

ARCHIVES
DU
MUSEUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

publiées par MM. les Professeurs-Administrateurs

SEPTIÈME SÉRIE



TOME II

ÉDITIONS DU MUSEUM
36, Rue Geoffroy-St-Hilaire — Paris V^e

1953

BULLETIN DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Paraît depuis 1895, 6 ou 7 numéros par an.

1^{re} : 1895 à 1938, t. I à XXXIV.

2^e SÉRIE : en cours, depuis 1929.

Réunit de brèves communications sur toutes les branches de l'histoire naturelle.

Abonnement : France : 1.500 francs, Étranger : 2.200 francs payable à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'histoire naturelle, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris (5^e) ou par chèque bancaire ou par versement au C.C.P. Paris 9082-62.

Peut s'obtenir par échange.

MÉMOIRES DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Paraissent depuis 1935, sans périodicité. Contiennent des monographies.

— 30 tomes, parus de 1935 à 1950. Liste sur demande.

— Nouvelle série en 3 parties depuis 1950 : A. Zoologie. B. Botanique. C. Sciences de la terre.

Prix variables suivant fascicules.

Peuvent s'obtenir par échange.

PUBLICATIONS DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Paraissent depuis 1933, sans périodicité. Contiennent des monographies scientifiques ou biographiques.

Prix variables suivant le tome.

Peuvent s'obtenir par échange.

ANNUAIRE DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Paraît depuis 1939. 7^e année, 1953.

EXPOSITION DU TROISIÈME CENTENAIRE

Catalogue. 1935. 150 p., 8 pl., France : 200 francs, Étranger : 300 francs.

LES GRANDS NATURALISTES FRANÇAIS

1. **Buffon**, 1952 (paru).

2. **Victor Jacquemont, Stendhal et le salon du baron Cuvier** (en préparation).

ARCHIVES
DU
MUSEUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

SEPTIÈME SÉRIE

**LISTE PAR ORDRE D'ANCIENNETÉ DES PROFESSEURS-ADMINISTRATEURS
DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
ARRÊTÉE AU 1^{er} JANVIER 1953**

Edouard BOURDELLE. .	Professeur honoraire.....	1926
Paul RIVET	— —	1928
Auguste CHEVALIER. .	— —	1929
René JEANNEL.....	— —	1931
Henri HUMBERT.....	Professeur de Phanérogamie.	1931
André GUILLAUMIN. .	— de Culture	1932
Achille URBAIN.....	— d'Ethologie des Animaux sauvages.....	1934
Camille ARAMBOURG .	— de Paléontologie.....	1936
Jean ORCEL.	— de Minéralogie.....	1937
Louis FAGE.	— de Zoologie (Vers et Crustacés)..	1937
Charles SANNIÉ.....	— de Chimie organique.....	1941
René ABRARD.	— de Géologie	1941
Paul VAYSSIÈRE.	— d'Entomologie agricole coloniale	1942
Théodore MONOD. ...	— de Pêches et Productions coloniales d'origine animale	1942
Jacques MILLOT	— d'Anatomie comparée.	1943
Maurice FONTAINE ...	— de Physiologie générale.....	1943
Edouard FISCHER.	— de Malacologie.	1943
Léon BERTIN.	— de Zoologie (Reptiles et Poissons).	1944
Roger HEIM	— de Cryptogamie	1945
Auguste LOUBIÈRE. ...	— d'Anatomie comparée des Végétaux vi- vants et fossiles.	1945
Roland PORTÈRES.	— d'Agronomie coloniale	1948
Jacques BERLIOZ.....	— de Zoologie (Mammifères et Oiseaux) ...	1949
Yves LE GRAND.	— de Physique appliquée aux Sciences Naturelles.....	1949
Henri-Victor VALLOIS.	— d'Ethologie des Hommes actuels et des Hommes fossiles.....	1950
Lucien CHOPARD.....	— d'Entomologie.	1951

ARCHIVES
DU
MUSEUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

publiées par MM. les Professeurs-Administrateurs

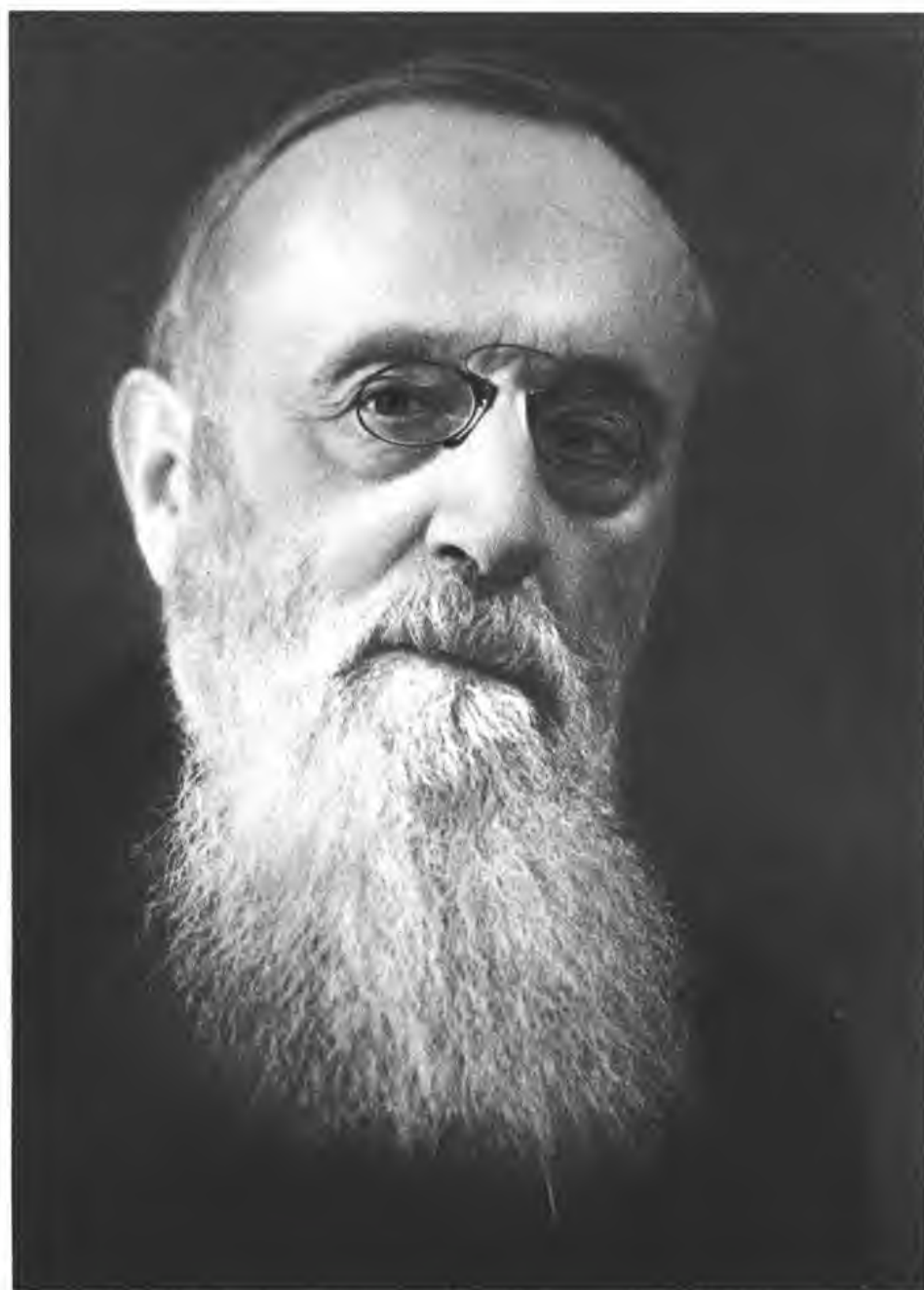
SEPTIÈME SÉRIE



TOME II

ÉDITIONS DU MUSEUM
36, Rue Geoffroy-St-Hilaire — Paris V^e

1953



Macosy

ALFRED LACROIX

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences

Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle.

(1863-1948)

par Jean ORCEL

Professeur au Muséum.



PARMI les savants renommés qui ont illustré notre Maison, la personnalité de A. LACROIX se détache en un relief saisissant. Tous ceux qui l'ont connu, ses collègues, ses élèves, qui ont bénéficié du rare privilège de son amitié et de ses conseils, conserveront de lui un souvenir ineffaçable.

Les jeunes générations trouveront toujours dans son œuvre monumentale et variée, embrassant presque tout le domaine des sciences de la Terre, de fructueux enseignements pour leurs recherches et aussi l'exemple d'un labeur acharné, inlassablement poursuivi, pendant près de soixante-dix ans avec le plus grand désintéressement et la plus parfaite maîtrise dans la pensée, la méthode et l'action.

La bibliographie de ses travaux, qu'il avait achevée lui-même avant sa mort (survenue le 16 mars 1948) comprend 650 titres, sans compter ses grands ouvrages bien connus, tels la « Minéralogie de la France », la « Minéralogie de Madagascar », l'« Éruption de la Montagne Pelée » et les discours et lectures académiques.

Retracer une telle œuvre en ces quelques pages est une entreprise bien téméraire. Je ne pourrai qu'en esquisser les grandes lignes, après avoir évoqué de mon mieux la vie de notre regretté Collègue, qui fut pour moi un maître vénéré, près de qui j'ai travaillé pendant trente ans et à qui je dois le meilleur de ma formation scientifique. Je voudrais donner à cette notice destinée à perpétuer sa mémoire, le caractère d'un hommage d'affectueuse et profonde reconnaissance de ma part.

I. — SA VIE ET SA CARRIÈRE

François-Antoine-Alfred LACROIX est né à Mâcon le 4 février 1863, dans une famille de médecins et de pharmaciens, vivant depuis longtemps sur les bords de la Saône. Son grand-père, TONY LACROIX, avait été préparateur de Nicolas VAUQUELIN au Muséum, vers 1826. Il avait dû, en 1828, rentrer à Mâcon où il ouvrit une pharmacie; mais il avait conservé l'amour de la chimie et surtout de la minéralogie. Aussi, dès sa plus tendre enfance,

A. LACROIX fut-il imprégné des goûts de son grand-père et se plaisait-il à raconter comment les petits cubes de pyrite de Barcelonnette qu'il puisait dans les collections qui l'entouraient lui tenaient lieu de jeu de constructions, à la grande joie de son aïeul.

Dès la classe de 4^e au lycée de Mâcon, il maniait déjà le chalumeau et lisait les ouvrages de BERZÉLIUS, de PISANI, d'HAÛY ou de DUFRÉNOY. A l'âge de 16 ans, il publia sa première note dans la « Feuille des jeunes Naturalistes ». A sa sortie de rhétorique, sur le conseil du minéralogiste GONNARD, il demanda à faire partie de la Société minéralogique de France qui venait d'être fondée en 1878. Le 10 mars 1881, il était reçu par son président, CH. FRIEDEL et le 14 avril, il obtenait la publication d'une petite note sur la mélanite, l'une de ses premières récoltes minéralogiques du Lyonnais.

En octobre 1883, A. LACROIX vint à Paris et se fit inscrire à l'École de Pharmacie, mais son premier soin fut de se précipiter, le 8 novembre, à la séance de rentrée présidée par F. FOUQUÉ. Il était tout tremblant, disait-il, au milieu de maîtres inconnus pour lui, mais dont la bienveillance devait rapidement devenir précieuse pour son avenir.

Il se présenta à DES CLOIZEAUX en lui offrant de beaux échantillons de microcline de l'Autunois, de minéraux de manganèse de Romanèche et divers autres échantillons provenant de ses récoltes.

DES CLOIZEAUX, agréablement surpris par les connaissances de son interlocuteur en voyant avec quelle facilité il reconnaissait les minéraux de sa collection personnelle, lui promit de l'aider à se perfectionner surtout en cristallographie et le fit venir travailler souvent chez lui.

Un de ses amis, KOKSCHAROW, fils du célèbre cristallographe russe, conduisit LACROIX au Collège de France pour y suivre l'enseignement de pétrographie donné par FOUQUÉ et MICHEL-LÉVY. Ce fut pour lui une véritable joie que de pouvoir consacrer une partie de son temps à s'initier aux méthodes nouvelles d'examen microscopique des minéraux et des roches en lumière polarisée.

De 1884 à 1887, sur la recommandation de F. FOUQUÉ, et grâce aux subventions versées par la Ville de Paris à l'École des Hautes Études, il fut successivement chargé de missions en Irlande, en Écosse, en Angleterre, en Norvège, en Suède, à l'île de Gotland, en Italie, en Sardaigne, à l'île d'Elbe, missions qui lui permirent de perfectionner par des observations sur le terrain les connaissances minéralogiques et lithologiques qu'il avait acquises au laboratoire. Il contracta en outre, au cours de ces voyages, de solides amitiés parmi les savants de ces divers pays.

Cependant il n'avait pas abandonné en principe ses études de pharmacie. Il lui fallait choisir entre deux voies et FOUQUÉ, qui avait parfaitement discerné les aptitudes remarquables de son élève pour la science qu'il professait, le lui fit comprendre sans ambages au retour de sa mission en Italie.

Naturellement LACROIX choisit la Minéralogie, mais il passa pour la forme ses examens de Pharmacie et reçut le diplôme de Pharmacien de 1^{re} classe le 17 décembre 1887. Entre temps, FOUQUÉ l'avait fait nommer préparateur au Collège de France, et il devait rester à ce poste jusqu'à sa nomination de Professeur au Muséum le 1^{er} avril 1893.

Ces premières années de sa carrière, LACROIX les évoquait toujours avec émotion, surtout les moments où les multiples devoirs de ses charges administratives le détournaient trop de ses travaux scientifiques, et il nous rappelait les paroles que FOUQUÉ lui répétait souvent : « Travaillez en paix, mon ami, sans autres soucis que vos recherches. Les

années que vous passerez ici sont précieuses et elles seront les meilleures de votre vie ».

LACROIX suivit scrupuleusement ces conseils, il travailla avec acharnement. Et c'est au laboratoire de FOUQUÉ qu'il commença à réunir la masse considérable d'observations et d'idées qui font aujourd'hui notre admiration. Avec Auguste MICHEL-LÉVY, il rassembla dans un volume encore classique un grand nombre de données optiques et physiques afférentes aux minéraux des roches, dont beaucoup sont nouvelles et lui sont dues. Cet ouvrage complétait fort utilement le célèbre traité de Minéralogie micrographique publié par FOUQUÉ et MICHEL-LÉVY en 1879.

Entre temps il achève la préparation de sa licence ès-sciences, mais avant de passer l'examen, il part en mission du Ministère de l'Instruction Publique et du Muséum, pour visiter les États-Unis, le Canada, la côte de l'Atlantique, les Montagnes Rocheuses, la région des lacs ; à son retour il est brillamment reçu, et un an après, soutient non moins brillamment sa thèse de doctorat sur les gneiss à pyroxènes et les roches à wernérite.

En 1890, A. LACROIX avait été nommé chargé de Conférences de Pétrographie à la Faculté des Sciences et répétiteur à l'École Pratique des Hautes Études, dans le laboratoire de FOUQUÉ.

Il y dirigea avec succès les travaux de pétrographie des candidats à l'agrégation. On sait en effet que FOUQUÉ, membre du jury d'agrégation des Sciences naturelles (de 1880 à 1891) fut l'instigateur d'une réaction contre les méthodes d'HÉBERT qui, vers la fin de sa vie, ne considérait plus en géologie que la stratigraphie méticuleuse. FOUQUÉ modifia les programmes et y introduisit les questions générales, puis la nouvelle pétrographie et la géologie régionale.

Ce fut pendant son séjour au Collège de France que A. LACROIX entreprit ses recherches sur le métamorphisme de contact, en s'adressant d'abord aux lherzolites pyrénéennes, et qu'il réunit les matériaux, plus de 3.000 échantillons, nécessaires à ses travaux sur les enclaves des roches volcaniques.

Ceux-ci lui valurent en 1892 le prix VAILLANT de l'Académie des sciences. Ce furent le Mont-Dore et les pays des bords du Rhin (depuis le lac de Constance jusqu'à Bonn), où il se rendit en 1891, qui lui apportèrent les observations les plus fructueuses sur cette question.

Au cours de ses nombreuses excursions en France, faites pour la plupart en qualité de collaborateur au Service de la Carte Géologique, A. LACROIX avait visité la plupart des gisements de minéraux anciennement connus, il en avait découvert lui-même de nouveaux, et l'étude de plusieurs collections publiques ou privées lui avaient permis de compléter ses recherches personnelles. Or, à cette époque, la lecture des traités de Minéralogie, tendait à faire considérer que la France était un pays pauvre en minéraux, et cela faussement, parce que les études minéralogiques sur le terrain et les exploitations minières n'y étaient guère en faveur.

A. LACROIX était fort bien préparé pour réagir contre cet état d'esprit, et il eut très tôt (sans doute vers 1887) l'idée de publier une minéralogie de la France et de ses colonies. Le premier tome de cet ouvrage, rédigé en 1892, parut en 1893. A. LACROIX pensa tout d'abord que deux volumes lui suffiraient pour embrasser tout son sujet, mais l'abondance des matières qu'il accumulait, et la forme didactique nouvelle qu'il avait adoptée pour la présentation des familles de minéraux et de leurs conditions de gisements, l'obligèrent à y ajouter trois autres volumes et à échelonner la publication de l'ensemble sur plusieurs années.

On sait combien est recherché encore à l'heure actuelle ce monumental ouvrage, qui marque une date dans l'histoire de la Minéralogie.

Ainsi, les 10 années que A. LACROIX passa au Collège de France, furent bien, comme FOUQUÉ le lui avait prédit, des années très précieuses. Entouré de l'estime et de l'affection de ses maîtres, A. LACROIX put développer ses remarquables aptitudes et faire les preuves de son savoir. Mais il y trouva plus que les circonstances exceptionnelles d'un travail fécond. Reçu dans l'intimité de la famille FOUQUÉ, il ne tarda pas à y rencontrer le bonheur. Il devint le fiancé de Mlle Catherine FOUQUÉ et l'épousa le 6 juin 1899, immédiatement après la soutenance de sa thèse, car A. LACROIX nous contait souvent que la conquête du Doctorat était la condition impérative mise par F. FOUQUÉ à ce mariage. Beaucoup d'entre nous savent ce que fut cette union parfaite de deux personnalités en pleine communion de cœur et de pensée. Madame LACROIX fut pour notre collègue une compagne d'élite dévouée, sa collaboratrice de tous les instants, et elle l'accompagna pendant tous ses voyages. Nous devons les associer dans notre souvenir.

Quand en 1893, A. LACROIX fut appelé à succéder à DES CLOIZEAUX dans la Chaire de Minéralogie du Muséum, son œuvre était déjà considérable. A 30 ans, le nombre et la valeur de ses publications le plaçaient dans une situation que bien des savants plus âgés pouvaient lui envier. Lorsqu'il prit possession de son poste, il venait d'effectuer un nouveau voyage d'étude parmi les volcans italiens. Il avait recueilli au Vésuve, dans la région de Naples, le Latium, les Monts Euganéens, une riche collection d'échantillons destinée à compléter ses recherches sur les enclaves. Il poursuivait d'autre part ses travaux sur les phénomènes de contact dans les Pyrénées.

Mais une tâche nouvelle l'attendait. Il lui fallait régénérer la collection de Minéralogie du Muséum, qui, depuis Alexandre BRONGNIART était demeurée dans un demi-sommeil. A. LACROIX se mit immédiatement à l'œuvre. Il fit fermer la galerie au public pendant quelque temps et procéda à un inventaire complet, examinant un à un les échantillons. Puis, tout fut remis en place, avec l'aide dévouée de Paul GAUBERT, en adoptant la classification chimique et cristallographique de P. GROTH, à laquelle A. LACROIX apporta diverses modifications. Grâce à un don de la Compagnie de ST-GOBAIN et des Verreries de JEUMONT, les échantillons furent élégamment disposés sur d'innombrables plateaux de glace.

Malheureusement, un grand nombre d'espèces n'étaient pas représentées et il fallait d'autre part faire ressortir l'importance des ressources minérales de la France et de ses colonies. Faute de crédits, on ne pouvait se procurer par des achats les compléments nécessaires ; A. LACROIX commença donc par enrichir notre collection de ses récoltes personnelles, puis continua à l'alimenter par les dons qu'il savait habilement susciter et par les matériaux que ses nombreux correspondants lui faisaient parvenir pour ses recherches. Cette activité dura plus de quarante années pendant lesquelles il s'astreignait aussi à renouveler et à varier la présentation des plus beaux spécimens, afin de rendre plus instructive et plus attrayante la visite de notre Galerie, quarante années, durant lesquelles il tenait à inscrire régulièrement lui-même au catalogue la nature et l'origine des échantillons incorporés, estimant que cette garantie d'authenticité qu'il leur donnait ainsi répondait à l'un des devoirs les plus importants de sa charge.

Parallèlement, A. LACROIX s'est consacré à la complète réorganisation du Laboratoire de Minéralogie du Muséum. N'ayant à sa disposition que des crédits restreints, hésitant par scrupule à se faire attribuer les subventions importantes que son autorité et sa célé-



*Vue de l'intérieur de la Galerie de Minéralogie
du Museum (1953)*

L. Le Charles Phot. Imp.

brité croissante lui auraient permis d'obtenir, il l'a cependant progressivement muni de l'outillage nécessaire aux recherches minéralogiques modernes ; il en a fait un centre de recherches de grand rayonnement, accueillant à tous.

Dès son entrée au Muséum, A. LACROIX eut la préoccupation dominante de rechercher toutes les occasions d'enrichir la collection en matériaux provenant des colonies françaises, dont la Minéralogie était si peu connue. Son attention fut attirée tout particulièrement sur Madagascar.

En 1895 en effet, à l'occasion de l'expédition de conquête, une exposition fut organisée au Muséum pour mettre le public au courant de l'histoire naturelle de la Grande Ile et A. LACROIX ne put réunir qu'une centaine d'échantillons minéralogiques. C'est à partir de cette époque qu'il poursuivit ses recherches dans ce sens « avec une volonté tenace, soutenue, a-t-il écrit, par une foi profonde dans l'intérêt scientifique de Madagascar, et par le désir de contribuer au développement matériel de notre nouvelle colonie ».

Quand le Général GALLIÉNI devint Gouverneur général de Madagascar, A. LACROIX fut efficacement appuyé par lui auprès des administrateurs de l'Ile ; ceux-ci reçurent des instructions détaillées avec mission de recueillir méthodiquement des collections de minéraux et de roches, puis de les envoyer au Muséum pour être étudiées. Plusieurs officiers répondirent à cet appel. Deux d'entre eux, MOUNEYRES et VILLIAUME furent particulièrement actifs et dévoués, et ils contribuèrent en outre à déterminer vers le Laboratoire de Minéralogie du Muséum « un courant de sympathie qui ne tarda pas à s'affirmer et à grandir ».

Pour illustrer et compléter ce que je viens d'exposer sur l'activité déployée par A. LACROIX en vue d'enrichir la collection de Minéralogie du Muséum, je ne puis mieux faire que de reproduire ci-dessous le texte de l'allocution qu'il a prononcée en 1924, en recevant dans notre Galerie de Minéralogie, Léon BÉRARD, alors Ministre de l'Éducation Nationale (1).

Monsieur le Ministre,

C'est pour moi un grand honneur en même temps qu'un grand plaisir de vous recevoir dans cette Galerie. Votre visite, dont je vous remercie vivement, constitue un événement dans ma vie de professeur au Muséum, car depuis trente et un ans que je dirige cette collection, c'est la première fois qu'un personnage de votre importance veut bien prendre la peine de se déranger spécialement pour elle.

Jusqu'à un passé fort proche, en effet, la minéralogie était, dans cette maison, comme une de ces parentes pauvres que l'on aime évidemment beaucoup, mais que l'on met volontiers au bout de la table les jours de réception, et qu'on oublie à l'occasion. Aussi, allez-vous constater ici une étrange chose, une grande collection nationale, qui a été entièrement réorganisée matériellement, sans le concours financier de l'État. Le ciel, avant le consulat de mon cher Directeur, n'ayant point cru devoir nous aider, j'ai dû chercher et j'ai trouvé ailleurs.

Si je rappelle ce souvenir, ce n'est point pour exprimer de vains et tardifs regrets ; je n'aime pas à remuer ce qui, dans le passé, ne m'est pas agréable ; mais c'est parce que, dans cette galerie, travaille un de mes jeunes collègues, M. Lemoine, qui, à son tour, a entrepris de régénérer son service, celui de géologie, et je tiens à exprimer devant vous le souhait que ses efforts soient soutenus, et à leur heure.

Vous allez voir nos minéraux élégamment disposés sur d'innombrables plateaux de glace ; ceux-ci nous ont été jadis cédés par la Compagnie de Saint-Gobain à un prix équivalent presque à un don ; d'autres nous ont été complètement donnés par la verrerie de Jeumont. Deux de nos belles vitrines modernes ont

(1) Cf. « La Perle ». Revue mensuelle du Commerce et de l'Industrie des diamants, perles et pierres précieuses, t. I, n° 3, 1924, p. 5-7.

été achetées à l'aide de subsides de M. le baron Edmond de Rothschild et de M. David Weill; nous en devons une autre à la Société des Amis du Muséum, alors que les deux dernières sont le don de joyeux avènement des entrées payantes...

Après avoir mis à la hauteur de la science du jour la collection systématique des minéraux, grâce au concours dévoué de mon assistant, M. Gaubert, de mon préparateur, M. Orcel, et de tout mon personnel, j'ai songé aux applications des minéraux à la joaillerie et aux Beaux-Arts, mais pour cela, il ne fallait pas compter sur nos crédits de famine.

C'est de l'autre côté de l'Atlantique qu'est venue la réalisation de mon rêve.

Un de mes amis, l'éminent expert Geo F. Kunz, avait fait, pour le compte de la Société Tiffany de New-York, une admirable collection de minéraux et de gemmes de l'Amérique qui, en 1900 a figuré à l'Exposition panaméricaine de Buffalo. M. Pierpont Morgan a eu la générosité de nous l'offrir; quand en 1913, j'ai fait mon dernier voyage aux Etats-Unis, son fils a bien voulu me fournir le moyen de compléter cette magnifique suite de cristaux et de pierreries.

Le gouvernement du Brésil a, pendant plusieurs années, entretenu à Paris une collection des produits de ce grand pays; à la clôture de son intéressante exposition, le Ministre de l'Agriculture a donné au Muséum le superbe groupe de pierres précieuses taillées que vous allez admirer dans un instant.

La dernière exposition coloniale de Marseille a été l'occasion pour la Société des Graphites et de l'Ankaratra dirigée par M. Vieille-Koechlin et M. Doissier, de constituer une collection très complète des gemmes de Madagascar qui ont été taillées à facettes par M. Joz Roland et d'objets taillés ou gravés dans divers minéraux par MM. Fourrier et Bozacchi. Cette collection, qui a été l'un des clous de l'Exposition coloniale, allait être disloquée ou partir pour l'étranger, quand un grand ami du Muséum, M. Edward Tuck, qui n'en était pas à son premier cadeau important, a fait le beau geste de nous la donner. Elle a pour nous, à la fois, un intérêt scientifique et une valeur nationale, car elle montre, et d'une somptueuse façon, ce que produit l'une de nos plus chères Frances lointaines.

Longue est la liste de tous les bienfaiteurs éclairés qui, sans nous avoir fait des dons d'une semblable envergure, nous ont apporté sous des formes variées, un concours infiniment précieux; j'y relève les noms de MM. Babault, Barthoux, Bienefeld, Braly, Buhan, de la Chambre Syndicale des négociants en diamants, de M. Daveau, Deacon, Desbuissons, Drouelle, Fuler, Génin, Giraud, Percy Marks, Pinier, Schoep, Stoebling, Ungemach...

Je ne puis les citer tous, mais je n'en oublie aucun, et je tiens particulièrement à évoquer collectivement le souvenir des nombreux colons, prospecteurs, fonctionnaires de Madagascar — sans compter l'administration de la colonie elle-même — qui m'ont permis de réunir et d'étudier une collection unique de minéraux malgaches; elle est, aujourd'hui, une des principales richesses de cette Galerie. C'est une grande fierté pour moi de pouvoir faire remarquer que cette collection représente l'image complète de la minéralogie de notre belle colonie de l'Océan Indien qui, à travers le vaste monde, est l'un des pays les plus remarquables qui soient, au point de vue de la constitution du sol et des minéraux que l'on y trouve et que l'on y exploite. (1)

(1) Il me semble intéressant, pour l'histoire des difficultés financières rencontrées par notre Établissement et des luttes de ses directeurs successifs pour les surmonter, de reproduire également une partie du discours prononcé par L. Mangin lors de la même visite ministérielle.

* Lorsque l'on compare la situation budgétaire du Muséum avec celle des autres établissements d'enseignement supérieur, on ignore que ces derniers n'ont à pourvoir qu'au fonctionnement de leurs laboratoires, tandis qu'au Muséum, il nous faut en outre, entretenir, et accroître les collections.

Aussi peut-on s'étonner qu'un établissement, dont les besoins sont au moins doubles de ceux des autres, ait vu sa subvention d'avant-guerre multipliée par 2 1/2, tandis que celles des établissements voisins ont été multipliées par 4 et par 6.

Les exigences de l'heure ne se prêtent pas, nous le savons, à des demandes nouvelles, mais il ne nous est pas interdit de prendre date pour une période plus favorable.

Puisque nous avons la bonne fortune de voir, à vos côtés, monsieur le Ministre, des parlementaires éminents, dévoués comme vous à la prospérité de notre haut enseignement, je me permettrai de vous signaler la conséquence de l'insuffisance du crédit affecté à l'œuvre de reconstitution du Muséum.

C'est ainsi que, pendant 25 ans, LACROIX a accumulé et étudié des matériaux remarquables sur la constitution minéralogique et lithologique de Madagascar. Un premier mémoire paru en 1902 et 1903 sur les roches alcalines de la Province d'Ampasindava apportait une contribution exceptionnelle à nos connaissances générales sur cette série, et le monumental ouvrage en trois tomes sur la Minéralogie de Madagascar réunissait un nombre prodigieux d'observations qui constituaient la base solide servant de point de départ aux recherches ultérieures.

Une autre date significative marque une étape décisive dans la carrière scientifique de notre illustre et regretté collègue, et en même temps, un progrès notoire dans le domaine de la Physique du Globe.

Le 8 mai 1902, alors que se poursuivait l'impression de son premier mémoire sur les roches d'Ampasindava, le vieux volcan de la Montagne Pelée (à la Martinique), éteint depuis des siècles, eut un réveil tragique. En quelques secondes, la ville de St-Pierre fut anéantie, ensevelissant sous ses décombres ses 2.800 habitants asphyxiés par la nuée ardente issue du volcan.

A. LACROIX, quelques années auparavant, (1896), avait visité l'île volcanique de Théra, dans l'archipel de Santorin, sous la conduite de FOUQUÉ. Celui-ci tenait à lui montrer les lieux de l'éruption qu'il avait décrite en 1868. Il connaissait fort bien aussi le volcanisme du Vésuve. Il était donc tout désigné pour étudier sur place les circonstances de l'éruption terrifiante de la Montagne Pelée. Chargé de mission de l'Académie des Sciences et du Ministère des Colonies, il quitta St-Nazaire le 9 juin et séjourna à la Martinique du 23 juin au 1^{er} août. Après avoir visité le volcan de la Guadeloupe, il revint en France le 16 août ; mais une nouvelle éruption survint le 30 août, le Ministre des Colonies d'alors, Gaston DOUMERGUE, lui demanda de retourner à la Martinique. Il y demeura du 1^{er} octobre 1902 au 13 mars 1903, en compagnie de Mme LACROIX, et il eut cette fois à sa disposition l'avis Le Jouffroy qui lui permit de développer largement ses observations. Celles-ci furent de qualité exceptionnelles. Grâce à elles en effet nous savons comment se forment les dômes et les nuées ardentes.

Il développa toutes les conséquences de ces découvertes, dans deux magnifiques ouvrages richement illustrés de photographies, dont quelques-unes, parmi les plus belles, sont signées A. et C. LACROIX.

Ces deux mémoires contribuèrent certainement à consacrer sa célébrité même au-delà du cercle des spécialistes. Il fut élu membre de l'Académie des Sciences le 11 janvier 1904.

« Je suis entré à l'Institut sous l'irrésistible poussée d'un volcan », aimait-il plaisamment à dire, comme l'a rappelé M. R. COURRIER dans l'excellente biographie qu'il a donnée de lui au cours de la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, le 13 décembre 1948.

En 1905, il retourne en Italie, lors du tremblement de terre de Messine, il parcourt

Le plan général élaboré en 1914 comportait une dépense d'environ 14 millions, qui correspond actuellement à 60 millions. Avec l'annuité de 500.000 francs qui nous a été allouée, la reconstitution du Muséum pourra être achevée dans 120 ans.

Et nous avons, dans les bâtiments délabrés de la rue Geoffroy-Saint-Hilaire, de riches collections qui attendent leur mise en place et notamment la plus belle et la plus complète collection de produits végétaux des colonies, capable de constituer le musée technique qui manque à Paris, au grand dommage des industriels, des agriculteurs et des commerçants désireux de mettre en valeur nos ressources coloniales.

La gravité de cette situation ne vous échappera pas, Messieurs, et j'exprime le vœu qu'il y soit porté remède aussitôt que les circonstances le permettront.

Je m'excuse, monsieur le Ministre, de vous renouveler ces doléances, et je vous prie d'accepter avec nos remerciements, l'assurance de notre profond dévouement. »

encore la campagne du Vésuve, cherchant à comparer la destruction d'Herculanum et de Pompéi avec celle de St-Pierre, et concluant à la différence très nette entre les deux catégories de phénomènes qui furent la cause de ces deux catastrophes.

A peine est-il rentré en France, que le Vésuve, en activité presque continue depuis 1875, entre en violente éruption au début d'avril 1906. Infatigable, A. LACROIX accourt pour étudier ce nouveau paroxysme.

A partir de cette date, ses voyages se sont succédés presque sans interruption. Comme l'a fait fort judicieusement remarquer M. Ch. JACOB, ils ont pris de plus en plus le caractère de voyages de « contrôle » et de « coordination » par rapport aux voyages de formation scientifique et d'étude qu'ils étaient au début de sa carrière. Il voulait « visiter, disait-il, la plupart des régions sur lesquelles il possédait déjà des renseignements et afin de se faire une opinion, personnellement, sur le terrain, sur les questions étudiées jusqu'alors seulement en laboratoire ».

En 1907, il retourne en Angleterre, à l'île de Wight, en 1908 en Sicile, à l'occasion de l'éruption de l'Etna. En 1911, voyage de coordination à Madagascar et à La Réunion, où il va étudier le Piton de la Fournaise.

En 1913, il parcourt la Guinée, le Soudan, où il recueille de précieuses observations sur la formation des latérites, l'Archipel de Los au large de Konakry, où il étudie sur place la remarquable série des syénites népléliniques à villiaumite dont il a su si bien débrouiller la constitution. Cette même année est encore consacrée à une longue randonnée au Canada, aux États-Unis et jusque sur la Côte du Pacifique.

A partir de 1914, le rythme de ses voyages se ralentit.

La guerre vient d'éclater. De plus, A. LACROIX vient d'être nommé Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences (le 8 juin).

On sait avec quelle ardeur il se dévoua jusqu'à sa mort à ses hautes fonctions, les faisant bénéficier de son parfait désintéressement, des ressources de son immense savoir, et de sa grande puissance de travail.

Avec l'aide de ses collègues G. DARBOUX, E. PICARD et de M. GAUJA, le dévoué secrétaire administratif, il réorganisa complètement le Secrétariat de l'Académie des Sciences, pour lui permettre de développer ses tâches.

Il considérait qu'à côté de ses devoirs essentiels de Secrétaire Perpétuel, il lui fallait travailler à enrichir et à classer les archives de l'Académie.

C'est ainsi qu'il sut acquérir pour elle de nombreux documents, autographes, portraits, médailles, etc, des membres et correspondants, d'un grand intérêt pour l'histoire des Sciences ; qu'il veilla à la mise à jour constante d'un index biographique, et à l'amélioration de l'annuaire paru depuis 1923.

D'autre part, on lui doit l'idée de constituer un inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris. Cet ouvrage réalisé sous sa direction par Léon BULTINGAIRE, avec la collaboration des bibliothèques de Paris, rend toujours les plus grands services aux chercheurs.

Il fut Secrétaire Perpétuel de l'Académie pendant 34 ans, bien près de battre le record détenu par FLOURENS qui occupa ce poste de 1833 à 1868.

Dès qu'il fut nommé Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, LACROIX avait compris qu'il ne pouvait plus espérer faire de longs voyages d'études.

Toutefois, il eut la satisfaction à deux reprises, de représenter l'Académie des Sciences au Congrès Panpacifique.

La première fois à TOKIO, en 1926, ce qui lui donna l'occasion d'effectuer un grand périple à travers le Japon et ses volcans, la Corée, la Mandchourie, la Chine, le désert de Gobi, d'où il est refoulé de Kalgan vers Pékin par une révolution, et enfin l'Indochine, dont il a visité les régions les plus caractéristiques.

La seconde fois, à JAVA, en 1929, il fera connaissance avec les volcans des Indes Néerlandaises, la Malaisie, et sur le chemin du retour, la côte des Somalis.

Ce furent ces derniers voyages.

Son œuvre avait attiré sur lui l'attention du monde savant qui sut en reconnaître l'originalité et la puissance. Il fut comblé d'honneurs, souvent accompagnés de charges supplémentaires, car on connaissait ses remarquables aptitudes d'organisateur et d'administrateur.

Il fut pendant plusieurs années président du Conseil d'Administration de l'Institut Pasteur, membre ou président de plusieurs commissions ministérielles. Il s'intéressa activement au développement de la Bibliothèque Nationale, de l'École coloniale, et de bien d'autres institutions.

Il présida divers congrès. Il était membre de presque toutes les Académies, membre honoraire ou Docteur honoris causa d'une soixantaine d'Universités, d'Instituts étrangers et de Sociétés savantes.

Il était titulaire de médailles renommées, entre autres celle de Penrose, de la Société Géologique d'Amérique qui, avant lui, n'avait été décernée qu'à deux savants : T. C. CHAMBERLIN et J.-J. SEDERHOLM. Il fut promu Grand Officier de la Légion d'Honneur en 1935.

Pour achever cette évocation bien rapide de la vie exemplaire, laborieuse et féconde de A. LACROIX, il me paraît important de rappeler le rôle déterminant qu'il joua au début de l'organisation de la Recherche Scientifique dans les territoires d'outre-mer (1).

L'éruption de la Montagne Pelée, qui l'avait conduit pour la première fois dans les pays tropicaux, avait orienté une grande partie de son activité ultérieure vers les Colonies. C'est ainsi qu'il devint un véritable pionnier de la Minéralogie et de la Lithologie coloniales. Puis, conjuguant son action avec celle de ses collègues, en faveur des autres domaines des Sciences naturelles, il intervint inlassablement auprès de l'Administration coloniale pour démontrer que toute tentative de mise en valeur d'un territoire devait être précédée de son étude scientifique complète, que « la caractéristique essentielle de la Recherche Scientifique dans la France d'outre-mer réside dans la nécessité impérieuse de l'union intime des notions théoriques et de leur application à des buts pratiques ». « C'est là une vérité, disait-il, qu'il est opportun de faire comprendre à la fois dans les Colonies et dans la Métropole, si l'on veut arriver à la collaboration intellectuelle et matérielle des efforts des unes et de l'autre. »

Qu'il s'agisse de connaître les richesses éventuelles du sous-sol des Colonies, de choisir parmi les productions végétales de leur sol, d'apprendre comment améliorer leurs cultures et les défendre contre leurs ennemis si nombreux, d'améliorer la vie et la situation sociale des indigènes, tout cela ne peut être obtenu que par l'emploi de méthodes scientifiques mises en œuvre au départ sans but intéressé, « car les découvertes ne se font pas à volonté et sont généralement le résultat d'un long effort ». Et il le démontrait par toute une série d'exemples empruntés notamment à la discipline des sciences géologiques et minéralogiques, comme ceux des « riches gisements de radium du Katanga qui n'ont pas été cherchés, mais

Cf. A. LACROIX. — Discours prononcé à la séance générale d'ouverture du Congrès du Cinquantenaire de l'A.F.A.S. 26 juillet 1926; et le Congrès de la Recherche Scientifique dans les territoires d'Outre-mer. Discours présidentiel 20 sept. 1937.

découverts au cours de la confection de la Carte Géologique de ce pays, comme aussi la découverte des minéraux radioactifs exploités à Madagascar, qui ont pour origine un minuscule cristal d'euxénite rencontré par lui à l'improviste dans une pegmatite du nord-ouest de l'île, en étudiant tout autre chose.

Le sort des chercheurs coloniaux le préoccupait également beaucoup. Il insistait sur la nécessité de leur donner un statut « qui leur assure la stabilité dans le présent et la tranquillité pour l'avenir ».

Et c'est à l'appui de son autorité que nous devons le statut des géologues coloniaux de l'Administration.

Il voulait une collaboration étroite entre les organismes scientifiques de la métropole et ceux des colonies, soit pour la réalisation des recherches, soit pour la formation des chercheurs, et il demandait que ceux-ci soient libérés d'un formalisme administratif excessif. Il participa au Comité de la France d'outre-mer, annexe du Conseil National des recherches fondé sous l'impulsion de Jean PERRIN, et il donna son patronage au Bureau d'Études géologiques et minières coloniales dirigé par F. BLONDEL. Enfin, en 1937 il présida le Congrès de la Recherche Scientifique dans les territoires d'outre-mer, où furent tracées les grandes lignes d'un programme d'organisation dont s'inspirèrent ultérieurement les fondateurs de l'Office de la recherche scientifique coloniale.

Bref, A. LACROIX s'est passionné toute sa vie pour les territoires de l'Union française, non seulement en naturaliste, mais aussi en historien et en écrivain sensible aux charmes et à la grandeur des paysages tropicaux. Les pages qu'il leur a consacrées peuvent lui être enviées par bien des écrivains de profession.

II. — SON ŒUVRE

L'œuvre de A. LACROIX est d'une telle richesse qu'il est bien présomptueux de prétendre la résumer en une courte notice. Je tenterai seulement d'en faire ressortir les caractères essentiels, sans me dissimuler les imperfections de cette esquisse, que j'aurais voulu digne du maître qu'elle désire honorer.

On a dit de lui qu'il était le « philosophe des minéraux et des roches » et cette définition caractérise fort bien sa position. J'ajouterai qu'il fut un philosophe novateur; il a renouvelé complètement la conception un peu étriquée que l'on se faisait de la Minéralogie, il y a quelque 60 ans. Il a élargi la notion d'espèce minérale, il a su en enrichir le contenu et en dégager toutes les conséquences. De sorte que malgré la diversité apparente de ses travaux, ceux-ci procèdent toujours d'une remarquable continuité de vue et que l'unité de l'ensemble est incontestable. A plusieurs reprises d'ailleurs, LACROIX a dévoilé la genèse de son œuvre en caractérisant en même temps la physionomie de la Minéralogie nouvelle qu'il envisageait.

Il aimait à rappeler le souvenir de ses bons maîtres : DES CLOIZEAUX, FOUQUÉ, MICHEL-LÉVY, DAUBRÉE, DAMOUR.

« Ils avaient par bonheur, disait-il, une façon assez différente de comprendre la science minéralogique. Certes les chemins qu'ils suivaient avaient des points communs, mais en bien d'autres ils étaient séparés par des barrières plus ou moins hautes, des fossés plus ou moins profonds. Leur libéralisme vis-à-vis des idées de leurs disciples m'a amené à la ten-

tation de franchir ces barrières, de sauter par-dessus ces fossés et cet exercice hygiénique m'a conduit à la conception de la minéralogie que je cherche à développer autour de moi, non sans l'appliquer à moi-même ».

