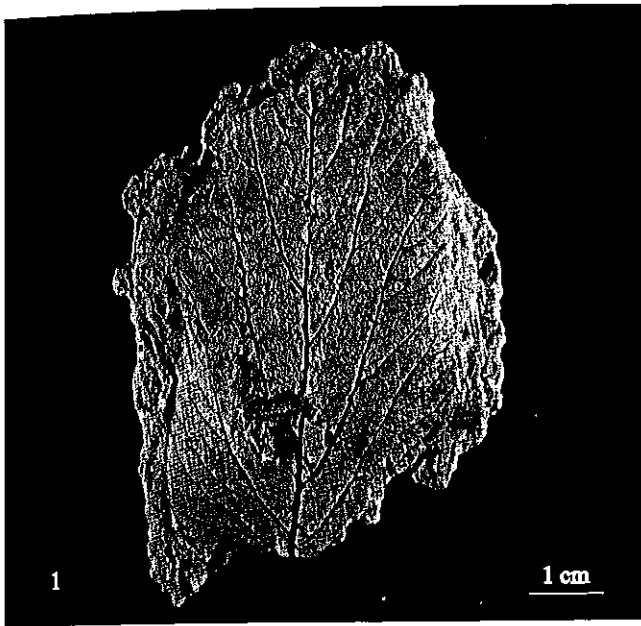
- Fig. 4. *Prunus* sp., (éch. 84).
- Fig. 5. *Prunus spinosa* L., (éch. 116).
- Fig. 6. *Evonymus europaeus* L., (éch. 64).
- Fig. 7. *Sambucus* type *nigra*, (éch.18).

Planche 6

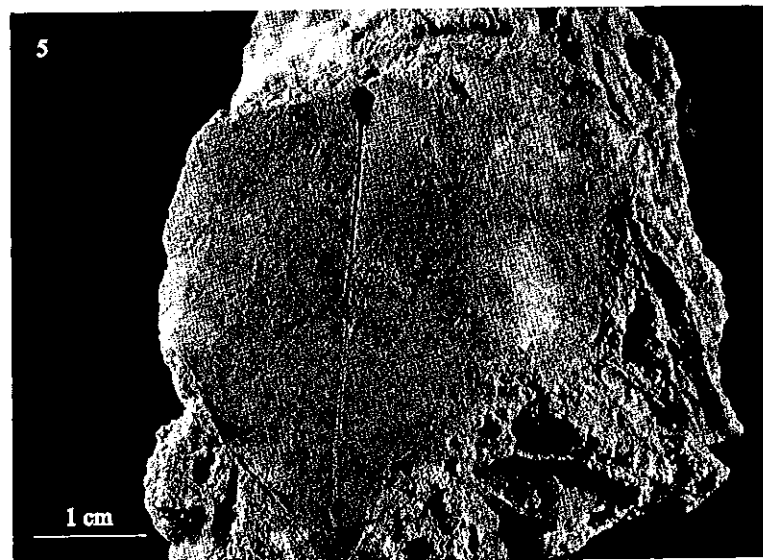
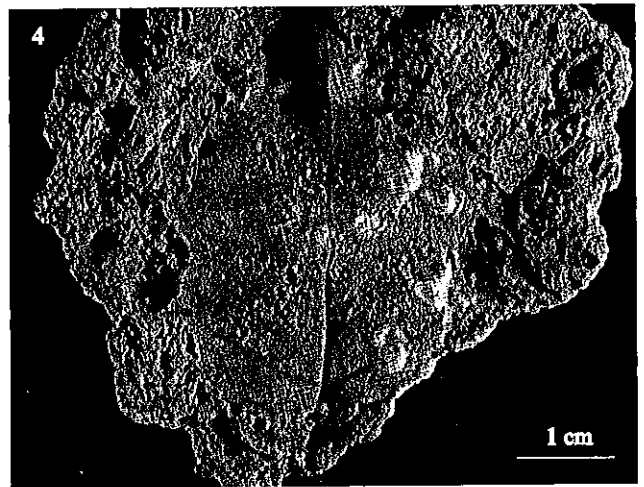
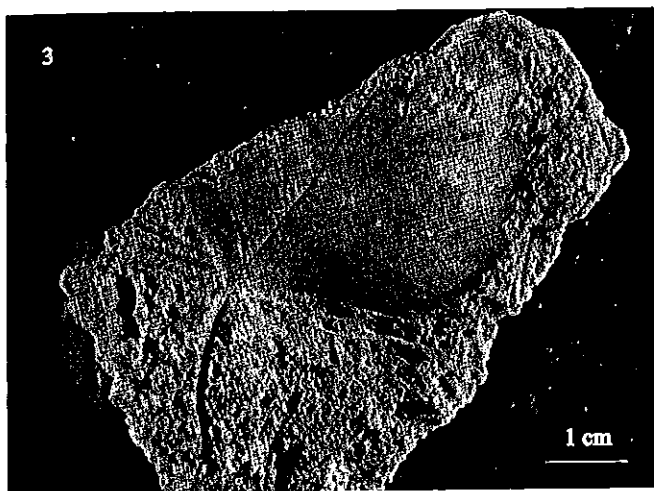