« L'étude des minéraux peut se concevoir de bien des façons et c'est ce qui en fait à la fois le charme et la complication. Elle comporte l'union intime et nécessaire des sciences mathématiques, physiques, chimiques et naturelles ».

Cependant le minéralogiste tel que le comprenait A. LACROIX ne doit pas considérer la cristallographie maintenant enrichie par la technique des rayons X, l'optique des cristaux, la détermination de la composition chimique des minéraux, « comme des fins, mais comme des moyens ».

« Il utilise les raffinements les plus modernes de ces divers procédés d'observation mais dans un but de naturaliste ».

« Toute la minéralogie ne consiste pas à étudier, poursuivait-il, même d'une façon très approfondie, la morphologie, l'ensemble et le détail des propriétés intrinsèques des minéraux, puis ceux-ci étant correctement spécifiés, à les situer dans une systématique. Tout cela est nécessaire, mais ce n'est qu'un commencement. Un minéral, en effet, n'est pas un objet inerte et isolé du monde extérieur; il est différent dans une certaine mesure d'un cristal fabriqué au laboratoire, encore que l'on puisse discuter à ce sujet. Il faut donc étudier également les modalités géologiques de ses gisements et déterminer aussi le rôle qu'il joue dans la nature. Là, plus qu'ailleurs, vont se rencontrer barrières et fossés ».

C'est dans cet esprit que LACROIX a conçu ses deux plus grands ouvrages, la Minéralogie de la France et la Minéralogie de Madagascar, ainsi que ses principales monographies sur des séries lithologiques.

Accumulant et coordonnant un nombre considérable d'observations nouvelles, cristallographiques, optiques, lithologiques, il montre comment il était nécessaire d'établir un équilibre entre toutes les méthodes d'observations avec l'intention, non seulement de donner une description précise des minéraux envisagés pour eux-mêmes, mais de comprendre leurs manières d'être, leurs modes d'association, leur genèse et leurs transformations dans le milieu naturel.

« Il est une autre question, a-t-il écrit dans sa Minéralogie de la France, qui m'a paru intéressante à mettre en lumière. Lorsqu'un minéral est parvenu à son complet développement cristallin, son évolution n'est pas achevée. Il est soumis à de nombreuses forces physiques ou chimiques tendant à le modifier, le transformer ou le détruire. Je me suis attaché à la description de ces phénomènes et j'ai suivi, notamment, la transformation de certaines espèces les unes dans les autres par voie de pseudomorphoses »...

« L'union de la géologie et de la minéralogie doit être intime, disait-il; elle est indispensable, et constitue mieux qu'un mariage de raison. Seule, elle peut conduire à des notions d'origine, but suprême des sciences naturelles ».

C'est ainsi qu'il a étudié en détail le rôle que jouent les minéraux dans la constitution des roches, « ces incommensurables du règne minéral » selon l'expression d'HAÛY, et il supprima les barrières factices, maintenues pendant si longtemps, entre la minéralogie et la lithologie; il considérait celle-ci comme un point de vue de la minéralogie, spécialement appliqué à une fin géologique, et pour bien marquer cette différence de conception et de méthode, il avait substitué ce nom de lithologie à celui de pétrographie, employé autrefois.

Parmi les grandes questions relatives à la genèse des roches éruptives, celle du méta-

morphisme de contact a retenu tout d'abord son attention. L'étude minutieuse des associations minérales caractéristiques des auréoles de contact produites dans les roches encaissantes lui a donné la possibilité de reconstituer les phénomènes qui ont précédé, accompagné et souvent suivi la consolidation des roches éruptives. Il a étudié non seulement les contacts du plus grand nombre possible de roches de profondeur (lherzolites, ophites, granites, syénites néphéliniques) mais encore recherché tout ce que les roches volcaniques peuvent fournir d'éclaircissements sur ce sujet. Sa conclusion, devenue classique, fait ressortir l'importance du rôle joué par les minéralisateurs et les produits volatils transportables, émanés du magma. Elle a apporté une confirmation éclatante aux idées depuis longtemps soutenues par Auguste MICHEL-LÉVY dans ses travaux sur le granite. Elle est valable pour les deux sortes de métamorphisme exomorphe et endomorphe étroitement liés entre eux, puisque ce qu'assimile le magma éruptif lors de sa mise en place dans un sédiment calcaire ou argileux, ce n'est plus le sédiment normal, mais une roche transformée par les apports plus ou moins abondants fixés par elle et issus du magma en le devançant dans son mouvement.

Il a démontré d'autre part la réalité des transformations endomorphes des magmas granitiques au contact des calcaires.

Je ne puis évidemment entrer ici dans l'analyse détaillée des preuves, fournies par LACROIX, des apports dans le métamorphisme de contact. J'en rappellerai cependant une particulièrement significative : la présence de l'*axinite*, minéral boré dans les calcaires au contact du granite du pic d'Arbizon, et parfois dans le granite lui-même. Son origine pneumatolytique est certaine, de même que celle de tous les minéraux de métamorphisme qui l'accompagnent.

Par ailleurs, les recherches de LACROIX sur les enclaves des roches volcaniques ont mis en lumière le métamorphisme dû aux laves. Mais alors que l'intensité des phénomènes de contact est comparable pour des roches aussi basiques que les lherzolites et d'autres aussi acide que le granite, ici, dans le cas des roches volcaniques exerçant leur action sur une même roche enclavée, il faut nettement distinguer entre les roches basiques et les roches acides.

LACROIX a montré en effet que les modifications exercées par les premières qu'il a appelées par abréviation *roches basaltoïdes* sont essentiellement d'ordre physique et dues à la chaleur seule, tandis que les modifications provoquées par les roches acides ou *roches trachytoïdes* sont au contraire essentiellement d'ordre chimique, et marquent les modifications dues à la chaleur, car dans ce cas la roche étant très visqueuse retient plus longtemps ses minéralisateurs.

Ces modifications s'observent dans les enclaves qu'il a appelées *enalloènes* et qui consistent en fragments de roches quelconques (granites, gneiss, schistes, calcaires, grès,...) arrachées par la lave pendant son ascension souterraine ; les enclaves *homoeogènes* qui ont la même composition que la roche englobante et peuvent être regardées comme sa forme grenue de profondeur sont au contraire en relation génétique directe avec le magma. A. LACROIX en distingue plusieurs sortes sur lesquelles je ne puis insister ici ; certaines d'entre elles, les enclaves *pneumatogènes* riches en minéraux drusiques portent l'empreinte indubitable d'actions pneumatolytiques survenues dans les cavités ou les fissures du substratum. Elles ont été arrachées en profondeur, mais elles n'ont pas une origine purement magmatique.

Ces actions pneumatolytiques, A. LACROIX les étudie minutieusement encore dans son magistral mémoire sur les produits silicatés de l'éruption du Vésuve de 1906 ; il examine

les circonstances dans lesquelles les modifications dues aux minéralisateurs peuvent prendre naissance, soit que ceux-ci agissent sur la roche en voie de solidification sans se renouveler pendant leur libération au cours de cette modification, soit au contraire qu'ils restent en relation avec la profondeur pendant leur action sur la roche consolidée.

Ces phénomènes offrent les caractères d'une véritable *autopneumatolyse*, et cette notion dégagée par A. LACROIX est maintenant devenue classique. Une observation de la plus grande importance en liaison avec ses recherches sur la transformation des laves a été faite par A. LACROIX sur les conditions de cristallisation du quartz dans les roches volcaniques. C'est l'étude de la composition minéralogique et de la composition chimique de la lave dacitique, accumulée sous forme de dôme dans le vieux cratère de la Montagne Pelée, lors de l'éruption de 1902, qui lui en a fourni l'occasion. Il lui a été possible de suivre jour par jour, pendant plus d'une année les variations de structure et de la composition minéralogique de cette lave en fonction de tous les phénomènes éruptifs (notamment l'intervention de la vapeur d'eau) accompagnant sa mise en place et « c'est ainsi a-t-il écrit, que pour la première fois sous l'œil conscient de l'homme, on a pu assister à la naissance du quartz dans une roche volcanique...

« Cette observation a apporté une démonstration expérimentale de cette notion qu'une roche microgrenue quartzifère peut se produire presque à la surface du sol et que, par suite, les roches dites de profondeur, telles que le granite ne différant des précédentes que par une cristallinité plus grande, peuvent être dans bien des cas de formation beaucoup moins profonde qu'on ne l'admet généralement ».

Les belles expériences de M. J. WYART sur les reproductions de la cristobalite et du quartz, réalisées en présence soit de l'eau liquide, soit de la vapeur d'eau, ont confirmé récemment cette découverte de A. LACROIX.

Elles démontrent péremptoirement l'influence prépondérante de l'eau dans l'apparition du quartz, à des températures relativement basses, voisines de 340°.

L'orientation prise par A. LACROIX dans ses recherches sur le mode de formation des minéraux et des roches devait fatalement le conduire vers la réalisation d'expériences synthétiques analogues à celles entreprises par ses maîtres FOUQUÉ et MICHEL-LÉVY de 1878 à 1881. Par le même procédé de la fusion purement ignée, suivi d'un recuit approprié, il a montré la véritable signification des *ariégites* qu'il venait de découvrir dans les Pyrénées. Ces roches, essentiellement constituées par des pyroxènes, des spinelles, du grenat et parfois de l'amphibole, ne sont pas des roches de fusion purement ignée. Par fusion et recuit, en effet, elles fournissent des roches microlitiques, feldspathiques représentant divers types de basalte, riches en pyroxène, ce que la composition chimique permettait de prévoir et ce qui vient confirmer par ailleurs les déductions tirées de l'observation des phénomènes de contact des lherzolites.

Cependant l'insuffisance des crédits ne permit pas à LACROIX de constituer ses recherches dans cette voie ; il lui aurait été impossible, nous confiait-il, de rivaliser avec les riches laboratoires de l'Institut Carnegie à Washington, qui s'équipaient rapidement, et où BOWEN, DALY, ALLEN et toute une pléiade de chercheurs pouvaient bénéficier d'un outillage moderne.

Mais il pensait que les enseignements fournis par l'étude des volcans actifs tenaient lieu de véritables expériences, et c'est dans cette voie qu'il s'orientait, comme nous l'avons vu précédemment.

Elle le conduisit à réunir une somme d'observations qui conservent toujours leur valeur,

quelles que soient les hypothèses que l'on puisse déduire des données les plus récentes de la physico-chimie.

Et l'idée des apports de substances, du rôle de l'eau et des minéralisateurs dans l'interprétation des phénomènes de métamorphisme et dans la formation de certains minéraux s'impose toujours à l'esprit. Les plus hardis défenseurs des réactions à l'état solide sont obligés d'en tenir compte pour comprendre notamment la formation des gneiss profonds et des migmatites.

Dans ses recherches sur la formation des minéraux et des roches, LACROIX a porté son attention sur les synthèses réalisées dans diverses circonstances fortuites. C'est ainsi qu'il tira des conclusions du plus haut intérêt de l'étude des phénomènes de recristallisation présentés par les roches des forts vitrifiés, de celles des schistes houillers transformés par les incendies souterrains, de l'étude des produits de l'incendie de St-Pierre (Martinique), des scories athéniennes des mines du Laurium (Grèce).

Les *fulgurites* ont retenu particulièrement l'attention de A. LACROIX. Il a constitué une importante collection de ces curieuses formations, et leur a consacré plusieurs notes.

On sait que les fulgurites résultent de l'action de la foudre sur les sables quartzeux des dunes. Ce sont des tubes de silice fondue à parois internes vitreuses et vernissées.

A. LACROIX a minutieusement décrit celles du Sahara ; il a étudié le mécanisme de leur formation, et montré la nécessité de considérer cette silice fondue naturelle comme une espèce minérale, qu'il a appelée lechatelierite en l'honneur d'Henri LE CHATELIER.

Depuis longtemps A. LACROIX s'était consacré à la classification des roches éruptives, non pas avec le dessein limité du systématiseur, mais toujours avec le souci dominant de déterminer leurs relations mutuelles dans le temps et dans l'espace, de chercher à définir les conditions de leur genèse, en discutant à la fois les observations minéralogiques et les données chimiques quantitatives réunies sur elles.

Pour ces dernières, il s'est appuyé sur la classification chimico-minéralogique des magmas, proposée par les pétrographes américains : CROSS, IDDINGS, PIRSSON et WASHINGTON, mais en retenant seulement de celle-ci l'emploi des paramètres magmatiques.

« Je demande cet appui, dit-il, à la classification chimico-minéralogique, proposée par les pétrographes américains et que je considère comme plus adaptée à mon dessein que d'autres principes, plus essentiellement chimiques proposés par divers auteurs. Mais je m'en sers seulement comme adjuvant des observations minéralogiques faites à l'aide du microscope. »

Je ne puis évidemment entrer ici dans les détails, mais je soulignerai un résultat important de l'utilisation rationnelle de ces notions mariant en quelque sorte les trois points de vue de la minéralogie, de la chimie et de la géologie. A. LACROIX a pu expliquer ainsi la formation de plusieurs types lithologiques dont l'origine était obscure, par exemple ceux auxquels il a donné le nom de *types hétéromorphes, doliomorphes* ou *cryptomorphes* représentant des roches ayant même composition chimique globale, mais minéralogiquement différentes.

Les nombreuses monographies lithologiques qu'il a publiées sont toutes établies sur les mêmes principes. Elles renferment des milliers d'analyses originales exécutées avec rigueur par le chimiste F. RAOULT, associées à des descriptions pétrographiques et géologiques extrêmement fouillées. Discutant les unes et les autres, il montre dans chacune de ces sortes de fresques, comment sa méthode permet de dégager des vues nouvelles, concernant la

parenté et la genèse des roches cristallines et les provinces minéralogiques et pétrographiques (1).

Ces études, réparties dans des centaines de mémoires et de notes, constituent les matériaux incomparables d'un traité des roches éruptives et métamorphiques semblables à sa Minéralogie de la France ou à sa Minéralogie de Madagascar, mais il n'a jamais pu se résoudre à écrire cette œuvre de synthèse. Il a préféré, jusqu'à la fin de sa vie se consacrer à l'étude des matériaux nouveaux qui lui parvenaient. Et il s'est borné à exposer les principes de sa classification dans ses leçons du Muséum, dans la partie lithologique de sa Minéralogie de Madagascar, et dans un appendice à un mémoire sur les roches éruptives de l'Indochine (1933).

Parmi les monographies lithologiques qu'il nous laisse, il faut mentionner spécialement celle qui traite de la constitution minéralogique et de la *genèse des pegmatites* et qu'il a insérée dans sa minéralogie de Madagascar. A. LACROIX a beaucoup étudié ces roches et plus particulièrement celles de la Grande Ile qu'il a comparées à celles des États-Unis. On lui doit la distinction entre les pegmatites potassiques et les pegmatites sodolithiques, si importante pour la prospection des minéraux uranifères, puisque ceux-ci n'ont été rencontrés que dans les premières. Il a mis d'autre part en évidence, dans les pegmatites sodolithiques, l'existence de deux phases de cristallisation, l'une constructive, l'autre destructive, qui fournit des minéraux néogènes aux dépens de ceux formés pendant la première phase.

A. LACROIX a apporté d'importantes contributions à l'étude des phénomènes d'altération des minéraux et des roches et son travail sur la *formation des latérites* est universellement connu, car c'est lui qui a précisé le mécanisme de la concentration des hydrates de fer et d'alumine au cours de l'altération des roches silicatées sous les climats tropicaux. Il s'intéressait aux sciences agronomiques et à la Pédologie, et les pédologues ont trouvé toujours près de lui un soutien efficace dans le développement de leurs recherches. Il était membre de l'Académie d'Agriculture depuis 1920.

L'étude des roches terrestres l'a conduit à celle des roches d'origine cosmique, les *météorites* et les *tectites*. Il a appliqué aux météorites pierreuses les mêmes notions chimico-minéralogiques qu'aux roches terrestres et il en a donné une classification rationnelle, cherchant toujours à déduire de leurs caractères structuraux des données sur leur origine. Ses recherches dans ce domaine furent accélérées en 1926 à l'occasion du transfert de la collection de météorites du Service de Géologie à celui de Minéralogie. On sait que cette collection, née sous l'impulsion de DAUBRÉE en 1861, agrandie encore par son successeur Stanislas MEUNIER, occupe une des premières places parmi les grandes collections mondiales. A. LACROIX l'a remarquablement enrichie par de nombreux morceaux provenant de chutes nouvelles survenues principalement dans les territoires de l'Union française (fer de Tamentit, eucrite de Bereba, diogénite de Tataouine, etc.) ou par des acquisitions de fragments de chutes anciennes. Et il en a complètement renouvelé la présentation dans la Galerie de Minéralogie du Muséum.

Il l'a enrichie aussi d'une précieuse collection de tectites qui est peut-être unique au monde. Ces curieux fragments de verre fondu, de couleur noire ou verte, avaient longuement exercé la sagacité des naturalistes. Ayant eu l'attention attirée sur eux en 1928 par un petit échantillon de 3 grammes trouvé parmi quelques fragments de minéraux que lui avait

(1) Dans cette tâche, il a eu la bonne fortune, depuis 1922, de rencontrer l'aide intelligente et dévouée de Madame E. JÉRÉMINE.

envoyé le collecteur de plantes, M. POILANE, A. LACROIX a réuni en 3 ans, par l'entremise de nombreuses personnes qu'il a su intéresser à cette question, et littéralement mobiliser, une quantité considérable de précieux matériaux provenant de gisements indochinois nouveaux.

Il a pu ainsi reprendre leur étude, sur des bases nouvelles, toujours avec la même sûreté de méthode qui caractérise tous ses travaux ; au point de vue géologique, les tectites seraient les homologues des roches granitiques, de même que les météorites seraient les homologues des roches constituant les couches profondes de la Terre.

Et il a émis l'hypothèse originale qu'elles se seraient formées dans l'atmosphère terrestre, par oxydation violente et à haute température d'un type de météorites uniquement métalliques formées essentiellement de silicium et de métaux légers, instables en présence de l'oxygène.

Minéralogiste, pétrographe, géologue, A. LACROIX, nous l'avons rappelé précédemment, a parcouru le monde à la poursuite des volcans. « Les volcans sont mes amis » disait-il. Aussi la volcanologie occupe-t-elle une place importante dans son œuvre.

Si au début de sa carrière il s'est attaché surtout à l'étude des matériaux rejetés par eux et à voir d'abord dans certaines manifestations de leur activité de véritables expériences dont il pourrait examiner avec fruit les résultats, le mécanisme lui-même des éruptions a bien vite et longuement retenu son attention, surtout depuis son voyage à la Martinique.

Les constatations qu'il avait faites lors des éruptions de la Montagne Pelée, l'étude de l'activité du volcan de St-Vincent et du Vésuve l'ont conduit à « insister sur cette idée que ce qui détermine la forme de dynamisme d'un volcan, est déterminée non seulement par la composition chimique de son magma (comme on l'admettait auparavant) mais surtout par l'état physique de celui-ci, sa fluidité ou sa viscosité plus ou moins grande *au moment de l'éruption* ».

Et il définit d'une façon claire et complète les divers types de dynamisme éruptif : types hawaïen, strombolien, vulcanien. A ce dernier il ajoute le type péleén caractérisé par la production de *nuées* roulant sur les flancs d'un volcan avec une vitesse accélérée. Il leur donne le nom de *nuées péleennes*, de signification plus générale que celui de « *nuées ardentes* » parce qu'on peut concevoir de semblables *nuées* à une température inférieure à celle qui a caractérisé les éruptions des Antilles.

La lave, dans ce type de dynamisme est très visqueuse et ne s'épanche plus. Elle émerge en une large excroissance ayant la forme d'un dôme et poussant la voûte solidifiée. Si celle-ci se fend, une aiguille géante peut surgir de la fissure béante comme le métal sortant d'une filière. Ce phénomène unique fut observé par A. LACROIX à la Montagne Pelée et lui suggéra l'explication de la formation des dômes dans les volcans d'Auvergne.

D'autre part, A. LACROIX a montré qu'un édifice volcanique est souvent complexe et qu'au cours de son histoire il a pu présenter plusieurs formes de dynamisme.

Il a soutenu l'idée de l'indépendance des tremblements de terre et des éruptions volcaniques, celles-ci n'étant généralement accompagnées que de secousses produites par l'éruption elle-même et n'ayant pas les caractères des tremblements de terre proprement dits, d'origine tectonique. Cette opinion est maintenant adoptée généralement.

LACROIX aida puissamment à l'organisation en France des Instituts de Physique du Globe, et au développement des recherches géophysiques dans les territoires d'Outre-Mer. Il s'est intéressé tout spécialement à la création, à la Martinique, d'un observatoire destiné

en particulier à des études sur les relations entre divers phénomènes géophysiques et l'activité volcanique.

Cet observatoire, doté, grâce à son appui, d'un outillage excellent, est devenu un centre important, maintenant rattaché à l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris (1).

La prodigieuse activité de A. LACROIX a franchi les limites de sa spécialité, car il avait un goût marqué pour *l'Histoire des Sciences* et dans ce domaine comme dans celui des Sciences de la Terre, il a fait preuve de dons exceptionnels.

Il trouva l'occasion de les exercer dans ses fonctions de Secrétaire Perpétuel qui lui imposaient de donner périodiquement les biographies de membres disparus de l'Académie des Sciences et l'accomplissement scrupuleux de ce devoir, renouvelé 15 fois dans les séances publiques annuelles, nous a valu une longue suite de portraits, brossés de main de maître avec beaucoup d'enthousiasme, de vérité, de science et parfois aussi d'ironique finesse.

Joignant ceux-ci à quelques autres biographies inédites ou parues dans divers recueils et à de brefs discours prononcés dans des cérémonies commémoratives, il constitua un ensemble de quatre volumes avec photographies et autographes, sous le titre de « *FIGURES DE SAVANTS* » qu'il publia de 1932 à 1938. Dans l'avant-propos de cet ouvrage, LACROIX nous fait part du mobile profond qui l'animait en poursuivant cette tâche. C'est qu'il considérait que l'histoire de la science avait « pour objet d'établir la filiation des idées, des recherches, des découvertes, et de permettre ainsi de les mieux comprendre, d'en déduire plus facilement des conclusions générales sur les grandes lois de la Nature ».

« Mais, ajoutait-il, *l'histoire de la Science* ne saurait être séparée de *l'histoire des savants*. Il n'est pas indifférent de connaître leurs antécédents, leur caractère, l'évolution de leur carrière, ce que furent les conditions de leur existence, les circonstances favorables ou difficiles du milieu où ont été effectués leurs travaux ; d'en savoir aussi l'origine, de suivre le développement de leurs conceptions et de leur réalisation, en fonction de l'ambiance scientifique et sociale de leur temps ».

LACROIX attachait beaucoup d'importance à cette influence du milieu où vivaient ses personnages sur l'évolution de leurs idées et la réalisation de leurs œuvres, et il estimait d'autre part qu'un des rôles de l'histoire des Sciences était de « rendre à tout travailleur la justice qui lui est due ».

Dans la préface de sa notice sur DOLOMIEU, il nous a dévoilé la méthode qu'il a suivie dans ses travaux historiques « Pour reconstituer l'histoire de ce minéralogiste, je me suis attaché à suivre la marche rigoureuse usitée pour l'étude d'un minéral : fouiller le sujet sous tous ses aspects, ne laisser dans l'ombre aucun détail, parût-il au premier abord indifférent, puisque des causes minimes entraînent parfois des circonstances imprévues : accumuler des données numériques précises et n'accepter comme valables que celles pouvant être sévèrement contrôlées, situer le personnage dans le temps et dans l'espace, rechercher l'influence du milieu sur lui et aussi celle qu'il a exercée sur son entourage, coordonner enfin les observations ainsi recueillies pour définir l'homme et son œuvre. Telle est la bonne méthode de l'histoire naturelle et sans doute aussi celle de l'histoire tout court ».

DOLOMIEU, d'ailleurs est une des figures les plus attachantes qu'il nous ait révélées. Il nous en fit revivre bien d'autres. Ses premières notices concernent surtout des savants

(1) Il fut président du Comité National français de l'Union Internationale de Géodésie et de Géophysique, et Président de la section de Volcanologie de cette Union de 1922 à 1927.

de la métropole ; mais en 1922, il fait un bel éloge de GRANDIDIER et de son œuvre à Madagascar, et, à partir de 1932, tous ses discours portent sur des naturalistes ayant travaillé dans les Colonies françaises, à la fin du XVII^e et jusqu'au début du XIX^e siècle, montrant aussi l'importance qu'il donnait à la Recherche scientifique dans les territoires d'outre-mer.

III. — LE SAVANT ET L'HOMME

Il me faut maintenant conclure et tenter de définir en quelques lignes la riche personnalité d'Alfred LACROIX.

Que ne puis-je en cet instant trouver les accents qui jaillissaient si spontanément sous sa plume, lorsqu'il glorifiait la mémoire de ses maîtres !

LACROIX avait un véritable tempérament de naturaliste, servi par un don exceptionnel de l'observation, et une prodigieuse mémoire. Son esprit était constamment en éveil, son coup d'œil prompt et sûr. Minéralogiste né, sa connaissance parfaite des associations minérales lui faisait pressentir immédiatement la nature d'espèces particulièrement difficiles à reconnaître et soupçonner rapidement les espèces nouvelles. A ce sujet, la découverte de la thortveitite qu'il sut deviner dans un lot d'échantillons provenant de Madagascar, que nous examinons ensemble restera gravée dans ma mémoire comme l'exemple le plus frappant de cette perspicacité peu commune.

Doué d'une puissance de travail exceptionnelle, qu'il a pu développer sans obstacles, il avait toujours en chantier plusieurs sujets de recherches, accumulant les matériaux et les observations nécessaires à l'étude des uns et des autres.

Quand l'un d'entre eux était mûr, il préparait immédiatement une note, un mémoire ou un livre, suivant son importance, serrant de près les faits, les analysant dans toutes leurs conséquences, les comparant habilement entre eux, en faisant jouer les dons d'une remarquable imagination, toujours soumise au contrôle de l'expérience.

« Ses livres, a dit P. TERMIER, en lui remettant la médaille GAUDRY le 28 avril 1919 sont de véritables trésors d'observations minutieuses et délicates, faites avec un tel soin et une telle conscience qu'elles paraissent presque toujours définitives ».

Il professait une extrême prudence dans l'interprétation de ses résultats et les théories que l'on pouvait en déduire. Il était rebelle aux extrapolations hâtives s'éloignant témérairement des faits connus, et il aimait répéter qu'il procédait toujours du connu à l'inconnu. Il raillait amicalement les géologues sur ce point, en faisant allusion aux discussions terriblement animées qui les mettaient souvent aux prises.

Il était ennemi de tout conformisme. Ainsi à propos de la vogue que connut en France la théorie des cratères de soulèvement, il fit cette pertinente remarque dans son discours inaugural du Congrès des Sociétés Savantes, le 11 avril 1931, à Clermond-Ferrand : « Il est singulier et aussi attristant de voir comment en dépit de retentissantes aventures de ce genre, pour bien des sciences qui ne devraient être régies que par l'observation rigoureuse des faits, la prudence et le bon sens, il arrive parfois que l'esprit irraisonné d'imitation fasse chez beaucoup de chercheurs des ravages comparables à ceux de la mode, quand il s'agit de toilette féminine ».

Il laissait à ses élèves la plus grande liberté dans leurs recherches, et ceux-ci, pourvu qu'ils travaillent avec ardeur, trouvaient toujours près de lui un appui vigilant et efficace.

Ses leçons étaient une véritable mine de documents, d'observations et d'idées. Sa pensée extrêmement riche et rapide (son élocution aussi, hélas, au grand détriment des notes de ses auditeurs) alimentait une succession d'exemples et de descriptions, de conclusions générales également, qu'il présentait avec vigueur et clarté. Au laboratoire, il aimait travailler au milieu de ses élèves, près de ses collections de roches qu'il entretenait avec amour, et sa belle silhouette, penchée sur le microscope, est inoubliable pour eux comme pour ses collègues qui venaient lui rendre visite.

A. LACROIX était un homme d'une haute conscience et d'une grande largeur de vues, courageux, équitable, bon, accueillant à tous « La bienveillance, c'est quelque chose dans la vie des hommes » s'est-il écrié un jour dans un de ses discours académiques, et il savait la pratiquer largement autour de lui.

Sa pondération n'excluait pas une certaine audace lorsqu'il s'agissait de procéder aux réformes nécessaires dans les méthodes de travail des organismes scientifiques ou administratifs auxquels il apportait son concours. A ce sujet, on trouve dans sa notice sur BEUDANT une réflexion significative. Après avoir parlé du goût de ce minéralogiste pour la grammaire et des aperçus originaux, même révolutionnaires, que celui-ci avait développés dans cette science du langage, LACROIX écrit : « Tout ceci me porte à penser que pour maintes disciplines littéraires, comme aussi pour le maniement de beaucoup d'organismes intellectuels ou administratifs touchant aux choses de l'esprit, et peut-être même à d'autres, il n'est pas indifférent que de temps en temps, quelque intrus intelligent fasse une incursion dans les plates-bandes des spécialistes. Il n'en écrase pas toujours les fleurs délicates, il lui arrive parfois de faire d'originale et utile besogne ».

Doué d'une grande finesse d'esprit, A. LACROIX était parfois enjoué et maniait l'ironie sans méchanceté. Il créait autour de lui une atmosphère d'une franche cordialité qui s'alliait fort bien d'ailleurs avec la majesté de son attitude. Il faisait naître ainsi chez ses élèves et ses collègues un profond attachement et une déférente affection.

LACROIX aimait la simplicité et la sincérité, il était l'ennemi des conventions sociales quand elles ne correspondaient pas à un appel du cœur. Aussi n'appréciait-il guère parfois les manifestations extérieures que lui imposaient ses fonctions et il les refusa pour lui-même. Beaucoup savent maintenant quelle fut son ultime volonté inscrite dans son testament. Mais il est bon de répéter ici ce dernier témoignage de modestie de sa part : « Je rappelle que je veux être inhumé sans cérémonie d'aucune sorte, en présence des miens seulement. Cela ne veut pas dire que je suis indifférent vis-à-vis de mes confrères, élèves et amis, mais je n'attache que peu de prix aux manifestations extérieures.

Je leur demande seulement de me consacrer une petite place dans leur souvenir, ce qui peut se faire sans quitter son travail et sa vie normale ».

Travailler, ce fut son unique préoccupation jusqu'à ses derniers jours. Ce fut aussi son ultime consolation quand la mort de la vigilante compagne de toute son œuvre eut ébranlé cruellement sa prodigieuse vitalité. Il s'est éteint doucement le 16 mars 1948. Quatre jours auparavant il était encore venu à pied à son laboratoire, et avait fait le tour des vitrines de sa collection pétrographique.

A. LACROIX conservera dans nos pensées et dans nos cœurs non pas une petite place, mais la première place.

Dans l'histoire de la Minéralogie, il appartient à cette époque de transition durant laquelle cette science a progressivement abandonné le caractère descriptif qui dominait

en elle pour devenir explicative, et trouver son prolongement dans le domaine plus général de la géochimie, dont elle reste la base fondamentale.

A. LACROIX est un de ceux qui ont le plus efficacement travaillé à provoquer cette métamorphose.

Son œuvre a la solidité des beaux édifices construits avec ces roches cristallines qu'il a tant contribué à faire connaître. Elle est celle d'un des plus grands représentants de la Pensée française.



REMARQUES RELATIVES A LA BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES
MÉMOIRES ET NOTES SCIENTIFIQUES, DISCOURS, RAPPORTS
ET TRAVAUX D'HISTOIRE DES SCIENCES D'ALFRED LACROIX



A. LACROIX avait commencé à réunir les éléments d'une autobiographie qui comportait notamment une liste complète de ses titres et de ses travaux scientifiques (820 références).

Cette liste, établie avec l'aide de Mme JÉRÉMINE, était à l'impression peu de temps avant sa mort, et il en avait même corrigé les épreuves.

Elle figure *in extenso* dans la notice historique que M. R. COURRIER, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a consacrée à notre regretté collègue, dans la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, le 13 décembre 1948.

L'essentiel de ce travail figure à la suite des notices biographiques que j'ai rédigées pour le bulletin de la Société géologique de France en 1949 et pour celui de la Société française de Minéralogie en 1950.

Les quelques éléments de l'autobiographie conservés parmi les manuscrits de A. Lacroix ont été utilisés pour la rédaction de ces deux notices et pour la présente biographie.

D'autre part, pour compléter cet hommage rendu à A. LACROIX, il me paraît intéressant de donner ci-dessous la liste bibliographique des notices biographiques déjà parues sur sa vie et son œuvre, en France et à l'Étranger.

1. Académie des Sciences de l'Institut de France, séance du 22 mars 1948. Discours de M. H. VILLAT, président de l'Académie et de M. L. de BROGLIE, secrétaire perpétuel. *C.R. Acad. Sc.* t. 226 (1948), p. 973-978.
2. C. BURRI. — Alfred Lacroix (1863-1948), *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* Bd. XXIX, 1949, p. 199-208.
3. W. CAMPBELL SMITH. — Prof. A. Lacroix. *Nature* (London), t. 161 (1948), p. 962-963.
4. R. COURRIER. — Notice historique sur Alfred Lacroix, Membre de la section de Minéralogie, secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques. Lecture faite en la séance annuelle des prix du 13 déc. 1948. Inst. de France, Académie des Sc. (1948), 127 p., *Mém. Acad. Sc.* (2) 67 (1949).
5. M.-E. DENAEYER. — Alfred Lacroix (1863-1948), *Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr.* (Bruxelles), t. 57 (1948), 197-198.
6. Ch. JACOB. — Alfred Lacroix (1863-1948), *C. R. mensuels séances Acad. Sciences coloniales (Paris)*, t. 8 (1948), p. 299-316 et *C. R. Séances Soc. Géol. Fr.* (1948), p. 131-133 (séance du 12 avril).
7. Mme E. JÉRÉMINE et M. A. MICHEL-LÉVY. — Alfred Lacroix (1863-1948), *Bull. Volcanologique de l'Union géol. et géogr. intern.*, série II t. 10, 1950, 17 p. (Naples).
8. F. MACHATSCHKI. — Alfred Lacroix, *Almanach d. Osterr. Akad. d. Wiss.* 98 (1948), Vienne, 1949, p. 258-262.
9. C. MAURAIN. — Alfred Lacroix (1863-1948), *Ann. Géophys.*, t. 4 (1948), p. 173-176.
10. J. ORCEL. — Alfred Lacroix, *Larousse mensuel*, t. 12, n° 406, juin 1948, p. 89.
11. J. ORCEL. — Memorial of A. Lacroix, *Amer Min.*, t. 34 (1949), p. 242-248.
12. J. ORCEL. — Alfred Lacroix (1863-1948), *Bull Soc. Géol. de France*, 5^e série, t. 19 (1949) fasc. 4, 5, 6, p. 355-408.
13. J. ORCEL. — Notice nécrologique sur A. Lacroix, *Sciences*, vol. 75, n° 59, juillet-août-septembre 1948, p. I-III.
14. J. ORCEL. — Alfred Lacroix (1863-1948), *Bull. Soc. Fr. Min. et Cristal.*, t. LXXIII, année 1950, p. 347-408.
15. I. N. PAPASTAMATIOU. — Alfred Lacroix, *Aiôn tou atomou*, juin 1948, p. 424-425.
16. C. TORRE DA ASSUNCAO. — A figura e a obra do Prof. A. Lacroix, *Bol. Soc. Geol. Portugal*, t. 7 (1948), p. 162-172.
17. A. N. WINCHELL. — Memorial to François-Antoine-Alfred Lacroix, *Proc. Vol. Geol. Soc. Amer.* for 1948 (1949), p. 183-185.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES
FLORES
FOSSILES QUATERNAIRES
DE L'AFRIQUE DU NORD

par

C. ARAMBOURG
J. A R È N E S
&
G. D E P A P E

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION STRATIGRAPHIQUE

par C. ARAMBOURG

Les matériaux qui font l'objet de ce Mémoire proviennent de deux gisements nord-africains d'âge et de situation très différents.

Le premier est situé en Tunisie dans la région du Lac Ichkeul aux environs de Bizerte et son âge, nettement daté par ses relations stratigraphiques et par une faune de Mammifères accompagnant les plantes fossiles, correspond au début du Pléistocène inférieur ou étage Villafranchien.

Le second, se trouve aux environs d'Alger sur le plateau de Maison Carrée. Son âge est un peu plus récent que celui du précédent et se situe au cours du Pléistocène moyen. Je donnerai très succinctement quelques précisions sur chacun de ces gisements.

Auparavant, je tiens à exprimer mes remerciements à M. ARENES et à M. l'Abbé DEPAPE qui ont bien voulu se charger de l'étude paléobotanique de ces documents et apporter ainsi une contribution importante, et la première en date, à la connaissance des paysages pléistocènes nord-africains et à la paléoclimatologie de cette contrée.

LE GISEMENT DU LAC ICHKEUL

La région qui constitue la bordure nord du Lac Ichkeul, à l'ouest de Bizerte (Tunisie), est formée d'une importante série de dépôts néogènes marins comprenant du Vindobonien et se terminant par des niveaux richement fossilifères attribués suivant les auteurs au Sahélien (1) ou au Plaisancien (2).

A ces couches font suite, en concordance, une série de dépôts continentaux fluvio-lacustres. Ceux-ci sont formés de sables, grès et petits cailloutis fortement rubéfiés, riches en ossements de Vertébrés; des couches d'argiles grises à empreintes végétales sont intercalées dans cet ensemble. Le tout est fortement redressé suivant un pendage d'environ 70° vers le Sud. Ces couches affleurent tout le long de la rive nord du Lac, sur une longueur de plusieurs kilomètres.

(1) STCZEPINSKY V. — Contribution à l'étude du Sahélien de Tunisie, *Mém. Soc. Géol. Fr.*, Paris n.s., **XVI**, n° 37, 120 p., 1 fig., 8 pl., 1938.

(2) LAFFITTE R. — Sur l'étage sahélien Pomel. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, Alger, **39**, p. 31-56, 2 fig., 1948.

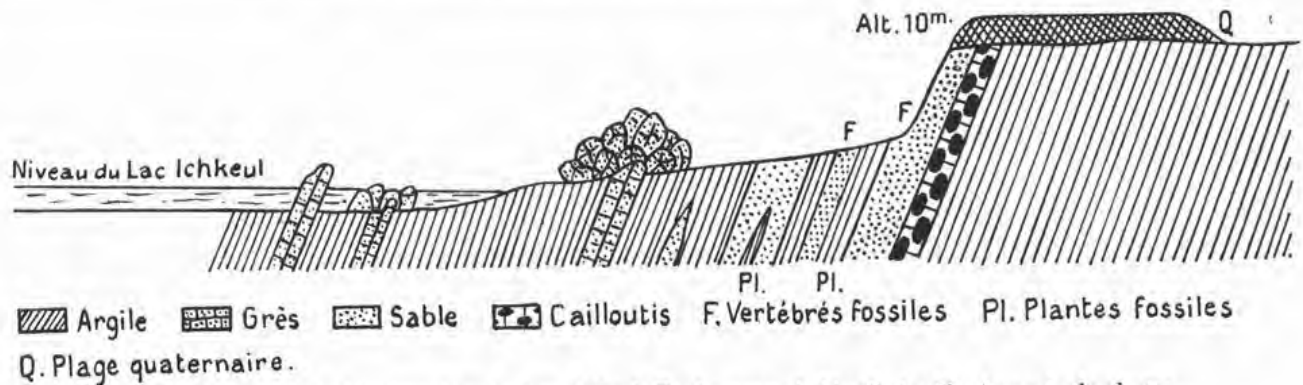


Fig. 1 — Coupe du Villafranchien du Lac Ichkeul. F, gisements de Vertébrés; Pl, gisements de plantes.

La faune de Vertébrés (1) comprend les éléments essentiels suivants : un Mastodonte : *Anancus Osiris* Aramb.; un Éléphant très primitif : *Elephas (Archidiskodon) africanus* Aramb.; des Périssodactyles : *Rhinoceros cf. etruscus* Falc., *Stylohipparion libycum* (Pom.), *Equus* sp.; des Artiodactyles : *Hippopotamus* sp., *Sus* sp., *Libytherium maurusium* Pom., *Camelus* sp., *Redunca* sp., *Oryx* sp., *Alcelaphus* sp., *Gazella* sp.; des Chéloniens : *Testudo* sp. — dont une forme géante — *Emys* sp., *Trionyx* sp.

Cette faune caractérise essentiellement l'horizon inférieur du Villafranchien ; elle se retrouve en Algérie dans la région des plateaux sétifiens aux environs de St-Arnaud, dans le gisement de l'Aïn Boucherit, près de l'ancienne route de Sillègue, d'où POMEL en a décrit les premiers éléments. Elle a également été reconnue au Maroc, dans des conditions stratigraphiques analogues à celles du Lac Ichkeul, dans le gisement du Fouarat, près de Port Lyautey.

Les Plantes fossiles du Lac Ichkeul sont contenues dans des couches argileuses, d'origine lacustre, intercalées à plusieurs niveaux au milieu des sables à Vertébrés. L'épaisseur de chacun de ces niveaux argileux varie de plusieurs centimètres à quelques décimètres; certains sont formés d'argile grise plastique à grain très fin où les empreintes de feuilles sont admirablement conservées tant que la roche est humide ; malheureusement la dessiccation amène un craquellement fort préjudiciable à la conservation des échantillons. D'autres niveaux où l'argile est plus ou moins chargée de sable forment un gîte beaucoup plus favorable à la conservation des empreintes. En quelques points les débris végétaux probablement apportés par des eaux de ruissellement sont accumulés et enchevêtrés en formant de petits lits continus de près d'un centimètre d'épaisseur.

L'ensemble des caractéristiques de ce gisement indique qu'il s'est formé dans une dépression lacustre, probablement entourée de coteaux boisés et dans laquelle des eaux de ruissellement ont accumulé à diverses reprises des ossements de Vertébrés et des débris végétaux. Après leur formation ces dépôts ont été affectés par des mouvements tectoniques récents, mais antérieurs toutefois à la transgression Tyrrhénienne, car une plage marine horizontale de cet âge recouvre en discordance la série sur toute la bordure Nord du Lac Ichkeul.

(1) Ce gisement de vertébrés a été découvert par MM. LAFFITTE et DUMON en 1946. Il a fait, de ma part, l'objet de fouilles systématiques en 1947, 48 et 49, avec la collaboration de M. J. ARNOULD et j'exprime à cette occasion mes très vifs remerciements à M. CASTANY, Chef du Service géologique de Tunisie, ainsi qu'à la Direction du service des Travaux publics qui, en me fournissant de puissants moyens matériels, m'ont permis de mener à bien l'exploitation de cet important gisement.

Voir : C. ARAMBOURG et J. ARNOULD. Note sur les fouilles paléontologiques exécutées en 1947-48 et 1949 dans le gisement Villafranchien de la Garaet Ichkeul. *Bull. de la Société des Sciences Naturelles de Tunisie*, Tome II, Fasc. 3 et 4, pp. 149 à 157, 1 coupe, 3 planches. Décembre 1949.

LE GISEMENT DE MAISON CARRÉE

Le Pliocène marin à faciès astien du Sahel algérois supporte, vers l'embouchure de l'Oued Harrach, une série argileuse puissante d'une trentaine de mètres, connue sous le nom de marnes ou argiles de Maison Carrée et généralement considérée comme un épisode terminal du Pliocène; elle figure sur la carte géologique au 1/50.000 de la feuille d'Alger sous l'indice P. Cette formation s'étale largement de part et d'autre de l'Harrach, à l'Est, sur le plateau de Maison Carrée et, à l'Ouest, jusqu'au delà du Gué de Constantine. Mais elle plonge en outre rapidement vers la plaine de la Mitidja sous les alluvions quaternaires de laquelle elle s'enfonce. Pendant longtemps les seuls documents paléontologiques recueillis dans cette formation se bornèrent à des coquilles de *Cardium edule* recueillies dans quelques puits de Maison Carrée, et FICHEUR, par analogie de faciès et de situation stratigraphique, parallélisait ces couches avec celles de Kharoubi près d'Oran, dont l'âge Villafranchien a été démontré par la suite (1). Mais au cours des années 1924 à 1926 le forage de plusieurs puits dans la région du Plateau de Maison Carrée permit de recueillir, avec des précisions inédites, la flore qui fait l'objet d'une partie de ce Mémoire (2) et une faune que complèterent par la suite diverses trouvailles effectuées dans les carrières des Briqueteries de Maison Carrée et du Gué de Constantine.

Je donnerai ci-contre la coupe de deux puits du Plateau de Maison Carrée.

1^o Puits de l'Institut Agricole.

Ouvert à l'altitude de 46 m, ce Puits atteint :

a) vers 12 mètres de profondeur un banc de poudingues et grès de 5 m d'épaisseur à coquilles marines (*Pectunculus*, *Ostrea*).

b) au-dessous, sur 7 m d'épaisseur, il pénétrait dans la formation des argiles de Maison Carrée, jaunes d'abord, puis noires et ligniteuses. Ces couches renfermaient une faune de mollusques saumâtres et d'eau douce,

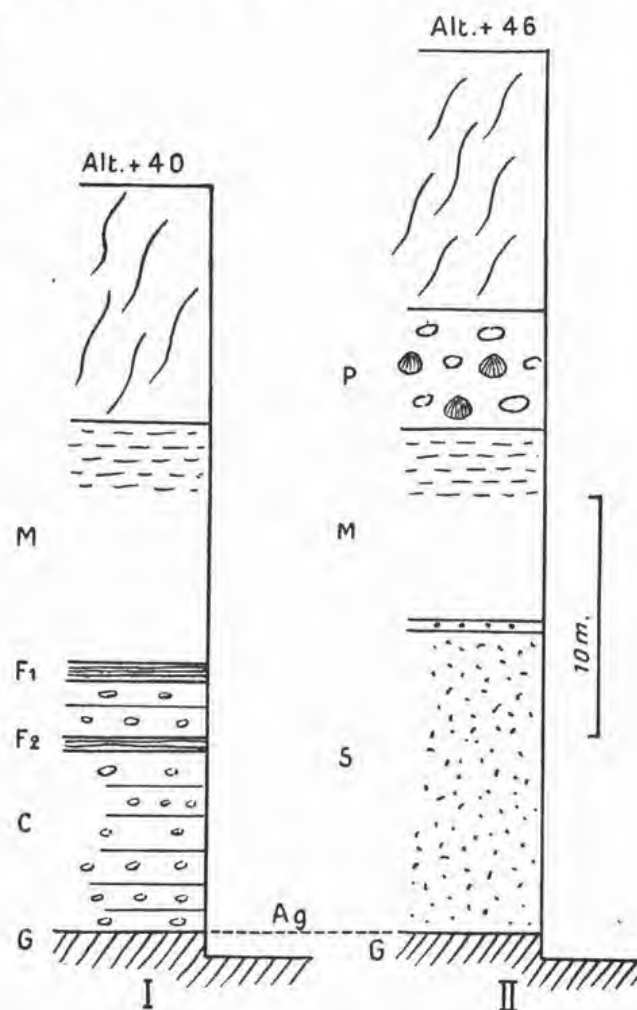


Fig. 2 — I - Puits de l'École Industrielle.

II - Puits de l'Institut agricole.

Aq, niveau aquifère; C, poudingue à ciment argileux; F₁, F₂, argiles à empreintes de feuilles; G, grès marins de base; M, argiles de Maison Carrée; P, poudingues marins à Pectoncles; S, sables.

(1) Cf. ARAMBOURG C. — Contribution à l'étude des formations laguno-lacustre des environs d'Oran. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, Alger, 41, p. 20-29, 1 pl., 1950.

(2) Cette flore fossile fut recueillie principalement, pendant l'été 1926, au cours du forage du puits de l'École industrielle (voir plus loin), par mon collaborateur et ami J. DUBIEF, alors chef de Travaux à l'Institut agricole, à qui je tiens à renouveler à cette occasion mes plus vifs remerciements.

La collection ainsi rassemblée avait été, à l'époque, confiée pour étude à M. L. LAURENT, Directeur du Muséum de Marseille. L'état de santé de ce spécialiste ne lui permit point de poursuivre ce travail, qui ne put être repris que récemment par MM. ARÈNES et DEPAPE.

et les couches ligniteuses contenaient en abondance des graines fossiles parfaitement conservées. On trouvera plus loin la liste de ces fossiles.

c) au-dessous, le forage se poursuivait à travers des sables d'origine dunaire, à pouées calcaires, jusqu'à 38 mètres de profondeur où les venues d'eau interrompaient les travaux.

2° Puits de l'École Industrielle.

Ce puits est ouvert à 300 mètres au Nord du précédent vers 40 mètres d'altitude. Il a donné la coupe suivante :

a) 10 mètres de formation argilo-graveleuses plus ou moins rubéfiées.

b) argiles de Maison Carrée, brunes dans la partie supérieure puis noires et ligniteuses sur 10 mètres d'épaisseur, riches en mollusques d'eau douce, *Cardium edule*, Balanes et ossements de Vertébrés, avec graines fossiles dans les niveaux ligniteux.

c) deux niveaux d'argiles schisteuses riches en empreintes végétales de 0 m, 40 d'épaisseur chacun et séparés par deux mètres environ de poudingues à traces végétales et mollusques. Ce sont les plantes recueillies dans ces niveaux qui font l'objet d'une partie de ce Mémoire.

d) 8 mètres de poudingues argileux à débris de Vertébrés.

e) 1 mètre de grès à mollusques marins (*Ostrea edulis*, *Chlamys opercularis*, etc...) contenant le niveau aquifère.

OBSERVATIONS PALÉONTOLOGIQUES

Les argiles jaunes ou ligniteuses rencontrées dans les forages de la région de Maison Carrée renferment toutes une faune de Mollusques saumâtres et d'eau douce dont voici la liste d'après les déterminations inédites de P. PALLARY :

<i>Chrysomphalus aspersa</i> Müller	<i>Ancylus compressiusculus</i> Moq. Tand.
<i>Xerophila acompsia</i> var. <i>acompsiella</i> Ancey	<i>Hydrobia sordida</i> Küster
<i>Rumina decollata</i> Lin.	<i>Paludestrina Peraudieri</i> Brgt.
<i>Lymnea peregra Vatonnei</i> Bgt.	<i>Amnicola similis</i> Drpd.
<i>Planorbis metidjensis</i> Forbes	<i>Pisidium nitidum</i> Jangs.
» <i>spirorbis</i> Müller	<i>Anodonta Letournauxi</i> Bgt.
» <i>numidicus</i> Bgt,	<i>Cardium edule</i> var. <i>Lamarçki</i>
» <i>nautilus</i> Lin.	<i>Scrobicularia piperata</i> .

En outre, une Balane (*Balanus improvisus*) a été trouvée au même niveau, dans le Puits de l'École industrielle.

Toutes les espèces citées ci-dessus appartiennent à la faune actuelle, aucune ne peut être considérée comme pliocène.

Il en est sensiblement de même des graines recueillies dans les couches ligniteuses et dont voici la liste d'après les déterminations de DUCÉLLIER (1) :

<i>Ranunculus trilobus</i>	<i>Medicago obscura</i> var. à fruits inermes
» <i>sardous</i>	<i>Hymenocarpus circinatus</i>
» <i>macrophyllus</i>	<i>Ornithopus compressus</i>

(1) J. DUCÉLLIER. Contribution à la Flore fossile de l'Afrique du Nord. *Bull. de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*. T. XVI, pp. 178-186. Juillet 1925.

<i>Fumaria</i> sp.	<i>Ceratophyllum longicristatum</i> n. sp.
<i>Linum</i> sp.	<i>Rosa</i> sp.
<i>Vitis sphaerocarpa</i> nov. sp.	<i>Rubus</i> sp.
<i>Medicago littoralis</i> var. <i>Bronnii</i>	<i>Poterium</i> sp.
» » <i>cylindrica</i>	<i>Trapa</i> sp. (2 formes)
» » » <i>pusilla</i>	<i>Scabiosa</i> sp.
» <i>turbinata</i> var. <i>olivaeformis</i>	<i>Osyris</i> (différent de <i>O. alba</i>)
» <i>murex</i> var. <i>ovata</i>	<i>Polygonum</i> sp.
» <i>minima</i>	<i>Chara</i> sp.
» <i>obscura</i> var. à fruits spinuleux	<i>Ombellifère</i>

Des restes de Vertébrés ont en outre été recueillis en divers gisements des mêmes formations : dans les carrières exploitées par les briqueteries de Maison Carrée et du Gué de Constantine ainsi que dans les Puits de Maison Carrée et d'Oued Smar (1).

Les éléments reconnus jusqu'à ce jour sont les suivants :

Elephas Pomeli Aramb., *Rhinoceros simus* Burch., *Equus mauritanicus* Pom., *Sus* sp., *Hippopotamus amphibius* L., *Gazella atlantica* Bourg., *Alcelaphus* et autres Antilopes avec quelques restes de Rongeurs, Batraciens et Poissons.

INTERPRÉTATION ET AGE DES GISEMENTS DE MAISON CARRÉE

La faune de Mammifères indique un âge certainement postérieur au Villafranchien, car les éléments archaïques, caractéristiques de cet âge, y font défaut. En outre, *E. Pomeli* est une forme à affinités eurasiatiques qui, au Maroc où elle est également connue, se trouve associée à des industries du Pléistocène moyen, de type acheuléen. D'autre part, les argiles de Maison Carrée sont recouvertes, comme on l'a vu, par un dépôt marin transgressif, certainement antérieur au Tyrrhénien, car les plages de ce dernier niveau se trouvent partout sur la côte en contrebas du Plateau de Maison Carrée, à quelques mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le dépôt des argiles correspond donc à une période de régression marine comprise entre la première et la dernière glaciation (2), c'est-à-dire au Pléistocène moyen. Cette conclusion s'accorde avec les données fournies par l'étude des Mollusques, parmi lesquels ne survit aucune forme pliocène, et n'est pas en désaccord, comme on le verra, avec les conclusions paléobotaniques résultant de l'étude de la Flore.

Mais il paraît possible de préciser plus encore car, près de l'Oued Ouchaya, la base de la formation, relevée jusque vers 60 mètres, repose sur un lambeau de plage à *Ostrea edulis*, selon des observations anciennes et, dans le Puits de l'École industrielle, on retrouve la même superposition. Cette plage marine de base correspondrait à la transgression Sicilienne ; les couches à Pectoncles de recouvrement appartiendraient par suite à la transgression suivante, et le dépôt des argiles se situerait alors au cours de la régression comprise entre ces deux transgressions, c'est-à-dire serait contemporain de la deuxième glaciation.

(1) Dans ce dernier forage, situé à environ 3 km. au sud-est des précédents et ouvert à la cote + 20, la partie supérieure des argiles brunes à *Cardium edule* se rencontre à 13 m. de profondeur (cote + 7) et sa base à la cote - 1, ce qui indique un plongement net sous la plaine de la Mitidja.

(2) On sait que, suivant l'hypothèse de TYLOR, chacune des grandes régressions marines quaternaires correspond à une glaciation.

Localement, la formation des argiles de Maison Carrée correspond, d'après sa faune de Mollusques, aux dépôts d'un lac d'eau douce limpide, à température peu élevée ; ce lac communiquait librement avec la mer probablement peu éloignée par un exutoire à pente faible, mais suffisante pour empêcher l'envahissement du lac par les eaux marines ; ainsi peut s'expliquer la présence simultanée de Planorbes, Lymnées, Ancyclus et de *Cardium edule*, *Scrobicularia piperata*, *Balanus improvisus*, etc...

La formation de ce lac, dans une dépression côtière, antérieurement à l'enfoncement Mitidjien, a été précédée par un remblayage de cailloutis d'origine atlasique, au début de la régression post-sicilienne, ainsi qu'on le constate dans le puits de l'École industrielle ; le régime lacustre proprement dit ne s'est établi que vers la fin de cette régression et au cours de la remontée du niveau marin de base, dont l'épisode final a été la deuxième transgression avec ses dépôts (couches à Pectoncles) recouvrant, sur le plateau de Maison Carrée, la formation lacustre.

CHAPITRE II

ÉTUDE PALÉOBOTANIQUE

par

J. ARÈNES et G. DEPAPE

Les documents sur les flores fossiles de l'Afrique du Nord sont rares. FLICHE a publié en 1888 [42] une courte étude sur les bois silicifiés de la Tunisie et de l'Algérie, bois remontant probablement à l'Oligocène, avec *Araucarioxylon*, *Palmoxylon*, *Acacioxylon*, *Cassioxylon*, *Bambusites*, *Jordania*, *Nicolia*?. DUCELLIER a sommairement étudié en 1925 [21] une partie des récoltes effectuées par M. C. Arambourg à Maison Carrée près Alger : des dépôts de feuilles lui ont donné *Quercus Mirbeckii* Dur., *Q. Afares* Pom., *Salix purpurea* L., *Vitis sphaerocarpa* Ducell. avec des empreintes appartenant aux divers genres *Populus* L., *Rhamnus* L., *Alnus* Gaertn., *Prunus* L., *Sparganium* L ; dans un autre gisement, divers fruits ou graines lui ont permis d'identifier *Ranunculus* cf. *Sardous* Crantz, *trilobus* Desf. et *macrophyllus* Desf., *Fumaria* spec. plur. et cf. *parviflora* Lamk., *Linum* L. spec., *Vitis sphaerocarpa* Ducell., *Medicago turbinata* Willd., *M. Murex* Willd., *M. minima* Grufb., *M. littoralis* Rohde, *M. obscura* Retz, *Hymenocarpus circinnatus* Savi, *Ornithopus* cf. *compressus* L., *Rosa* L. (rameaux), *Rubus* L. (turion), *Poterium* L. spec., *Trapa* cf. *natans* L. et *bispinosa* Roxb., *Ceratophyllum longiaristatum* Ducell., *Scabiosa* cf. *maritima* L., *Osyris alba* L., *Polygonum* L. sect. *Aviculare* (1), *Chara* Vaill. spec., Ombellifère spec. Plus récemment, BOUREAU, spécialiste de l'étude des bois fossiles, a produit deux notes [13. 14] signalant la présence en Algérie du *Palmoxylon Aschersoni* Schenk. dans le Tertiaire de la vallée du Chélif et d'un *Caesalpinioxylon mogadense* Boureau dans le Miocène du sud constantinois. A ces quatre travaux, brefs ou très brefs, se réduisent, à notre connaissance, les données sur les paléoflores de notre Afrique septentrionale.

Les abondantes et fort belles récoltes effectuées par M. C. Arambourg en Algérie, à Maison Carrée près Alger, et en Tunisie, au lac Ichkeul (2), nous permettent d'apporter une contribution notable à l'étude du Quaternaire nord-africain par l'examen de deux flores fossiles remarquables à plus d'un titre, par la recherche de leurs affinités avec les flores pliocènes et quaternaires connues des régions méditerranéennes et périméditerranéennes,

(1) *Avicularia* Meissn. et non *Aviculare*.

(2) Les deux flores étudiées ici ont fait l'objet, de la part des trois auteurs de ce mémoire, d'une communication à l'Académie des Sciences présentée par M. le Professeur Roger HEIM, Directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle, en la séance du 10 décembre 1951 [113].

par la détermination approximative, d'après leur composition, de leur âge et des niveaux stratigraphiques auxquels elles sont susceptibles d'appartenir, par l'ébauche d'une étude paléoclimatique fondée sur leur constitution respective, par l'énoncé enfin de certaines des conditions paléogéographiques par lesquelles peut s'expliquer cette constitution.

Un certain nombre d'espèces participant simultanément aux deux flores, nous présenterons tout d'abord de ces dernières, afin d'éviter des répétitions inutiles, une étude critique d'ensemble. Chacune des florules sera ensuite reprise isolément en vue d'en préciser la composition et d'en définir la signification au triple point de vue chronologique, climatique et paléogéographique.

Qu'il s'agisse d'espèces actuelles, particulièrement bien représentées dans ces flores relativement récentes, ou d'espèces éteintes, de bien loin les moins nombreuses, affines seulement à certains de nos types contemporains, toutes les empreintes ont fait l'objet de multiples comparaisons avec les échantillons des herbiers du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris ; les noms finalement retenus ne l'ont été qu'après accord complet entre les deux cosignataires de la partie paléophytologique de ce mémoire.

La nomenclature utilisée pour les différentes périodes du Tertiaire est indiquée dans le tableau suivant qui résume leur succession.

Pliocène	Néogène supérieur	{ Astien Plaisancien
Miocène	{ Néogène moyen	{ Pontien Sarmatien Tortonien } Vindobonien
		{ Helvétien } { Burdigalien Aquitaniens
Oligocène	Néonummulitique	{ Chattien Stampien (= Rupélien) Sannoisien (= Lattorfien)
Éocène.....	{ Mésonummulitique.....	{ Ludien Bartoniens Auversien Lutétiens
		{ Éonummulitique .....	{ Cuisien Sparnaciens Thanétiens
		Montien

Le lecteur trouvera d'autre part, à la page 61 un autre tableau relatif au Quaternaire.

ETUDE SYSTÉMATIQUE CRITIQUE DES ESPÈCES FOSSILES

MONOCOTYLÉDONES

LILIACÉES

GENRE *Smilax* L.1. *Smilax aspera* L. var. *mauritanica* (Desf.) G. G. (Planche I, fig. 1).

Cette variété classique de *Smilax aspera* L. est représentée par une belle empreinte, quoique réduite, d'une feuille à 7 nervures principales palmées, la médiane droite, les latérales en trois ellipses de largeur croissante vers les marges ; le limbe très largement suborbiculaire, arrondi-subémarginé-cuspidé supérieurement rappelle celui de certains échantillons de France méridionale (Antibes, Hendaye), la base, à peine cordée, se retrouve sur certaines récoltes d'Algérie ou de Tunisie.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

L'espèce, dans son ensemble, habite le pourtour méditerranéen (Europe méridionale, Asie occidentale, Cyrénaïque, Tunisie, Algérie, Maroc) et en outre, l'Abyssinie, les Canaries, Madère.

On l'a signalée, sous sa forme type ou variétale, dans différentes flores fossiles :

1. Var. *eu-aspera* Maire—Quaternaire : tufs de Montpellier [77] (1), travertins toscans [47].
2. Var. *mauritanica* (Desf.) G. G.—Plaisancien : St-Marcel [18], Niac [65]. — Astien : Vacquières [18]. — Quaternaire : tufs de Lipari [47].

On connaît en outre, dans les flores fossiles tertiaires, des *Smilax* qui, sous différents noms, représentent le « type *aspera* » ou « *mauritanica* ». Citons (2) :

Pour l'Éocène.

Sm. grandifolia U. des flores arctiques (Groenland, Sachaline) [55]; du Ludien de Messel près Darmstadt [29].

Sm. sagittifera H. du Lutétien (3) de Ménat [76].

Pour l'Oligocène.

Sannoisien : *Sm. saxonica* Friedr. de Bornstedt (Saxe) [43].

Sm. affinis Mass. de Salcedo (Vicentin) [99] (4).

Stampien.

Aix : *Sm. Coquandi* Sap. ; *Sm. Philiberti* Sap. [94].

(1) Les chiffres entre crochets renvoient à l'index bibliographique.

(2) Dans l'énumération des formes fossiles, tous les noms ne correspondent pas à de véritables entités spécifiques. Ils indiquent des points de repère pour les lignées qui ont précédé les espèces actuelles desquelles il est souvent difficile de les distinguer. Cette remarque s'applique, non seulement aux *Smilax*, mais aux séries reconstituées à propos des autres genres.

(3) Lutétien selon PITON [76] mais très probablement bien plus récent.

(4) Sannoisien supérieur ou Stampien inférieur.

Céreste : *Sm. antecessor* Sap. [96].

St-Zacharie : *Sm. sagittiformis* Sap. ; *Sm. elongata* Sap. [85].

St-Jean-de-Garguier : *Sm. Garguieri* Sap. [85].

Chattien.

Armissan : *Sm. appendiculata* Sap. [85] ; Wetterau : *Sm. grandifolia* Ung. [99].

Pour le Miocène.

Aquitanien.

Fontgrande (Aubrac) [63] et Zsilthale (Hongrie) [134] : *Sm. grandifolia* Ung.

Burdigalien.

Radoboj [38], Gergovie [115] et Bilin [36] : *Sm. grandifolia* Ung.

Helvétien.

Sm. sagittifera Herr de Suisse (Locle) [53. 54] ; *Sm. obtusangula* Heer de Locle [53. 54], de Leoben [40] ;

Sm. grandifolia Ung. de Rott, Bonn [110] (1) et de Suisse (Croisettes) [53. 54].

Tortonien : *Sm. sagittifera* Heer de Parschlug [99].

Sarmatien : *Sm. sagittifera* Heer d'Oeningen [53].

Pontien : *Sm. sagittifera* Heer et *Sm. pulchella* Mass. de Sinigaglia [73] ; *Sm. grandifolia* Ung. de Sinigaglia [134] (2).

SAPORTA distinguait en 1888 [93] pour nos *Smilax* méditerranéens ou périméditerranéens trois séries paléontologiques correspondant aux *Sm. canariensis* Willd., *Sm. aspera* L. et *Sm. mauritanica* Desf. modernes.

A la première se rapportaient les *Sm. cardiophylla* Heer de Bornstedt [43] (Sannoisien) ; *Sm. asperula* Sap. d'Armissan [85] (Chattien) ; les *Sm. Cocchiana* Mass et *Sm. Orsiniana* Mass. de Sinigaglia [73] (Pontien) ; le *Sm. Targioni* Gaud. du Sarmatien du Val d'Arno [49] (3) et du Plaisancien de Théziers [18].

L'autonomie des deux autres séries ne saurait être maintenue en raison de l'incorporation, qui ne peut être discutée, du *Sm. mauritanica* Desf. pro var., au groupe spécifique *aspera* ; elles doivent fusionner en une lignée unique dans laquelle on suit parfaitement, de l'Éocène au Quaternaire, la succession des formes ancestrales du type *eu-aspera* avec coexistence fréquente de races variétales du type *mauritanica*.

(1) = *Sm. Webberi* Wess. [134].

(2) = *Sm. Nestiana* Mass. [134].

(3) HAUG a montré [51, pp. 1719 et 1860], par l'étude des faunes, que si les couches inférieures du Val d'Arno sont d'âge tertiaire, la partie supérieure est quaternaire. Les éléments des flores analysées par GAUDIN et STROZZI [48, 1858 ; 49, 1860] se rapportent à trois âges distincts.

1. Les couches inférieures (argiles bleues et argiles brûlées) dans lesquelles on a trouvé *Mastodon angustidens*, *M. pyrenaicus* et *Machairodus crenatidens*, ont fourni une cinquantaine d'espèces végétales dont 63 % se retrouvent identiques dans les flores sarmatiennes, en particulier dans celle d'Oeningen. C'est un caractère qu'avaient mis en évidence GAUDIN et STROZZI [49]. Cette florule remonte au Sarmatien ; il n'est pas possible de lui reconnaître un autre âge en dépit de l'opinion de HAUG [l. c.] qui rapporte les couches inférieures du Val d'Arno au Néogène supérieur (Pliocène).

2. Au-dessus viennent des sables marneux auxquels s'incorpore un conglomérat ferrugineux, le Sansino ; leur faune, extrêmement riche comprend, entre autres, *Hippopotamus major*, *Elephas meridionalis*, *Mastodon arvernensis* qui obligent à considérer, avec HAUG [l. c.] la flore du Sansino, très pauvre (*Pteris Pecchiolii*, *Glyptostrobis europaeus*, *Cinnamomum Scheuchzeri*, *Asimina Menighini*, *Acer Sismondae*, *Leguminosites Pyladis*) comme Villafranchienne.

3. On a trouvé, dans les sables jaunes supérieurs, des restes de feuilles attribués à *Fagus silvatica* ; avec eux, *Rhinoceros tichorhinus*, qui indiquerait, selon HAUG, le Würmien, et dans tous les cas une époque certainement postvillafranchienne.

AGE	RACES ANCESTRALES du type <i>eu-aspera</i>	FORMES VARIÉTALES (type <i>mauritanica</i>) de races du type <i>eu-aspera</i>
Eocène.....	<i>Sm. sagittifera</i> H.	<i>grandifolia</i> U.
Oligocène.		
Sannoisien ....	..... <i>Sm. affinis</i> Mass.	<i>saxonica</i> Fr.
Stampien	<i>Sm. Coquandi</i> S. } Aix — <i>Philiberti</i> S. } — <i>sagittiformis</i> H. } St Zacharie — <i>elongata</i> S. } — <i>appendiculata</i> S. - Armis- san	<i>garguieri</i> S. - St-Jean-de-Garguier. <i>antecessor</i> S. - Céreste.
Chattien .....	.....
Miocène.		
Aquitanien .....	.....	<i>grandifolia</i> U.
Burdigalien .....	.....
Helvétien .....	..... <i>Sm. sagittifera</i> H.	<i>grandifolia</i> U. <i>obtusangula</i> H.
Tortonien	<i>Sm. sagittifera</i> H.	
Sarmatien		
Pontien	<i>Sm. sagittifera</i> H. — <i>pulchella</i> Mass.	
Pliocène.		
Plaisancien ...	<i>Sm. aspera</i> L. var. <i>eu-aspera</i> Maire	<i>mauritanica</i> (Desf.) G.G.
Astien		
Quaternaire		

Les premières manifestations du groupe spécifique *aspera* (s. lato) remontent donc à l'Éocène. Sa lignée et celle du *Sm. canariensis* doivent dériver d'une souche commune certainement antésannoisienne. Les races *eu-aspera* (s. str.) et *mauritanica* de nos flores modernes n'apparaissent qu'au Pliocène inférieur.

Le tableau (1) suivant met en parallèle la répartition géologique des espèces dans les deux séries envisagées et pourrait constituer l'esquisse, dans l'état actuel des connaissances paléophytologiques, de la genèse progressive des *Sm. aspera* L. et *S. canariensis* Willd.

(1) La légende de ce tableau, et de tous ceux qui lui sont similaires dans ce mémoire, est la suivante :
C, 1 : Crétacé. — E, 2 : Éocène. — O : Oligocène. — M : Miocène. — P : Pliocène. — Q, 14 : Quaternaire. — A, 15 : Époque actuelle.
— 3 : Sannoisien. — 4 : Stampien. — 5 : Chattien. — 6 : Aquitanien. — 7 : Burdigalien. — 8 : Helvétien. — 9 : Tortonien. — 10 : Sarmatien. — 11 : Pontien. — 12 : Plaisancien. — 13 : Astien.

	E		O				M					P		Q	A		
	2	3	4				5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			a(1)	b	c	d											

Série du *Sm. canariensis* Willd.

<i>Sm. cardiophylla</i> H. ...		*														
<i>asperula</i> S.						*										
<i>Targioni</i> Gd. ...											*	..	*			
<i>cocchiana</i> M. ...												*				
<i>orsiniana</i> M.												*				
<i>canariensis</i> W. ...																*

Série du *Sm. aspera* L. (s. l.)

<i>Sm. sagittifera</i> H. ....	*	..	..	..	..	..	..	..	..	*	*	*
<i>grandifolia</i> U ....	×	..	..	..	..	..	×	×	×	×	*	*
<i>affinis</i> M.		*														
<i>saxonica</i> Fr.		×2)														
<i>Coquandi</i> S.			*													
<i>Philiberti</i> S.			*													
<i>sagittiformis</i> H. ..				*												
<i>elongata</i> S.				*												
<i>appendiculata</i> S ..					*											
<i>Garguieri</i> S.					×											
<i>antecessor</i> S.						×										
<i>pulchella</i> M.												*				
<i>aspera</i> L.																
<i>eu-aspera</i>													*	*	*	*
<i>mauritanica</i> ...													×	×	×	×

Les deux races paléontologiques les plus anciennes que l'on connaisse dans l'ensemble *Palaeo-aspera*, *Sm. grandifolia* et *Sm. sagittifera*, remontent donc à l'Éocène; la première (type *mauritanica*) prend place dans le groupe des flores éocènes dites arctiques; la seconde (type *eu-aspera*) participe aux flores propémésogéennes éocènes occidentales (Auvergne); deux autres, *Sm. saxonica* de Bornstedt et *Sm. affinis* de Salcedo, font partie des florules sannoisiennes du littoral septentrional de la Mésogée. Ces particularités autorisent à envisager, pour le groupe *aspera* (s. l.), l'un de ceux dont les empreintes foliaires fossiles sont le mieux caractérisées, une origine arctique; son aire apparaît, peut-être dès l'Éocène moyen, certainement dès le début de l'Oligocène, nord-pémésogéenne; celle-ci, comme sa distribution ultérieure périméditerranéenne, résulte du déplacement et de l'extension de l'aire

(1) a : Aix. — b : St-Zacharie. — c : St-Jean-de-Garguier, Armissan. — d : Céreste.

(2) Type *mauritanica*.

du genre vers le sud, de son amenuisement au nord, aux cours du Tertiaire, au fur et à mesure que la Méditerranée s'acheminait vers sa configuration actuelle et que le climat des régions terrestres boréales devenait impropre à la survivance de ces plantes.

Le genre est très largement distribué, sous de multiples états, dans l'ensemble des flores tertiaires et quaternaires depuis l'Éocène.

DICOTYLÉDONES

APETALES

SALICACÉES

GENRE *SALIX* L.

Section *Albae* Kern.

1. *Salix alba* L. (Planche 1 ; fig. 2, 3 - Planche VI ; fig. 6).

Nombreuses empreintes, dont certaines complètes, de feuilles de taille variable, plus ou moins étroitement lancéolées, longuement acuminées, longuement atténuées inférieurement ; nervures secondaires assez nombreuses, abordant très obliquement la principale, faiblement incurvées, longuement ascendantes le long des marges. Correspondent bien dans leur forme, leur taille, leur nervation aux feuilles d'un *Salix alba*.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul (8 empreintes).

Cette espèce existe encore de nos jours, au bord des eaux et dans les lieux humides de l'Algérie et du Maroc. C'est une plante à large répartition : Europe, Asie (Sibérie, Asie occidentale), Afrique septentrionale. La majeure partie de son aire est en région tempérée extraméditerranéenne : c'est une eurosibérienne (1) avec, pour l'Afrique du Nord où elle atteint sa limite australe, un caractère nettement boréal.

Salix alba appartient aux flores fossiles quaternaires des Marnes de Ceysac (2) [92], des tufs de la vallée de la Vis [9] et des tufs de Provence (Les Arcs) [86] ; il existe dans le Pontien de St-Flour [82] et dans le Plaisancien de St-Marcel et de Théziers [18], de Niac [65], de Reuver [66 a] (3).

Divers auteurs ont identifié des Saules susceptibles de prendre place dans la lignée du *S. alba* :

Dès l'Éocène.

S. Lavateri A. Br. des flores arctiques : Alaska [17], Sachaline et Groenland [55].

S. axonensis Wat. du Cuisien de Belleu [109].

(1) L'adjectif eurosibérien est pris ici dans le sens que lui a attribué BRAUN-BLANQUET (eurosibérien-boréoaméricain) : L'Origine et le développement des Flores dans le Massif-Central de France, 1923 ; p. 98 et suivantes [15].

(2) La flore des marnes de Ceysac, rapportée pendant longtemps au Pliocène supérieur, doit être définitivement rattachée au Quaternaire ancien (Villafranchien ; Günz). Voir à propos de ce gisement et de son âge : R. FURON, Manuel de Préhistoire générale, 1951 [46] et GRANGEON, 1951 [121].

(3) R. FURON (loc. cit.) a placé la flore de Reuver dans le Pliocène terminal ; ni la stratigraphie ni la composition de cette flore ne conduisent à l'Astien mais bien au Plaisancien et ce en plein accord avec les conclusions justifiées de LAURENT et MARTY [66 a].

A l'Oligocène.

S. Arnaudi Sap. : Chattien de Bonnieux [85].

S. Lavateri A. Br. : Sannoisien de Mulhausen [122] ; Chattien de Hohe Rhonen (Suisse) [53].

Au Miocène.

S. Lavateri A. Br. : Aquitaniens de Fontgrande (Aubrac) [63], des argiles de Marseille [85] et de Suisse (Aarwangen, Rovereaz, Hundweil) [53] ; Helvétien de Leoben [40] ; Sarmatien de Suisse (Locle, Schrotzburg, Eningen) [53].

Il faut peut-être voir dans le *S. Lavateri* une forme ancestrale directe de *S. alba*, assurant de l'Éocène au Sarmatien une remarquable continuité dans l'ascendance de cette espèce apparue elle-même au Pontien. Les *S. axonensis* et *S. Arnaudi* n'en seraient que des formes dérivées.

Le genre *Salix* est un genre très ancien que l'on connaît du Mésocrétacé de Portugal (Albien de Buarcos) [97] et de Provence (Turonien des Martigues) [106], de l'Éocène de Belleu (Cuisien) [109], de Sézanne (Thanétien) [88], de Ménat (Lutétien) [76] et de l'Arctide [17] et de nombreux horizons de l'Oligocène et des époques ultérieures. Le groupe des *alba* qui vient d'être analysé sommairement est d'origine arctique.

Section *Capreae* Koch2. *Salix cinerea* L.

Empreinte unique (associée à celle d'une feuille de *Quercus Mirbeckii* Dur.) de la partie inférieure d'une feuille subatténuée inférieurement, à 4 paires de nervures secondaires visibles, étalées-dressées, un peu arquées, opposées ou non, plus ou moins longuement ascendantes le long des marges ; réseau finement réticulé, polygonal, visible sur certains points.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

Salix cinerea L. auquel nous rapportons cette empreinte existe encore actuellement en Algérie, [avec la sous-espèce *atrocinerea* (Brot.) = *S. cinerea* var. *rufinervis* (D. C.) : race atlantique également représentée au Maroc (var. *catalaunica* Sen.)] au bord des eaux et dans les lieux humides. Comme la précédente, cette espèce a une aire très vaste, pour la plus large part européo-asiatique extraméditerranéenne (Europe, Asie septentrionale, occidentale et centrale, Afrique septentrionale) ; c'est aussi une eurosibérienne à caractère boréal, identifiée dans les paléoflores quaternaires suivantes : tufs de Montpellier [77], tufs de la vallée de la Vis [9], tufs de Provence (Les Arcs) [86], St-Antonin [44], le Pigeonnier de la Torse près Aix [44], travertins toscans [49], Bezac près St-Saturnin [10, 15], flores de Resson, La Perle, La Celle-sous-Moret, Pont-à-Mousson, Lasnez [15], Cromer [20]. Existe déjà dans le Miocène : Pontien de Privas (Rochesauve) [11], et dans le Pliocène : Plaisancien de Niac [65].

SAPORTA a décrit, dans les calcaires marneux de St-Zacharie (Oligocène ; Stampien) un *S. protophylla* [85] et GAUDIN, un *S. nympharum* [49] dans les argiles brûlées de Gaville (Toscane) qui appartiennent probablement, comme celles du Val d'Arno, au Sarmatien ; l'un et l'autre offrent de sérieuses affinités avec notre *S. cinerea*.

3. *Salix* cf. *S. canariensis* C. Sm. (Planche 1 ; fig. 4).

Salix canariensis habite de nos jours à Tenerife, Gran Canaria et Palma, les lieux très humides à la lisière des forêts de laurinéas d'où il descend jusque dans la zone maritime inférieure (PITARD et PROUST, Flore des Iles Canaries). Il possède, comme *Salix alba*, des feuilles lancéolées, mais plus largement, souvent subentières ou même entières, et dont les nervures secondaires, plus nombreuses, abordent la principale sous un angle bien plus ouvert, incurvées ensuite et se redressant le long des marges, caractères que l'on retrouve chez diverses empreintes foliaires de Tunisie.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

L'histoire des *Capreae* est obscure en raison de la rareté des empreintes identifiées dans le Tertiaire. Cependant SAPORTA a rapporté à cette section [93], un *S. macrophylla* Heer du Chattien (Hohe Rhonen) et de l'Aquitainien (Eriz) de Suisse [53], des tufs trachytiques de Hongrie [99] et de l'Éocène de l'Alaska [99], espèce fossile qu'il rapproche d'autre part [93] non sans raison du *S. pedicellata* Desf. d'Espagne, d'Italie méridionale, Corse, Sicile, Malte, Tunisie, Algérie, Maroc, Liban.

De ces données paléontologiques, de ces affinités, de la répartition moderne de la section, on peut déduire que cette dernière, dans son ensemble, a son origine très ancienne, au moins éocène, dans les régions arctiques.

Par la suite, son aire s'est étendue vers le sud puisqu'on la trouve, en Europe centrale et occidentale, jusqu'au Massif Central (Privas, Niac), la Provence, la Hongrie, à l'Oligocène, au Miocène et au Pliocène, plus au sud encore (Toscane, Algérie) au Quaternaire. La série qui aboutit apparemment au *S. canariensis* n'est que bien médiocrement ébauchée par *S. macrophylla* dont la présence en Alaska [17], au Spitzberg et en Irlande [55] à l'Éocène, en Suisse à l'Oligocène-Miocène esquisse une migration vers le sud ; il est de souche nordique mais ses localités oligocènes et miocènes sont mésogéennes : nous sommes tentés d'y voir l'ancêtre commun des formes dont dérivent nos *S. canariensis* et *S. pedicellata*. Les unes, plus anciennes, liées à des conditions climatiques paratropicales ont pu passer de bonne heure la Méditerranée, par Gibraltar ; elles nous ont laissé *S. canariensis* qui, après avoir participé aux flores d'Afrique du Nord, s'y est éteint et se trouve aujourd'hui confiné aux Canaries. Les autres ont donné *S. pedicellata*, dont l'aire disjointe intéresse avant tout la Méditerranée occidentale ; il exige des conditions climatiques bien plus modérées que le précédent et doit être d'origine plus récente ; sa présence au Liban d'une part, à Malte, en Tunisie et en Sicile, d'autre part, indique qu'il a pu participer à des échanges floristiques post-miocènes par l'est du bassin méditerranéen ou, durant le Quaternaire ancien, d'Italie vers la Tunisie, par la Sicile et Malte.

GENRE *POPULUS* L.

1. *Populus alba* L. (Planche 1 ; fig. 5 à 8).

multiples empreintes foliaires palminerves dont aucune n'est complète : les marges ne sont représentées nulle part. Cependant, les 3 fortes nervures principales palmées, droites ou subdroites auxquelles s'adjoignent souvent une paire additionnelle de nervures fines simples et rapprochées de la marge inférieure, les nervures secondaires de l'axiale bisériées peu nombreuses, arquées-ascendantes, alternes, les secondaires des 2 latérales

unisériées infères assez nombreuses peu arquées régulièrement disposées subparallèles, le réseau polygonal assez finement réticulé, permettent d'identifier avec certitude *Populus alba*.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

L'espèce existe encore au bord des rivières, dans les lieux humides d'Algérie, de Tunisie, du Maroc. C'est une autre eurosibérienne qui atteint, en Afrique du Nord, la limite méridionale de son aire : Europe centrale et méridionale, Asie centrale et occidentale, Afrique septentrionale jusque dans le sud tunisien.

Trouvé dans le Villafranchien de Montemario (1) [7] dans les tufs de Provence (Meyrargues [86], les Aygalades [86]), à St-Saturnin [10, 15]; il existait déjà dans le Plaisancien de Reuver [66 a], de St-Marcel et de Théziers [18], dans l'Astien de Barcelone [1] et de Meximieux [98].

On est tenté de voir dans les *Populus leucophylla* Ung. (2) de l'Éocène de l'Alaska [17] et du Miocène de Montemasso (Sarmatien) [49] et Gleichenberg (Pontien) [103], *P. palaeoleuce* Sap. de Céreste (Stampien) [96], *P. canescens pliocenica* Rer. de Cerdagne (Pontien) [81], des formes ancestrales du *P. alba* L. lequel apparaît dans les flores fossiles plaisanciennes. Mais la série est ainsi trop sommairement, trop sporadiquement, trop inégalement représentée pour qu'il soit possible d'en tirer de sûrs et utiles renseignements phylogénétiques ; son origine est très ancienne, éocène et crétacée, arctique ; elle s'est étendue progressivement jusqu'à la Méditerranée durant le Tertiaire.

L'existence du genre *Populus*, déjà identifié par Ducellier à Maison Carrée [21], remonte au Crétacé inférieur ; on le connaît au Groenland des couches de Kome (Néocomien), d'Atane (Cénomaniens) et de Patoot (Sénonien) [55] (3). Il a laissé des vestiges dans la presque totalité des flores tertiaires, dès l'Éocène : Sézanne (Thanétien) [88], Ménat (Lutétien) [76], Brives près Le Puy (Bartonien) [90], Messel près Darmstadt (Ludien) [29] et Arctide [18. 55].

JUGLANDACÉES

GENRE *PTEROCARYA* Kth.

1. *Pterocarya* spec. (Planche VI; fig. 8).

Empreinte incomplète (le sommet manque), unique (avec contre-empreinte), d'un limbe grand, ovale-lancéolé, longuement acuminé ; la base est partiellement détruite et le côté qui en subsiste, arrondi, évoque l'asymétrie basilaire des folioles de *Pterocarya* ; les nervures secondaires sont nombreuses (13 paires visibles), parallèles, opposées, étalées, à peine arquées-redressées.

Ces caractères rappellent ceux de divers *Pterocarya* ; par ordre d'affinité croissante : *P. Delavayi* Franch., *P. Forrestii* W. W. Sm., *P. caucasica* C. A. Mey.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

(1) La flore de Montemario que l'on a longtemps rapportée au Pliocène supérieur (Astien) doit être définitivement incluse au Quaternaire ancien (Villafranchien). Voir à ce sujet HAUG, *Traité de Géologie*, II. Les périodes géologiques, 1920, p. 1645.

(2) SAPORTA le considère [96] comme forme ancestrale prototypique du *P. alba*.

(3) Répartition stratigraphique des flores crétacées arctiques d'après HAUG [51] ; cet auteur plaçait la flore de Kome dans l'Éocrétacé ou Néocomien, celle d'Atane dans le Mésocrétacé ou Cénomaniens, celle de Patoot dans le Néocrétacé ou Sénonien. Plus récemment, CARPENTIER [116] admettait, selon les conclusions de SEWARD [131-132], la succession suivante : Kome, Wealdien ; Atane, Cénomaniens ; Patoot, Turonien. Les arguments invoqués par HAUG [l. c. ; II, 2 ; p. 1291] fondés, pour la flore de Patoot, sur les fossiles marins semblent néanmoins péremptoirs.

Le genre est aujourd'hui asiatique et les éléments en sont dispersés de la région caucasienne au Japon, mais les vestiges qui en subsistent dans de multiples flores fossiles témoignent, durant le Tertiaire, d'une aire bien différente et bien plus vaste. On le connaît de l'Éocène du Groenland [55] (1). En Europe centrale on l'a signalé fréquemment, à différents niveaux, du Ludien au Pontien.

Éocène : Ludien de Messel près Darmstadt [29].

Oligocène : Sannoisien de Göhren (Saxe) [43, 23] ; Stampien de Florsheim (Nassau) [27], de Wieseck près Giessen [28] ; Chattien de Suisse [53] (Hohe Rhonen).

Miocène : Aquitaniens de Suisse (Eriz) [53], de Hongrie (Zsilthales) [134] ; Burdigalien de Kundratitz (Bohême) [25], de Senftenberg (Brandebourg) [74], d'Himmelsberg près Fulda [26], de Bilin [36], de Seifhennersdorf (Saxe) [22], de Vienne [31] ; Pontien de Schosnitz (Silésie) [59, 60]. Il participait aux flores d'Europe méridionale oligocènes (Chattien de Sagor [39] et miocènes (Burdigalien de Radoboj [105] ; Helvétien de Leoben [40] ; Sarmatien de Sarzanello, Guarène, Montajone [48, 100]).