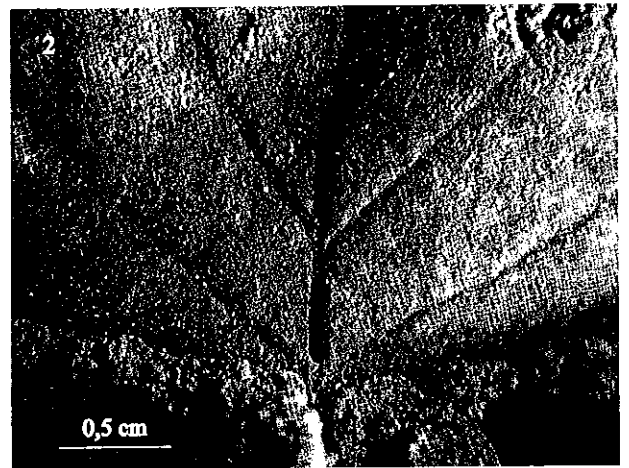
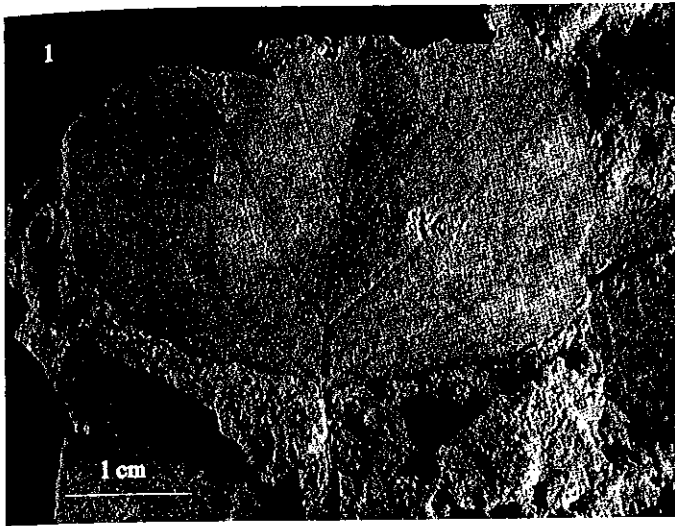
- Fig. 1. *Celtis australis* L., (éch. 34).
- Fig. 2. *Celtis australis* L., (éch. 34).
- Fig. 3. *Buxus sempervirens* L., (éch. 5).
- Fig. 4. Fruits (tétragones) de *Buxus sempervirens* L., (éch. 135).
- Fig. 5 et 6. Fructifications de *Ficus carica* L., (éch. 106).