Il s'est associé pendant longtemps aux flores montagnardes de notre Massif Central, au Miocène (Aquitaniens de l'Aubrac [63] ; Pontien de Joursac [66, 69] et de Privas [11] au Pliocène (Plaisancien de la Dent du Marais [63], de Niac [65], de St-Marcel et Théziers [18], de St-Vincent-La Mogudo [64], des Monts Dores [63, 12] et au Quaternaire (Ceysac) [121]).

On le connaît encore du Plaisancien de Reuver [66 a, 129] et du Quaternaire de Francfort [30].

Le *Pterocarya caucasica* C. A. Mey. (= *P. fraxinifolia* Spach) duquel se rapproche notre plante africaine est signalé depuis le Miocène supérieur : Pontien de Joursac [66, 69] et de Silésie [59, 18] ; Plaisancien de St-Marcel-Théziers [18], de Niac [65] et de St-Vincent-La Mogudo [64]. Le *P. denticulata* (O. Web.) Heer et le *P. Massalongi* Gaud, constituent deux races certainement très affines ; la première a été identifiée dans l'Éocène du Groenland [55], de Messel près Darmstadt (Ludien) [29], dans le Chattien de Suisse (Hohe Rhonen) [53] et de Sagor [39], dans l'Aquitaniens de Suisse (Eriz) [53] et de Hongrie (Zsilthales) [134], dans le Burdigalien de Bilin [36, 99], d'Himmelsberg près Fulda [26], de Seifhennersdorf [22], dans l'Helvétien de Leoben [40], de Rott [99], dans le Pontien de Privas (Mont Charray et Rochesauve) [11], dans le Plaisancien de Reuver [66 a], dans le Quaternaire de Francfort [30] ; la seconde dans le Sarmatien d'Italie (Montajone, Sarzanello, Guarène, val d'Arno [100, 48]. MENZEL a noté la présence, dans le Burdigalien de Senftenberg [74] d'un *Pterocarya castaneaefolia* Gp. qu'il donne comme l'une des formes ancestrales du *Pt. caucasica*.

Le *Pt. denticulata* apparaît comme la forme prototypique et ancestrale, qui s'est manifestée jusqu'au Quaternaire de façon subcontinue, de notre *Pt. caucasica*. Le *Pt. Massalongi* n'en est probablement qu'une race oligocène régionale dérivée. L'ensemble est d'origine arctique, au moins éocène, peut-être créacée par des types primitifs qui pourraient bien être la souche commune de nos Juglandées contemporaines, *Engelhardtia-Juglans*, *Carya-Pterocarya*.

(1) Les flores tertiaires dites arctiques du Spitzberg, du Groenland, de l'Alaska, de la Terre de Grinnel, de Sachaline, etc. jadis rapportées par HEER [55] au Miocène doivent être placées dans l'Éocène. Voir à ce propos les travaux de HAUG (1920) [51], de MATHIESEN (1932) [127], de SEWARD et CONWAY (1935) [133], de CARPENTIER (1948) [116], de FURON (1950) [45].

GENRE *JUGLANS* L.1. *Juglans regia* L. (Planche 1 ; p. 9).

Deux fragments d'empreintes limbaires entières, grandes, elliptiques (1), largement apiculées-obtuses au sommet, à nervures latérales nombreuses, étalées, arquées-ascendantes, incurvées-redressées et confluentes le long des marges, parallèles, qui semblent provenir de folioles de *Juglans regia* L.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Cette espèce, asiatique à l'état spontané (Asie centrale et occidentale), largement plantée dans toutes les régions tempérées et jusqu'en Afrique du Nord (bords des ruisseaux et séguias des montagnes) est connue des tufs quaternaires de Provence (St-Antonin [44], Meyrargues [86] et des flores quaternaires de Resson et de la Perle [15] ; elle existe dans les flores pliocènes de St-Marcel, Théziers [18], Niac [65], St-Vincent [64] (Plaisancien) et Vacquières [18] (Astien).

On peut rapprocher de *Juglans regia* une douzaine d'espèces à feuilles très entières, en tête desquelles il faut placer *J. acuminata* Al. Br., et qui toutes ne représentent vraisemblablement — ainsi que l'a fait observer LAURENT [64] — que des races régionales, plus ou moins affines, plus ou moins éphémères, plus ou moins localisées, certainement ancestrales de notre Noyer actuel. Voici le détail et la répartition de ce groupe.

1. *J. acuminata* Al. Br. = *J. Sieboldiana* Goepp.

Éocène.

Kenai [17], Groenland et Sachaline [55].

Ludien : Messel près Darmstadt [29].

Oligocène.

Chattien de Suisse (Monod, Hohe Rhonen) [53], de Wetterau [99].

Miocène.

Aquitanien. — Kumi [104]. Suisse (Eriz, Egerkingen, Lausanne, Calvaire, Monzlen, Schangnau) [53].

Burdigalien. — Bilin [36]. Seiffenndorf [22]. Senftenberg [74].

Helvétien. — Leoben [40]. Suisse (Petit Mont) [53]. Bonn [99]. Moskenberg [37 a].

Tortonien. — Tallya [57]. Erdobenye [58]. Szanto [137]. Parschlug [36].

Sarmatien. — Sarzanello [48, 100]. Montajone [48]. Suisse (Albis, Wangen, Schrotzburg, Eningen) [53]. Val d'Arno [49].

Pontien. — Privas (Rochesauve) [11]. Cerdagne [81]. Sinigaglia [73].

Pliocène.

Plaisancien. — Almenno (Lombardie) [101]. Mongardino [16]. Monts Dore [12].

Astien. — Barcelone [1].

2. *J. obtusifolia* Heer.

Sarmatien. — Eningen [53].

3. *J. vetusta* Heer.

Ludien. — Messel près Darmstadt [29].

Aquitanien. — Suisse (Eriz) [53].

(1) Les auteurs attribuent régulièrement au *J. regia* des folioles ovales ; elles sont aussi, très souvent, elliptiques.

- Burdigalien. — Himmelsberg près Fulda [26].
Sarmatien. — Eningen [53].
4. *J. costata* Ung. = *J. Unger* Heer.
Ludien. — Messel près Darmstadt [29].
Sannoisien. — Stedten (Saxe) [43].
Chattien. — Wetterau [99].
Aquitaniens. — Vallée de Zsily (Hongrie) [134].
Helvétien. — Bonn [99, 110] (1).
5. *J. paucinervis* Heer.
Éocène du Groenland [55].
6. *J. parschlugiana* Ung.
Burdigalien. — Radoboj [38]. Bilin [36].
Helvétien. — Leoben [40].
Tortonien. — Parschlug [99].
7. *J. radobojana* Ung.
Burdigalien. — Radoboj [105].
8. *J. inquirenda* And.
Szakadat (Transylvanie) [99] (Sarmatien) (2).
9. *J. dubia* Lud.
Chattien. — Wetterau [99].
10. *J. attica* Ung.
Aquitaniens. — Kumi [104].
11. *J. undulata* Ett.
Helvétien. — Leoben [40] et Moskenberg [99].
12. *J. crassipes* Heer.
Crétacé de Moravie [99] et du Groenland (Patoot) [55].
13. *J. Stroziana* Gaud.
Éocène. — Groenland [55].
Sarmatien. — Montajone [48]. Val d'Arno [48]. Gaville [49, 54].
Plaisancien. — Almenno (Lombardie) [101].
Astien. — Barcelone [1].

Il s'agit là d'un groupe qui existait déjà au Crétacé sur le continent nord-atlantique, dont l'origine est par suite très ancienne, probablement dans les régions arctiques où il se trouve encore très largement représenté à l'Éocène, dont l'aire, très vaste au début du Tertiaire, s'est progressivement résorbée durant cette ère, pour n'intéresser plus, au Pliocène, que l'Europe méridionale.

J. crassipes est la forme ancestrale la plus lointaine que l'on connaisse, *J. acuminata* la plus remarquable et dont on peut suivre la quasi permanence de l'Éocène à l'Astien, à de multiples niveaux, et dont se seraient détachées, à des âges divers, les races paléontologiques affines et, dès le Plaisancien, notre *J. regia*.

(1) Les lignites rhénans de Rott, Bonn sont rangés par LAURENT [64] en 1904-05 dans le Burdigalien. HAUG en 1920 [58] estime qu'ils doivent être rajeunis et placés dans le Vindobonien. Provisoirement nous les rapportons au Vindobonien inférieur ou Helvétien.

(2) Eningen selon HEER [54], c'est-à-dire Sarmatien.

Le comportement du *J. Stroziana* représenté à l'Éocène, au Sarmatien et au Pliocène, est plus obscur ; les matériaux qui y ont été rapportés, demandent une révision et l'énorme solution de continuité qui sépare, dans le temps et dans l'espace, sa localité éocène du Groenland de celles plaisanciennes d'Italie laisse perplexe et commande une extrême prudence dans le domaine des hypothèses. Il pourrait fort bien figurer un rameau phylétique parallèle à celui du *J. acuminata*, l'un et l'autre issus d'une même souche antééocène, au moins néocrétacée.

Le genre est représenté dans le Mésocrétacé d'Atane et le Néocrétacé de Patoot [55] et, dans le Tertiaire, à tous les niveaux. Des *Juglandites* ont été signalés dans le Crétacé des grès de Nubie [4], dans le Thanétien de Sézanne [88].

CUPULIFÈRES

GENRE *QUERCUS* L.

Le genre *Quercus* est le genre le plus abondamment représenté dans nos deux flores nord-africaines, plus particulièrement dans le Villafranchien de Tunisie. Les empreintes examinées se rapportent à cinq groupes spécifiques bien distincts : *Q. Mirbeckii* Dur., *Q. Afares* Pom. (1), *Q. Ilex* L., *Q. Suber* L. et *Q. coccifera* L.

1. *Quercus Mirbeckii* Dur.

[= *Q. faginea* Lamk, subsp. *baetica* (DC.) Maire, var. *Mirbeckii* (Dur.) Maire]. (Planche II ; fig. 1 à 5 - Planche VI ; fig. 1).

Les feuilles de *Q. Mirbeckii*, assez polymorphes, sont grandes, pétiolées, *largement oblongues ou obovales* (2) (*longueur inférieure au double de la largeur*), la partie la plus large située vers le milieu ou au-dessus de ce dernier, émarginées ou cordées à la base, *arrondies ou subarrondies au sommet* ; la marge est crénelée-lobée à lobes arrondis, à sinus arrondis, peu profonds, souvent presque nuls ; les nervures secondaires, nombreuses ou assez nombreuses sont opposées ou alternes, droites, parallèles avec un réseau en échelle.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger (une quinzaine d'empreintes) — Présence déjà notée par DUCÉLLIER [21].

Tunisie — Flore du lac Ichkeul (empreintes nombreuses).

Quercus Mirbeckii est une méditerranéo-atlantique montagnarde que l'on retrouve dans la partie méridionale de la péninsule ibérique jusque sur le territoire portugais. En Algérie, en Tunisie et au Maroc, elle habite sur les collines littorales et les moyennes montagnes, les sols frais toute l'année, bien arrosés ; l'une des principales essences sociales, elle constitue des peuplements importants et descend parfois dans les marais de la plaine.

Q. Mirbeckii est relié, parmi les chênes actuels au *Q. sessiliflora* Sm. et au *Q. lusitanica* Webb. par de nombreux intermédiaires. Dans les flores fossiles, il existe un groupe important d'espèces paléontologiques qui gravitent autour du « type *Mirbeckii* » ; SAPORTA (1888) [93], BOULAY (1892) [12], LAURENT (1904-05) [64], DEPAPE (1912) [118] et (1922) [18], DE LA VAULX

(1) Ce Chêne, spécial à l'Afrique du Nord, a été assimilé au *Q. castaneifolia* C. A. Mey. d'Orient (Caucase, Transcaucasie, Perse, Asie Mineure) par BATTANDIER et TRABUT dans leur Flore de l'Algérie (1888) : c'est une erreur. Les deux plantes sont bien distinctes par plus d'un caractère, en particulier par l'organisation des lobes foliaires. Leur écologie est aussi différente.

(2) En italiques, les caractères qui distinguent le *Q. Mirbeckii* Dur. du *Q. Afares* Pom.

et MARTY (1920) [108], LAURENT et MARTY (1923) [66 a] ont successivement contribué à l'analyse de ce complexe que concrétisent un grand nombre d'empreintes tertiaires décrites sous des noms divers ; nous retiendrons :

1. *Q. pseudocastanea* Goepp.

Éocène de l'Alaska (Kenai) [17], du Groenland [55].

Miocène.

Burdigalien de Senftenberg [74].

Sarmatien de Guarène et Piobesi [100].

Pontien de Gleichenberg [103], de Sinigaglia [73], des Monts Dores [12], de Schossnitz (Silésie) [59].

2. *Q. groenlandica* Heer.

Éocène du Groenland et du Spitzberg [99].

3. *Q. Furuholmi* Heer.

Éocène de l'Alaska (Kenai) [17].

4. *Q. Etymodrys* Ung.

Miocène.

Sarmatien de Montemasso [49].

Pontien de Sinigaglia [73], de Gleichenberg [103].

Pliocène.

Plaisancien du Mont Dore [12].

Astien de Barcelone [1], (très probablement)

Quaternaire du Val d'Arno [99].

5. *Q. Lucumonum* Gaud.

Sarmatien du Val d'Arno [49].

6. *Q. scillana* Gaud.

Plaisancien du Mont Dore [12].

Villafranchien du Val d'Arno [99].

7. *Q. Parlatorii* Gaud.

Sarmatien de Montajone [48].

Plaisancien du Mont Dore [12].

8. *Q. Cardanii* Mass.

Pontien de Sinigaglia [73] et de Privas (Rochesauve) [11].

Plaisancien du Mont Dore [12].

9. *Q. roburoides* Berenger var. *Cardanii* LAURENT et MARTY.

Plaisancien de Reuver [66 a].

10. *Q. senogalliensis* Mass. que LAURENT [64] indique (sous forme de types identiques ou similaires) à St-Vincent et au Mont Dore (Plaisancien), à Sinigaglia et à Joursac (Pontien).

11. *Q. hispanica* Rer.

Pontien de Cerdagne [81] et de St-Flour [82].

Plaisancien de St-Marcel [18].

12. *Q. amplifolia* Sap. = *Q. Lamottei* Sap. = *Q. Mirbeckii* var. *antiqua* Sap.

Plaisancien du Mont Dore (La Bourboule, lac Chambon) [18, 63].

13. *Q. lusitanica* Lam.
Plaisancien de St-Marcel [18].
Quaternaire de Durfort [92].
14. *Q. Mirbeckii* Dur.
Plaisancien de St-Marcel [18].

Trois de ces espèces appartiennent aux flores éocènes de l'Alaska, du Groenland, du Spitzberg : *Q. pseudocastanea*, *Q. groenlandica* et *Q. Furuhjelmi* ; deux n'apparaissent qu'au Sarmatien, *Q. Parlatorii*, *Q. Etymodrys*, trois au Pontien, *Q. Cardanii*, *Q. hispanica*, *P. senogalliensis*, quatre au Plaisancien *Q. amplifolia*, *Q. scillana*, *Q. Mirbeckii*, *Q. lusitanica* ; la dernière *Q. Lucumonomum* n'est connue que du Sarmatien. Il existe entre l'Éocène et le Burdigalien un hiatus considérable mais la continuité des séries évolutives est assurée, dans le temps, par *Q. pseudocastanea* identifié dans l'Éocène, le Burdigalien, le Sarmatien et le Pontien, dans l'espace par cette même espèce et *Q. Etymodrys* qui coexistent dans le Pontien (Styrie, Sinigaglia).

La parenté de toutes ces races est indéniable. A considérer leur répartition dans les différents horizons géologiques, le cycle de leurs variations, leur distribution géographique, les remarques auxquelles elles viennent de donner lieu, on est conduit à attribuer à cet ensemble une origine commune très ancienne, au moins éocène, dans les territoires alors tempérés de l'Arctide ; son évolution ultérieure s'est accompagnée, sous l'influence climatique, de migrations vers le sud qui en ont fait assez tardivement un groupe périmésogéen puis méditerranéen.

Le tableau suivant montre que l'on peut en suivre l'évolution, parallèlement à partir du Sarmatien, sur la périphérie de la Méditerranée occidentale (péninsule ibérique, France, Italie, Afrique du Nord) [M] et dans le Massif Central français [F] avec fragments de lignées en Styrie [St] et sur le littoral italien de l'Adriatique [A].

	SARMATIEN	PONTIEN	PLAISANCIEN	QUATERNAIRE	ÉPOQUE ACTUELLE
<i>Q. pseudocastanea</i> Goep.	M A	F A St			
<i>Parlatorii</i> Gaud.	M		F		
<i>Etymodrys</i> Ung.	M	A St	F	M	
<i>Lucumonomum</i> Gaud.	M				
<i>Cardanii</i> Mass.		F A	F		
<i>hispanica</i> Rér.		M F	F		
<i>senogalliensis</i> Mass.		M F A	F		
<i>amplifolia</i> Sap.			F		
<i>Scillana</i> Gaud.			F	M	
<i>Mirbeckii</i> Dur.			M F	M	M
<i>lusitanica</i> Lam.			M	M	M

Le *Q. sessiliflora*, bien que relié au *Q. Mirbeckii* par un certain nombre de formes pures de passage, doit être exclu de ce tableau et participe à l'évolution générale du groupe « *Robur* » (s. latissimo) : *Q. sessiliflora*, *Q. pedunculata*, *Q. pubescens*.

Le genre *Quercus* qui figure dans de multiples paléoflores de l'Éocène au Quaternaire est connu dès le Crétacé au Groenland : Mésocrétacé des couches d'Atane et Néocrétacé de Patoot [55].

2. *Quercus Afares* Pomel (Planche III ; fig. 1 à 4 - Planche V ; fig. 1).

Cette espèce se distingue aisément du *Q. Mirbeckii* par les caractères suivants : les feuilles sont elliptiques elliptiques-lancéolées ou ovales-lancéolées, longues (longueur supérieure au double de la largeur), la partie la plus large située vers le milieu ou au-dessous de ce dernier, plus ou moins atténuées au sommet ; la marge est crénelée-lobée, à lobes aigus-mucronés, à sinus peu profonds mais toujours bien marqués.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger (2 empreintes). Indiquée déjà par DUCCELLIER [21].

Tunisie — Flore du lac Ichkeul (empreintes innombrables).

Espèce sociale de la Kabylie orientale, *Q. Afares* y constitue, au-dessus de la zone du Chêne Liège, de vastes peuplements ; elle manque sur les sommets.

3. *Quercus Ilex* L. (Planche III ; fig. 10).

Plusieurs empreintes de feuilles médiocres ou petites, elliptiques, plus ou moins largement arrondies à la base, arrondies ou obtuses au sommet, superficiellement denticulées, ou subentières ou entières, brièvement pétiolées, évoquant bien les feuilles vernissées, luisantes, coriaces du *Q. Ilex* ; nervures secondaires, 8-9 de chaque côté, opposées, disparaissant un peu avant les marges, étalées-dressées, subdroites, peu marquées ; réseau polygonal finement réticulé.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger (2 empreintes).

Tunisie — Flore du lac Ichkeul (4 empreintes).

Le *Q. Ilex*, caractéristique au premier chef du Domaine méditerranéen, habite, en Algérie et Tunisie, la zone inférieure de la région montagneuse de 350 à 1 600 m. ; au Maroc, s'échelonne entre 100 et 2 700 m.

Le groupe du *Q. Ilex* (s. lato) est représenté dans les flores fossiles par une dizaine d'espèces qui se répartissent de la façon suivante de l'Oligocène au Quaternaire :

1. *Q. antedens* Sap. du Rupélien d'Aix [85].

2. *Q. mediterranea* Ung. (1), pro parte.

Oligocène.

Stampien de Chiavon (Vicentin) [128 a].

Miocène.

Aquitainien de Kumi [104] et de Suisse (Rovereaz) [53].

Burdigalien de Seifhennersdorf (Saxe) [22], de Radoboj [105], de Bilin [36].

Helvétien de Suisse (Petit Mont, Croisette) [53], de Moskenberg [37 a].

Tortonien d'Erdobenyé [137], de Parschlug [99] et de Tokay [32].

Sarmatien de Suisse (Albis, Locle, Schrotzburg) [53], du Val d'Arno [49].

Pontien de Privas (Rochesauve) [11] et de Sinigaglia [73].

(1) DE SAPORTA écrivait à propos de *Q. mediterranea* Ung. « ...représente le Chêne vert miocène et tient le milieu entre les formes *Ilex* et *coccifera*, et peut-être est-il la tige commune des deux ». (c.f. Depape [18], p. 147).

3. *Q. praeilex* Sap. : du Pontien de Privas (Mont Charay) [92, 81] et de Cerdagne [81].
4. *Q. ballotaeformis* Heer : du Sarmatien d'Eningen [53].
5. *Q. praecursor* Sap. : du Pontien de Privas (Mont Charay) [11] et de l'Astien de Meximieux [98].
6. *Q. Ilex* L. var. *graeca* Gaud. : du Quaternaire de Montemario [7] et des travertins toscans [49].
7. *Q. Ilex* L. : du Sarmatien de Gaville [128 a] ; du Plaisancien de la vallée du Rhône (St-Marcel, Théziers, Eurre) [18] et de Mongardino [16] ; de l'Astien de Barcelone [1] ; du Quaternaire des tufs de Lipari [47] et des tufs de Montpellier [77].
8. *Q. ilicina* Sap. : du Rupélien d'Aix [94].
9. *Q. Haidingeri* Ett. : de l'Aquitaniens de La Borde (Suisse) [53] ; du Burdigalien de Vienne [99] ; du Sarmatien suisse (Locle, Eningen) [53] et du Val d'Arno [49].
10. *Q. ilicoïdes* Heer : Chattien de Suisse (Hohe Rhonen) [53].

4. ***Quercus coccifera*** L. (Planche III ; fig. 8, 9).

A cette espèce est attribuée une empreinte incomplète, mutilée sur l'une des marges latérales. La feuille est petite, brièvement pétiolée, largement lancéolée, un peu atténuée inférieurement, cordée à la base, atténuée supérieurement, aiguë au sommet, dentée, à dents aiguës, espacées ; le limbe non plan est luisant et semble coriace ; les nervures secondaires peu marquées (7 paires plus ou moins visibles) sont étalées ou subétalées, droites et disparaissent avant les marges ; elles émettent, perpendiculairement ou subperpendiculairement des nervures tertiaires bien marquées, irrégulières ou très irrégulières, enserrant un réseau très finement polygonal. Par sa forme, cette feuille rappelle celles de la variété *lancoolata* Batt.

Cette empreinte avait été primitivement rapportée au *Q. Ilex* dont elle rappelle effectivement, au premier coup d'œil, certains caractères foliaires. Cependant, le limbe est lancéolé, un peu atténué inférieurement, cordé à la base ; les nervures secondaires forment avec la principale un angle très ouvert presque droit alors qu'il est en général beaucoup plus fermé ($\pm 45^\circ$) chez *Q. Ilex* ; enfin et surtout, la nervation dans son ensemble est déprimée : elle provient d'une page limbair inférieure, vernissée, luisante, très glabre ; or chez *Q. Ilex* la face inférieure est tomenteuse-laineuse et seules les nervures secondaires et leurs bifurcations terminales y sont saillantes, les tertiaires et les nervules à peu près indistinctes ; de plus nervures primaires et secondaires y sont assez épaisses, alors qu'elles sont visiblement plus déliées chez *Q. coccifera* avec des tertiaires et des nervules d'une extrême finesse mais bien distinctes, ce qui est précisément un bon caractère de notre empreinte qui, pour toutes ces raisons a été finalement attribuée au *Q. coccifera*.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

La plante est une excellente méditerranéenne : Europe méridionale, Asie occidentale, Cyrénaïque et Afrique septentrionale (Algérie, Tunisie, Maroc) où elle habite les broussailles et lieux pierreux arides des collines du littoral et des basses montagnes.

Le groupe du *Q. coccifera* L. (s. lato) est connu dès l'Éocène ; PITON y rattache une empreinte trouvée dans le Lutétien de Ménat [76]. Il admet encore :

1. *Q. mediterranea* Ung. (pro parte), dont nous avons donné la répartition dans les paléoflores et dont nous avons noté la double parenté, avec *Q. Ilex* L. et avec *Q. coccifera* L.

2. *Q. spinescens* Sap. du Rupélien d'Aix [94].
3. *Q. sclerophyllina* Heer = *Q. aspera* Ung. : de l'Helvétien de St-Gall [53], du Tortonien de Parschlug [99], du Pontien de Schossnitz [120].
4. *Q. szirmayana* Kov. du Tortonien d'Erdobenyé [58].
5. *Q. coccifera* L. du Pontien de Privas (Rochesauve) [11] et du Plaisancien de St-Marcel et Théziers [18, 118].
6. *Q. denticulata* Rer. du Pontien de Cerdagne [81].

Avec SAPORTA (cf. DEPAPE [18] p. 147) nous pensons que les *Q. coccifera* et *Q. Ilex* pourraient fort bien provenir d'une souche commune ; *Q. mediterranea* dont les vestiges sont fréquents depuis l'Oligocène moyen et qui « tient le milieu entre les formes *Ilex* et *Coccifera* » (SAPORTA) répond parfaitement à cette hypothèse mais il est certain que s'il représente une forme ancestrale commune de nos deux Chênes méditerranéens, son origine doit remonter au moins au Mésonummulitique sans quoi on ne peut expliquer l'existence à l'Oligocène et au Lutétien de races paléontologiques gravitant autour de nos *Q. Ilex* et *Q. coccifera*. Il serait souhaitable, pour infirmer ou confirmer ce point de vue, que puisse être reprise sur de bons matériaux, l'étude du Chêne de Ménat dont une meilleure connaissance apporterait à n'en pas douter de précieux enseignements.

Le tableau suivant met en parallèle le comportement des deux groupes depuis l'Éocène.

	E	O			M						P		Q	A
	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Groupe <i>Ilex</i>														
<i>Q. mediterranea</i> Ung.		*	..	*	*	*	*	*	*					
<i>antecedens</i> Sap.		*												
<i>ilicina</i> Sap.		*												
<i>ilicoïdes</i> Heer.			*											
<i>Haidingeri</i> Ett.				*	*	*						
<i>ballotaeformis</i> Heer.								*						
<i>praecursor</i> Sap.									*	..	*			
<i>praeilex</i> Sap.									*					
<i>Ilex</i> (type et var.)								*	..	*	*	*	*	
Groupe <i>coccifera</i> L.														
<i>Quercus</i> spec.	*													
<i>Q. mediterranea</i> Ung.		*	..	*	*	*	*	*	*	..	*			
<i>spinescens</i> Sap.		*												
<i>sclerophyllina</i> Heer.						*	*	..	*					
<i>Szirmayana</i> Kov.							*							
<i>denticulata</i> Rér.														
<i>coccifera</i> L.									*	*	*	

Il est permis d'y voir l'ébauche de deux séries évolutives d'origine identique, très ancienne et au moins éocène, eu-mésogéenne.

5. *Quercus Suber* L.

Quatre empreintes de feuilles petites, pétiolées, ovales, subarrondies à la base, un peu atténuées supérieurement, aiguës, subentières, s'identifient parfaitement avec certains types microphylls actuels d'Afrique du Nord où l'espèce forme d'importantes forêts sur les sols silicieux, bien arrosés, de la plaine et des montagnes.

C'est une méditerranéo-atlantique : Péninsule ibérique (Espagne, Portugal) ; France méridionale jusque sur le littoral atlantique ; Italie, Corse, Sardaigne, Sicile ; Afrique septentrionale (Tunisie, Algérie, Maroc).

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Le groupe du *Q. Suber* L. (s. lato) appartient au Pliocène de St-Marcel et de Théziers, par les *Q. Suber* L. (1) et *Q. pseudosuber* Santi [18, 118]. Ce dernier n'est autre que le *Q. Fontanesii* Guss., méditerranéen, plus oriental que le précédent, d'Italie, Sicile, Istrie, Dalmatie, Monténégro, Albanie et que l'on retrouve ça et là dans le Var et les Alpes maritimes. SAPORTA en a rapproché son *Q. aquisextana* Sap. du Rupélien d'Aix [94].

GENRE *FAGUS* L.

1. *Fagus* cf. *F. silvatica* L. (Planche IV ; fig. 1, 2).

Les caractères d'une empreinte fragmentaire (avec sa contre empreinte) provenant de Tunisie, rappellent de très près ceux de notre *Fagus silvatica* L. européen. La partie conservée figure les 3/4 du limbe, dont toute la base, d'une feuille à pétiole relativement grêle, subarrondie à la base, à bords inférieurs entiers, à nervures secondaires subdroites, assez rapprochées, s'éloignant progressivement les unes des autres, atteignant les marges, étalées-dressées, les inférieures plus ou moins décurrentes sur la nervure principale et dans le pétiole, les autres formant avec la principale un angle assez réduit ; réseau indistinct.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Le Hêtre fait partie de l'élément eurosibérien : Europe (exclusion boréale), Asie austro-occidentale et centrale. Il manque de nos jours, totalement en Afrique du Nord. On ne le retrouve, plus au nord, qu'en Espagne septentrionale (Cantabrie, Asturies, Galice), en Corse (950 à 1 900 m. d'alt.), en Sicile (1 300 à 2 000 m. d'alt. sur l'Etna) ; sur ces points comme en Asie mineure, il atteint les limites méridionales de son aire.

On le connaît du Pliocène de Reuver [66 a], des Monts Dore [12] (Plaisancien) et de Barcelone [1] (Astien). Il existe dans le Quaternaire : St-Saturnin [10], Val d'Arno [48], travertins toscans [49], vallée de la Vis [9], Cromer [20], Bezac [114], Resson et Lasnez [15].

On trouve, dans les flores tertiaires, un groupe de Hêtres remarquables par leurs affinités avec notre *Fagus silvatica* connu dès le Pliocène inférieur ; ils ont certainement leur place dans la lignée de notre Hêtre d'Europe occidentale.

Ce sont :

1. *F. pliocenica* Sap. que tous les auteurs s'accordent aujourd'hui à reconnaître qu'il est plus proche du *F. silvatica* d'Europe que du *F. ferruginea* d'Amérique du Nord.

(1) Var. *pliocenica* N. Boul.

Miocène.

Burdigalien des Baléares [19].

Pontien de Cerdagne [81] et de Joursac [66, 69].

Pliocène.

Plaisancien de St-Marcel [18], de St-Vincent-La Mogudo [64], de Niac [65], de Las Clausades [71].

Astien de Vacquières [18], de Capels [66].

Quaternaire de Francfort [30].

2. *F. palaeosilvatica* Massal. du Pontien de Sinigaglia [73] étroitement apparenté à notre espèce moderne.
3. *F. Feroniae* Ung. qu'il conviendrait de considérer, selon SAPORTA, comme ancêtre direct de *F. silvatica*.

Éocène.

Alaska (Kenai) [17].

Oligocène.

Chattien de Sagor [29] et de la Wetterau [37].

Miocène.

Burdigalien. — Himmelsberg près Fulda [26] et Bilin [36].

Helvétien. — Koflach [34], Moskenberg [37 a] et Leoben [40].

Tortonien. — Erdobenyé [58], Tokay [32] et Parschlug [99].

4. *F. Deucalionis* Massal. à rapprocher du *F. pliocenica* Sap. comme race intermédiaire entre les *F. silvatica* et *F. ferruginea*.

Éocène.

Groenland, Islande, Spitzberg, Sachaline [55].

Miocène.

Burdigalien de Putschirn [24].

Helvétien d'Orsberg [99].

Tortonien de Parschlug [99].

Sarmatien de Montebamboli [49] et de Guarène [100].

Pontien de Sinigaglia [73].

5. *F. horrida* Ludw. de l'Oligocène (Chattien) de la Wetterau [37].

6. *F. attenuata* Goepf.

Oligocène.

Chattien de la Wetterau [37].

Miocène.

Sarmatien de Sarzanello [47, 100].

Pontien de Schossnitz [59, 120].

Le *F. pristina* Sap. que SAPORTA considérait comme forme ancestrale présumée de *F. silvatica* [96] se rapproche en réalité beaucoup du *F. ferruginea* Michx d'Amérique. Il appartient à l'Éocène de l'Arctide (Groenland, Sachaline) [55], au Stampien de Manosque [85], au Pontien de Sinigaglia [73] et de Privas (Pourchères) [11]. On doit admettre qu'il s'est éteint sur le continent européen au Miocène supérieur alors qu'il s'est stabilisé en Amérique sous

forme du *F. ferruginea* à peine distinct. Cependant, il existe dans le Crétacé d'Amérique deux autres Hêtres *F. polyclada* Lesq. (Nebraska) et *F. cretacea* Newb. (Kansas) offrant de sérieuses affinités avec le *F. silvatica*.

Le *F. prisca* Ett. du Cénomaniens d'Europe (Niederschoena, Saxe) [SAPORTA; 93, p. 151] est peut-être dans l'ascendance des *F. Ferroniae* et *F. Deucalionis* connus dès l'Éocène dans les flores arctiques et représentant des formes ancestrales de *F. silvatica*.

La série évolutive qui aboutit au *F. silvatica*, subordonnée au *F. Deucalionis* ou au *F. Ferroniae*, est représentée par *F. pliocenica* à partir du Burdigalien, et, au Pontien, par *F. palaeosilvatica* ancêtre direct de notre Hêtre. Elle doit être d'origine crétacée et arctique.

Les *F. horrida* et *F. attenuata* apparaissent comme des races paléontologiques, la première chattienne, dérivée du *F. Deucalionis*, la seconde sarmatienne, apparentée au *F. pliocenica*, restées l'une et l'autre sans descendance.

Ce sont ces relations que fait ressortir le tableau ci-dessous :

	C		E		O		M					P		Q	A
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Série du <i>F. ferruginea</i> Michx															
<i>F. pristina</i> Sap. (= <i>F. Antipofi</i> Heer)		*	*	*					
Série du <i>F. silvatica</i> L.															
<i>F. polyclada</i> Lesq.	*														
<i>cretacea</i> Newb.	*														
<i>prisca</i> Ett.	*														
<i>Ferroniae</i> Ung.		*	..	*	..	*	*	*							
<i>Deucalionis</i> Mass.		*	*	*	*	*	*					
<i>horrida</i> Ludw.				*											
<i>attenuata</i> Gp.				*	*	*					
<i>pliocenica</i> Sap. (= <i>F. Marsigli</i> Mass.)						*	*	*	*			
<i>palaeosilvatica</i> Mass.										*					
<i>silvatica</i> L.											*	*	*	*	

GENRE *CARPINUS* L.

1. *Carpinus Betulus* L. (Planche II ; fig. 6 - Planche VI ; fig. 2-4 et 5).

La détermination spécifique des restes foliaires relatifs au genre *Carpinus*, en l'absence de tout vestige d'involucre, est ordinairement fort aléatoire. Cependant, la perfection, à tous points de vue, de certaines des empreintes d'Afrique septentrionale qui nous ont été soumises est telle qu'elle permet une identification certaine de *Carpinus Betulus* L. Les empreintes sont multiples, de taille excessivement variable, ce qui correspond bien à la grande diversité dans les dimensions — aussi, dans la forme — avec la place occupée par

les feuilles sur les rameaux, chez notre Charme moderne ; entières ou fragmentaires, elles proviennent de feuilles pétiolées, ovales oblongues ou elliptiques, arrondies ou subarrondies à la base, acuminées ou plus ou moins brusquement atténuées-aiguës, doublement dentées, pourvues de nervures secondaires (jusqu'à 8 paires) parallèles, étalées-dressées et plus ou moins incurvées-redressées ; nervules subparallèles, en échelle irrégulière, très distinctes dans un réseau polygonal très fin.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

L'espèce est étrangère à la flore moderne d'Afrique du Nord ; sur la périphérie du bassin méditerranéen, on ne la retrouve que dans les Pyrénées espagnoles, la France méridionale (Alpes maritimes, Var), en Italie, en Dalmatie, en Grèce (Thessalie, Arcadie). Montagnarde dans toutes ces régions, elle y représente un élément boréal, froid : c'est une eurosibérienne.

Le « type *Carpinus Betulus* » a été étudié sous de multiples états dans de nombreuses flores fossiles appartenant aux horizons les plus divers et sous différents noms correspondant à 7 groupes spécifiques distincts.

1. *C. grandis* Ung. (= *C. Heerii* Ett.)

Éocène.

Flores arctiques de l'Alaska [17], du Groenland et de Sachalin [55].

Oligocène.

Stampien de Manosque [85].

Chattien de la Wetterau [99], de Sagor [39], de Suisse (Waggis, Monod, Rivaz, Rochette, Rothenthurm, Hohe Rhonen) [53].

Miocène.

Aquitaniens. — Eriz, Schangnau (Suisse) [53], Fontgrande et Jujieu (Aubrac) [63], Zsilthale (Hongrie) [134].

Burdigaliens. — Liebotitz [24], Himmelsberg près Fulda [26], Seifhennersdorf [22], Senftenberg [74].

Helvétien. — Koflach [34], Leoben [40], Turin [100].

Tortonien. — Szanto [137].

Sarmatien. — Swoszowice [99].

Pontien. — Cerdagne [81], Sinigaglia [73], Joursac [66], Silésie [59, 120].

Pliocène.

Astien de Barcelone [1].

2. *C. minor* Wes. et Web.

Miocène.

Helvétien de Stösschen près Bonn [99].

Pontien de Privas (Rochesauve) [11].

3. *C. elliptica* Wes. et Web.

Miocène.

Helvétien de Rott [99].

4. *C. Betuloides* Ung.

Oligocène.

Chattien de Sagor [39].

Miocène.

Aquitaniens de Kumi [104].

Burdigalien de Radoboj [105], de Bilin [36], de Gergovie [115].

5. *C. Betulus* L. (et formes affines).

Miocène.

Pontien de Joursac [69].

Pliocène.

Plaisancien de Niac et de La Mogudo [70], de Varennes [108], de St-Marcel et de Théziers [18], de Reuver [66 a].

Astien de Capels [66, 70].

Quaternaire.

Cromer [20], Tegelen [129], Francfort [30], Ceysac-Crozas [121].

6. *C. ostryoides* Gp.Burdigalien de Senftenberg [74], donné par MENZEL comme apparenté au *C. Betulus*.7. *C. vera* Andr. du Vindobonien (Miocène) de Transylvanie (Thalheim, Szakadat) [99].

On voit par cette énumération que le genre participe à des paléoflores de tous les niveaux du Tertiaire. Dans le Quaternaire, il existe dans les tufs de Meyrargues (*Carpinus spec.*) [84], dans les marnes de Ceysac (*C. suborientalis* Sap.) [89], dans les travertins toscans (*C. orientalis* Lam.) [49].

HEER a décrit un *Carpinites* dans le Néocrétacé de Patoot (Groenland) [55] et Krausel un *Carpiniphyllum* dans le Pontien de Silésie [59].

L'origine très lointaine du *C. Betulus* est probablement à rechercher dans les *Carpinites* du Néocrétacé de l'Arctide dont *Carpinus grandis* représenterait durant le Tertiaire, avec une remarquable permanence, la descendance directe de l'Eocène au Pliocène supérieur.

Les *Carpinus betuloides - ostryoides*, *C. minor - elliptica*, *C. vera*, *C. Betulus* figurent des phases successives de l'évolution du « type *grandis - Betulus* » durant le tertiaire.

	C		E		O		M					P		Q	A
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<i>Carpinites</i>	*														
Genre <i>Carpinus</i> L.															
<i>C. grandis</i> Ung.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
<i>Betuloides</i> Ung.				*	*	*									
<i>ostroyoides</i> Gp.						*									
<i>minor</i> W. et W.								*							
<i>elliptica</i> W. et W.								*							
<i>vera</i> Andr.									*						
<i>Betulus</i> L.										*	*	*	*	*	*

URTICACEES

GENRE *ULMUS* L.1. *Ulmus scabra* Mill. (= *U. montana* With.) (Planche IV ; fig. 10).

Empreinte unique. Feuille médiocre, pétiolée, obovale, longuement et étroitement acuminée, à base très inégale ; nervures secondaires, 7 paires, en partie bifurquées supérieurement, plus ou moins alternes, étalées-dressées, droites puis faiblement (ou non) redressées-arquées vers les marges. La forme générale, en particulier la base très inégale et l'acumen allongé, la nervation, sont de l'*U. scabra* Mill.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Cette espèce manque de nos jours dans toute l'Afrique du Nord ; c'est une eurosibérienne [Europe (excl. arct.), Asie occidentale et septentrionale] qui ne s'étend pas vers le sud au-delà de la France méridionale, de l'Italie (Apennin), de la Grèce (Thessalie), l'Asie mineure, le Caucase.

Le genre compte une trentaine d'espèces fossiles qu'une révision pourra sans aucun doute réduire de façon notable et qui se trouvent réparties dans les différentes époques géologiques, du Thanétien au Würmien. Cependant, les relations de ces éléments sont obscures et la phylogénèse de l'*U. scabra* incertaine. Il semble néanmoins que l'on puisse grouper autour de cette espèce les formes paléontologiques suivantes :

1. *U. primaeva* Sap. du Stampien de St-Zacharie [85].

SAPORTA l'envisageait [96] comme une « forme prototypique de l'*U. discerpta* », mais il est évident que s'il n'est pas sans rapports étroits avec ce dernier, il s'apparente également, ainsi que l'a fait observer SAPORTA [93], à divers Ormes de la flore asiatique contemporaine tels *U. pedunculata* Sp. et *U. glaucescens* Franch. Il serait donc à la base d'un double rameau phylétique.

2. *U. discerpta* Sap. également du Stampien, mais des flores plus récentes de Manosque [85] et de Céreste [95], considéré par SAPORTA comme forme ancestrale d'*U. montana* [96].3. *U. borealis* Heer, de l'Eocène de l'Arctide : Grinnel et Spitzberg [99], Groenland [55] ; ses feuilles sont du « type *scabra* ».4. *U. urticaefolia* Gp. du Pontien de Silésie (Schossnitz) [120] et de Privas (Mt-Charray) [11].5. *U. minuta* Gp. du Burdigalien de Bilin [36], du Sarmatien de Bozzone près Sienne [128 a] et du Pontien de Schossnitz [120] ; ses samares, comme celles du précédent, appartiennent au « type *scabra* ».6. *U. palaeomontana* Sap. du Villafranchien des marnes de Ceyssac [110] et qui paraît être l'ascendant direct de notre *U. scabra*.

SAPORTA a identifié en 1858-60 [84], dans les tufs quaternaires de Belgentier, un *Ulmus* cf *U. grandifolia* (1) qu'il a finalement dénommé *U. montana* (2) en 1867 [86].

(1) Il s'agit certainement d'un lapsus ; le binome *U. grandifolia* n'a jamais été utilisé ; puisque SAPORTA désigne expressément un Orme « actuel », ce ne peut être qu'*U. latifolia* Moench, confirmé par l'adoption ultérieure d'*U. montana* (1867) [86].

(2) *U. scabra* Mill. var. *latifolia*, selon DEPAPE [20] = *U. montana* With. = *U. scabra* Mill. = *U. latifolia* Moench.

	E	O		M						P		Q	A
	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		a	b(1)										
<i>U. borealis</i> Heer.	*												
<i>primaeva</i> Sap.		*											
<i>discerpta</i> Sap.			*										
<i>minuta</i> Gp.					*	*	*				
<i>urticaefolia</i> Gp.									*				
<i>palaeomontana</i> Sap.												*	
<i>scabra</i> Mill.												*	*

Ainsi se trouve esquissé, par leur succession chronologique, un enchaînement de formes paléontologiques, mais il apparaît dans cette série, entre le Stampien, le Burdigalien et le Sarmatien, ainsi qu'au Pliocène, d'importantes lacunes qui rendent toute conclusion bien précaire. Il ne serait possible de pallier cette insuffisance que par une révision générale des divers matériaux jusqu'à ce jour rapportés au genre, et des textes afférents ; on pourrait ainsi mettre en lumière les affinités des types spécifiques définitivement retenus mais c'est un travail à la réalisation duquel s'opposent des difficultés sans nombre, travail qu'il ne nous est pas possible de réaliser, d'autant moins, dans le cadre de cette monographie.

ELAEGNACÉES

GENRE *ELAEAGNUS* L.

1. *Elaeagnus* cf *E. angustifolia* L.

Nous avons attribué à cette espèce une empreinte de Tunisie, malheureusement incomplète (le sommet manque), due à une feuille brièvement pétiolée, entière, ovale-oblongue, à nervures secondaires (2 seulement sont visibles) droites, étalées-dressées, formant avec la principale un angle assez aigu comme cela s'observe chez certains *E. angustifolia*.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Cette espèce, orientale, d'Asie tempérée, de Sibérie ouralienne et altaïque, est, de nos jours, largement cultivée en Europe méridionale et en Afrique boréale.

Elle a été trouvée dans les tufs quaternaires de St-Antonin [44].

On a identifié dans le Ludien de Messel près Darmstadt [29], dans le Stampien de Chiavon (Vicentin) [128 a], dans l'Helvétien de Bonn [110], dans le Tortonien de Szanto [137] et (2) dans l'Astien de Barcelone [1], un *E. acuminata* Web. qui est vraisemblablement une race ancestrale de l'*E. angustifolia*. La lignée de ce dernier se manifesterait ainsi depuis l'Eocène, avec une distribution périmésogéenne septentrionale.

(1) a : St-Zacharie. — b : Manosque-Céreste.

(2) Avec doute.

DIALYPÉTALES

LÉGUMINEUSES

GENRE *CASSIA* L.1. *Cassia* spec. (Planche IV ; fig. 11-12).

Deux empreintes limbaires petites, plus ou moins largement elliptiques, entières, à nervures latérales parallèles, subétalées, subdroites. Correspondent certainement à des folioles de Légumineuses et, chez ces dernières, rappellent certains *Cassia* ; les affinités sont évidentes avec diverses espèces actuelles de l'Afrique tropicale : *C. abbreviata* Oliv., *C. bicapsularis* L., et surtout (taille, forme, nervation), *C. goratensis* Fres. (= *C. singueana* Del.) d'Abyssinie.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Le genre *Cassia* manque totalement dans les flores fossiles quaternaires d'Europe. Il fait défaut dans celle de San Jorge (Madeire) [52] comme dans la flore contemporaine nord-africaine continentale ; on ne le retrouve qu'aux Canaries. Dans la flore du lac Ichkeul, c'est un élément chaud, tropical, vraisemblablement propre aux paléoflores quaternaires nord-africaines.

Les *Cassia* sont connus des flores fossiles crétacées arctiques : Cénomaniens d'Atane et Sénonien de Patoot [55] ; il en existe dans l'Eocène de Sachaline [55], dans le Lutétien de Ménat [76], l'Auvervien de l'Ouest français [114 a], le Ludien de Messel près Darmstadt [29] et de Haering [33]. A partir de l'Oligocène inférieur, on a signalé le genre à tous les niveaux et dans de multiples flores, jusqu'au Pliocène supérieur, depuis le Sannoisien (Mulhausen) [122] jusqu'à l'Astien (Barcelone) [1].

GENRE *CERATONIA* L.1. *Ceratonia siliqua* L. (Planche IV ; fig. 4-5).

Nous avons rattaché à cette espèce dont elle reproduit bien les caractéristiques foliaires, une empreinte (et sa contre empreinte) entière, obovale, superficiellement émarginée au sommet, à nervures secondaires (5 paires) subétalées.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Excellente méditerranéenne (sensu lato) dont l'aire englobe l'Europe méridionale, l'Asie occidentale et l'Afrique septentrionale où elle existe au Maroc, en Algérie, en Tunisie.

(1) Et en outre, dans l'Oligocène : *Cassioxylon*, bois silicifié du sud oranais [FLICHE ; 42].

Ne participe à aucune paléoflore quaternaire.

On a décrit trois espèces fossiles dans ce genre :

1. *C. septimontana* Wess. et Webb. du Stampien de Florsheim [27], de l'Helvétien de Rott, Orsberg [110], du Sarmatien d'Eningen [53].
2. *C. emarginata* A. Br. du Sarmatien suisse (Locle, Eningen) [53].
3. *C. vetusta* Sap. du Stampien d'Aix [85].

Toutes trois paraissent étroitement apparentées au *C. siliqua* dont *C. septimontana* figure une forme ancestrale sinon prototypique, connue sporadiquement de l'Oligocène moyen au Miocène supérieur, et dont se seraient dégagées successivement *C. vetusta*, *C. emarginata* et notre espèce moderne.

L'ensemble est d'origine périmésogéenne septentrionale.

ROSACÉES

GENRE *RUBUS* L.

1. *Rubus ulmifolius* Schott. f. (Planche IV ; fig. 3).

Empreinte unique, ovale-oblongue, acuminée, arrondie à la base, dentée à dents aiguës, irrégulièrement espacées (visibles seulement sur la moitié inférieure de la marge gauche), plus distantes inférieurement ; nervures secondaires (5 paires) formant avec la principale un angle peu ouvert, toutes opposées, étalées-dressées, subdroites ou un peu arquées-redressées, se terminant dans l'une des dents, partiellement bifurquées au sommet à branche infère de la fourche bien moins visible que la secondaire elle-même ; nervures ternaires perpendiculaires aux précédentes dessinant un réseau en échelle, imparfait, irrégulier, peu distinct.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

Rubus ulmifolius fait partie de la flore contemporaine de l'Afrique du Nord où elle est commune au Maroc, en Algérie et Tunisie (1). Elle offre un polymorphisme foliaire très accentué touchant la forme, la nervation, la dentelure ; l'empreinte de Maison Carrée entre parfaitement dans le cycle de ces variations.

C'est une méditerranéenne (latéméditerranéenne puisqu'elle s'éloigne considérablement du littoral méditerranéen en Europe occidentale) spontanée sur tout le pourtour de la Méditerranée : Espagne, Italie, Grèce, Orient, Afrique septentrionale.

Sous le nom de *Rubus discolor*, elle a été indiquée dans les tufs quaternaires de Montpellier [77].

Les tufs de Provence ont donné *Rubus Idaeus* L. aux Ayalades [86], à St-Antonin [44].

La flore fossile de San Jorge de Madeire contient des empreintes que HEER a décrites [52] sous les noms de *Corylus australis*, *Ulmus suberosa* et *Psoralea dentata* mais que LOWE a par la suite [67] rapportées avec raison au genre *Rubus* en citant plus particulièrement *R. grandifolius* LOWE et *R. discolor*. (2).

(1) Elle figure dans certains ouvrages sous le nom de *R. discolor* Weihe et N.

(2) Si l'on tient compte des mises au point justifiées faites par LOWE en 1868 pour le genre *Rubus* et assimilant par ailleurs à *Myrtus communis* L. le *Pistacia Phaecum* de Heer, la flore fossile de San Jorge de Madeire compte 22 espèces dont 16 (soit 72 %) appartiennent à la flore moderne des Iles. Il est donc probable qu'elle est plus ancienne que la flore de Maison Carrée à laquelle participent 78 % d'espèces contemporaines. Elle est aussi bien plus récente que celle d'Ichkeul où les éléments actuels n'entrent que pour 47 %. Peut-être remonte-t-elle au début du Riss ou à la fin de l'Interglaciaire II Mindel-Riss.

ANACARDIACÉES

GENRE *RHUS* L.1. *Rhus Coriaria* L. (Planche VI; fig. 3).

Nous n'avons pu examiner de cette plante que deux fragments d'empreintes représentant la partie terminale du limbe, ovale-lancéolé?, pourvu de grosses dents marginales inégales, acutiuscules, simples, de nervures secondaires nombreuses parallèles, subétalées, et d'un réseau de nervules polygonal finement réticulé.

Par les caractères de la dentelure et de la nervation s'apparentent indiscutablement aux folioles de *Rhus Coriaria*, latéméditerranéenne d'Europe méridionale, d'Asie occidentale et d'Afrique septentrionale (Algérie).

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Une cinquantaine d'espèces représentent le genre dans les flores fossiles; dans le groupe des espèces à feuilles pennées, on ne peut guère rattacher à un « type *Coriaria* » que les *Rh. prisca*, *Rh. Brunneri* et *Rh. micromera*.

1. *Rh. prisca* Ett. serait une forme ancestrale du *Rh. Coriaria* mais à dents plus fines et égales.

Eocène.

Ludien de Haering [33].

Oligocène.

Stampien de St-Jean-de-Guarguier [85], de St-Zacharie [85].

Chattien de Peyriac [85], de Monod, Horw (Suisse) [53], de Sotzka [35], de Sagor [39].

Miocène.

Burdigalien de Radoboj [99], de Bilin [36].

Tortonien de Tokay [32], d'Erdobenyé [58].

2. *Rh. abbreviata* Sap. du Stampien d'Aix [94], serait un ancêtre éloigné de notre *Rh. Coriaria*.

3. *Rh. micromera* Sap., voisin du précédent, du Chattien d'Armissan [85].

4. *Rh. Brunneri* Fisch., se rapproche du *Rh. Coriaria*, mais à dents fortes, les supérieures doubles.

Eocène.

Islande [55].

Oligocène.

Chattien de Suisse (Rochette, Monod, Rufi, Hohe Rhonen [53].

Miocène.

Aquitaniens de Lausanne (Jouxten) [53].

Burdigalien de Gergovie [115].

Ces données sont utilisées dans le tableau suivant qui permet de les interpréter plus clairement, quoique hypothétiquement au point de vue évolutif.

	E		O	M							P		Q	A
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Rh. prisca</i> Ett.	*	..	*	*	..	*	..	*						
<i>abbreviata</i> Sap.			*											
<i>micromera</i> Sap.				*										
<i>Coriaria</i> L.													*	*
<i>Rh. Brunneri</i> Fisch.	*	*	*	*								

Nous voyons dans la distribution stratigraphique de ces races l'esquisse de deux séries, peut-être solidaires, d'origine ancienne, anté-éocène. Celle du *Rhus Brunneri*, type surdenté, probablement le plus ancien en raison de sa présence dans la flore nordique, alors tempérée, de l'Islande, s'éteint dès le Miocène inférieur. Celle du *Rh. prisca*, peut être dérivée de la précédente, réunit les types simplicidentés et aboutit au *Rhus Coriaria*, soit directement, soit par l'intermédiaire des *Rh. abbreviata* et *micromera*; sa distribution est essentiellement périmésogéenne boréale. Cependant, il existe, sur le Miocène et le Pliocène, de larges solutions de continuité qui obligent à ne conclure qu'avec la plus grande réserve.

Le genre s'inscrit à tous les niveaux de l'Eocène au Pliocène supérieur et dans le Quaternaire où l'on a seulement noté le *Rh. Cotinus* L. dans les tufs de Provence: Meyrargues [86] et St-Antonin [44].

SAPINDACÉES

GENRE *SAPINDUS* L.

1. *Sapindus* spec. 1 (Planche IV; fig. 7-8-9).

Une première empreinte, presque intégrale, d'un limbe brièvement pétiolé, entier, lancéolé, atténué aux deux extrémités, asymétrique très inégalement réparti de part et d'autre de la nervure principale, à nervures secondaires assez nombreuses (une dizaine de chaque côté) droites, étalées-dressées, arquées-ascendantes vers les marges, formant avec la principale un angle très ouvert, à réseau polygonal assez lâche, reproduit un type de foliole fréquemment réalisé chez *Sapindus Mukurossi* Gaertn. d'Asie tropicale (voir Pl. IV, fig. 7).

Une seconde empreinte, de la partie médiane d'un limbe également asymétrique, entier, à 8 paires de nervures visibles, parallèles, un peu arquées, étalées-dressées, formant avec la principale un angle très ouvert, peut être rapportée à la même espèce.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

On suit, dans les paléoflores, depuis l'Oligocène supérieur, l'ascendance de *S. Mukurossi*, dans une espèce fossile, *S. falcifolius* A. Br., dont certains échantillons foliaires concordent avec nos empreintes nord-africaines, et dans quelques types apparentés, en voici la nomenclature.

1. *S. falcifolius* A. Br.

Eocène.

Ludien. — Messel près Darmstadt [29].

Oligocène.

Chattien. — Suisse (Monod, Rochette, Hohe Rhonen) [53].

Miocène.

Aquitanien. — Suisse (Eriz, Delsberg, St-Gall-Findlinge) [53].

Burdigalien. — Bilin [36], Himmelsberg près Fulda [26], Seifhennersdorf [22].

Helvétien. — Suisse (Petit Mont, Croisettes) [53], Leoben [40], Turin [100],
Moskenberg [37 a].

Tortonien. — Tallya [57], Tokay [32], Parschlug [36].

Sarmatien. — Suisse (Locle, Albis, Schrotzburg, Eningen) [53], Guarène [100],
Montajone [48], Gaville [128 a].

Pontien. — Sinigaglia [73], Privas [11], Gleichenberg [99].

Pliocène.

Plaisancien. — Mongardino [16], La Mogudo [64].

Astien. — Barcelone [1].

Le type est d'une continuité rare et remarquable à travers les temps géologiques et les auteurs sont unanimes pour le rapprocher de *S. Mukurossi* et l'en considérer comme forme ancestrale.

2. *S. densifolius* Heer, espèce obtenue par disjonction du *S. falcifolius* primitif.

Sarmatien d'Eningen [53].

3. *S. radobojanus* Ung., très voisin du *S. falcifolius*.

Burdigalien de Radoboj [105].

4. *S. Hazslinszkii* Ett., assez proche du *S. falcifolius*.

Burdigalien de Bilin [36].

Tortonien de Tallya [57], de Tokay [32].

Sarmatien de Guarène [100].

Pontien de Sinigaglia [73].

5. *S. dubius* Ung., très affine au précédent auquel Ettingshausen a pu l'inclure.

Eocène.

Ludien de Messel près Darmstadt [29].

Oligocène.

Chattien de Sagor [39].

Miocène.

Helvétien de Leoben [40], de Moskenberg [37 a].

Sarmatien de Suisse (Schrotzburg, Wangen, Eningen) [53].

Pontien de Sinigaglia [73], de Privas [11], de Gleichenberg [99].

Pliocène.

Plaisancien de Mongardino [16].

Astien de Barcelone [1].

6. *S. bilinicus* Ett.

Burdigalien de Bilin [36].

	E	O	M							P		Q	A
	2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<i>S. falcifolius</i> Al. Br.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	af		
<i>radobojanus</i> Ung.				*									
<i>bilinicus</i> Ett.				*									
<i>densifolius</i> Heer							*						
<i>Mukurossi</i> Gaertn.												*	
<i>S. dubius</i> Ung.	*	*	*	..	*	*	*	*			
<i>Hazslinszki</i> Ett.				*	..	*	*	*					

Réparties dans le tableau ci-dessus en deux groupes selon leurs affinités, on peut présumer que ces différentes races se rattachent à deux lignées parallèles respectivement subordonnées aux *S. falcifolius* et *S. dubius*, issues d'une souche commune éocène ou peut-être même crétacée ; si le genre *Sapindus* existe en effet dans tous les niveaux, de l'Oligocène inférieur ou Pliocène supérieur, s'il participe en outre aux flores éocènes de Ménat [76] (Lutétien), de Brives près Le Puy [90] (Bartonien), de Messel près Darmstadt [29] (Ludien) de Sachaline [55], on le trouve également dans le Mésocrétacé d'Atane et le Néocrétacé de Patoot [55].

Un genre *Sapindophyllum* a été admis dans le Mésocrétacé de Portugal [97] et de Provence [106-107], et dans le Burdigalien de Bilin [36] et de Kundratitz [25].

2. *Sapindus* spec. 2.

Empreinte unique, fragmentaire ; limbe elliptique, entier, à bords légèrement ondulés, obtus au sommet ; nervures secondaires alternes (8 visibles de chaque côté), étalées-dressées, subdroites, arquées et se redressant vers le haut, formant avec la principale un angle médiocre. Rappelle certains *S. abyssinicus* Fres. (= *S. senegalensis* Poir.) d'Afrique tropicale ; chez ce dernier cependant, les nervures secondaires forment avec la principale un angle sensiblement plus ouvert.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Le genre *Sapindus*, essentiellement tropical, fait défaut dans toutes les flores quaternaires décrites à ce jour ; les restes identifiés les plus récents sont du Pliocène supérieur (Astien) : Barcelone [1], Théziers [18].

RHAMNACÉES

GENRE *RHAMNUS* L.

1. *Rhamnus Frangula* L. (Planche IV ; fig. 6).

Nous rangeons dans ce groupe spécifique une empreinte de feuille entière, obovale, insensiblement rétrécie dans les 2/3 inférieurs (l'extrême base manque), brusquement cuspidée en pointe courte, large, triangulaire obtuse ; nervures secondaires, 7 paires, opposées, les supérieures étalées-dressées, incurvées-redressées près des marges à leur

sommet, les paires inférieures subsigmoïdes, plus ou moins étalées, incurvées et longuement décurrentes sur la principale, incurvées-redressées à leur sommet. Reproduit assez fidèlement dans sa forme, sa taille, sa nervation, les caractères de certaines feuilles de *Rh. Frangula* récoltés par Letourneux en Algérie.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

L'espèce existe encore de nos jours dans les marais au Maroc et en Algérie. C'est une eurosibérienne qui habite l'Europe, surtout centrale et boréale, la Sibérie, l'Asie occidentale (Arménie, Caucase) et l'Afrique du Nord.

Si *Rhamnus Frangula* n'a jamais été signalé dans les flores fossiles tertiaires, on le connaît de plusieurs paléoflores quaternaires : Cromer [130-20], Resson, Pont-à-Mousson et La Sauvage [15]. On peut en outre dégager de la quarantaine d'espèces éteintes reconnues dans ce genre, une demi-douzaine de types susceptibles d'esquisser la lignée de notre plante moderne.

1. *Rh. Franguloides* Sap. du Stampien de Manosque [96] et que SAPORTA classe comme forme ancestrale présumée de *Rh. Frangula* [96].
2. *Rh. subdentatus* Sap. également du Stampien de Manosque [85], correspondant peut-être à une forme microphyllé de *Rh. Frangula* et que SAPORTA rapproche d'ailleurs de cette dernière espèce [85].
3. *Rh. Rossmassleri* Ung. que HEER considère [53] comme analogue au *Rh. Frangula* dont par ailleurs SCHIMPER le dit assez voisin [99].

Eocène.

Groenland [55]. Messel près Darmstadt (Ludien) [29].

Oligocène.

Chattien de Monod [53] et de Bagnasco [100].

Miocène.

Aquitanien de Lausanne, Eriz [53].

Burdigalien de Bilin [36], d'Himmelsberg [26].

Helvétien de St-Gall [53].

Sarmatien de Guarène [100].

Pontien de Sinigaglia [73].

Pliocène.

Plaisancien de Mongardino [16].

4. *Rh. Aizoides* Ung. très voisin du précédent.

Miocène.

Helvétien de Leoben [40].

Tortonien de Parschlug [99], de Tallya [57], de Tokay [32].

Pliocène.

Plaisancien de Mongardino [16].

- 5-6. *Rh. progenitrix* Lang. et *Rh. pristina* Lang.

Ces deux espèces appartiennent à la flore des travertins de Sézanne revue par LANGERON [123]. Cet auteur dit de la première qu'elle « pourrait être donnée pour ancêtre à l'une des

sections *Eurhamnus* Koch ou *Frangula* DC. et peut-être à toutes deux » ; il fait entrer la seconde dans le groupe des *Palaeofrangula*.

	E		O		M						P		Q	A
	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<i>Rh. progenitrix</i> Lang.	*													
<i>pristina</i> Lang.	*													
<i>Rossmassleri</i> Ung.	*	..	*	*	*	*	..	*	*	*				
<i>Franguloides</i> Sap.		*												
<i>subdentatus</i> Sap.		*												
<i>aizoides</i> Ung.						*	*	*				
<i>Frangula</i> L.												*	*	

Le tableau ci-dessus, établi sur les données qui le précèdent, montre que l'origine du groupe est très ancienne : en raison de sa présence dans l'Eocène inférieur (Thanétien de Sézanne) elle remonte probablement au Crétacé. La répartition des paléoflores auxquelles il participe est surtout périmésogéenne, mais, par le *Rh. Rossmassleri*, il est, à l'Eocène, en relations avec les flores tempérées arctiques ; cette particularité s'accorde parfaitement avec la distribution actuelle du *Rh. Frangula* et permet de reconnaître à l'ensemble une origine nordique indiscutable.

Le genre, déjà noté par DUCELLIER à Maison Carrée [21], existe dès le Mésocrétacé (Atane) et au Néocrétacé (Patoot) [55].

VITACÉES

GENRE *VITIS* L.

1. *Vitis Ducellieri* nom. nov. (= *V. sphaerocarpa* Ducellier non Kink.) (Planche V ; fig. 3.)

Les deux empreintes examinées, très incomplètes, nous ont offert la partie centrale du limbe et, sur une très courte longueur de l'une des empreintes, la marge, de feuilles d'un *Vitis* du groupe des espèces à feuilles indivises signalé par DUCELLIER en 1925 à Maison Carrée [21] et qui est probablement le *V. sphaerocarpa* de cet auteur. Cependant, ENGELHARDT et KINKELIN ont décrit en 1911 [30] dans la flore quaternaire de Francfort un *Vitis sphaerocarpa* Kink. totalement différent de la plante que nous avons étudiée dans la flore de Maison Carrée. Le binôme proposé par DUCELLIER en 1925 [21] est donc illégitime, ce pourquoi nous l'avons mis en synonymie en lui substituant celui de *V. Ducellieri*.

La nervation est celle d'un *Vitis* : nervures principales palmées, nervures latérales de la médiane opposées, subopposées ou alternes, droites, étalées-dressées sauf les supérieures arquées-dressées, assez espacées et subparallèles ; nervures secondaires des latérales inférieures arquées-ascendantes, externes ou inférieures. Toutes les secondaires sont très marquées, ont vers leur sommet un tracé irrégulier et y sont une ou deux fois bifurquées ; elles atteignent les bords du limbe très obscurément et lâchement denté ; de leur ensemble se détache un réseau ternaire très irrégulier à nervures tantôt droites simples et en échelle

irrégulière, tantôt plus ou moins flexueuses et géniculées, polygonal et lâche surtout vers les marges.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

Parmi les espèces vivantes, c'est vers certaines espèces asiatiques à feuilles indivises ou subindivises que s'orientent les affinités de la plante nord-africaine, vers certaines formes de *V. betulifolia* D. et G. de Chine, plus visiblement encore, vers les types à feuilles subindivises de *V. Thunbergii* Sieb. Chez ces espèces, la morphologie foliaire est très variable et les marges sont parfois très obscurément lobées à dents plus ou moins distantes, dans certains cas à peine marquées ; la nervation, dans ses grandes lignes, rappelle celle de notre *Vitis*.

Parmi les types fossiles, par la morphologie marginale et la nervation, il se rapproche du *Vitis subintegra* Sap. dont LAURENT a examiné en 1904-05 [64] les vicissitudes, défini les affinités, donné la répartition et fourni une excellente figure (pl. XVIII). Le *V. subintegra* existe dans le Plaisancien de St-Vincent et La Mogudo [64] ; le même type est représenté par une espèce peu distincte dans le Pontien de Privas : *V. vivariensis* N. Boul. [11] ; LAURENT voit enfin [64] dans le *Dombeyopsis* de N. Boulay du Plaisancien du Mont-Dore [12] un *Vitis* similaire.

Le genre n'appartient aux flores fossiles quaternaires que par le groupe spécifique *vinifera* (sensu lato) que figurent les *V. praevinifera* Sap., *V. ausoniae* Gaud. et *V. vinifera* L. : tufs de Montpellier [77], de Provence (Meyrargues [86], St-Antonin et Le Pigeonnier de la Torse près Aix [44]), travertins toscans [49]).

LAURACEES

GENRE LAURUS L.

1. *Laurus nobilis* L. (Planche V ; fig. 1, 4 et 5 - Planche VI ; fig. 7).

Les diverses empreintes, complètes ou fragmentaires, recueillies au lac Ichkeul ou à Maison Carrée, variables dans leurs dimensions, rentrent dans le groupe spécifique du *Laurus nobilis*, par toute une série de caractères mis en évidence par DEPAPE [18] en 1922 : « bords festonnés ; nervures secondaires peu nombreuses, émises sous un angle généralement ouvert, divisées assez loin de la marge ; réseau tertiaire capricieux, moins serré que dans le type *canariensis* », on peut adjoindre à cela leur apparence coriace, leur pétiole court, leur page supérieure luisante, leur forme variable, oblongues ou plus ou moins étroitement lancéolées.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul (5 empr.).

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger (12 empr.).

Cette espèce, méditerranéenne par excellence, est aujourd'hui encore largement représentée en Tunisie, au Maroc (Rif, Moyen Atlas) et en Algérie, sur les talus bien arrosés des basses montagnes.

La série évolutive du *L. nobilis* est pauvre dans les flores fossiles puisqu'il semble que l'on ne puisse guère lui attribuer d'autres types éteints que les *L. conformis* et *L. Furstenbergii*.

En voici la distribution géologique.

1. *L. conformis* Sap. que SAPORTA a considéré en 1893 [96] comme forme ancestrale du *L. nobilis*.

Oligocène.

Stampien de Céreste [96].

2. *L. Furstenbergii* A. Br. dont SCHIMPER a pu dire [99] qu'il « pourrait bien être le prototype de notre *L. nobilis* ».

Eocène.

Ludien de Messel près Darmstadt [29].

Oligocène.

Stampien de Manosque [85].

Miocène.

Burdigalien de Bilin [36].

Helvétien de Turin-Superga [Selon SAPORTA, Et. Vég. S. E., 3^e part., III ; tableau p. 127].

Sarmatien d'Eningen [53].

Pontien de Sinigaglia [selon SAPORTA loc. cit.].

Quartenaire.

Dans les tufs de Meyragues, SAPORTA indique [84] en 1858-60, une forme affine.

Le *L. nobilis* lui-même est connu :

du Pliocène.

Plaisancien de Niac [65].

Astien de Meximieux [98] de Barcelone [1].

du Quaternaire.

Tufs des Arcs et des Aygalades [86], de la vallée de la Vis [9], de St-Antonin [44] et de Montpellier [77].

Le genre *Laurus* est très ancien ; BARTHOUX et FRITEL [4] en ont observé deux espèces dans le grès crétacés de Nubie. SAPORTA l'indique dans le Mésocrétacé (Albien) de Portugal [97]. Il existe au Groenland dans le Mésocrétacé (Cénomanién) d'Atane et dans le Néocrétacé (Sénonien) de Patoot [55].

Il semble rationnel de voir avec SCHIMPER (1870) [99] et SAPORTA (1893) [96] dans les *L. Furstenbergii* et *L. conformis*, à répartition strictement périmésogéenne boréale, des formes ancestrales successives, la première prototypique, de notre *L. nobilis*, lui-même connu à partir du Plaisancien.

PITTOSPORACÉES

GENRE *PITTOSPORUM* Banks

1. *Pittosporum* spec. (Planche III ; fig. 5.)

Une feuille obovale, atténuée inférieurement en un court pétiole, entière à marge révolutée, arrondie au sommet, à nervures secondaires peu distinctes, peu nombreuses (4 paires), étalées-dressées, abordant la principale sous un angle très ouvert, à peine incurvées dans leur portion supérieure. Forme de feuille fréquente chez les *Pittosporum* ; rappelle, dans sa forme et sa nervation, certains types microphylls de *P. abyssinicum* Del. ;

se rapproche surtout, par l'ensemble de ses caractères, de *P. pulchrum* Gagnep. du Tonkin.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Le genre *Pittosporum* habite aujourd'hui les régions tropicales et subtropicales du globe. Dans les flores fossiles, il compte une dizaine d'espèces réparties assez irrégulièrement du Ludien au Plaisancien. Il manque dans les flores quaternaires d'Europe. Il figure dans la flore quaternaire de San Jorge de Madeire [52].

GAMOPÉTALES

OLÉACÉES

GENRE *OLEA* L.

1. *Olea europaea* L. (Planche V ; fig. 2.)

Feuille obovale-lancéolée, entière, à marge légèrement révolutée, rappelant l'empreinte précédente rapportée au genre *Pittosporum*, mais dont elle se sépare par une nervation indistincte, particularité qui nous l'ont fait attribuer au genre *Olea*. Reproduit bien certaines feuilles de notre *O. europaea*, excellente méditerranéenne de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique septentrionale jusqu'en Nubie.

Tunisie — Flore du lac Ichkeul.

Une dizaine d'espèces fossiles ont été classées dans ce genre et, parmi elles, sept, par leur morphologie foliaire, se rapprochent plus ou moins de notre espèce moderne :

1. *O. primordialis* Sap., du Stampien de Céreste, présumé par SAPORTA [96] forme ancestrale de l'Olivier actuel.
2. *O. Noti* Ung. dont les feuilles très semblables à celles d'*O. europaea* ont été reconnues dans le Chattien de Sagor [39] et l'Aquitainien de Kumi [104].
3. *O. praeeuropaea* Ett. de l'Helvétien de Leoben [40].
4. *O. europaea* var. *pliocenica* Cavara, du Plaisancien de Mongardino [16].
5. *O. proxima* Sap. du Stampien d'Aix [94].
6. *O. Feroniae* Ett. du Burdigalien de Bilin [36] qui, selon la figure laissée par ETTINGSHAUSEN, se rapproche bien de certains types latifoliés de notre *O. europaea*.
7. *O. stiriaca* Ett. de l'Helvétien de Moskenberg [37 a] et Leoben [40], très voisin du précédent

	O		M						P		Q	A
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>O. proxima</i> Sap.	*											
<i>primordialis</i> Sap.	*											
<i>Noti</i> Ung.		*	*									
<i>Feroniae</i> Ett.				*								
<i>praeeuropaea</i> Ett.					*							
<i>stiriaca</i> Ett.					*							
<i>europaea</i> L.												
<i>pliocenica</i> Cav.									*			
<i>europaea</i> L.											*	*

Toutes ces races constituent, au double point de vue morphologique et chronologique, une intéressante série mise en évidence dans le tableau précédent et qui pourrait bien refléter, dans une large mesure, l'individualisation progressive de notre *O. europaea* sur la périphérie septentrionale de la Mésogée depuis l'Oligocène moyen.

GENRE *FRAXINUS* L.

1. *Fraxinus Ornus* L. (Planche III ; fig. 6-7.)

Six empreintes, entières ou fragmentaires, de limbes pétiolulés, elliptiques ou ovales, aigus, plus ou moins atténués au sommet et à la base un peu asymétrique, dentés, à nervures secondaires (jusqu'à 7 paires) opposées, étalées-dressées, subdroites ou faiblement arquées, parallèles ou subparallèles, rappelant, sous divers états, les folioles latérales de *F. Ornus*.

Algérie — Flore de Maison Carrée près Alger.

F. Ornus, méditerranéenne d'Europe méridionale et d'Asie occidentale manque en Afrique du Nord où le genre n'est représenté que par les *F. angustifolia* (Vahl) Maire et *F. xanthoxyloides* Wall. En Europe, l'espèce existe jusqu'en Espagne (Valence), aux Baléares, en Corse et Sicile, en Italie, en Grèce.

Sept espèces fossiles peuvent être admises dans le cycle des variations progressives du « type *Ornus* », soit dans sa morphologie foliaire, soit dans l'organisation des samares.

1. *F. macrophylla* Heer, de l'Eocène du Groenland [55].
2. *F. longinqua* Sap., du Stampien d'Aix [94].
- 3-4. *F. juglandina* Sap. et *F. ulmifolia* Sap. de la flore stampienne plus récente de Manosque [85].
5. *F. stenoptera* Heer, du Sarmatien suisse (Schrotzburg) [53].
6. *F. arvernensis* Laur. Var., du Plaisancien de La Mogudo [64].
7. *Fraxinus* spec., du Burdigalien de Senftenberg [74], espèce nouvelle, indéterminée, et que MENZEL rattachait au « type *Ornus* ».

L'espèce actuelle est connue depuis le Miocène supérieur.

Miocène.

Pontien de Privas (Rochesauve) [11], de Joursac [66].

Pliocène.

Plaisancien de St-Marcel [18], de Mongardino [16].

Astien de Barcelone [1] et de Vacquières [18].

Quaternaire.

Montemario [7], Belgentier [86], Montpellier [77], travertins toscans [49].

	E	O			M						P		Q	A	
	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			a	b (1)											
<i>F. macrophylla</i> Heer.	*														
<i>longinqua</i> Sap.			*												
<i>juglandina</i> Sap.				*											
<i>ulmifolia</i> Sap.				*											
<i>Fraxinus</i> spec. Menz.							*								
<i>F. stenoptera</i> Heer.										*					
<i>arvernensis</i> Laur. Var.												*			
<i>Ornus</i> L.											*	*	*	*	*

Il y a dans le tableau qui précède, l'ébauche d'une succession ne donnant qu'une idée très imparfaite de l'évolution possible du groupe, ce en raison des hiatus existant à l'Oligocène et au Miocène. L'origine du « type *Ornus* » est certainement très ancienne ; on peut provisoirement la placer dans les flores tempérées éocènes de l'Arctide.

(1) a : Aix. — b : Manosque.

CHAPITRE III

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES FLORES FOLIAIRES DE MAISON CARRÉE ET DU LAC ICHKEUL

Caractéristiques, âge, signification paléoclimatique et paléogéographique

par J. ARÈNES

I

COMPOSITION DES FLORES

A

FLORE TUNISIENNE DU LAC ICHKEUL

Dicotylédones. Apétales.

Salicacées : *Salix alba* L.
Salix cf. *S. canariensis* C. Sm.

Juglandacées : *Pterocarya* spec.
Juglans regia L.

Cupulifères : *Quercus Mirbeckii* Dur.
Quercus Afares Pom.
Quercus Ilex L.
Quercus Suber L.
Fagus cf. *F. silvatica* L.

Urticacées : *Ulmus scabra* Mill.

Elaeagnacées : *Elaeagnus* cf. *E. angustifolia* L.

Dialypétales.

Légumineuses : *Cassia* spec.
Ceratonia siliqua L.

Anacardiées : *Rhus Coriaria* L.

Sapindacées : *Sapindus* spec. 1
Sapindus spec. 2

Lauracées : *Laurus nobilis* L.

Pittosporacées : *Pittosporum* spec.

Gamopétales

Oléacées : *Olea europaea* L.

B

FLORE ALGÉRIENNE DE MAISON CARRÉE PRÈS ALGER

Monocotylédones.

Liliacées - *Smilax aspera* L. var. *mauritanica* (Desf.) G. G.

Dicotylédones. Apétales.

Salicacées : *Salix alba* L.
Salix cinerea L.
Populus alba L.

Cupulifères : *Carpinus Betulus* L.
Quercus Mirbeckii DR.
Quercus Afares Pom.
Quercus Ilex L.
Quercus coccifera L.

Dialypétales.

Rosacées : *Rubus ulmifolius* Schott f.
Rhamnacées : *Rhamnus Frangula* L.
Vitacées : *Vitis Duceillieri* Ar. et Dep.
Lauracées : *Laurus nobilis* L.

Gamopétales.

Oléacées : *Fraxinus Ornus* L.

LÉGENDE DES TABLEAUX II A ET II B

Flores plaisanciennes

I. Extraméditerranéennes

1. Reuver
2. Pont-de-Gail
3. Mont-Dore
4. Las Clausades
5. St-Vincent
6. La Mogudo
7. Niac

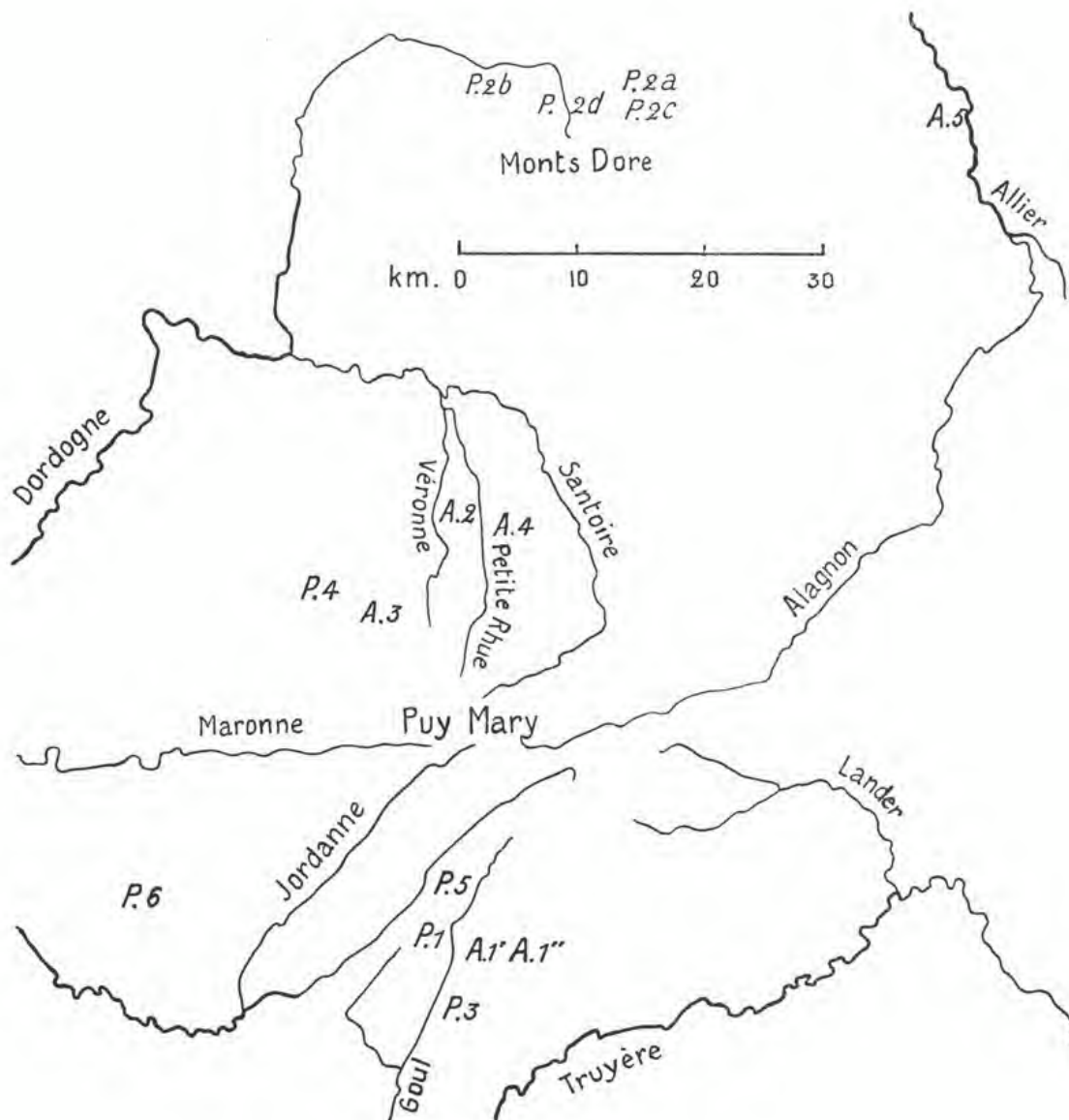


Figure 3. — Distribution de quelques paléoflores (Auvergne).

Plaisancien : P1 Pont-de-Gail

P2 Monts Dore : P2a, Varennes - P2b, La Bourboule - P2c, Lac Chambon - P2d, Mt-Dore.

P3, Las Clausades - P4, Saint-Vincent - P5, La Mogudo - P6, Niac.

Astien : A1', A1'', Capels - A2, Collandre (La Garde) - A3, Houdettes - A4, Cheylades - A5 Perrier.

II. Méditerranéennes

- 8. St-Marcel
- 9. Théziers
- 10. Bagnols
- 11. Eurre
- 12. Lombardie
- 13. Mongardino

Flores astiennes

III. Extraméditerranéennes

- 14. Castle-Eden
- 15. Capels
- 16. Collandre (La Garde)
- 17. Houdettes
- 18. Cheylades
- 19. Perrier
- 20. Meximieux

IV. Méditerranéennes

- 21. Vacquières
- 22. Domazan
- 23. Barcelone
- * espèce identique
- + espèce affine
- * espèce apparentée
- G genre.

II

COMPARAISON DES FLORES D'ICHKEUL ET DE MAISON CARRÉE
AVEC LES FLORES PLIOCÈNES

A

FLORE TUNISIENNE DU LAC ICHKEUL
(Tableau II A)

	Plaisancien													Astien											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
<i>Salix alba</i> L.	*		G					+	+	+			G							G				G	
— cf. <i>S. canariensis</i> C. Sm.																*									
<i>Pterocarya spec.</i>	*		+		+	+	+	+	+																
<i>Juglans regia</i> L.			*		*		*	*	*				*	*				*		G	*		*	*	



Figure 4. — Distribution de quelques paléoflores (Golfe rhodanien, Cerdagne et Catalogne)

Pontien : M1, Cerdagne - M2, Privas.

Plaisancien : P7, St-Marcel - P8, Théziers - P9, Bagnols - P10, Eurre.

Astien : A6, Meximieux - A7, Vacquières - A8, Domazan - A9, Barcelone.

Quaternaire : Q1, Montpellier - Q2, Vallée de la Vis - Q3, Durfort - Q4, Les Ayyalades - Q5, Meyrargues - Q6, St-Antonin - Q7, Les Arcs - Q8, Belgentier.

	Plaisancien													Astien									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Quercus Mirbeckii</i> Dur.	+		*		*			*								*							*
— <i>Afares</i> Pom.						G																	
— <i>Ilex</i> L.								*	*		*								*	*			*
— <i>Suber</i> L.								*	*														
<i>Fagus</i> cf. <i>F. silvatica</i> L.	*		*	*	*	*	*	*							*	*	*	*	*		*		*
<i>Ulmus scabra</i> Mill.	G		G	G	G	G	G	G							G				G				G
<i>Elaeagnus</i> cf. <i>E. angustifolia</i> L.			*																				*
<i>Cassia</i> spec.			G									G											G
<i>Ceratonia siliqua</i> L.																							
<i>Rhus Coriaria</i> L.			G												G								G
<i>Sapindus</i> spec. 1						+			+				+										+
— spec. 2																							
<i>Laurus nobilis</i> L.			*	G	G		G	G	G			G				*		*		G	G	G	*
<i>Pittosporum</i> spec.												G											
<i>Olea europaea</i> L.												*											

B

FLORE ALGÉRIENNE DE MAISON CARRÉE
(Tableau II B)

	Plaisancien													Astien									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Smilax aspera</i> L. var. <i>mauritanica</i> (Desf.) G.G.							*	*				G							G		*		
<i>Salix alba</i> L.	*		G				+	+	+			G				*		*	G				G
— <i>cinerea</i> L.																*							
<i>Populus alba</i> L.	*		G	G				*	*							*			G	*			*
<i>Carpinus Betulus</i> L.	*	G	*				*	+	+					G	*			*	*				*
<i>Quercus Mirbeckii</i> Dur.	+		*		*		*	*								*			*	*			*
— <i>Afares</i> Pom.						G																	
— <i>Ilex</i> L.								*	*		*								*	*			*
— <i>coccifera</i> L.								*	*								G						
<i>Rubus ulmifolius</i> Sch. f.	G						G							G				*					
<i>Rhamnus Frangula</i> L.						G					*							G					G
<i>Vitis Ducellieri</i> Ar. et Dep.	G	*	*			*						G											
<i>Laurus nobilis</i> L.			*	G	G		G	G	G			G				*		*		G	G	G	*
<i>Fraxinus Ornus</i> L.	G		G			*	G	*				*				*		G	G		*		*

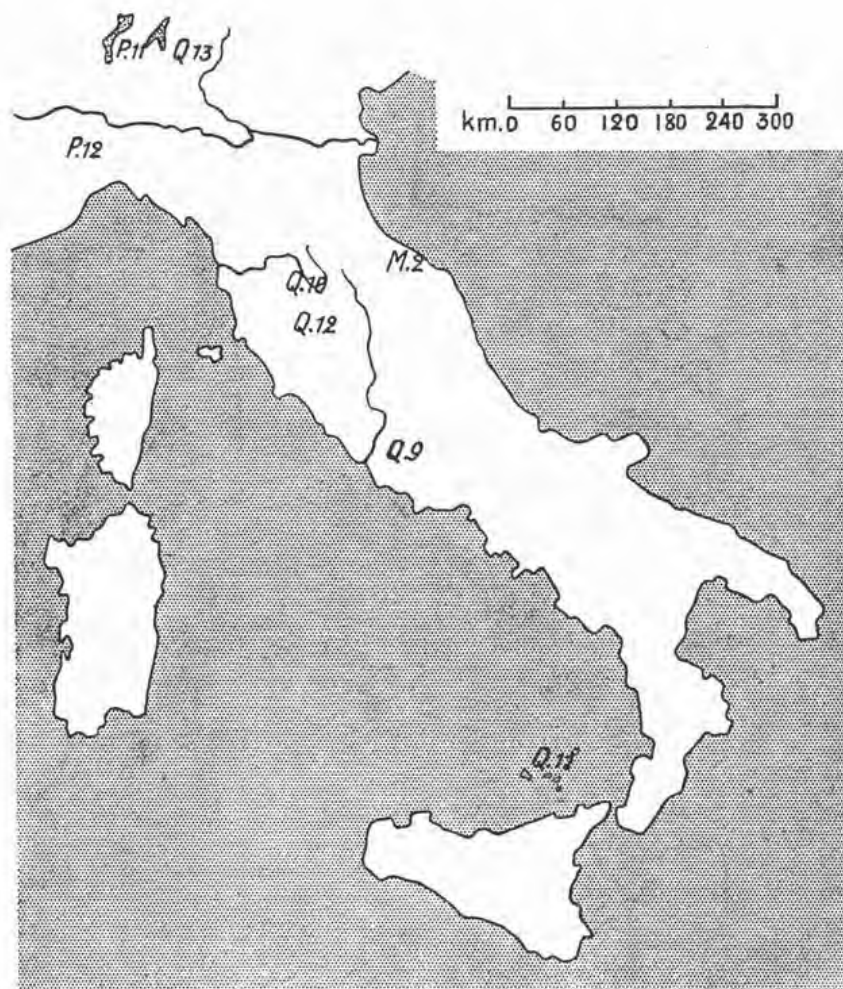


Figure 5. — Distribution de quelques paléoflores (Italie).