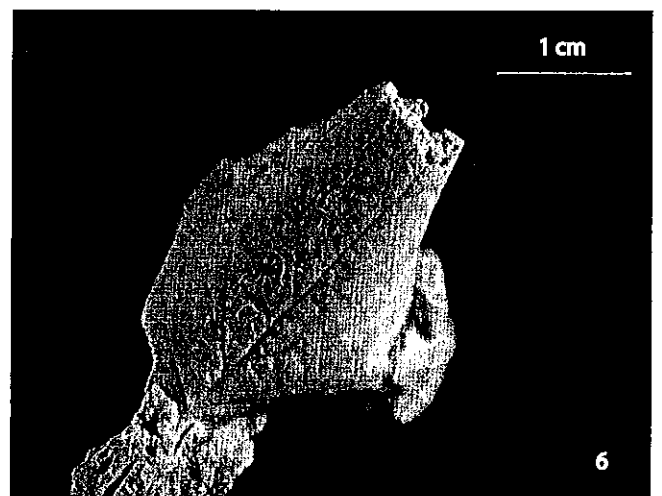
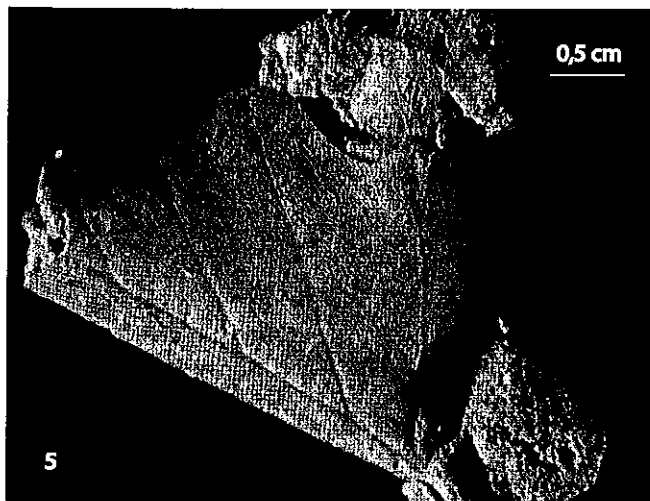
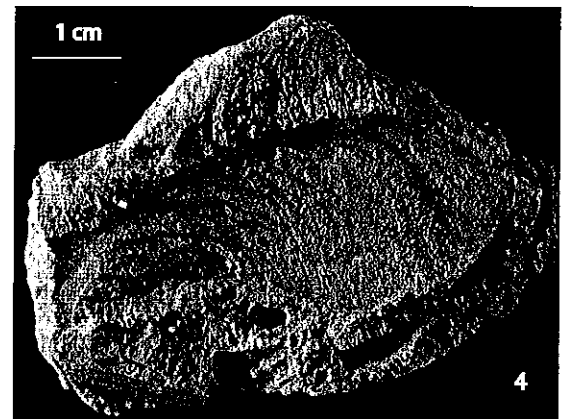
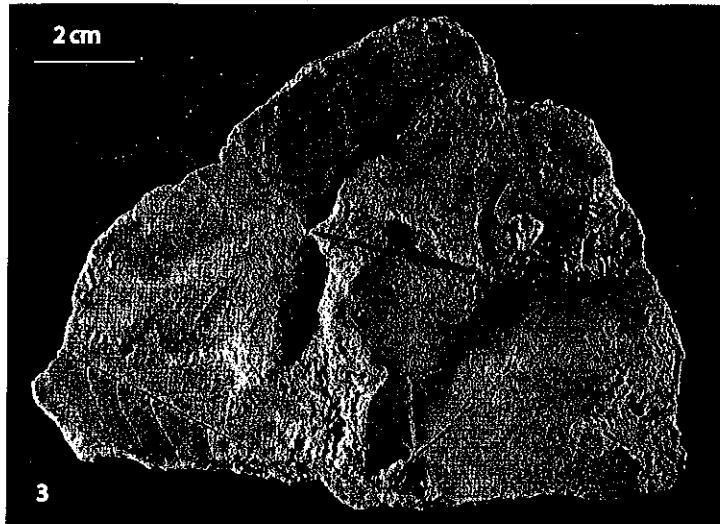
Jolly-Saad, M.-C. et al.: Nouvelle étude des empreintes foliaires des tufs holsteiniens.