Pontien : M2, Sinigaglia.

Plaisancien : P11, Lombardie - P12, Mongardino.

Quaternaire : Q9, Montemario - Q10, Val d'Arno - Q11, Lipari - Q12, Toscane (Travertins) - Q13, Lombardie.

C

RELATIONS DE CES DEUX FLORES AVEC LES FLORES PLIOCÈNES

Plantes de la flore d'Ichkeul appartenant aux flores :

	Plaisanciennes		Astiennes	
	méditer.	non méditer.	méditer.	non méditer.
Espèces identiques *	4 } ... 21%	5 }	4 }	5 }
Espèces affines +	3 } 9 .. 47%	2 } 8	1 } 7	» } 6
Espèces apparentées *	2 }	1 }	2 }	1 }
Genre (sans aucune relation spécifique) G	4	4	3	2
Éléments tropicaux +	1 5%	1	1	»
Éléments tempérés ou froids *	» »	2	1	1

Plantes de la flore de Maison Carrée appartenant aux flores :

	Plaisanciennes		Astiennes	
	méditer.	non méditer.	méditer.	non méditer.
Espèces identiques *	6 }	6 }	5 }	9 } ... } 64%
Espèces affines +	2 } 9	» } 8	» } 7	» } 9 }
Espèces apparentées *	1 }	2 }	2 }	» }
Genre (sans aucune relation spécifique) G	1	3	2	3
Éléments tropicaux	»	»	»	»
Éléments tempérés ou froids *	1	3	1	4 28%

Les rapports des flores d'Ichkeul et de Maison Carrée avec celles antépliocènes sont peu marqués : nous les avons évoqués dans le second chapitre de ce travail à propos de chaque espèce fossile. Même dans le Miocène terminal, durant le Pontien, le nombre d'espèces apparentées (ou affines) à celles de nos deux florules est fort restreint, dans les riches flores méditerranéennes de Sinigaglia et de Cerdagne par exemple où l'on trouve seulement :

	d'Ichkeul		de Maison Carrée	
	à Sinigaglia	en Cerdagne	à Sinigaglia	en Cerdagne
<i>Smilax aspera</i> L. var. <i>mauritanica</i> (Desf.) GG.			*	
<i>Juglans regia</i> L.		*		
<i>Carpinus Betulus</i> L.			*	*

	d'Ichkeul		de Maison Carrée	
	à Sinigaglia	en Cerdagne	à Sinigaglia	en Cerdagne
<i>Quercus Mirbeckii</i> Dur.	*	*	*	*
— <i>Ilex</i> L.	*	*	*	*
— <i>coccifera</i> L.			*	*
<i>Fagus silvatica</i> L.	*	*		
<i>Rhamnus Frangula</i> L.			*	
<i>Sapindus spec. 1.</i>	+			

On ne relève aucune identité spécifique.

Cependant, la comparaison avec la flore miocène pontienne des environs de Privas (1) donne un nombre d'espèces identiques, apparentées ou affines moins réduit que celles de Cerdagne ou de Sinigaglia : *Smilax grandifolia*, *Fagus cf. pliocenica*, *Quercus Cardani*, *Q. Ilex*, *Q. coccifera*, *Salix cinerea*, *Ulmus urticaefolia*, *Sapindus falcifolius*, *Juglans acuminata*, *Pterocarya denticulata*, avec en outre les genres *Carpinus*, *Laurus*, *Vitis* et *Rhus* [11].

Mais les relations avec les flores pliocènes sont plus sensibles encore. Dans les tableaux comparatifs généraux que nous avons dressés en vue de préciser ces affinités, les paléoflores ont été réparties, pour le Plaisancien comme pour l'Astien, en deux groupes, les méditerranéennes y incluses celles qui jalonnent le tracé de l'ancien golfe rhodanien pliocène (St-Marcel, Théziers, Bagnols, Domazan, Vacquières, Eurre), les extraméditerranéennes, à deux près (Castle Eden, Reuver) plus ou moins montagnardes, et, à l'exception des deux précédentes et de celle de Meximieux, groupées dans notre Massif Central français.

Les analogies avec ces flores ont été définies d'après ce qu'elles peuvent compter : 1^o d'espèces identiques, ou plus ou moins étroitement affines, ou apparentées, à celles d'Ichkeul ou de Maison Carrée ; 2^o d'éléments tropicaux et d'espèces tempérées ou froides de ces mêmes flores.

Sur ces bases, on constate que la flore d'Ichkeul s'oriente principalement vers les flores méditerranéennes chaudes du Plaisancien : 47 % (9/19) de ses espèces se retrouvent dans ces flores (2) ou y sont représentées par des types similaires ; une affine appartient au genre tropical *Sapindus* ; les éléments tempérés ou froids identiques manquent.

Tout autres sont les tendances de la flore de Maison Carrée qui se rapproche bien plus visiblement des flores extraméditerranéennes, pour la plupart altitudinaires, relativement froides de l'Astien : 64 % (9/14) de ses espèces sont identiques à diverses espèces de ces flores, ou apparentées ; 28 % (4/14) en sont des types tempérés ou froids ; les genres tropicaux font défaut.

De ces faits, considérations exclusivement floristiques, on peut dégager des conclusions de trois ordres :

1^o La flore d'Ichkeul est certainement plus ancienne que celle de Maison Carrée.

2^o Elle traduit sans conteste un ensemble de conditions climatiques très distinctes, en particulier beaucoup plus modérées au point de vue thermique.

(1) Rochesauve, Mont-Charray et Pourchères.

(2) Espèces identiques : 4 sur 19 ; 20 % seulement.

3° Les affinités des flores fossiles nord-africaines se portent sur les paléoflores européennes, même d'Europe méridionale, appartenant à des époques géologiques très antérieures.

III

CARACTÉRISTIQUES ET AGE DE LA FLORE DU LAC ICHKEUL

La flore du lac Ichkeul est remarquable à divers points de vue dont la prise en considération permettra d'esquisser les caractères essentiels du climat auquel elle était soumise.

1° Prédominance très large de *Quercus Afares*, espèce sociale à feuilles caduques qui, de nos jours, développe ses peuplements (*Quercetum Afares*), le plus souvent entre 600 et 1.500 m. d'alt., sur les sols non calcaires, soumis à de fortes précipitations (800 mm. ou plus) et à des brouillards fréquents, avec saison sèche de courte durée (1).

2° Abondance de *Quercus Mirbeckii*, autre espèce sociale à feuilles caduques qui forme le *Quercetum lusitanicae* de MAIRE, groupement mésophile qui s'accommode de tous les sols entre 1.000 et 1.600 m. d'alt. surtout, sous fortes précipitations (800 mm. ou plus), avec état hygrométrique élevé, et que favorisent nébulosité et brouillards.

3° Participation importante de *Laurus nobilis* que MAIRE cite comme élément caractéristique de son *Ulmo-Fraxinetum*. A ce groupement participent également *Salix alba* de la flore d'Ichkeul. C'est un ensemble exigeant quant à l'humidité du sol et à la pluie (600 mm. ou plus), qui est surtout bien développé sur les alluvions argileuses et argilo-sableuses des plaines mais qui peut s'élever jusqu'à 1.500 m.

4° Abondance de *Salix alba*, essence caractéristique du *Populetum albae*, groupement ripicole exigeant une nappe phréatique peu profonde, développé sur tous les sols riverains non salés, du niveau de la mer jusqu'à 1.700 m.

5° Présence d'un important contingent (10 espèces ; 52 %) d'espèces méditerranéennes à des degrés divers : *Laurus nobilis*, *Rhus Coriaria*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Juglans regia*, *Pterocarya spec.*, *Quercus Ilex*, *Quercus Suber*, *Quercus Mirbeckii*, *Quercus Afares*, et parmi lesquelles trois méritent une mention spéciale :

a) *Quercus Ilex* essence à feuilles persistantes fondamentale du *Quercetum Ilicis*, groupement xérophile préférant, entre 400 et 1.900 m. d'alt., sous fortes précipitations (600 mm. et plus), les montagnes froides (9° à 14° de moyenne annuelle) avec état hygrométrique faible.

b) *Quercus Suber* autre Chêne à feuilles persistantes, caractéristique du *Quercetum Suberis*, association demandant un sol non calcaire, un climat chaud (14° à 17° de moyenne annuelle), de fortes précipitations (600 mm. et plus), un état hygrométrique élevé. S'étend du niveau de la mer à 1.300 m. d'alt.

c) *Olea europaea* et *Ceratonia siliqua*, caractéristiques de l'*Oleo-Lentiscetum*, association xérophile, thermophile, assez indifférente à la nature du sol, à la valeur des précipitations et de l'état hygrométrique. Croît du niveau de la mer à 1.000 m. d'alt.

(1) Les renseignements écologiques mentionnés dans ce chapitre sont empruntés à l'ouvrage de MAIRE sur la Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie [68]. Le lecteur pourra encore consulter utilement la Flore Forestière de A. MATHIEU [128].

6° Incorporation notable (5 espèces ; 26 %) d'éléments d'affinités tropicales : *Salix canariensis* tropicale-atlantique spéciale aux Canaries, et trois genres de distribution moderne exclusivement tropicale ou subtropicale : *Cassia* (1 esp.), *Sapindus* (2 esp.), *Pittosporum* (1 esp.).

7° Présence d'un ensemble à caractères plus ou moins boréal :

a) *Elaeagnus angustifolia*, espèce aujourd'hui étrangère à la flore autochtone d'Afrique du Nord, dont l'aire intéresse l'Asie tempérée mais a des attaches en Sibérie ouralienne et altaïque, ce qui nous incite à la classer parmi les espèces froides d'Afrique septentrionale, surtout dans cette flore qui admettait pour plus du quart de tropicales.

b) *Salix alba*, *Fagus sylvatica*, *Ulmus scabra*, eurosibériennes concrétisant l'élément le plus froid, les deux dernières totalement étrangères à la flore moderne spontanée nord-africaine.

La flore du lac Ichkeul est une flore de dépôts lacustres dont les matériaux ont été empruntés, pendant le Quaternaire, aux différents étages de la végétation et transportés vers leur dépôt actuel par des courants dont il convient de situer l'origine, non dans les massifs tunisiens, mais, vers le sud-ouest, dans ceux de l'Algérie orientale, peut-être dans le Massif de l'Aurès (2.328 m.) la participation du Hêtre impliquant, sous ces latitudes, des conditions d'altitude nulle part ailleurs réalisables.

La connaissance de l'écologie des plantes d'Ichkeul que les pages précédentes contribuent à préciser, permet, dans une certaine mesure, de reconstituer le paysage botanique dans lequel elles vivaient ; bien imparfaitement toutefois parce qu'il est certain que nombre de genres et de groupements manquent dans cet ensemble, notamment les Conifères qui durent occuper une large place et que des recherches ultérieures permettront peut-être d'identifier.

Dans l'ensemble, les types à feuilles caduques dominant. Dans la plaine, végétation chaude, formée essentiellement des méditerranéennes avec adjonction de quelques tropicales, probablement à l'état relictuel, figurant un élément paléoclimatique en voie d'extinction et témoignant d'un climat antérieur plus chaud et moins sec, peut-être analogue à celui des Canaries (*Salix canariensis*) : association *Olea-Ceratonia* (*Oleo-Lentiscetum*?) sur tous les sols ; *Quercus Suber* et son cortège sur la silice (*Quercetum Suberis*) ; *Laurus nobilis* avec *Salix alba* (*Ulmo-Fraxinetum*?) sur alluvions plus ou moins argileuses ; *Salix alba* et *S. canariensis* (*Populetum albae*?) ; Saussaie) sur les rives et dans les lieux humides.

Sur les versants secs des massifs : 1° Stations privilégiées très chaudes et à basse altitude, avec tropicales relictuelles ; 2° Pentes chaudes (adrets?) inférieures et moyennes : association *Olea-Ceratonia* (*Oleo-Lentiscetum*?) ; 3° Pentes froides (hubacs?) moyennes : *Quercus Ilex* et son cortège (*Quercetum Ilicis*).

Sur les versants bien arrosés : 1° Sols humides à nappe phréatique élevée, avec *Laurus nobilis* ; 2° Sols non calcaires ; a) climat chaud, état hygrométrique élevé, pentes inférieures et moyennes : *Quercus Suber* et son cortège (*Quercetum Suberis*) ; b) brouillards fréquents, saison sèche courte, pentes moyennes : *Quercus Afares* ; 3° Sur tous sols, grande amplitude thermique, état hygrométrique élevé, nébulosité, brouillards, pentes moyennes et supérieures : *Quercus Mirbeckii*.

Dans les zones forestières montagnardes les Juglandées (*Juglans* (1), *Pterocarya*), puis

(1) En Asie Mineure, jusqu'à 1.800 m.

l'Orme montagnard, enfin le Hêtre (peut-être au-dessus de 1.500 m.) (1), devaient entrer successivement en concurrence avec les Chênes, le Hêtre formant peut-être des peuplements, sur les points les mieux arrosés, à indice hygrométrique et nébulosité suffisants, à durée d'insolation réduite.

Comparée à d'autres paléoflores quaternaires méditerranéennes, c'est avec celles de la France méridionale (Belgentier, St-Antonin, Les Aygalades, Meyrargues, Les Arcs, vallée de la Vis, Montpellier) et en particulier de Provence que la flore d'Ichkeul a le plus d'espèces communes : *Salix alba*, *Fagus silvatica*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ulmus scabra*, *Quercus Ilex*, *Juglans regia*, *Laurus nobilis* ; cependant, par ses autres éléments, elle s'éloigne profondément de ces flores qui se rattachent au Würm ou à l'Interglaciaire III Riss-Würm. En particulier, c'est une flore bien plus chaude, par la participation d'une proportion élevée de méditerranéennes et surtout de genres tropicaux totalement absents dans les paléoflores continentales ; cet ensemble chaud prédomine largement puisqu'il représente 68 % du nombre total des espèces et comporte celles qui viennent en tête de très loin par l'abondance des empreintes ; elle est par suite beaucoup plus ancienne : d'ailleurs, les éléments autochtones de la flore nord-africaine actuelle n'y entrent qu'en proportion relativement faible (47 %).

Elle semble correspondre à une période climatique de transition : climat doux, tempéré, à exigences thermiques modérées, à écarts saisonniers faibles, à hivers peu rigoureux, à brouillards fréquents, à précipitations assez importantes, humide. En effet, aux côtés de nombreuses méditerranéennes (10/19 ; 52 %), elle a conservé des espèces tropicales (5/19 ; 26%) paléoclimatiques qui rappellent les flores terminales du Tertiaire (2) ; mais elle possède aussi en notable proportion (4/19 ; 21 %) des espèces à distribution plus ou moins boréale, eurasiatique ou asiatique, parmi lesquelles *Fagus silvatica* et *Ulmus scabra* appartiennent à des genres aujourd'hui éteints en Afrique et représentant l'élément le plus froid. Pour ces raisons, il semble bien que la place de cette flore soit tout indiquée à l'extrême base du Villafranchien, l'ensemble *Fagus silvatica*, *Ulmus scabra* suffisant bien à caractériser, pour l'Afrique du Nord, le refroidissement qui dut correspondre à la première glaciation (Gunz).

LÉGENDE DES TABLEAUX III ET V

1. Éléments de la flore nord-africaine actuelle.
2. Méditerranéennes (3).
3. Tropicales.
4. Éléments tempérés et froids.
5. Espèces de la flore provençale actuelle.

(1) En Corse, de 950 à 1.900 m. En Asie Mineure, de 1.400 à 2.300 m. En Sicile, de 1.300 à 2.000 m.

(2) Dans la flore astienne de Barcelone, les genres tropicaux représentent 27 % de l'ensemble.

(3) Sensu lato ; inclus méditerranéo-montagnardes.

ÉLÉMENTS FLORISTIQUES CONSTITUTIFS DE LA FLORE DU LAC ICHKEUL

(Tableau III)

	1	2	3	4	5	Empreintes
<i>Salix alba</i> L.	+			+	+	8
— cf. <i>S. canariensis</i> C. Sm.			*			4
<i>Pterocarya</i> spec.		+				1 + contre-empr.
<i>Juglans regia</i> L.		+				2
<i>Quercus Mirbeckii</i> Dur.	+	*				nombreuses innombrables
— <i>Afares</i> Pom.	+	*				4
— <i>Ilex</i> L.	+	*			+	4
— <i>Suber</i> L.	+	*			+	4
<i>Fagus</i> cf. <i>F. silvatica</i> L.				+	+	1 + contre-empr.
<i>Ulmus scabra</i> Mill.				+	+	1
<i>Elaeagnus</i> cf. <i>E. angustifolia</i> L.				+		1
<i>Cassia</i> spec.			*			2
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	+	+			+	1 + contre-empr.
<i>Rhus Coriaria</i> L.	+	+			+	2
<i>Sapindus</i> spec. 1			*			2
— spec. 2			*			1
<i>Laurus nobilis</i> L.	+	*			+	5
<i>Pittosporum</i> spec.			*			1
<i>Olea europaea</i> L.	+	+			+	1
Nombre d'espèces	9	10	5	4	9	
%	47	52	26	21	47	
		78				

* ensemble dominant.

LÉGENDE DES TABLEAUX IV ET VI

1. Vallée de la Vis.
2. Montpellier
3. Les Arcs.
4. Belgentier.
5. St-Antonin.
6. Les Aygalades
7. Meyrargues.
8. France méditerranéenne.
9. Provence.
10. Lombardie.
11. Lipari.
12. Toscane.

13. Montemario.
14. Val d'Arno.
15. Italie.

RELATIONS DE LA FLORE DU LAC ICHKEUL AVEC LES FLORES QUATERNAIRES MÉDITERRANÉENNES
(Tableau IV)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13	14	15
<i>Salix alba</i> L.	+		+					+	+							
— cf. <i>S. canariensis</i> C. Sm.																
<i>Pterocarya</i> spec.																
<i>Juglans regia</i> L.					+		+	+	+							
<i>Quercus Mirbeckii</i> Dur.																
— <i>Afares</i> Pom.																
— <i>Ilex</i> L.		+						+				+	+	+		+
— <i>Suber</i> L.																
<i>Fagus</i> cf. <i>F. silvatica</i> L.	+							+			+		+		+	+
<i>Ulmus scabra</i> Mill.				+				+	+							
<i>Elaeagnus</i> cf. <i>E. angustifolia</i> L.					+			+	+							
<i>Cassia</i> spec.																
<i>Ceratonia siliqua</i> L.																
<i>Rhus Coriaria</i> L.																
<i>Sapindus</i> spec. 1																
— spec. 2																
<i>Laurus nobilis</i> L.	+	+	+		+	+		+	+							
<i>Pittosporum</i> spec.																
<i>Olea europaea</i> L.																
Nombre d'espèces								7	5							
%								36	26							

IV

CARACTÉRISTIQUES ET AGE DE LA FLORE DE MAISON CARRÉE

La flore de Maison Carrée s'oppose à celle du lac Ichkeul à divers points de vue : prédominance des empreintes de *Salix alba* et *Populus alba* ; abondance de *Carpinus Betulus* et *Quercus Mirbeckii* ; rareté de *Quercus Afares* ; absence de *Quercus Suber* ; la végétation normale des lieux humides modernes s'y trouve bien plus largement représentée pour le nombre d'espèces et l'abondance des empreintes : *Populus alba*, *Salix alba*, *S. cinerea*, *Rhamnus Frangula* ; la proportion des méditerranéennes (*Smilax mauritanica*, *Quercus Ilex*, *Q. Mirbeckii* (1), *Q. Afares* (1), *Q. coccifera*, *Fraxinus Ornus*, *Laurus nobilis*, *Rubus ulmifolius*) y est plus élevée (57 % contre 52) ; l'élément tropical n'y figure pas ; par contre, on y trouve un ensemble

(1) Méditerranéennes plus ou moins montagnardes.

à caractère boréal (1) plus nombreux quant aux espèces représentées (42 % contre 21), qui prédomine très largement par le nombre des empreintes, et ou *Carpinus Betulus*, aujourd'hui éteint en Afrique, suffit, avec ses nombreux vestiges, à conférer à cette flore nord-africaine un caractère froid ; l'absence du Hêtre, du Chêne-Liège, de *Salix canariensis*, d'*Ulmus scabra*, la place infime qu'y tient *Quercus Afares* lui impriment aussi un caractère plus sec.

La flore de Maison Carrée est une flore de dépôts d'estuaire abandonnée par des courants venus des massifs montagneux environnants (qui atteignent de nos jours 1.415 m. dans le massif du Dahra, 1.995 m. dans l'Ouarsenis, 2.308 m. dans le Djurdjura), à travers des paysages botaniques variés ; DUCÉLLIER en a identifié des espèces aquatiques des genres *Trapa*, *Ceratophyllum*, *Chara* (2) ; un certain nombre de nos espèces appartiennent au cortège caractéristique des associations ripicoles (*Salix alba*, *Populus alba*, *Rubus ulmifolius*) ou méditerranéennes arborescentes (du *Quercus Ilex*) ou arbustives (du *Quercus coccifera*) avec *Smilax mauritanica*. A cet ensemble planitiaire, s'adjoignent les restes d'une végétation plus ou moins montagnarde, soumise aux conditions de milieu les plus diverses sommairement analysées à propos du lac Ichkeul : pentes chaudes inférieures et moyennes des versants secs, avec *Quercus coccifera* (*Oleo-Lentiscetum* ?) ; pentes froides et sèches, avec *Quercus Ilex* ; versants bien arrosés avec *Laurus nobilis*, *Quercus Afares*, *Quercus Mirbeckii*, distribués suivant le niveau de la nappe phréatique, la nature du sol, les particularités atmosphériques (humidité, luminosité et autres) ; dans les zones montagnardes élevées (3), participation de *Carpinus Betulus*. Dans l'ensemble, les types à feuilles caduques dominent très largement au double point de vue nombre des espèces et abondance des empreintes.

L'absence de tout élément tropical, la très large dominance de l'ensemble plus ou moins boréal tempéré ou froid, analysé plus haut, confèrent à la flore de Maison Carrée un caractère nettement plus froid que celle d'Ichkeul. Elle est aussi plus récente : le pourcentage des espèces actuelles nord-africaines (11/14) y est de 78 % contre 47 % (9/19) dans la flore villafranchienne du lac Ichkeul.

Parmi les flores fossiles méditerranéennes quaternaires, c'est avec celles de France méridionale, des tufs de Montpellier, de la vallée de la Vis et de Meyrargues-Les Aygalades qu'elle offre les plus sérieuses affinités avec 8 espèces (4) sur 14 : BRAUN-BLANQUET [15] et après lui DEPAPE [20] sont d'accord pour rapprocher ces flores et pour les rapporter à l'Interglaciaire III Riss-Würm indiqué de façon certaine par la présence d'*Elephas antiquus* aux Aygalades.

D'autre part, en dehors d'une espèce typiquement africaine (*Quercus Afares*) et d'une méditerranéo-atlantique montagnarde (*Quercus Mirbeckii*), la florule de Maison Carrée rappelle, par 10 espèces sur 14, la végétation de notre Basse-Provence : *Smilax mauritanica*, *Salix alba*, *S. cinerea*, *Populus alba*, *Carpinus Betulus* (rare), *Quercus Ilex*, *Q. coccifera*, *Laurus nobilis*, *Rubus ulmifolius*, *Rhamnus Frangula*.

(1) *Salix alba*, *S. cinerea*, *Populus alba*, *Carpinus Betulus*, *Vitis*, *Rhamnus Frangula*. Nous avons souligné les affinités du *Vitis* pour différentes espèces asiatiques de ce genre par ailleurs très largement distribué dans les parties tempérées d'Europe et d'Asie.

(2) Nous avons hésité à faire entrer en considération dans nos conclusions la florule à graines et fruits de Maison Carrée étudiée par DUCÉLLIER [21]. Au dire de cet auteur, en effet, elle proviendrait d'un horizon bien distinct du niveau à feuilles ; elle serait par suite d'un âge différent. Cependant, le nombre élevé d'espèces actuelles qui y participent la situerait à une époque avancée du Quaternaire et probablement pas bien loin de la flore foliaire analysée ici. Quoiqu'il en soit elle fournit de précieuses indications sur certains aspects du tapis herbacé de l'époque à laquelle elle appartient.

(3) Entre 800 et 1.900 m. en Asie Mineure.

(4) En outre *Carpinus spec.* à Meyrargues [84].

En résumé, la flore de Maison Carrée est plus froide, plus sèche et plus récente que celle du lac Ichkeul. En Europe, elle s'apparente à la fois, aux flores françaises méditerranéennes, tempérées et océaniques de la troisième période interglaciaire, et à celle contemporaine de la Provence. Pour les contrées bien plus méridionales de l'Afrique du Nord, on est conduit à la considérer, surtout à cause de *Carpinus Betulus*, de son double caractère froid et sec, comme relique de l'une des deux périodes glaciaires attenantes à l'Interglaciaire III : Riss ou Würm.

Or, les flores méditerranéennes de l'Interglaciaire III ou du Würm comportent de 85 à 100 % d'éléments spécifiques actuels ; celle de Maison Carrée n'en possède que 78 % : on est en droit d'en conclure qu'elle n'appartient pas au Würm mais au Riss et très vraisemblablement aux époques terminales de cette avant-dernière période glaciaire.

On peut donc penser que l'Afrique du Nord, à l'époque de la troisième glaciation, jouissait d'un climat rappelant, dans ses grandes lignes, celui de notre Provence, peut-être un peu plus humide, surtout dans les secteurs montagnards : hiver tiède, été chaud, sec ; atmosphère sèche au niveau des plaines, de plus en plus humide avec l'altitude dans les zones montagneuses ; pluies assez abondantes avec maximum d'automne.

Le tableau qui suit apportera quelques données numériques plus précises ; il compare à celles d'Alger, les moyennes thermiques et pluviométriques de Provence à trois altitudes distinctes, empruntées au travail de BÉNÉVENT sur le climat des Alpes françaises [6].

	Altitude	Températures moyennes (1)			Précipitations annuelles (2)
		Janvier	Juillet	Année	
Alger (3)	?	10°	28°	18°	733 mm. (4)
Toulon	23 m.	7°,59	22°,74	14°,59	731 mm.
Draguignan	187 m.	5°,41	21°,97	13°,13	955 mm.
Mont-Ventoux	1.900 m.	— 4°,81	10°,05	1°,64	1.346 mm.

ÉLÉMENTS FLORISTIQUES CONSTITUTIFS DE LA FLORE DE MAISON CARRÉE

Tableau V (5)

	1	2	3	4	5	Empreintes
<i>Smilax aspera</i> L. var. <i>mauritanica</i> (Desf.) GG.....	+	+			+	1
<i>Salix alba</i> L.	+			*	+	nombreuses
— <i>cinerea</i> L.	+			+	+	1

(1) Période 1878-1916.

(2) Période 1881-1910.

(3) D'après DEPAPE [20, p. 56].

(4) Oran : 463 mm. Bougie : 1.036 mm.

(5) Pour la légende, voir tableau III.

	1	2	3	4	5	Empreintes nombreuses
<i>Populus alba</i> L.	+			*	+	15
<i>Carpinus Betulus</i> L.				*	+	15
<i>Quercus Mirbeckii</i> Dur.	+	+				2
— <i>Afares</i> Pom.	+	+				2
— <i>Ilex</i> L.	+	+			+	1
— <i>coccifera</i> L.	+	+			+	1
<i>Rubus ulmifolius</i> Sch. f.	+	+			+	1
<i>Rhamnus Frangula</i> L.	+			+	+	2
<i>Vitis Ducellieri</i> Ar. et Dep.				+		12
<i>Laurus nobilis</i> L.	+	+			+	6
<i>Fraxinus Ornus</i> L.		+				
Nombre d'espèces	11	8	»	6	10	
%	78	57	»	42	71	

* ensemble dominant.

RELATIONS DE LA FLORE DE MAISON CARRÉE AVEC LES FLORES QUATERNAIRES MÉDITERRANÉENNES

Tableau VI (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13	14	15
<i>Smilax aspera</i> L.		+						+					+			+
— var. <i>mauritanica</i> (Desf.) GG ...												+				+
<i>Salix alba</i> L.	+		+					+	+							
— <i>cinerea</i> L.	+	+	+		+			+	+				+			+
<i>Populus alba</i> L.						+	+	+	+					+		+
<i>Carpinus Betulus</i> L.							sp	sp	sp							
<i>Quercus Mirbeckii</i> Dur.																
— <i>Afares</i> Pom.																
— <i>Ilex</i> L.		+						+				+	+	+		+
— <i>coccifera</i> L.																
<i>Rubus ulmifolius</i> Sch. L.		+						+								
<i>Rhamnus Frangula</i> L.																
<i>Vitis Ducellieri</i> Ar. et Dep.																
<i>Laurus nobilis</i> L.	+	+	+		+	+		+	+							
<i>Fraxinus Ornus</i> L.		+		+				+	+				+	+		+
Nombre d'espèces								9	6							6
%								64	42							42

(1) Pour la légende, voir tableau IV.

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE DE QUELQUES FLORES FOSSILES QUATERNAIRES (1)
(Tableau VII)

	Formations marines	Formations continentales	Flores quaternaires	Pourcentages d'espèces actuelles
Interglaciaire IV } ou Postglaciaire }	Flandrien		Resson-Lasnez St-Antonin- Belgentier	
Würm			Pont-à-Mousson. St-Saturnin (Bezac). La Celle-sous-Moret. Jarville. Montpellier. Les Aygalades. Meyrargues. Vallée de la Vis.	de 85 à 100 %
Interglaciaire III } Riss	Tyrrhénien II (ex Monastirien)		Maison Carrée Bois l'Abbé	78 %
Interglaciaire II	Tyrrhénien I		San Jorge de Madeire .. La Perle	72 %
Mindel				
Interglaciaire I	Sicilien- Milazzien {	St-Prestien ..	Durfort Cromer (2) ?	95 %
Günz	Calabrien	Villafranchien {	Ceyssac. Tegelen Ichkeul	60 % 47 %
Pliocène supérieur			Castle Eden	36 %

V

PALÉOCHOROLOGIE STATIQUE ET DYNAMIQUE. PALÉOGÉOGRAPHIE

Dans leur ensemble, les flores quaternaires nord-africaines qui viennent d'être analysées réunissent trois groupes bien distincts d'éléments phytogéographiques : tropical, mésogéen (3) et boréal.

Elément tropical

L'élément tropical ou subtropical est représenté par les genres *Sapindus*, *Cassia*, *Pittosporum* et par *Salix canariensis*.

(1) En partie, d'après R. FURON [46], J. BRAUN-BLANQUET [15] et G. DEPAPE [20].

(2) Flore rapportée par R. FURON [46] au St-Prestien. Mais sa richesse en éléments contemporains (95 %) [REID ; DEPAPE ; 20] semblerait indiquer une origine beaucoup plus récente (Würm ou Postglaciaire).

(3) Au sens paléontologique et non comme synonyme de méditerranéen ou euméditerranéen.

Le genre *Cassia* qui figure dans les couches d'Atane et de Patoot (Crétacé) existe en Afrique du Nord dès l'Oligocène (*Cassioxylon*) [42]. On peut admettre qu'il a participé aux déplacements des flores qui, au Montien, ont pu atteindre, en Europe et en Asie, les bords septentrionaux de la Mésogée (sensu latissimo) ; or, à ces rivages appartient précisément la région littorale de l'Afrique du Nord d'où, à l'Oligocène (Stampien), certaines espèces ont pu gagner l'Abyssinie où se rencontrent les races affines à notre *Cassia* tunisien.

Des restes du genre *Sapindus* ont été identifiés dans le Crétacé d'Atane et de Patoot. Le *Sapindus* spec. 1, rappelant de très près le *S. Mukurossi* d'Asie tropicale mais dont les satellites paléontologiques, *S. falcifolius*, *S. radobojanus*, *S. dubius*, *S. bilinicus*, jalonnent de leurs localités antéburdigaliennes en Europe les rives nord de la Mésogée, peut être venu, à partir du Pontien, soit par l'est et Suez, soit par l'ouest et Gibraltar.

Le *Pittosporum* spec., apparenté à la fois au *P. pulchrum* du Tonkin et au *P. abyssinicum* est sans doute venu par l'est, après émergence générale de l'Asie (dès le Miocène inférieur) mais aussi après assèchement du détroit nord-syrien (Pontien).

Quant au *Salix canariensis*, s'il se place dans une section d'origine certainement boréale, il appartient à une lignée qui paraît avoir eu sa souche en Europe autour de la Mésogée, sous un climat très chaud, oligocène ou antérieur, avec recul progressif ultérieur vers le sud, conséquence de l'abaissement thermique au cours du Tertiaire.

Elément mésogéen

A l'élément mésogéen se rapportent : 1. *Smilax aspera**. 2. *Quercus coccifera**. 3. *Q. Ilex**. 4. *Q. Suber*, Chêne méditerranéen, européo-africain, dont les relations dans les flores fossiles sont à peu près méconnues et dont les affinités avec les espèces contemporaines sont incertaines. 5. *Rubus ulmifolius* sur lequel les données paléontologiques sont à peu près inexistantes ; il se rattache au groupe de complexité inégalée de nos *Rubus* européens dont on peut dire seulement, en raison de leur extrême polymorphisme, qu'il représente un ensemble très jeune en pleine évolution ; les seules localités qui ont fourni *R. ulmifolius* à l'état fossile sont quaternaires : Montpellier, San Jorge de Madeire, Maison Carrée ; introduction en Afrique, probablement au Quaternaire ancien, soit par la Sicile (St-Prestien), soit par Suez à la faveur d'une des phases pluviales qui précéderent la désertification définitive du Sahara. 6. *Ceratonia siliqua**. 7. *Rhus Coriaria**. 8. *Laurus nobilis**. 9. *Olea europaea**. 10. *Pterocarya* spec. dont l'homologue contemporain *Pt. caucasica* habite les bois des régions inférieures dans les domaines orientaux pontien et turco-géorgien-persan de la région méditerranéenne (s. l.) ; on a vu que l'aire du genre s'est progressivement déplacée vers le sud durant le Tertiaire : elle dut aussi par la suite s'amenuiser peu à peu dans le bassin méditerranéen dont elle n'affecte plus de nos jours que l'extrême partie orientale. 11. *Juglans regia* dont les transformations chorologiques depuis le début du Tertiaire rappellent de très près celle des *Pterocarya* ; comme ces derniers, c'est aujourd'hui une sylvatique des basses régions dans les domaines pontien et turco-géorgien-persan où elle participe encore aux peuplements montagnards. 12. *Fraxinus Ornus*, espèce de souche boréale dont le type se manifeste, de très bonne heure, dès l'Oligocène (Stampien). Le « type *Ornus* » appartient en effet à la flore mésogéenne d'Aix et de Manosque ; on en retrouve des traces sur le pourtour nord de la Mésogée au Miocène : Brandebourg méridional (Burdigalien de Senftenberg), Suisse (Sarmatien de Schrotzburg), France méridionale (Pontien de Privas). Les restes du *Fr. Ornus* lui-même, jalonnent depuis le Pontien le bord septentrional de la

Méditerranée : Barcelone, Privas, St-Marcel, Vacquières, Montpellier, Belgentier, Montgardino, travertins de Toscane, Montemario ; on note donc, à ces époques, des différences notables par rapport aux dispositions actuelles dans l'extension de l'aire en Méditerranée occidentale où, de nos jours, l'espèce n'existe plus, à l'état spontané, que dans la péninsule italienne, la Sicile, la Corse, les Alpes maritimes, les Baléares et l'Espagne sud-orientale (Valence). Elle a donc disparu du littoral européen entre Nice et Valence, de l'Afrique du Nord (où elle compte parmi les espèces remarquables du Quaternaire de Maison Carrée) peut-être depuis la 3^e Interglaciale, ce qui, joint à sa répartition assez sporadique dans le domaine méditerranéen occidental, paraît traduire une nette tendance à un recul vers l'Orient. Sa présence à Maison Carrée et son absence à Ichkeul indiquent-elles un passage d'Europe en Afrique postérieur au Villafranchien, au début de l'Interglaciale I Gunz-Mindel, ce qui confirmerait bien l'existence au Saint-Prestien de connexions siculo-tunisiennes ? Rien ne permet de l'affirmer parce que rien n'autorise à conclure de façon formelle et définitive à l'absence de *Fraxinus Ornus* dans le Quaternaire ancien nord-africain. Cependant, sa venue par les voies orientales n'est pas à rejeter puisqu'il croît encore de nos jours en Asie Mineure et en Syrie. Par contre, son passage au Pontien par le sud de l'Espagne et le Rif sous un climat bien plus chaud que celui de notre Afrique du Nord semble peu probable.

Bon nombre * de ces mésogéennes appartiennent à des lignées qui, à partir de l'Éocène pour les unes, de l'Oligocène pour les autres, traduisent des distributions périmésogéennes boréales ; celles-ci, avec l'évolution topographique de la Méditerranée deviennent, au Miocène supérieur, méditerranéennes au sens moderne du mot. A trois près, elles participent à la flore actuelle de l'Afrique du Nord ; elles ont eu la possibilité d'y accéder soit par l'ouest et par l'intermédiaire du massif bético-rifain au Pontien-Plaisancien, soit par l'est et Suez à partir du Pontien, soit encore par le centre, au début de la première interglaciale, en empruntant des terres temporairement émergées entre la Sicile et la Tunisie.

A un sous-élément mésogéen-montagnard se rattache *Quercus Mirbeckii* (1) dont le type (*sensu lato*) paraît avoir acquis son caractère altitudinaire dès le Miocène supérieur ; les assises qui en ont fourni des vestiges dans le Sarmatien (Montemasso, Montajone), le Pontien (Rochesauve, Joursac, Cerdagne, St-Flour), le Plaisancien (Mont-Dore, St-Vincent), le Quaternaire (Val d'Arno) s'échelonnent en 400 et 1.100 m. d'alt., rarement au-dessous (Sinigaglia, St-Marcel, Durfort). Sa présence est certaine dans le Pontien de Cerdagne, très probable dans l'Astien de Barcelone. Sa venue en Afrique septentrionale, par Gibraltar, doit remonter au Miocène supérieur ; il s'y est maintenu alors qu'il s'éteignait en Europe, en dehors de l'extrême-sud de la péninsule ibérique où il a survécu.

Les affinités paléontologiques du « type *Mirbeckii* » lui assignent une souche indiscutablement boréale ; il n'est devenu qu'assez tardivement un orophile mésogéen ainsi qu'en témoignent les vestiges recueillis sur le pourtour septentrional de la Mésogée depuis le Sarmatien. La race survivante moderne est un orophyte méditerranéen dont la répartition dans les flores contemporaines et fossiles témoigne d'une aire antérieure européo-africaine bien plus vaste, aujourd'hui disjointe, profondément remaniée, puisque le *Q. Mirbeckii* reste étranger à la flore française depuis le Pliocène supérieur.

(1) Et en outre *Q. Afares*, méditerranéo-montagnarde, endémique nord-africaine, aux affinités paléontologiques et actuelles très obscures.

Elément boréal

L'adjectif boréal, utilisé ici pour désigner l'un des éléments phytogéographiques des flores fossiles étudiées, évoque à la fois : 1. la position méridionale de ces flores par rapport au bassin méditerranéen ; 2. l'extention actuelle des aires des espèces quaternaires nord-africaines de cet élément (ou des races vivantes qui leur sont apparentées) très largement dominante au nord de ce même bassin dans les régions froides et tempérées-froides de l'Europe et de l'Asie ; 3. les relations évidentes de ces espèces avec des types paléontologiques appartenant aux flores tempérées du Tertiaire ancien des régions arctiques.

Toutes nos boréales font partie de l'élément eurosibérien-boréoaméricain de BRAUN-BLANQUET [15] (élément holarctique de GAUSSEN in Géographie des Plantes, 1933) mais il ne saurait être question, en aucun cas, de les inclure au sous-élément circumboréal auquel BRAUN-BLANQUET rapporte certaines sippes qu'il qualifie indifféremment de circumboréales, de boréo-arctiques ou même encore, plus simplement, de boréales.

Elles sont, pour l'Afrique du Nord quaternaire, quelque chose de tout différent, impliquant certaines conditions de paléochorologie dynamique ; ce sont des éléments froids, venus du nord, d'origine lointaine vraisemblablement arctique : 1^o *Elaeagnus angustifolia* dont l'aire touche à la Sibérie dans les régions ouraliennne et altaïque ; 2^o Sept eurosibériennes, *Salix alba*, *S. cinerea*, *Populus alba*, *Fagus silvatica*, *Carpinus Betulus*, *Ulmus scabra*, *Rhamnus Frangula* ; 3^o *Vitis Ducei* que nous avons également rangé parmi les espèces à caractère boréal en raison de ses affinités avec divers groupes spécifiques des régions tempérées-froides asiatiques. Les *Vitis* (s. str.) sont d'ailleurs, pour la plus grande part des plantes extratropicales ; si le *Vitis vinifera* est lié surtout, mais non exclusivement, aux douceurs des climats méditerranéens, un nombre important d'autres espèces habitent l'Asie tempérée et certaines s'apparentent aux races primitives éteintes des régions arctiques qu'on est conduit à considérer par suite comme formes ancestrales des modernes.

*
* *

La présence de *Carpinus Betulus*, d'*Ulmus scabra*, de *Fagus silvatica* (1), de *Juglans regia*, du genre *Pterocarya*, d'*Elaeagnus angustifolia* dans le Quaternaire d'Afrique du Nord pose certains problèmes chorologiques et paléogéographiques que nous voulons envisager sommairement.

Fagus silvatica, de nos jours, ne s'avance pas vers le sud au delà de l'Espagne septentrionale (Cantabrie, Asturie, Galice où se trouve son avancée extrême), la Corse, la Sicile, la Grèce (Thessalie, Péloponèse) et l'Asie Mineure (Bithynie, Phrygie, Pont, Arménie). *Ulmus scabra* qui manque en Espagne, ne dépasse pas l'Italie moyenne (Latium, Abruzzes), la Grèce (Thessalie) et l'Asie occidentale (Asie Mineure, Caucase). L'un et l'autre cependant appartiennent à la flore villafranchienne du lac Ichkeul. La présence d'un *Fagus pygmaea* dans la flore aquitana de Koumi montre qu'à cette époque le genre *Fagus* s'étendait déjà aux régions méridionales de la Grèce. L'existence de *Fagus silvatica* et d'un *Ulmus Braunii* dans l'Astien inférieur de Barcelone ne témoigne pas, vers la fin du Tertiaire, d'une

(1) Nous rapprochons la présence du Hêtre dans le Quaternaire nord-africain de la participation actuelle à la flore d'Algérie des *Asperula odorata* et *Elymus europaeus* (Babors, Tababor, Djurdjura) ; fidèles compagnes du Hêtre en Europe, par leur rareté et leur distribution montagnarde très sporadique en Afrique du Nord, elles y ont toutes les apparences de reliques. La première existe dans les Hêtraies corses.

répartition de ces deux genres très différente de l'actuelle, au moins pour le bassin occidental de la Méditerranée. Il faut admettre, pour ces genres, qu'une extension de leur aire vers le sud en Méditerranée occidentale a pu s'opérer, dès le début du Quaternaire, à la faveur du refroidissement climatique correspondant à la première glaciation, ce qui impliquerait l'existence de connexions européo-africaines durant le Quaternaire le plus ancien : ces liaisons n'auraient pu intéresser que la région siculo-tunisienne.

Juglans regia, le genre *Pterocarya*, *Elaeagnus angustifolia* qui participent également à la flore d'Ichkeul sont, aujourd'hui, strictement cantonnés en Asie à l'état spontané. L'étude chorologique détaillée que nous avons réalisée de ces trois genres prouve que leur aire s'est trouvée, dans le passé, bien plus développée dans toutes les directions ; leur identification dans les couches du lac Ichkeul montre qu'elle dut s'étendre dès le début du Villafranchien, à tout le pourtour de la Méditerranée occidentale, le passage de ces éléments tempérés ayant pu s'effectuer, soit par l'Italie péninsulaire, la Sicile et la région siculo-tunisienne, soit par l'isthme de Suez.

La question se présente sous un jour un peu différent pour *Carpinus Betulus* connu seulement en Afrique de la flore rissienne de Maison Carrée. L'extension de son aire à l'Afrique du Nord n'a pu s'opérer, postérieurement à la flore d'Ichkeul ?, que durant une période froide : soit au cours du Villafranchien (Günz), peut-être par la région siculo-tunisienne (il existe encore quoique rare dans la région submontagneuse de la péninsule), soit à l'époque des glaciations mindélienne ou rissienne, par l'Asie occidentale où l'espèce croît encore de nos jours.

De toute façon, il est à peu près certain que toutes ces plantes tempérées ou froides n'existaient pas en Afrique du Nord au Tertiaire; la flore devait y être franchement tropicale : c'est un fait confirmé au Pliocène pour l'Algérie, la Tunisie, l'Égypte par l'étude des bois silicifiés qui a fourni notamment *Palmoxydon*, *Dombeyoxylon*, *Sterculioxylon*, *Bambusites*, *Acaciaoxylon*, *Ficoxylon* [42-61]. Leur arrivée s'est faite au Quaternaire.

La participation aux flores quaternaires d'Algérie et Tunisie d'espèces sociales réputées boréales et froides telles que *Fagus silvatica* et *Carpinus Betulus*, tout en apportant des données nouvelles d'une importance capitale à la connaissance de la chorologie ancienne de ces espèces et de leurs genres prouve que l'influence des refroidissements glaciaires du Quaternaire a été considérable et qu'elle s'est manifestée très loin vers le sud, au delà de la Méditerranée ; elle a laissé des traces indéniables dans les parties septentrionales de l'Afrique. Elle a provoqué, jusqu'à la fin du Flandrien des oscillations de grande amplitude des aires végétales, liées aux variations climatiques qui ont accompagné l'alternance des périodes glaciaires et interglaciaires. Nous avons signalé dans un précédent travail, à propos du genre *Arctium* [2] de ces déplacements, vers le Sud, d'aires végétales contemporaines des grandes glaciations, du même ordre (de 1.100 à 1.500 km.) probablement synchroniques des migrations du renne et du mammoth à travers l'Italie et l'Espagne.

Ces variations chorologiques ont provoqué à différentes époques du Quaternaire, entre l'Europe et l'Afrique, des mouvements de flores qui ont modifié plus ou moins profondément et à diverses reprises les caractères de la végétation.

De tels échanges floristiques n'ont pu s'effectuer par Gibraltar définitivement occupé par la mer depuis le Plaisancien. Certains ont pu emprunter, de façon permanente, l'Orient méditerranéen Suez et l'Égypte, avant la désertification lybique. Peut-être aussi, pendant le Quaternaire ancien et le St-Prestien, des terres temporairement émergées dans la région

siculo-tunisienne ont-elles permis la migration vers le sud de certains éléments boréaux — *Fagus silvatica*, *Ulmus scabra*, *Carpinus Betulus* peuvent être de ce nombre — qui durent par la suite disparaître définitivement d'Afrique en raison des relèvements thermiques interglaciaires ou postglaciaires, par voie d'extinction, tout retour vers l'Europe leur étant alors interdit, soit vers le Nord, la Méditerranée ayant pris sa configuration moderne, soit vers l'Est, en présence de la zone désertique désormais infranchissable de Lybie et d'Arabie.

*
* *

Les observations chorologiques faites au cours de cet exposé nous conduisent à étayer de nouveaux arguments d'ordre floristique les conclusions de la théorie polaire de WALLACE.

Les flores des régions tempérées actuelles ont une origine arctique.

Il s'est produit, depuis le Crétacé, à la faveur des modifications climatiques, des déplacements considérables de flores vers le sud ; les conséquences de ces mouvements sont perceptibles, non seulement dans l'évolution des flores européennes au cours du Tertiaire-Quaternaire, mais encore dans la composition des flores transméditerranéennes quaternaires d'Afrique septentrionale.

Depuis la fin du Secondaire, les flores tropicales tertiaires de l'Angarie et d'Asie centrale, de l'Europe centrale et occidentale, de l'Amérique du Nord, ont cédé progressivement leur domaine à celles alors tempérées des régions plus septentrionales, arctiques. Ce fait, indéniable pour l'élément boréal de nos florules nord-africaines appartenant aux genres *Salix*, *Elaeagnus*, *Populus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Rhamnus*, se vérifie encore pour certains groupes mésogéens ou mésogéens-montagnards : *Juglans regia*, *Pterocarya spec.*, *Fraxinus Ornus*, *Quercus Mirbeckii*, *Smilax mauritanica*, *Rhus Coriaria* ; il s'appliquera, à n'en pas douter, à l'ensemble de l'élément mésogéen tertiaire dont nos modernes méditerranéennes ne sont que la descendance. Il convient encore à deux tropicales d'origine nordique : *Cassia spec.*, *Sapindus spec.* l.

Quatre grands tracés semblent avoir permis à ces migrations d'atteindre l'Afrique : la voie transtyrhénienne durant le Tertiaire inférieur (Montien) ; la voie égyptienne par l'isthme de Suez depuis le Pontien ; la voie bético-rifaine au Pontien-Plaisancien par Gibraltar ; la voie siculo-tunisienne, par la Sicile, Malte et la Tunisie, intermittente, au Quaternaire ancien et au St-Prestien.

Ces conceptions réduisent au rang de refuges les régions d'Asie pendant si longtemps considérées, tels l'Angarie, le Tibet, le Pamir, comme des berceaux, ceux de nombre de nos paléarctiques en particulier ; elles ont reçu des types paléogènes, leur ont donné asile à travers les vicissitudes de l'évolution géologique mais n'ont jamais joué que le rôle de foyers secondaires générateurs et de dispersion : les races primitives ont dû s'y adapter à des conditions stationnelles nouvelles multiples et instables, en particulier climatiques, et y former souches de lignées divergentes ; par la suite aussi elles ont pu être à l'origine de nouvelles migrations.

Ainsi s'explique la qualité de berceaux qui leur a été attribuée ; elles ne correspondent en réalité qu'à des stades dans le cadre de l'évolution antéquaternaire des flores et jalonnent seulement le vaste mouvement vers le sud de ces mêmes flores — et des faunes — imputable au lent déplacement vers l'équateur des isothermes pendant toute la durée de l'ère tertiaire.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. ALMERA (D^r D. J.). — Description de los depositos pliocenicos de la cuenca del Bajo llobregat y llano de Barcelona. Tercera parte : Plantas (Flora pliocenica de los Abrededores de Barcelona). *Mem. Real Academ. Cienc. y Artes Barcelona*, III, 1895-1097.
2. ARÈNES (J.). — Monographie du genre *Arctium* L. *Bull. Jard. Bot. Etat Bruxelles*, XX, fasc. 1, 1950.
3. — Contribution à l'étude de la flore fossile burdigalienne des Baléares. *Bol. Real Soc. Espan. Hist. Nat.*, XLIX, 1951.
4. BARTHOUX (J.) et FRITEL (P. H.). — Flore crétacée du grès de Nubie. *Mém. Inst. Egypte*, VII, 1925.
5. BATTANDIER (J. A.) et TRABUT (D^r L.). — Flore de l'Algérie, 1888.
6. BÉNÉVENT (E.). — Le climat des Alpes françaises, 1926.
7. BLEICHER et FLICHE. — Note sur la flore pliocène du Monte-Mario. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, sér. II, VIII, 1886.
- 7 a. — Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du nord-est de la France. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXVII, 1889.
8. BONNET (E.) et BARRATTE (G.). — Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Tunisie, 1896.
9. BOULAY (N.). — Notice sur la flore des tufs quaternaires de la vallée de la Vis. *Ann. Soc. Sc. Bruxelles*, XI, 1886-87.
10. — La flore fossile de Bezac près de St-Saturnin (Puy-de-Dôme). *Ann. Soc. Sc. Bruxelles*, XI, 1886-87.
11. — Notice sur la flore tertiaire des environs de Privas (Ardèche). *Bull. Soc. Bot. France*, XXXIV, 1887.
12. — Flore pliocène du Mont-Dore (Puy-de-Dôme), 1892.
13. BOUREAU (E.). — Sur la présence du *Palmoxylon Aschersoni* Schenk dans les couches tertiaires de la vallée du Chélif (Algérie). *Bull. Mus. Nat. Hist.*, Nat., 2^e sér., XIX, 2, 1947.
14. — *Caesalpinioxylon mogadaense* n. sp. bois miocène du sud constantinois (Algérie). *Ibid.*, V, 1950.
15. BRAUN-BLANQUET (J.). — L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France, 1923.
16. CAVARA (F.). — Sulla flora fossile di Mongardino. *Mem. R. Acad. Sc. dell' Istit. di Bologna*, VI-VIII, 1888.
17. DALL (W. H.). — Report on coal and lignite of Alaska. App. 1 : Report on the fossil plants collected in Alaska in 1895... par Knowlton (F. H.). *7th ann. Rept. U.S. Geol. Surv.*, I, 1895-1896.
18. DEPAPE (G.). — Recherches sur la flore pliocène de la vallée du Rhône. Flores de St-Marcel (Ardèche) et des environs de Théziers (Gard). *Ann. Sc. Nat., Bot.*, 10^e sér., IV, 1922.
19. — Plantes fossiles des îles Baléares. *Ann. Soc. Géol. Nord*, LIII, 1928.
20. — Le Monde des Plantes à l'apparition de l'homme en Europe occidentale. Flores récentes de France, des Pays-Bas, d'Angleterre. *Ann. Soc. Sc. Bruxelles*, sér. B, Sc. phys. et nat., XLVIII, 1928.

21. DUCELLIER (L.). — Contribution à la flore fossile de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist., Nat. Afr. Nord.*, XIII, 1925.
22. ENGELHARDT (H.). — Flora der Braunkohlenformation in Konigreich Sachsen, 1870.
23. — Die tertiärflora von Gohren. *Nova Acta d.K.L.-C. Deutsch. Akad. d. Naturf.*, XXXVI, 1873.
24. — Über Pflanzenreste aus den Tertiärlagerungen von Liebotitz und Putschirn. *Sitzungber. der Isis in Dresden*, 1880.
25. — Die tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz in Nordbohlen. *Nova Acta d.K.L.-C. Deutsch. Akad. d. Naturf.*, XLVIII, 3, 1885.
26. — Ueber tertiärpflanzen vom Himmelsberg bei Fulda. *Abhandl. Senckenb. naturf. Gesellschaft*, XX, 1901.
27. — Über tertiäre Pflanzenreste von Florsheim a M. *Ibid.*, XXIX, 1911.
28. — Über tertiäre Pflanzenreste von Wiesseck bei Giessen. *Ibid.*, XXIX, 1911.
29. — Die alttertiäre Flora von Messel bei Darmstadt. *Abhandl. Hessischen Geolog. Landesanstalt zu Darmstadt*, VII, 4, 1922.
30. ENGELHARDT (H.) et KINKELIN (F.). — Oberpliocäne flora und fauna des Untermaintales, insbesondere des Frankfurter Klärbeckens. *Abhandl. Senckenb. naturf. Gesellschaft*, XXIX, 1911.
31. ETTINGSHAUSEN (C. F.). — Die Tertiärfloren der Oesterreichischen Monarchie. N° 1 Fossile Flora von Wien, 1851.
32. — Beitrag zur Kenntniss der fossilen Flora von Tokay. *Sitzungsb. K. Akad. Wiss. Math. natur. Cl.*, XI, 1853.
33. — Die tertiäre Flora von Haering in Tirol. *Abhand. d. K.K. geolog. Reichsanst.*, II, 1855.
34. — Die fossile Flora von Koflach in Steiermark. *Jahrb. K.K. géol. Reichsanst.*, 1857.
35. — Beitrag zur Kenntniss der fossilen flora von Sotzka in Steiermark. *Sitzungsb. K. Akad. Wiss. Math. natur. Cl.*, XXVIII, 1858.
36. — Die fossile Flora des Tertiär-Beckens von Bilin. *Denkschr. K. Akad. Wissensch. Math. Naturw. Cl.*, XXVI, 1866 ; XXVIII, 1868 ; XXIX, 1869.
37. — Die fossile Flora der alteren Braunkohlen-formation der Wetterau. *Sitzungsb. K. Akad. Wiss. Math. naturw. Cl.*, LVII, 1, 1868.
- 37 a. — Beitrag zur Kenntniss der Tertiärflora Steiermarks. *Ibid.*, LX, 1869.
38. — Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora von Radoboj. *Sitzungsb. K. Akad. Wiss. Math. natur. Cl.*, LXI, 1870.
39. .. — Die fossile Flora von Sagor in Krain. *Denkschr. K. Akad. Wiss. Math. nat. Cl.*, XXXII, 1872 ; XXXVII, 1877.
40. — Die fossile flora von Leoben in Steiermark. *Ibid.*, LIV, 1888.
41. FIORI (A.) et PAOLETTI (G.). — Flora analitica d'Italia, 1896-1908.
42. FLICHE (P.). — Sur les bois silicifiés de la Tunisie et de l'Algérie. *C. R. A. S.*, 107, 1888.
- 42 a. — Sur les lignites quaternaires de Jarville, près de Nancy. *C. R. A. S.*, 1875.
- 42 b. — Sur les lignites quaternaires de Bois-l'Abbé, près d'Épinal. *C. R. A. S.*, 1883.
- 42 c. — Étude sur les tufs quaternaires de Resson. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, XII, 1883.
- 42 d. — Note sur les tufs et les tourbes de Lasnez, près de Nancy. *Bull. Soc. sc. Nancy, 2^e sér.*, X, 1889.
- 42 e. — Note sur la flore des lignites, des tufs et des tourbes quaternaires ou actuels du nord-est de la France. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXV, 1897.
43. FRIEDRICH (P.). — Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora der Provinz Sachsen. *Abhand. d. geol. Specialkarte v. Preuss. und. d. Thüringisch. staaten.*, IV, 1883.
44. FRITEL (P. H.). — Remarques sur la flore quaternaire du midi de la France. *Bull. Mus. Nat., Hist. Nat.*, 26, 7, 1920.

45. FURON (R.). — Les problèmes de paléoclimatologie et de paléobiologie posés par la géologie de l'Arctide. *C. R. Som. Séances Soc. Biogéogr.*, 230, 1950.
46. — Manuel de Préhistoire générale, 3^e édit., 1951.
47. GAUDIN (C.-T.) et MANDRALISCA (P. de). — Contributions à la Flore fossile italienne. 5^e mémoire : Tufs volcaniques de Lipari. *Mém. Soc. helv. Sc. natur.*, 17, 1860.
48. GAUDIN (C.-T.) et STROZZI (C.). — Mémoire sur quelques gisements fossiles de la Toscane. *Mém. Soc. helv. Sc. natur.*, 16, 1858.
49. — — Contributions à la flore fossile italienne. Second mémoire : Val d'Arno. 3^e mémoire : Travertins de Massa Maritima. 4^e mémoire : Travertins toscans. *Mém. Soc. helv. Sc. nat.*, 17, 1860. 6^e mémoire : Travertins toscans. *Ibid.*, 20, 1862.
50. HALACSY (E. de). — Conspectus Florae Graecae et Supplément, 1900-1908.
51. HAUG (E.). — Traité de Géologie II, Périodes géologiques, fasc. 3, 1920.
52. HERR (O.). — Ueber die fossilen Pflanzen von S. Jorge in Madeira. *Nouv. Mém. Soc. Helvét. Sc. nat.*, XV, 1857.
53. — Flora tertiaria Helvetiae, 1854-59.
54. — Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire. Traduction de Ch.-Th. GAUDIN, 1861.
55. — Flora fossilis arctica, 1868-83.
56. JAHANDIEZ (E.) et MAIRE (R.). — Catalogue des Plantes du Maroc [IV. EMBERGER (L.) et MAIRE (R.)] 1931-1941.
KNOWLTON (F. H.). — Voir DALL.
57. KOVATS (J.). — Fossile Flora von Tallya. *Arbeit. geolog. Gesellsch. Ungarn*, 1856.
58. — Fossile Flora von Erdöbenye. *Ibid.*, 1856.
59. KRAUSEL (R.). — Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens. *Jahrb. Preuss. Geolog. Landes.*, XXXIX, 1, 3, 1920, XL, 1, 3, 1921 ;
60. KRAUSEL (R.), REIMANN (H.), REICHENBACH (E.), MAYER (F.) u. PRILL (W.). — Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs. *Ibid.*, XXXVIII, 1919.
61. KRAUSEL (R.). — Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. STROMER in der Wüsten Agyptens. IV. Die fossilen Floren Agyptens. *Abh. Bayer. Akad. der Wiss.*, 30, 1924-26 ; 47, 1939.
62. LAUBY (A.). — Découverte de plantes fossiles dans les terres volcaniques de l'Aubrac. *C. R. Ac. Sc.*, CXLVII, 1908.
63. — Recherches paléophytologiques dans le Massif Central. *Bull. Serv. Carte Géolog. France*, XX, 1909-1910, n° 125.
64. LAURENT (L.). — Flore pliocène des Cinérites du Pas-de-la-Mogudo et de St-Vincent-la-Sabie (Cantal). *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, Géologie*, IX, 1904-05.
65. — Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac (Cantal). *Idib.*, XII, 1908.
66. LAURENT (L.) et MARTY (P.). — Flore pliocène des Cinérites des hautes vallées de la Petite Rhue et de la Véronne (Cantal). *Ibid.*, XXI, 1927.
- 66 a. — — Flore foliaire pliocène des argiles de Reuver et des gisements synchroniques voisins (Limbourg hollandais). *Mededeel. von's Rijks geolog. dienst*, Ser. B, n° 1, 1923.
67. LOWE (R. T.). — Manual Flora of Madeira, 1868.
68. MAIRE (R.). — Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice, 1926.
69. MARTY (P.). — Flore miocène de Joursac (Cantal). *Rev. Haute Auvergne*, V, 1903.
70. — Un nouvel horizon paléontologique du Cantal. *Ibid.*, VI, 1904.
71. — Végétaux fossiles des cinérites pliocènes de Las Clausades (Cantal). *Ibid.*, VII, 1905.
72. — Nouvelles observations sur la flore fossile du Cantal. *C. R. Acad. Sc.*, CLI, 1910.

73. MASSALONGO (A.) et SCARABELLI (G.). — *Studii sulla flora fossile et geologia stratigrafica del Senigalliese*, 1859.
74. MENZEL (P.). — Ueber die Flora der Senftenberger Braunkohlen Ablagerungen. *Abhandl. der königl. Preuss. geolog. Landensanst.*, 46, 1906.
75. PITARD (J.) et PROUST (L.). — Les îles Canaries. Flore de l'Archipel, 1908.
76. PITON (L.). — Paléontologie du gisement éocène de Ménat. *Mém. Soc. Hist. nat. Auvergne*, n° 1, 1940.
77. PLANCHON (G.). — Étude sur les tufs de Montpellier au point de vue géologique et paléontologique, 1864.
78. PRINCIPIO (P.). — Contributo alla Flora fossile del sinigalliese. *Malpighia*, XXII, 1908.
79. REID (E.). — Recherche sur quelques graines pliocènes du Pont-de-Gail (Cantal). *Bull. Soc. géolog. France*, XX, 1920. (Traduction de P. MARTY.)
80. — Nouvelles recherches sur les graines du pliocène inférieur du Pont-de-Gail (Cantal). *Ibid.*, XXIII, 1923. (Traduction de P. MARTY.)
81. REROLLE (L.). — Étude sur les végétaux fossiles de Cerdagne. *Rev. Sc. nat. Montpellier*, 3^e sér., IV, 1884-1885.
82. REY (M.) et DEPAPE (G.). — Florule miopliocène des environs de St-Flour (Cantal). *Assoc. Franç. pour l'Avanc. des Sciences*, Actes 68^e Congrès, Clermont-Ferrand, 1949.
73. ROUY (G.). — Flore de France, 1893-1913.
84. SAPORTA (G. de). — Note sur les plantes fossiles de Provence. *Bull. Séances Soc. Vaud. Sc. nat.*, VI, 1858-60.
85. — Études sur la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire. *Ann. Sc. Nat. Bot.* ; Sér. IV : XVI, XVII, XIX ; Sér. V : III, IV, VIII, IX, XV, XVII, XVIII ; 1862-1874.
86. — La flore des tufs quaternaires de Provence. *C. R. 33^e sess. Congr. scient. de France*, 1867.
87. — Note sur la flore fossile de Coumi (Eubée). *Bull. Soc. Géol. France*, XXV, 1868.
88. — Prodrome d'une flore fossile des travertins anciens de Sézanne. *Mém. Soc. Géolog. France*, 2^e sér., VIII, Mém. n° 3, 1868.
89. — Sur les caractères propres à la végétation pliocène, à propos des découvertes de M. J. Rames dans le Cantal. *Bull. Soc. Géolog. France*, 3, 1, 1872-73.
90. — Essai descriptif sur les plantes fossiles des arkoses de Brives près le Puy-en-Velay. *Ann. Soc. Agric. Sc. A. et Comm. du Puy*, XXXIII, 1876-77.
91. — Préliminaires d'une étude des Chênes européens vivants et fossiles comparés. Définition des races actuelles. *C. R. Acad. Sc.*, 84, 1877.
92. — Le Monde des Plantes avant l'apparition de l'homme, 1879.
93. — Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme, 1888.
94. — Dernières adjonctions à la flore fossile d'Aix-en-Provence. *Ann. Sc. nat., Bot.*, 7^e sér., VII, 1888 ; X, 1889.
95. — Recherches sur la végétation du niveau aquitain de Manosque. *Mém. Soc. Géolog. France, Paléontol.*, t. III, Mém. n° 9, 1891-92.
96. — Sur les rapports de l'ancienne flore avec celle de la région provençale actuelle. *Bull. Soc. Bot. France*, XL, 1893.
97. — Flore fossile du Portugal. Nouvelles contributions à la flore Mésozoïque. *Dir. Trav. géolog. Portugal*, 1894.
98. SAPORTA (G. de) et MARION (A. F.). — Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux. *Arch. Mus. Hist. Nat. de Lyon*, 1, 1876.
99. SCHIMPER (W. Ph.). — *Traité de Paléontologie végétale*, 1869-74.
100. SISMONDA (E.). — Matériaux pour servir à l'histoire du terrain tertiaire du Piémont. *Memor. R. Acad. Sc. Torino*, sér. 2, XII, 1864.

101. SORDELLI (F.). — Descrizione di alcuni avanzi vegetali delle argille plioceniche lombarde. *Att. Soc. It. Sc. nat.*, XVI, 1874.
102. TCHIAHATCHEFF (P. de). — Asie Mineure, 3^e partie, Botanique.
103. UNGER (F.). — Die fossile Flora von Gleichenberg. *Denkschr. K. Akad. Wiss. math. nat. Cl.*, VII, 1854.
104. — Die fossile Flora von Kumi auf der Inseln Eubaea. *Denkschr. K. Akad. Wiss. Math. nat. Cl.*, XXVII, 1867.
- * — Die fossile Flora von Radoboj. *Ibid.*, XXIX, 1869.
105. — Die fossile Flora von Radoboj. *Ibid.*, XXIX, 1869.
106. VASSEUR (G.). — Découverte d'une flore turonienne dans les environs des Martigues (B.-du-Rh.). *C. R. Acad. Sc.*, 110, 1890.
107. — Compte-rendu d'excursions géologiques aux Martigues et à l'Estaque (B.-du-Rh.). *Bull. Soc. Géolog. France*, 3^e sér., XXII, 1894.
108. VAULX (R. de) et MARTY (P.). — Nouvelles recherches sur la flore fossile des environs de Varennes (Puy-de-Dôme). *Rev. gén. Bot.*, XXXII, 1920.
109. WATELET (O.). — Descriptions des fossiles du bassin de Paris, 1866.
110. WESEL (P.) et WEBBER (O.). — Neuer Beitrag zur Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation. *Palaeontographica*, IV, 4-5, 1856.
111. WILLKOMM (M.) et LANGE (J.). — Prodrum Flora hispanicae et Supplément, 1870-1893.
112. ANDREÆ (C. J.). — Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Siebenburgens und des Banates. I, Tertiärflora von Zsakadat und Thalheim in Siebenburgen. *Abhandl. K. K. geolog. Reichsanst.*, II, 4, 1855.
113. ARAMBOURG (C.), ARÈNES (J.) et DEPAPE (G.). — Sur deux flores fossiles quaternaires d'Afrique du Nord. *C. R. Acad. Sc.*, 231, 1951.
114. BOULAY (N.). — Flore fossile de Bezac. *Ann. Soc. scientif. Bruxelles* (11^e année), 1887.
- 114 a. — Notice sur les plantes fossiles des grès tertiaires de St-Saturnin (M.-et-L.). *Journ. de Bot.*, 2^e ann., 1888.
115. — Flore fossile de Gergovie. *Ann. Soc. scientif. Bruxelles*, 23, fasc. 2, 1898-99.
116. CARPENTIER (A.). — Le Groenland : flore actuelle, flores fossiles. *Revue Questions scientif.*, janv. 1948.
117. CHANEY (R. W.). — Tertiary forests and continental history. *Bull. Geolog. Soc. of America*, 51, 3, 1940.
118. DEPAPE (G.). — Note sur quelques Chênes miocènes et pliocènes de la vallée du Rhône. *Rev. Gén. Bot.*, XXIV, 1912.
119. ETTINGHAUSEN (C. F.). — Die fossile Pflanzenreste aus dem trachyt Sandstein von Heiligenkreuz bei Kremnitz. *Abhandl. K. K. geolog. Reichsanst.*, 1, 1852.
120. GÆPPERT (H. R.). — Die tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien, 1855.
121. GRANGEON (P.). — Étude d'un nouveau gisement de plantes fossiles tertiaires et de quelques nouvelles espèces découvertes à Ceysnac. *Bull. Soc. géol. France*, 6^e sér., I, 1-3, 1951.
122. LAKOWITZ (C.). — Die Oligocänflora der Umgegend von Mulhausen i. E. *Abhandl. z. geol. Specialk. v. Els.-Loth.*, V, 3, 1895.
123. LANGERON (M.). — Contributions à l'étude de la flore fossile de Sézanne. *Bull. Soc. hist. nat. Autun*, XII-XIII-XV, 1899-1902.
124. LUDWIG (R.). — Fossile Pflanzen aus der jüngsten Wetterauer Braunkohle. *Palaeontographica*, V, 3-4, 1857.
125. — Fossile Pflanzen aus der mittleren Etage der Wetterau-Rheinischen Tertiär-Formation. *Ibid.*, V, 5-6, 1858.
126. — Fossile Pflanzen aus der ältesten Abtheilung der Rheinisch-Wetterauer Tertiär-Formation. *Ibid.*, VIII, 1859-61.
127. MATHIESEN (Fr. J.). — Notes on some fossil plants from East Greenland. *Medd. om Grönland*, 85, n^o 4, 1932.

128. MATHIEU (A.). — Flore forestière. Description et histoire des végétaux ligneux qui croissent spontanément en France, et des essences importantes de l'Algérie, 3^e éd., 1877.
- 128 a. MESCHINELLI (A.) et SQUINABOL (X.). — Flora tertiaria italica, 1893.
129. REID (Cl. and El. M.). — The pliocène Floras of the Dutch-Prussian border. *Meded. Rijksopsp. Delfstoffen*, 6, 1915.
130. REID (El. M.). — Two preglacial floras from Castle-Eden and a comparative review of pliocène floras. *Quat. Journ. Geol. Soc.*, LXXVI, 1920.
131. SEWARD (A. G.). — Notes sur la flore crétacique du Groenland. *Livre jubil. Soc. géol. Belg.*, 1925.
132. — The Cretaceous plant-bearing rocks of Western Greenland. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, vol. CCXV, 1926.
133. SEWARD (A. G.) and CONWAY (V. M.). — Fossile flora from Kingigtok... *Medd. om Grönland*, 93, n° 5, 1935.
134. STAUB (M.). — Die aquitanische Flora des Zsilthales im Comitate Hunyad. *Mitth. Jahrb. Kg Ungarisch. geologisch. Anstalt*, VII, 1884-87.
135. UNGER (F.). — Chloris protogaea. Beitrage zur Flora des Vorwelt, 1847.
136. — Blatterabdrücke aus dem Schwefelflotze vom Swoszowice in Galizien. *Naturwiss. Abhandl. von W. Haidinger*, III, 1850.
137. — Die fossile Flora von Zzanto im Ungarn. *Denkschr. K. Akad. Wissensch. Math. natur. Cl.*, XXX, 1870.

INDEX ALPHABÉTIQUE

Les noms d'espèces ou de genres appartenant aux flores actuelles sont en *italiques*. Les noms d'espèces ou de genres fossiles sont en **égyptiennes**. Les noms de synonymes sont affectés d'un astérisque*.

A

- Aarwangen (Suisse), 14.
Abruzzes, 64.
Abyssinie, 9, 33, 62.
Acacioxylon, 7, 65.
Acer Sismondae Gaud, 10.
Adriatique, 22.
Afrique, 58, 62, 63, 65, 66.
— tropicale, 33.
Aix, 9, 12, 23, 24, 25, 34, 35, 43, 44, 62.
Alaska, 13, 15, 16, 17, 21, 22, 27, 29.
Albanie, 26.
Albien, 14, 42.
Albis (Suisse), 23, 37.
Alger, 59.
Almenno (Lombardie), 19.
Alnus Gaertn, 7.
Alpes
— françaises, 59.
— maritimes, 26, 29, 63.
Amérique, 28, 66.
ANACARDIACÉES, 35.
Angarie, 66.
Antibes (A.-Mar.), 9.
Apennin, 31.
APÉTALES, 13.
Aquitanien, 10, 14, 15, 17, 18, 19, 23, 24, 29, 30, 35, 37, 39, 43, 64.
Arabie, 66.
Araucarioxylon, 7.
- Arcadie (Grèce), 29.
Arcs (Les) (Var), 13, 14, 42, 55, 56.
Arctide, 9, 13, 14, 16, 27, 30, 31, 33, 45.
Arctium L., 65.
Arménie, 39, 64.
Armissan (Aude), 10, 12, 35.
Arno (Val d') (Toscane), 10, 14, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 56, 63.
Asie, 13, 58, 62, 64, 65, 66.
— austro-occidentale, 26.
— centrale, 14, 16, 18, 26, 66.
— mineure, 20, 26, 31, 54, 55, 58, 63, 64.
— occidentale, 9, 13, 14, 16, 18, 24, 31, 33, 35, 39, 44, 64, 65.
— septentrionale, 14, 31.
— tempérée, 32, 54.
— tropicale, 62.
Asimina Menighinii Gaud, 10.
Aspercula odorata L., 64.
Astien, 9, 16, 18, 19, 21, 24, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 37, 38, 42, 44, 51, 55, 63.
Asturies, 26, 64.
Atane (Groenland), 16, 20, 23, 33, 38, 40, 42, 62.
Atlas, 41.
Aubrac, 10, 14, 17, 29.
Aurès (Djebel ; Massif de l') (Algérie), 54.
Auversien, 33.
Aygalades (Les) (B.-du-Rh.), 16, 34, 42, 55, 56, 58, 61.

B

- Babors (Algérie), 64.
Bagnasco (Piémont), 39.
Bagnols-sur-Cèze (Gard), 49, 52.
Baléares, 27, 44, 63.
- Bambusites**, 7, 65.
Barcelone, 16, 19, 21, 24, 26, 29, 32, 33, 37, 38, 42, 44, 49, 55, 63, 64.
Bartonien, 16, 37.

Belleu (Aisne), 13, 14.
 Belgentier (Var), 31, 44, 55, 56, 61, 63.
 Betico-rifain (Massif), 63.
 Bezac (Puy-de-Dôme), 14, 26.
 Bilin (Bohême), 10, 17, 19, 23, 27, 30, 31, 35, 37, 38,
 39, 42, 43.
 Bithynie (Asie mineure), 64.
 Bohême, 17.
 Bois-l'Abbé (Vosges), 61.
 Bonn (Prusse rhénane), 10, 19, 29, 32.

Caesalpinioxylon mogadense Bour, 7.

Calabrien, 61.
 Calvaire (Suisse), 18.
 Canaries, 9, 15, 33, 54.
 Cantabrie, 26, 64.
 Capels (Cantal), 27, 30, 49.

Carpinites, 30.

Carpiniphyllum, 30.

Carpinus L., 28, 58, 66.
 — **Betuloides** Ung, 30.
 — *Betulus* L., 28, 30, 50, 51, 57, 58, 59, 60,
 64, 65, 66.
 — **elliptica** Wes. et Web., 29.
 — **grandis** Ung, 29.
 — **Heerii** Ett. *, 29.
 — **minor** Wes. et Web., 29.
 — *orientalis* Lam., 30.
 — **ostryoides** Gp., 30.
 — **suborientalis** Sap., 30.
 — **vera** Andr., 30.

Carya Nutt., 17.

Cassia L., 33, 50, 54, 56, 57, 61, 62, 66.
 — *abbreviata* Oliv., 33.
 — *bicapsularis* L., 33.
 — *goratensis* Fres., 33.
 — *singueana* Del., 33.

Cassioxylon, 7, 33, 62.

Castle Eden (Angleterre), 49, 52, 61.
 Caucase, 17, 20, 31, 39, 64.
 Celle-sous-Moret (La) (S.-et-M.), 14, 61.
 Cénomaniens, 16, 28, 33, 42.

Dahra (Massif du) (Algérie), 58.
 Dalmatie, 26, 29.
 Delsberg (Suisse), 37.
 Dent-du-Marais (La) (P.-de-D.), 17.
DIALYPÉTALES, 33.
DICOTYLÉDONES, 13.
 Djurdjura (Algérie), 58, 64.

Bonnieux (Vaucluse), 14.
 Borde (La) (Suisse), 24.
 Bornstedt (Saxe), 9, 10.
 Bougie (Algérie), 59.
 Bourboule (La) (P.-de-D.), 21.
 Bozzone, 31.
 Brives près Le Puy (Hte-Loire), 16, 37.
 Buarcos (Portugal), 14.
 Burdigalien, 10, 17, 19, 21, 23, 24, 27, 29, 30, 31, 35,
 37, 38, 49, 42, 43, 44, 62.

C

Ceratonia L., 33, 54.

— **emarginata** A. Br., 34.
 — **septimontana** Wes. et Web., 34.
siliqua L., 33, 50, 53, 56, 57, 62.
 — **vetusta** Sap., 34.

Ceratophyllum, 58.

— **longiaristatum** Duce., 7.

Cerdagne, 16, 21, 24, 25, 27, 29, 51, 52, 63.
 Céreste (Basses-Alpes), 10, 12, 16, 31, 42, 43.
 Ceyssac (Hte-Loire), 13, 17, 30, 31, 61.
 Chambon (Lac) (P.-de-D.), 21.
Chara Vaill., 7, 58.
 Charray (Mont) (Ardèche), 17, 24, 31.
 Chattien, 10, 14, 15, 17, 18, 19, 24, 27, 29, 30, 35, 37,
 39, 43.
 Chiavon (Vicentin), 23, 32.
 Chine, 41.
 Cheylade (Cantal), 49.
Cinnamomum Scheuchzeri Heer, 10.
 Clausades (Las) (Cantal), 27, 48.
 Collandre (Cantal), 49.
 Corse, 15, 26, 44, 55, 63, 64.
Corylus australis Heer *, 34.
 Crétacé, 16, 19, 20, 23, 28, 39, 62.
 Croisettes (Suisse), 10, 23, 37.
 Cromer (Angleterre), 14, 26, 30, 39, 61.
 Crozas (Hte-Loire), 30.
 Cuisien, 13, 14.
CUPULIFÈRES, 20.
 Cyrénaïque, 9, 24.

D

Domazan, 49, 52.
Dombeyopsis Ung. *, 41.
Dombeyoxylon, 65.
 Dore (Mont) (P.-de-D.), 17, 21, 26, 41, 48, 63.
 Draguignan (Var), 59.
 Durfort (Gard), 23, 61, 63.

E

- Egerkingen (Suisse), 18.
 Egypte, 65.
 ELAEAGNACÉES, 32.
Elaeagnus L., 32, 66.
 — **acuminata** Web., 32.
 — cf. *angustifolia* L., 32, 54, 50, 55, 56, 57, 64.
Elephas antiquus Facl., 58.
 — **meridionalis** Nesti, 10.
Elymus europaeus L., 64.
Engelhardtia Lesch., 17.
 Eocrétacé, 16.
 Ersobenye (Hongrie), 23, 25, 27, 35.
 Eriz (Suisse), 15, 17, 18, 29, 37, 39.
 Espagne, 15, 26, 34, 44, 63, 64, 65.
 — septentrionale, 26, 64.
 — sud-orientale, 63.
 Etna, 26.
 Europe, 13, 14, 26, 28, 31, 33, 44, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66.
 — boréale, 39.
 — centrale, 15, 16, 39, 66.
 — méridionale, 9, 16, 17, 19, 24, 32, 33, 35, 44.
 — occidentale, 15, 26, 34, 66.
 Eurre (Drôme), 24, 49, 52.

F

- Fagus* L., 26, 66.
 — **Antipofi** Heer *, 28.
 — **attenuata** Goepp., 27.
 — **cretacea** Newb., 28.
 — **Deucalionis** Mass., 27.
 — **Feroniae** Ung., 27.
 — *ferruginea* Michx., 26.
 — **horrida** Ludw., 27.
 — **Marsigli** Mass., 28.
 — **palaeosilvatica** Mass., 27.
 — **pygmaea** Ung., 64.
 — **pliocenica** Sap., 26.
 — **polyclada** Lesq., 28.
 — **prisca** Ett., 28.
 — **pristina** Sap., 27.
 — *silvatica* L., 10, 26, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 64, 65, 66.
Ficoxylon, 65.
 Flandrien, 61, 65.
 Florsheim am Main (Nassau), 17, 34.
 Flour (Saint-) (Cantal), 13, 21, 63.
 Fontgrande (Aubrac), 10, 14, 29.
 France, 22.
 — méditerranéenne, 56.
 — méridionale, 26, 29, 31, 55, 62.
 Francfort, 17, 27, 30.
Fraxinus L., 44.
 — *angustifolia* (Vahl) Maire, 44.
 — **arvernensis** Laur. var., 44.
 — **juglandina** Sap., 44.
 — **longinqua** Sap., 44.
 — **macrophylla** Heer, 44.
 — *Ornus* L., 44, 50, 57, 60, 62, 63, 66.
 — **stenoptera** Heer, 44.
 — spec., 44.
 — **ulmifolia** Sap., 44.
 — *xanthoxyloides* Wall., 44.
Fumaria L., 7.
 — cf. *parviflora* Lamk., 7.

G

- Galice (Espagne), 26, 64.
 Gall (Saint-) (Suisse), 25, 37, 39.
 GAMOPÉTALES, 43.
 Garde (La) (Cantal), 49.
 Gaville (Toscane), 14, 19, 24, 37.
 Gergovie (P.-de-D.), 10, 30, 35.
 Gibraltar, 15, 62, 63, 65, 66.
 Giessen (Hesse), 17.
 Gleichenberg (Styrie), 16, 21, 37.
Glyptostrobus europaeus Heer, 10.
 Göhren (Saxe), 17.
 Grèce, 29, 31, 34, 44, 64.
 Grinnel (Terre de), 17, 31.
 Groenland, 9, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 27, 29, 30, 31, 39, 42, 44.
 Guarène (Piémont), 17, 21, 27, 37, 39.
 Günz, 55, 61, 65.
 Günz-Mindel, 63.

- Haering (Tyrol), 33, 35.
 Helvétien, 10, 14, 17, 19, 23, 25, 27, 29, 32, 34, 37,
 39, 42, 43.
 Hendaye (B.-Pyr.), 9.
 Himmelsberg près Fulda (Hesse-Nassau), 17, 19, 27,
 29, 37.
Hippopotamus major Cuv., 10.
- Interglaciaire I, 61, 63.
 — II, 34, 61.
 — III, 55, 58, 59, 61, 63.
 — IV, 61.
- Japon, 17.
 Jarville (M.-et-M.), 61.
 Jean-de-Garguier (Saint) (B.-du-Rh.), 10, 12, 35.
 Jordania Boiss., 7.
 Jorge (San) (Madeire), 34, 43, 61, 62.
 Joursac (Cantal), 17, 21, 27, 29, 30, 44, 63.
 Jouxens (Suisse), 35.
 JUGLANDACÉES, 16.
Juglandites, 20.
Juglans L., 18, 54.
 — **acuminata** A. Br., 18.
 — **attica** Ung., 19.
 — **costata** Ung., 19.
 — **crassipes** Heer, 19.
 — **dubia** Lud., 19.
- Kansas, 28.
 Kenai (Alaska), 18, 21, 27.
 Koflach (Styrie), 27, 29.
- Lac Chambon (P.-de-D.), 21.
 Lasnez (M.-et-M.), 14, 26, 61.
 Latium, 64.
 Lattorfien (voir Sannoisien).
 LAURACÉES, 41.
Laurus L., 41.
 — **conformis** Sap., 42.
 — **Furstenbergii** A. Br., 42.
 — **nobilis** L., 41, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60,
 62.
 Lausanne, 18, 35, 39.
 LEGUMINEUSES, 33.
- H
 Hohe Rhonen (Suisse), 14, 15, 17, 18, 24, 29, 35, 37.
 Hongrie 10, 15, 17, 19, 29.
 Horw (Suisse), 35.
 Houdettes (Les) (Cantal), 49.
 Hundweil (Suisse), 14.
Hymenocarpus circinnatus Savi, 7.
- I
 Irlande, 15.
 Islande, 27, 35.
 Istrie, 26.
 Italie, 15, 19, 22, 26, 29, 31, 34, 44, 56, 63, 64, 65.
- J
Juglans inquiranda And., 19.
 — **obtusifolia** Heer, 18.
 — **parschlugiana** Ung., 19.
 — **paucinervis** Heer, 19.
 — **radobojana** Ung., 19.
 — **regia** L., 18, 19, 49, 51, 53, 55, 56, 57, 62,
 64, 65, 66.
 — **sieboldiana** Gp. *, 18.
 — **strozziana** Gaud., 19.
 — **undulata** Ett., 19.
 — **Ungeri** Heer *, 19.
 — **vetusta** Heer, 18.
 Jujieu (Aubrac), 29.
- K
 Kome (Groenland), 16.
 Kumi (Eubée ; Grèce), 18, 19, 23, 30, 43, 64.
 Kundratitz (Bohême), 17, 38.
- L
Leguminosites Pyladis Heer, 10.
 Leoben (Styrie), 10, 14, 17, 19, 27, 29, 37, 39, 43.
 Liban, 15.
 Liebotitz (Autriche), 29.
 LILIACÉES, 9.
Linum L., 7.
 Lipari, 9, 24, 56.
 Locle (Suisse), 10, 14, 23, 24, 34, 37.
 Lombardie, 19, 49, 56.
 Ludien, 9, 16, 17, 18, 19, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 42.
 Lutétien, 9, 14, 16, 24, 33, 38.
 Lybie, 66.