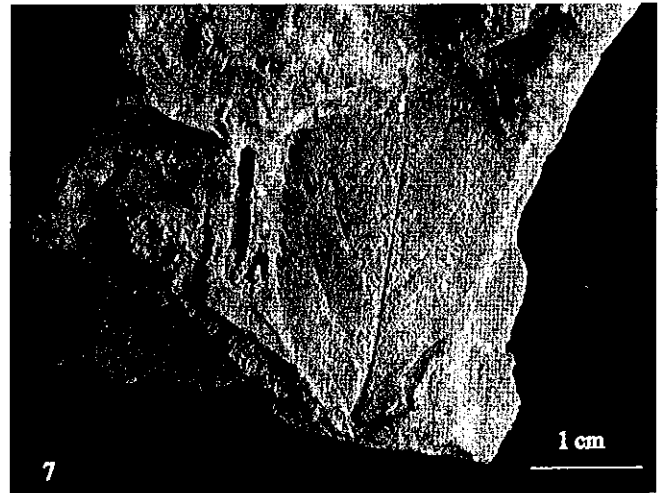
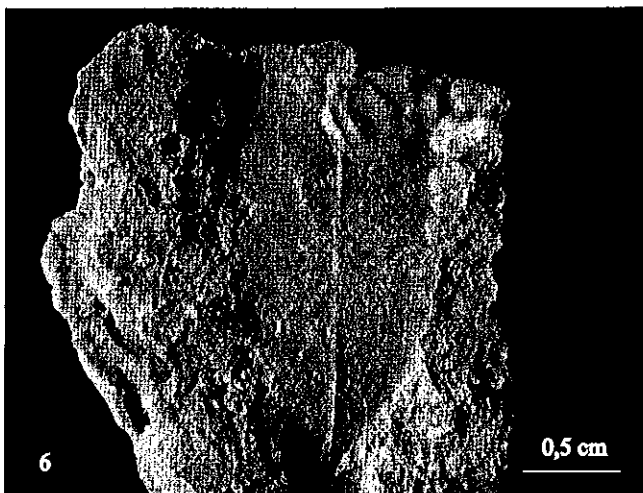
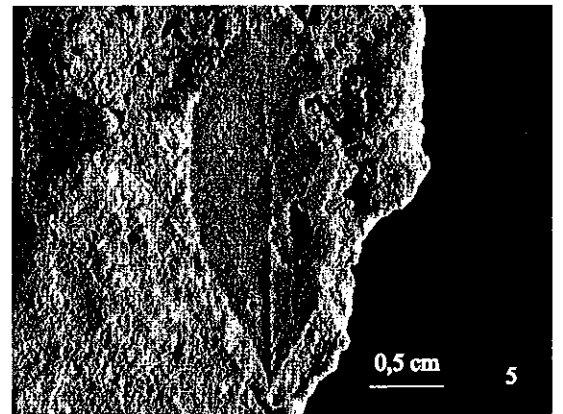
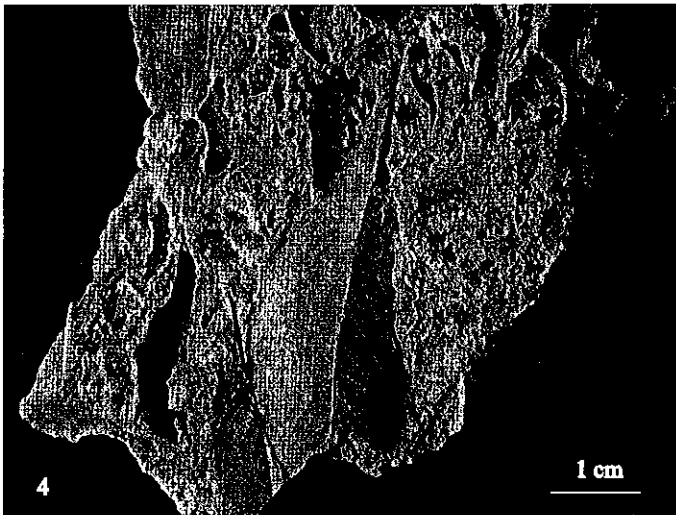
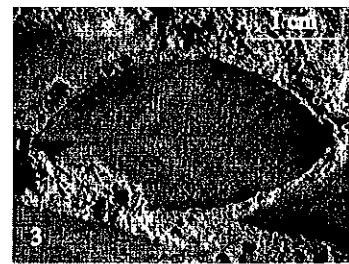
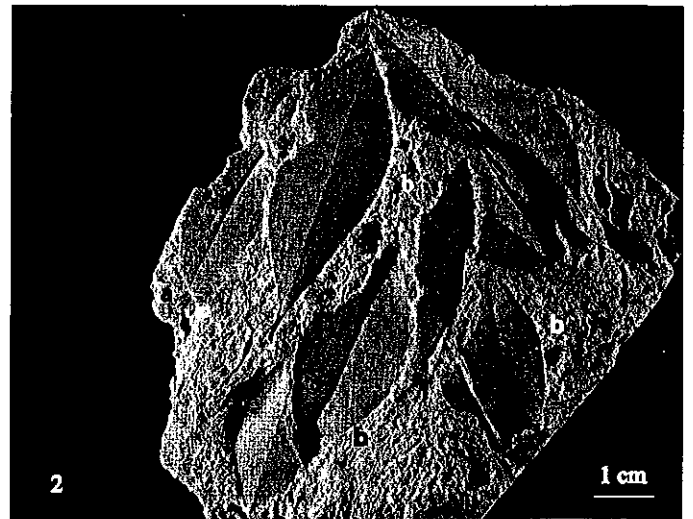
Jolly-Saad, M.-C. et al.: Nouvelle étude des empreintes foliaires des tufs holsteiniens.