M

- Machairodus crenatidens** Fabr., 10.
 Madère, 9, 33.
 Malte, 15, 66.
 Mammouth, 65.
 Manosque (B.-Alpes), 27, 29, 31, 39, 42, 44, 62.
 Marcel (Saint-) (Ardèche), 9, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 25, 27, 30, 44, 49, 52, 63.
 Maroc, 9, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 26, 33, 34, 39, 41.
 Marseille, 14.
 Martigues (Les), 14.
 Massif Central, 15, 17, 22, 52.
Mastodon angustidens Cuv., 10.
 — **arvernensis** Cr. et J., 10.
 — **pyrenaicus** Lart., 10.
Medicago L.
 — *littoralis* Rohde, 7.
 — *minima* Grubb., 7.
 — *Murex* Willd., 7.
 — *obscura* Retz., 7.
 — *turbinata* Willd., 7.
 Méditerranée, 15, 16, 34, 63, 66.
 — occidentale, 15, 22, 63, 65.
 Ménat (P.-de-D.), 9, 14, 16, 24, 33, 38.
 Mésocrétacé, 14, 20, 23, 38, 40, 42.
 Mésogée, 12, 62, 63.
 Messel près Darmstadt (Hesse), 9, 16, 17, 18, 19, 32, 33, 37, 38, 39, 42.
 Meximieux (Ain), 16, 24, 42, 49, 52.
 Meyrargues (B.-du-Rh.), 16, 18, 30, 36, 41, 42, 55, 56, 58, 61.
 Milazzien, 61.
 Mindel, 61, 65.
 Mogudo (La) (Cantal), 17, 27, 30, 37, 41, 44, 48.
 Monastirien, 61.
 Mongardino (Piémont), 24, 37, 39, 43, 44, 49, 63.
 MONOCOTYLÉDONES, 9.
 Monod (Suisse), 18, 29, 35, 37, 39.
 Montajone (Toscane), 17, 19, 21, 37, 63.
 Mont Charray (Ardèche), 17, 24, 31.
 Mont Dore (P.-de-D.), 17, 21, 26, 41, 48, 63.
 Montebamboli (Toscane), 27.
 Montemario (Latium), 16, 24, 44, 56, 63.
 Montemasso (Toscane), 16, 21, 63.
 Monténégro, 26.
 Montien, 62, 66.
 Montpellier, 9, 14, 24, 41, 42, 44, 55, 56, 58, 61, 62, 63.
 Monzlen (Suisse), 18.
 Moravie, 19.
 Moskenberg, 19, 23, 27, 37, 43.
 Moyen Atlas, 41.
 Mulhausen, 14, 33.
Myrtus communis L., 34.

N

- Nassau (voir Florsheim).
 Nebraska, 28.
 Néocomien, 16.
 Néocrétacé, 20, 23, 30, 38, 40, 42.
 Niac (Cantal), 9, 13, 14, 15, 17, 18, 27, 30, 42, 48.
 Nice, 63.
Nicolia Ung., 7.
 Niederschoena (Saxe), 28.
 Nubie, 20, 42, 43.

O

- Œningen, 10, 14, 19, 24, 34, 37, 42.
 Œningien, 19.
Olea L., 43, 54.
 — *europaea* L., 43, 50, 53, 56, 57, 62.
 — — var. **pliocenica** Cav., 43.
 — **Feroniae** Ett., 43.
 — **Noti** Ung., 43.
 — **praeuropaea** Ett., 43.
 — **primordialis** Sap., 43.
 — **proxima** Sap., 43.
 — **stiriaca** Ett., 43.
 OLÉACÉES, 43.
 OMBELLIFÈRES, 7.
 Oran, 59.
 Orient, 20, 34.
 — méditerranéen, 65.
Ornithopus (L.) Desv.
 — cf. *compressus* L., 7.
 Orsberg (Prusse rhénane), 27, 34.
Osyris alba L., 7.
 Ouarsenis, 58.
 Ouest français, 33.

P

- Palmoxydon**, 7, 65.
 — **Ascheronii** Schenk, 7.
 Pamir, 66.
 Parschlug (Styrie), 10, 19, 23, 25, 27, 37, 39.
 Patoot (Groenland), 16, 19, 20, 23, 30, 33, 38, 40, 42, 62.
 Péloponèse, 64.
 Péninsule ibérique, 22, 26, 63.
 Perle (La) (Aisne), 14, 18, 61.
 Perrier (P.-de-D.), 49.
 Perse, 20.
 Petit Mont (Suisse), 23, 37.
 Peyriac (Aude), 35.
 Phrygie, 64.
 Pigeonnier de la Torse (Le) (B.-du-Rh.), 14, 41.
 Piobesi (Piémont), 21.
Pistacia **Phaecum** Heer *, 34.
 PITTOSPORACÉES, 42'
Pittosporum Banks, 42, 50, 54, 56, 57, 61, 62.
 — *abyssinicum* Del., 42, 62.
 — *pulchrum* Gagnep., 43, 62.
 Plaisancien, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 26,
 27, 30, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 51, 63, 65, 66.
Polygonum Sect. *Avicularia* Meissn. (sub. : *Aviculare*), 7.
 Pont, 64.
 Pont-à-Mousson (M.-et-M.), 14, 39, 61.
 Pont-de-Gail (Cantal), 48.
 Pontien, 10, 13, 14, 16, 17, 21, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 31,
 37, 39, 41, 42, 44, 62, 63, 66.
- Populus* L., 7, 15, 66.
 — *alba* L., 15, 50, 57, 58, 60, 64.
 — *canescens* **pliocenica** Rér., 16.
 — **leucophylla** Ung., 16.
 — **palaeoleuce** Sap., 16.
 Portugal, 14, 26, 38, 42.
 Pourchères (Ardèche), 27.
 Postglaciaire, 61.
Poterium L., 7.
 Prestien (Saint-), 61, 62, 63, 65, 66.
 Privas (Ardèche), 14, 15, 17, 21, 23, 24, 25, 27, 29,
 31, 37, 41, 44, 52, 62, 63.
 Provence, 13, 14, 15, 16, 18, 36, 38, 41, 55, 56, 59.
Prunus L., 7.
Psoralea **dentata** Heer *, 34.
Pteris **Pecchiolii** Gaud., 10.
Pterocarya Kth, 16, 49, 53, 54, 56, 57, 62, 64, 65, 66.
 — **castaneaefolia** Gp, 17.
 — *caucasica* C. A. Mey, 16, 17, 62.
 — *Delavayi* Franch, 16.
 — **denticulata** (O. Web.) Heer, 17.
 — *Forrestii* W. W. Sm, 16.
 — *fraxinifolia* Spach *, 17.
 — **Massalongi** Gaud, 17.
 Putschirn (Autriche), 27.
 Pyrénées, 29.

Q

- Quercus* L., 20.
 — *Afares* Pom., 7, 20, 23, 50, 53, 54, 56, 57, 58,
 60, 63.
 — **amplifolia** Sap., 21.
 — **antecedens** Sap., 23.
 — **aquisextana** Sap., 26.
 — **aspera** Ung., 25.
 — **ballotaeformis** Heer, 24.
 — *baetica* DC *, 20.
 — **Cardanii** Mass., 21.
 — *castaneaefolia* C. A. Mey, 20.
 — *coccifera* L., 20, 24, 25, 50, 52, 57, 58, 60, 62.
 — **denticulata** Rér., 25.
 — **Etymodrys** Ung., 21.
 — *faginea* Lamk. *, 20.
 — *Fontanesii* Guss., 26.
 — **Furuhjelmi** Heer, 21.
 — **groenlandica** Heer, 21.
 — **Haidingeri** Ett., 24.
- Quercus* **hispanica** Rér., 21.
 — *Ilex* L., 20, 23, 24, 50, 52, 53, 54, 55, 56,
 57, 58, 60, 62.
 — — var. **graeca** Gaud., 24.
 — **ilicina** Sap., 24.
 — **ilicoides** Heer, 24.
 — **Lamottei** Sap. *, 21.
 — **Lucumorum** Gaud., 21.
 — *lusitanica* Lam., 20, 22.
 — **mediterranea** Ung., 23, 24.
 — *Mirbeckii* Dur., 7, 20, 22, 50, 52, 53, 56, 57,
 58, 60, 63, 66.
 — — var. **antiqua** Sap., *, 21.
 — **Parlatorii** Gaud., 21.
 — **praecursor** Sap., 24.
 — **pedunculata**, 22.
 — **praeilex** Sap., 24.
 — **pseudocastanea** Goepp., 21.
 — *pseudosuber* Santi, 26.

Quercus pubescens, 22.

- **roburoides** Berenger var.
 Cardanii L. et M., 21.
- **scillana** Gaud., 28.
- **sclerophyllina** Heer, 25.
- **senogalliensis** Mass., 21.

Quercus sessiliflora Sm., 20, 22.

- **spinescens** Sap., 25.
- *Suber* L., 20, **26**, 50, 53, 54, 56, 57, 62.
- — var. **pliocenica** N. B., 26.
- **Szirmayana** Kov., 25.

R

Radoboj (Croatie), 10, 17, 19, 23, 30, 35, 37.

Ranunculus L.

- *macrophyllus* Desf., 7.

Ranunculus cf. *Sardous* Crantz, 7.

- *trilobus* Desf., 7.

Renne, 65.

Resson (Aube), 14, 18, 26, 39, 61.

Reuver (Limbourg), 13, 16, 17, 21, 26, 30, 48, 52.

RHAMNACÉES, **33**.

Rhamnus L., 7, 38, 66.

- Groupe **Palaeofrangula**, 40.
- Sect. *Eurhamnus* Koch, 40.
- — *Frangula* DC, 40.
- **aizoides** Ung., 39.
- *Frangula* L., **38**, 50, 52, 57, 58, 60, 64.
- **Franguloides** Sap., 39.
- **pristina** Lang., 39.
- **progenitrix** Lang., 39.
- **Rossmassleri** Ung., 39.
- **subdentatus** Sap., 39.

Rhinoceros tichorhinus Fisch., 10.

Rhône (vallée du), 24.

Rhus L., 35.

- **abbreviata** Sap., 35.

Rhus Brunneri Fisch., 35.

- *Coriaria* L., **35**, 50, 53, 56, 57, 62, 66.
- *Cotinus* L., 36.
- **micromera** Sap., 35.
- **prisca** Ett., 35.

Rif, 41, 63.

Riss, 34, 59, 61, 65.

Riss-Würm, 55, 58.

Rivaz (Suisse), 29.

Rochesauve (Ardèche), 14, 17, 21, 23, 25, 29, 44, 63.

Rochette (Suisse), 29, 35, 37.

Rosa L., 7.

ROSACÉES, **34**.

Rothenthurm (Suisse), 29.

Rott (Prusse rhénane), 10, 17, 29, 34.

Rovereaz (Suisse), 14, 23.

Rubus L., 7, **34**.

- *discolor* Weihe et N. *, 34.
- *grandifolius* Lowe, 34.
- *Idaeus* L., 34.
- *ulmifolius* Schott. f., **34**, 50, 57, 58, 60, 62.

Rufi (Suisse), 35.

Rupélien, 23, 24, 25.

S

Sachaline, 9, 13, 17, 18, 27, 29, 33, 38.

Sagor (Carniole), 17, 27, 29, 30, 35, 37, 43.

Sahara, 62.

Saint-Antonin (B.-du-Rh.), 14, 18, 32, 34, 36, 41, 42,
55, 56, 61.

- Flour (Cantal), 13, 21, 63.
- Gall (Suisse), 25, 37, 39.
- Jean-de-Garguier (B.-du-Rh.), 10, 12, 35.
- Jorge de Madeire, 33, 34, 43, 61, 62.
- Marcel (Ardèche), 9, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 24,
25, 27, 30, 44, 49, 52, 63.
- Prestien, 61, 62, 63, 65, 66.
- Saturnin (P.-de-D.), 16, 26, 61.
- Vincent (Cantal), 17, 18, 21, 27, 41, 48, 63.
- Zacharie (Var), 10, 12, 14, 31, 35.

Salcedo (Vicentin), 9.

SALICACÉES, **13**.

Salix L., **13**, 66.

- Sect. *Albae* Kern., **13**.
- — *Capreae* Koch, **14**, 15.
- *alba* L., **13**, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60,
64.
- **Arnaudi** Sap., 14.
- *atrocinerea* Brot., 14.
- **axonensis** Wat., 13, 14.
- cf. *canariensis* C. Sm., **15**, 49, 54, 56, 57, 58, 61,
62.
- *cinerea* L., **14**, 50, 57, 58, 59, 60, 64.
- — var. *catalaunica* Sen., 14.
- — — *rufinervis* (DC) *, 14.
- **Lavateri** Al. Br., 13, 14.
- **macrophylla** Heer, 15.

- Salix nymphaeum* Gaud., 14.
 — *pedicellata* Desf., 15.
 — *purpurea* L., 7.
 — **protophylla** Sap., 14.
 San Jorge de Madeire, 33, 34, 43, 61, 62.
 Sannoisien, 9, 10, 14, 17, 19, 33.
 SAPINDACÉES, 35.
Sapindophyllum, 38.
Sapindus L., 35, 50, 52, 54, 56, 57, 61, 62, 66.
 — *abyssinicus* Fres., 38.
 — **bilinicus** Ett., 37, 62.
 — **densifolius** Heer, 37.
 — **dubius** Ung., 37, 62.
 — **falcifolius** Al. Br., 36, 37, 62.
 — **Hazslinszkii** Ett., 37.
 — *Mukurossi* Gaertn., 36, 62.
 — **radobojanus** Ung., 37, 62.
 — *senegalensis* Poir., 38.
 Sardaigne, 26.
 Sarmatien, 10, 14, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 27, 29, 34,
 * 37, 39, 42, 44, 62, 63.
 Sarzanello (Piémont), 17, 27.
 Saturnin (Saint) (P.-de-D.), 16, 26, 61.
 Sauvage (La) (Luxembourg), 39.
 Saxe, 17, 19, 28.
Scabiosa L.
 — cf. *maritima* L., 7.
 Schangnau (Suisse), 18, 29.
 Schossnitz (Silésie), 17, 21, 25, 27, 31.
 Schrotzburg (Suisse), 14, 23, 37, 44, 62.
 Seifhennersdorf (Saxe), 17, 23, 29, 37.
 Senftenberg (Brandebourg), 17, 21, 29, 30, 44, 62.
 Sénonien, 16, 33, 42.
 Sézanne, 14, 16, 20, 40.
 Sibérie, 13, 39.
 — altaïque, 32, 54, 64.
 — ouralienne, 32, 54, 64.
 Sicile, 15, 26, 44, 62, 63, 64, 65, 66.
 Sicilien, 61.
 Siebenburgen (voir Szakadat et Thalheim).
 Sienne, 31.
 Silésie, 17, 21, 29, 30, 31.
 Sinigaglia (Marches), 10, 21, 23, 27, 29, 37, 39, 42,
 51, 52, 63.
- Smilax* L., 9.
 — Groupe **Palaeogaspera**, 12.
 — **affinis** Mass., 9, 11, 12.
 — **antecessor** Sap., 10, 11, 12.
 — **appendiculata** Sap., 10, 11, 12.
 — *aspera* L., 9, 12, 62.
 — — var. *eu-aspera* Maire, 9, 11, 12.
 — — var. *mauritanica* (Desf.) G. G., 9, 11, 12.
 — **asperula** Sap., 10, 12.
 — *canariensis* Willd., 10, 11, 12.
 — **cardyophylla** Heer, 10, 12.
 — **Cocchiana** Mass., 10, 12.
 — **Coquandi** Sap., 9, 11, 12.
 — **elongata** Sap., 10, 11, 12.
 — **Garguieri** Sap., 10, 11, 12.
 — **grandifolia** Ung., 9, 10, 11, 12.
 — **Nestiana** Wess. *, 10.
 — **obtusangula** Heer, 10, 11.
 — **Orsiniana** Mass., 10, 12.
 — **Philiberti** Sap., 9, 11, 12.
 — **pulchella** Mass., 10, 11, 12.
 — **sagittifera** Heer, 9, 10, 11.
 — **sagittiformis** Sap., 10, 11, 12.
 — **saxonica** Friedr., 9, 11, 12.
 — **Targioni** Gaud., 10, 12.
 — **Webberi** Mass. *, 10.
 Sotzka (Styrie), 35.
Sparganium L., 7.
 Sparnacien, 8.
 Spitzberg, 15, 17, 21, 22.
 Stampien, 9, 14, 16, 17, 23, 27, 29, 31, 32, 34, 35, 39,
 42, 43, 44, 62.
 Stedten (Saxe), 19.
Sterculioxylon, 65.
 Stösschen (Prusse rhénane), 29.
 Styrie, 22.
 Suez, 62, 63, 65, 66.
 Suisse, 10, 14, 15, 17, 18, 23, 24, 29, 34, 35, 37, 41, 62.
 Swoszowice (Hongrie), 29.
 Syrie, 63.
 Szakadat (Transylvanie), 19, 30.
 Szanto (Hongrie), 29, 32.

T

- Tababor (Algérie), 64.
 Tallya (Hongrie), 37, 39.
 Tegelen (Limbourg), 30, 61.
 Thalheim (Transylvanie), 30.
 Thanétien, 14, 16, 20, 40.
- Thessalie, 29, 31, 64.
 Théziers (Gard), 10, 13, 16, 17, 18, 24, 25, 30, 38, 49, 52.
 Tibet, 66.
 Tokay (Hongrie), 23, 27, 35, 37, 39.
 Tonkin, 62.

Tortonien, 10, 19, 23, 25, 27, 29, 32, 35, 37, 39.
 Toscane, 9, 14, 15, 24, 26, 30, 41, 44, 56, 63.
 Toulon, 59.
Trapa L., 58.
 — *bispinosa* Roxb., 7.
 — cf. *natans* L., 7.

Transcaucasie, 20.
 Turin, 29, 37, 42.
 Turonien, 14, 16.
 Tyrrhénien I, 61.
 — II, 61.

U

Ulmus L., 31, 66.
 — **borealis** Heer, 31.
 — **Braunii** Heer, 64.
 — **discerpta** Sap., 31.
 — *glaucescens* Franch, 31.
 — **grandifolia** Sap., 31.
 — *latifolia* Mœnch. *, 31.
 — **minuta** Gœpp., 31.

Ulmus montana With. *, 31.
 — **palaeomontana** Sap., 31.
 — *pedunculata* Sp., 31.
 — **primaeva** Sap., 31.
 — *scabra* Mill., 31, 50, 54, 55, 56, 57, 58, 64, 66.
 — *suberosa* Moench, 34.
 — **urticaefolia** Gœpp., 31.
 URTICACÉES, 31.

V

Vacquières (Gard), 9, 18, 27, 44, 49, 52, 63.
 Val d'Arno (Toscane), 10, 14, 17, 19, 21, 23, 24, 26,
 56, 63.
 Valence (Espagne), 44, 63.
 Var, 26, 29.
 Varennes (P.-de-D.), 30.
 Ventoux (Mont) (Vaucluse), 59.
 Vienne (Autriche), 17, 24.
 Villafranchien, 16, 21, 31, 55, 61, 63, 65.
 Vincent (Saint-) (Cantal), 17, 18, 21, 27, 41, 48, 63.
 Vindobonien, 19, 30.
 Vis (vallée de la) (Hérault), 13, 14, 26, 42, 55, 56, 58, 61.

VITACÉES, 40.
Vitis L., 40, 58.
 — **ausoniae** Gaud., 41.
 — *betulifolia* D. et G., 41.
 — **Ducellieri** Ar. et Dep., 40, 50, 60, 64.
 — **praevinifera** Sap., 41.
 — **sphaerocarpa** Ducell. *, 7, 40.
 — — Kink., 40.
 — **subintegra** Sap., 41.
 — *Thunbergii* Sieb., 41.
 — *vinifera* L., 41, 64.
 — **vivariensis** N. B., 41.

W

Waggis (Suisse), 29.
 Wangen (Suisse), 37.
 Wealdien, 16.

Wetterau (Allemagne occid.), 10, 18, 19, 27, 29.
 Wiesbeck près Giessen (Hesse), 17.
 Würm, 10, 55, 59, 61.

Z

Zacharie (Saint-) (Var), 10, 12, 14, 31, 35.
 Zsilthale, 10, 17, 19, 29.
 Zsily (vallée), 10, 17, 19, 29.

LÉGENDE DES PLANCHES

PLANCHE I

- Fig. 1. — *Smilax aspera* L. var. *mauritanica* (Desf.) G.G., de Maison Carrée.
Fig. 2 et 3. — *Salix alba* L., de Maison Carrée (2) et du Lac Ichkeul (3).
Fig. 4. — *Salix* cf. *S. canariensis* C.Sm., du Lac Ichkeul.
Fig. 5 à 8. — *Populus alba* L., de Maison Carrée (5 à 7) et de l'Herbier du Museum (8), type actuel.
Fig. 9. — *Juglans regia* L., du Lac Ichkeul.

PLANCHE II

- Fig. 1 à 5. — *Quercus Mirbeckii* Dur., de Maison Carrée (4), du Lac Ichkeul (1 et 2) et de l'Herbier du Muséum (3 et 5) types actuels.
Fig. 6. — *Carpinus Betulus* L., de Maison Carrée.

PLANCHE III

- Fig. 1 à 4. — *Quercus Afares* Pom., de Maison Carrée (1), du Lac Ichkeul (3 et 4) et de l'Herbier du Museum (2) type actuel.
Fig. 5. — *Pittosporum* spec., du Lac Ichkeul.
Fig. 6 et 7. — *Fraxinus Ornus* L., de Maison Carrée.
Fig. 8 et 9. — *Quercus coccifera* L., de l'Herbier du Museum (8) type actuel et de Maison Carrée (9).
Fig. 10. — *Quercus Ilex* L., de Maison Carrée.

PLANCHE IV

- Fig. 1 et 2. — *Fagus* cf. *F. silvatica* L., du Lac Ichkeul (1) et de l'Herbier du Museum (2) type actuel.
Fig. 3. — *Rubus ulmifolius* Schott. f., de Maison Carrée.
Fig. 4 et 5. — *Ceratonia siliqua* L., de l'Herbier du Museum (4) type actuel et du Lac Ichkeul (5).
Fig. 6. — *Rhamnus Frangula* L., de Maison Carrée.
Fig. 7. — *Sapindus Mukurossi* Gaertn., de l'Herbier du Museum (type actuel).
Fig. 8 et 9. — *Sapindus* sp. 1, du Lac Ichkeul.
Fig. 10. — *Ulmus scabra* Mill, du Lac Ichkeul.
Fig. 11 et 12. — *Cassia* sp., du Lac Ichkeul.

PLANCHE V

- Fig. 1. — *Laurus nobilis* L. et *Quercus Afares* Pom., du Lac Ichkeul.
Fig. 2. — *Olea europaea* L., du Lac Ichkeul.
Fig. 3. — *Vitis Duceillieri* Ar. et Dep., de Maison Carrée.
Fig. 4 et 5. — *Laurus nobilis* L., de Maison Carrée.

PLANCHE VI

- Fig. 1. — *Quercus Mirbeckii* Dur., du lac Ichkeul.
Fig. 2, 4 et 5. — *Carpinus Betulus* L., de Maison Carrée.
Fig. 3. — *Rhus Coriaria* L., du lac Ichkeul.
Fig. 6. — *Salix alba* L., de Maison Carrée.
Fig. 7. — *Laurus nobilis* L., de Maison Carrée.
Fig. 8. — *Pterocarya* sp., du lac Ichkeul.

TABLE DES FIGURES

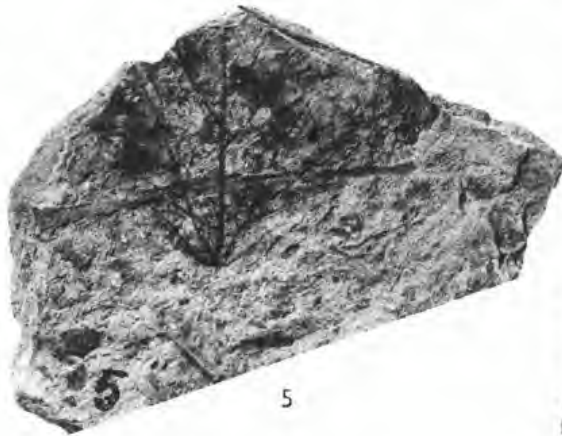
<i>Fig. 1.</i> — Coupe du Villafranchien du lac Ichkeul.	2
<i>Fig. 2.</i> — I. Puits de l'Ecole industrielle.	3
II. Puits de l'Institut agricole	3
Figures hors-texte.	
<i>Fig. 3.</i> — Distribution de quelques paléoflores (Auvergne)	48-49
<i>Fig. 4.</i> — Distribution de quelques paléoflores (Golfe rhodanien, Cerdagne et Catalogne)	49-50
<i>Fig. 5.</i> — Distribution de quelques paléoflores (Italie)	50-51

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I.	
Introduction stratigraphique.	1
Le gisement du lac Ichkeul	1
Le gisement de Maison-Carrée.	3
CHAPITRE II. — Etude paléobotanique	
Historique et remarques préliminaires	7
Etude systématique critique des espèces fossiles	9
Monocotylédones	9
Liliacées. <i>Smilax aspera</i> L. var. <i>mauritanica</i> (Desf.) G. G..	9
Dicotylédones. Apétales	13
Salicacées : <i>Salix alba</i> L...	13
— <i>Salix cinerea</i> L.	14
— <i>Salix</i> cf. <i>S. canariensis</i> C. Sm.	15
— <i>Populus alba</i> L.	15
Juglandacées : <i>Pterocarya</i> spec.	16
— <i>Juglans regia</i>	18
Cupulifères : <i>Quercus Mirbeckii</i> Dur.	20
— <i>Quercus Afares</i> Pom.	23
— <i>Quercus Ilex</i> L.	23
— <i>Quercus coccifera</i> L.	24
— <i>Quercus Suber</i> L.	26
— <i>Fagus</i> cf. <i>F. silvatica</i> L.	26
— <i>Carpinus Betulus</i> L.	28
Urticacées : <i>Ulmus scabra</i> Mill..	31
Elaeagnacées : <i>Elaeagnus</i> cf. <i>E. angustifolia</i> L.	32
Dicotylédones. Dialypétales	33
Légumineuses : <i>Cassia</i> spec.	33
— <i>Ceratonia siliqua</i> L..	33
Rosacées : <i>Rubus ulmifolius</i> Schott. f.	34
Anacardiées : <i>Rhus Coriaria</i> L.	35
Sapindacées : <i>Sapindus</i> spec. 1..	36
— <i>Sapindus</i> spec. 2..	38
Rhamnacées : <i>Rhamnus Frangula</i> L..	38
Vitacées : <i>Vitis Ducellieri</i> Ar. et Dep.	40
Lauracées : <i>Laurus nobilis</i> L.	41
Pittosporacées : <i>Pittosporum</i> spec.	42

Dicotylédones. Gamopétales	43
Oléacées : <i>Olea europaea</i> L.	43
— <i>Fraxinus Ornus</i> L.	44
CHAPITRE III. — Considérations générales sur les flores foliaires de Maison Carrée et du lac Ichkeul. Caractéristiques, âge, signification paléoclimatique et paléogéographique.. .. .	47
I. Composition des flores	47
A. Flore tunisienne du lac Ichkeul	47
B. Flore algérienne de Maison Carrée près Alger	48
II. Comparaison des flores d'Ichkeul et de Maison Carrée avec les flores pliocènes.. .. .	49
A. Flore tunisienne du lac Ichkeul	49
B. Flore algérienne de Maison Carrée.	50
C. Relations de ces deux flores avec les flores pliocènes.	51
III. Caractéristiques et âge de la flore du lac Ichkeul	53
IV. Caractéristiques et âge de la flore de Maison Carrée	57
V. Paléochorologie statique et dynamique. Paléogéographie	61
Index bibliographique	67
Index alphabétique	73
Légende des planches	82
Table des figures	83
Table des matières.	84

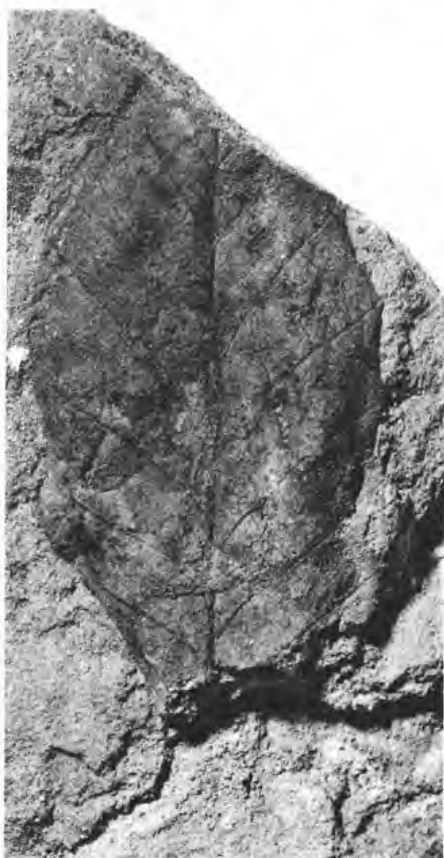
ACHEVÉ D'IMPRIMER
PAR
LES EDITIONS L. C. L.
LE CHARLES LOUIS
IMPRIMEUR
22, AVENUE DES GOBELINS
PARIS v° 400153
LE 10 AVRIL 1954
DÉPÔT LÉGAL
EFFECTUÉ 2^e TRIM. 1954



Service Photo E. N. S. (géologie)

Brunissen, imp., 30, rue Lebrun. Paris

FLORE FOSSILE D'AFRIQUE DU NORD



1



3



2



4



5



6

Service Photo E. N. S. (géologie)

Brunissen, imp., 30, rue Lebrun, Paris

FLORE FOSSILE D'AFRIQUE DU NORD



1



3



4



2



5



6



7



8



9

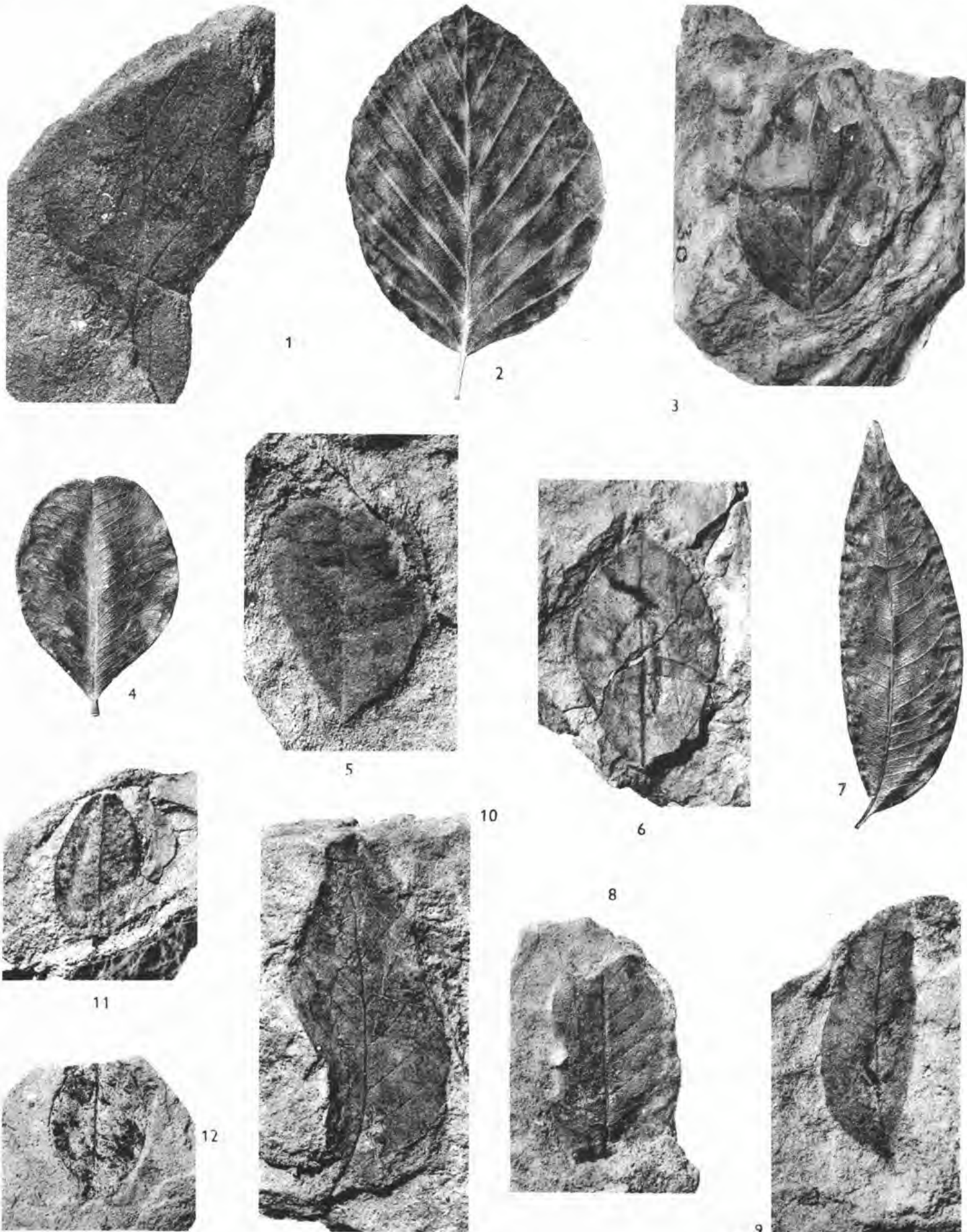


10

Service Photo E. N. S. (géologie)

Brunissen, imp., 30, rue Lebrun, Paris

FLORE FOSSILE D'AFRIQUE DU NORD



Service Photo E. N. S. (géologie)

Brunissen, *inp.*, 30, rue Lebrun, Paris

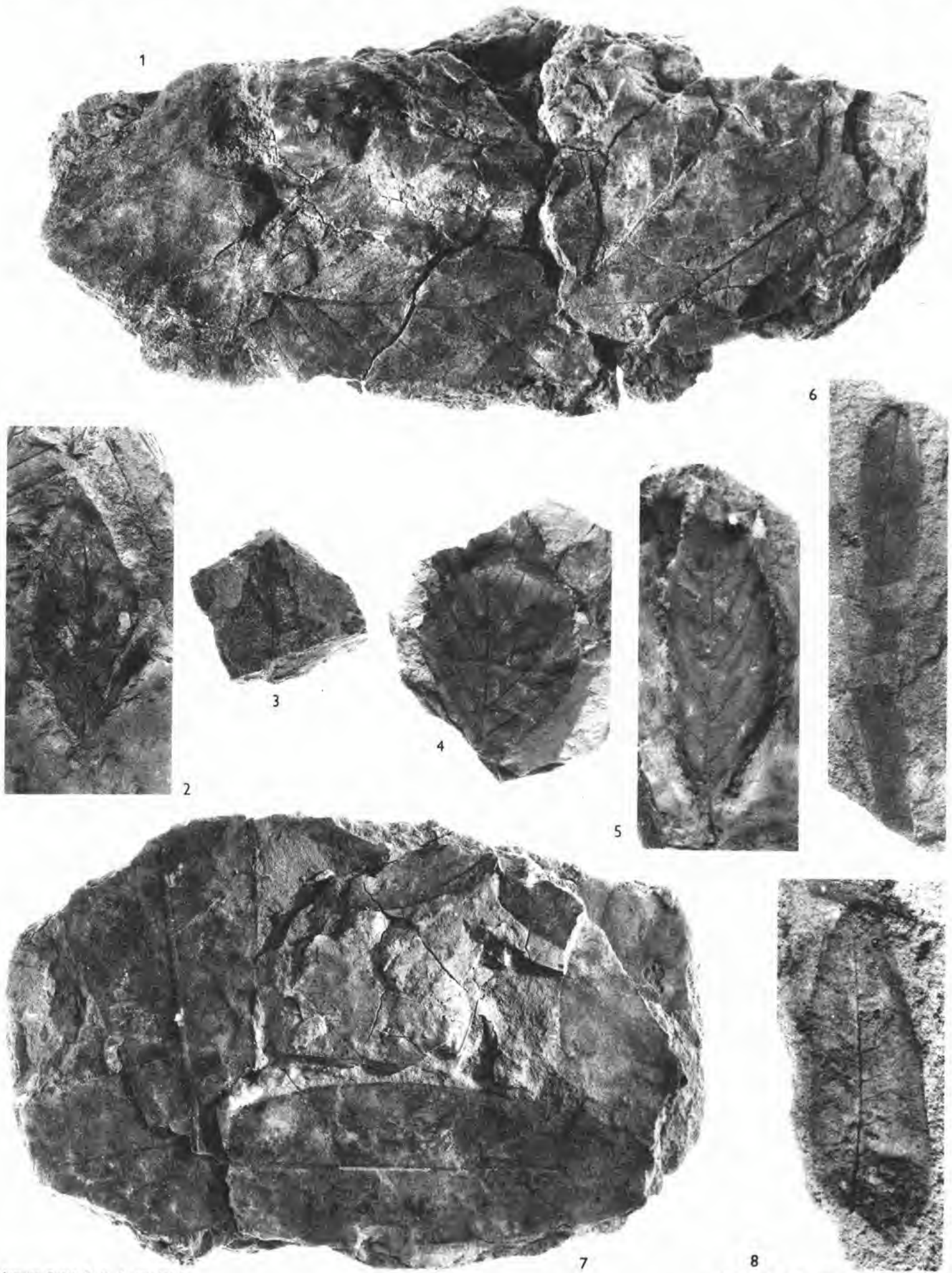
FLORE FOSSILE D'AFRIQUE DU NORD



Service Photo E. N. S. (géologie)

Brunissen, imp., 30, rue Lebrun, Paris

FLORE FOSSILE D'AFRIQUE DU NORD



Service Photo E. N. S. (géologie)

Brunissen, imp., 30, rue Lebrun, Paris

FLORE FOSSILE D'AFRIQUE DU NORD

ARCHIVES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

de format in-4° avec planches, ont paru depuis 1802 sous les titres suivants :

1^{re} SÉRIE : *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, t. I à XX, 1802-1813. La table parue en 1827 forme le t. XXI.

2^e SÉRIE : *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, t. I à XX, 1815-1832, table à la fin du t. XXI.

3^e SÉRIE : *Nouvelles annales du Muséum d'histoire naturelle*, t. I à IV, 1832-1835.

4^e SÉRIE : *Archives du Muséum d'histoire naturelle*, t. I à X, 1839-1861.

Ces 4 séries sont épuisées.

5^e SÉRIE : *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle* en 46 volumes.

1^o de 1865-1874, 10 volumes,

2^o de 1878-1888, 10 volumes et table générale pour 1839-1888,

3^o de 1889-1898, 10 volumes et table générale pour 1889-1898,

4^o de 1899-1908, 10 volumes,

5^o de 1908-1914, 6 volumes.

En vente à la librairie Masson, 180, boulevard Saint-Germain, Paris (6^e).

6^e SÉRIE : *Archives du Muséum national d'histoire naturelle*.

T. I, 1926 à XI, 1934. Liste détaillée sur demande.

T. XII, 1935 - Volume du Tricentenaire, 683 p., fig., portr., 19 pl. Le Muséum national d'histoire naturelle, son histoire, son état actuel, par Paul Lemoine, suivi de 64 mémoires.

T. XIII, 1935 - Le Crétacé et le Tertiaire du Sahara soudanais (Soudan, Niger, Tchad), par R. Furon. Crustacés décapodes du Crétacé de Tanout (Damergon, Niger français), par L. Joleaud et Te-You-Hsu. Sur quelques caractères anatomiques du pied des Eléphants. Contribution à l'étude de la formation des phanères unguéales, par H. Neuville.

T. XIV, 1937 - Troisième centenaire du Muséum national d'histoire naturelle. Liste des délégués. Discours. Étude des Opisthobranches des côtes nord de la Méditerranée, par A. Pruvot-Fol. Anatomie des Cypraëidés, par J. Risbec. Recherches sur les caractères ostéologiques des Castoridés, par M. Friant. Sur trois Xyphius échoués sur les côtes des Landes et des Basses-Pyrénées, par P. Arne. **Epuisé**.

T. XV, 1937 - Recherches sur le télencéphale des Ruminants primitifs, par R. Anthony et M. Friant. Recherches sur l'anatomie comparée des graines de Ptéridospermes, par A. Loubière. Contribution à la morphologie et à la systématique des Téléostéens dyssymétriques, par P. Chabanaud.

T. XVI, 1940 - Un nouveau Téléostéen dyssymétrique fossile, originaire du Lutétien du Bassin de Paris, par P. Chabanaud. Le Télencéphale des Hippopotamidés, par M. Friant. L'œil des Cétacés, par le D^r A. Rochon-Duvigneaud. Recherches sur l'*Arctonyx dictator* Thomas, par Ach. Urbain et M. Friant. Gorgonides et Alcyonides des collections du Muséum National d'histoire naturelle (1^{re} partie), par G. Stiasny.

T. XVII, 1940 - Variations expérimentales de *Chrysidia madagascariensis* Less. (Lep. Uranidae, par R. Catala.)

T. XVIII, 1942 - Mollusques pléistocènes de la Côte française des Somalis recueillis par E. Aubert de la Rüe, par R. Abrard. Nouvelles études descriptives sur les Agarics termitophiles d'Afrique tropicale, par R. Heim. Recherches anatomiques sur l'Antilope royale, *Neotragus (Neotragus) pygmaeus* L., par Ach. Urbain et M. Friant.

6^e SÉRIE : (Suite).

T. XIX et dernier, 1942 - Etudes critiques sur les Tetrarhynques du Muséum de Paris, par R.-Ph. Dollfus.

En vente à la **Bibliothèque Centrale du Muséum National d'histoire Naturelle**, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris (5^e). Le volume : 1.500 francs pour la France et 2.250 francs pour l'Étranger, sauf le t. XII : 3.300 francs pour la France et 4.900 francs pour l'Étranger. Cette série peut aussi s'obtenir par échange.

Paiement par chèque bancaire ou versement au C.C.P. Paris, 9062-62.

7^e SÉRIE : *Archives du Muséum national d'histoire naturelle*.

T. I, 1952 - Les corallinacées de France et d'Afrique du Nord par Gontran Hamel et M^{me} P. Lemoine.

En cours. T. II, 1954. Prix variable suivant l'importance de chaque tome. Pour les achats et les échanges s'adresser à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'histoire naturelle.