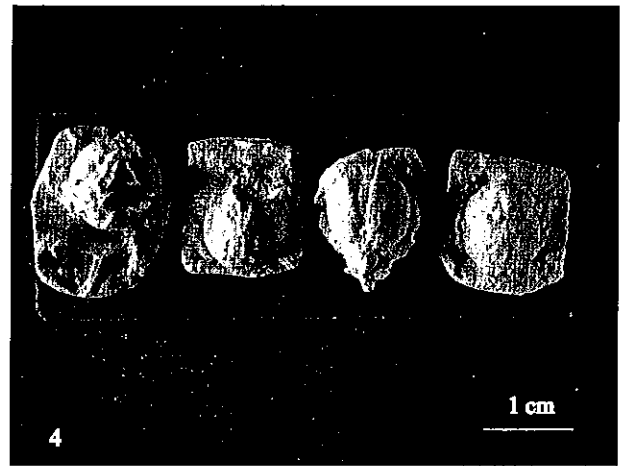
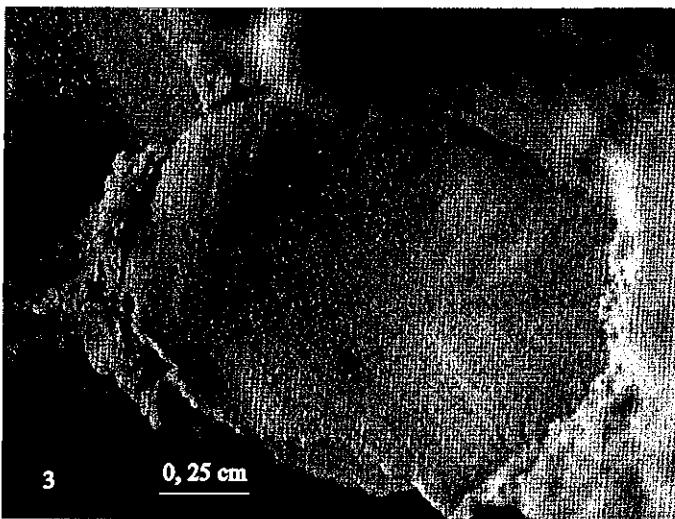
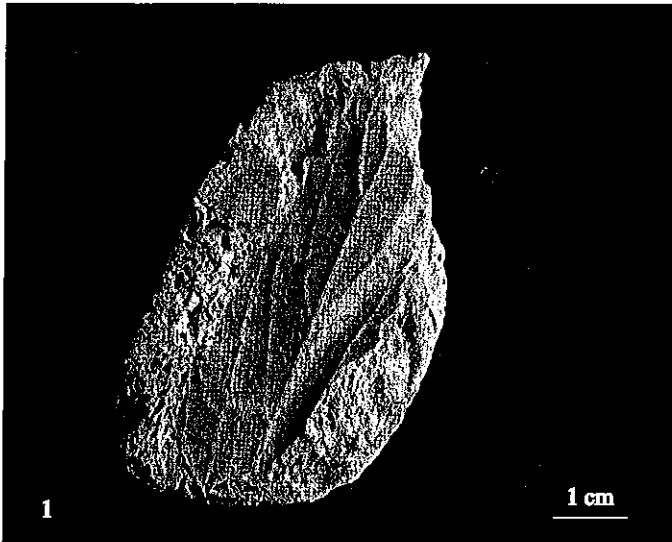
Jolly-Saad, M.-C. et al.: Nouvelle étude des empreintes foliaires des tufs holsteiniens.



Jolly-Saad, M.-C. et al.: Nouvelle étude des empreintes foliaires des tufs holsteiniens.



Jolly-Saad, M.-C. et al.: Nouvelle étude des empreintes foliaires des tufs holsteiniens.



Jolly-Saad, M.-C. et al.: Nouvelle étude des empreintes foliaires des tufs holsteiniens.