

Paul Bertrand

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON
NOUVELLE SÉRIE

I. Sciences, Médecine. — Fascicule 7.

ÉTUDE
GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE
DU
CARBONIFÈRE INFÉRIEUR
DU MACONNAIS

PAR

A. VAFFIER

Docteur en Médecine, Lauréat de la Faculté de Paris,
Docteur ès Sciences.

*Avec 11 figures intercalées dans le texte
et 12 planches hors texte.*



PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE et FILS

19, Rue Hautefeuille

LYON

A. REY, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

Rue Gentil, 4

1901

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

— Première Série : 40 fascicules. —

EN VENTE

A LYON

Alexandre REY, Imprimeur-Éditeur
4, RUE GENTIL

A PARIS

Chez les Libraires spéciaux
SUIVANTS

Librairie Arthur ROUSSEAU, 14, rue Soufflot.

Histoire de la Compensation en droit Romain, par C. APPLETON, professeur à la Faculté de droit. (*Fasc. 21*) . . . 7 fr. 50
Caractères généraux de la loi de 1884 sur les Syndicats professionnels; justification de cette loi; réformes possibles. Etude de

législation industrielle, par R. GONNARD, docteur en droit, licencié ès lettres, secrétaire à la Société d'Economie Politique, avec une Préface de M. P. PIC, professeur à la Faculté de Droit. (*Fasc. 36*) . . . 3 fr.

Librairie Félix ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain.

Lettres intimes de J.-M. Alberoni adressées au comte I. Rocca, ministre des finances du duc de Parme, et publiées d'après le manuscrit du collège de S. Lazaro Alberoni, par Emile BOURGEOIS, maître de conférences à l'École Normale, avec un portrait et deux fac-simile. (*Fasc. 8*) 10 fr.
Essai critique sur l'hypothèse des atomes dans la science contemporaine, par Arthur HANNEQUIN, professeur à la Faculté des Lettres (*Fasc. 14*) 7 fr. 50
Saint Ambroise et la morale chrétienne au IV^e siècle, par Raymond THAMIN, ancien maître de conférences à la Faculté des

Lettres de Lyon, professeur au lycée Condorcet. (*Fasc 15*) 7 fr. 50
La République des Provinces-Unies, la France et les Pays-Bas espagnols de 1630 à 1650, par A. WADDINGTON, professeur à la Faculté des Lettres.
Tome I (1630-42). 1 vol. (*Fasc. 18*). 6 fr.
Tome II (1642-50) avec deux portraits et une carte. 1 vol. (*Fasc. 31*) 6 fr.
Le Vivarais. Essai de Géographie régionale, par Louis BOURDIN, licencié ès lettres, diplômé d'Etudes supérieures d'Histoire et de Géographie, avec 20 gravures et 2 graphiques dans le texte (*Fasc. 37*) 6 fr.

Librairie Alphonse PICARD et Fils, 82, rue Bonaparte.

La doctrine de Malherbe d'après son commentaire sur Desportes, par Ferdinand BRUNOT, maître de conférences à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris, avec 5 pl. hors texte. (*Fasc. 1er*). 10 fr.
Le Fondateur de Lyon, Histoire de L. Munatius Plancus, par M. JULLIEN, professeur

à la Faculté des Lettres, avec une planche hors texte. (*Fasc. 9*) 5 fr.
La Jeunesse de William Wordsworth (1770-1798). Etude sur le « Prélude », par Emile LEGOUIS, professeur à la Faculté des Lettres. (*Fasc. 22*). 7 fr. 50

Librairie Ernest LEROUX, 28, rue Bonaparte.

Phonétique historique et comparée du sanscrit et du zend, par P. REGNAUD, professeur à la Faculté des Lettres. (*Fasc. 19*) 5 fr.
L'évolution d'un Mythe. Açvins et Dioscures, par Charles RENEL, maître de conférences à la Faculté des Lettres de Besançon. (*Fasc. 24*) 6 fr.
Études védiques et post-védiques, par Paul REGNAUD, professeur de sanscrit et de

grammaire comparée à l'Université de Lyon. (*Fasc. 38*). 7 fr. 50
Bhāratīya-Nāṭya-Āstram, Traité de Bharata sur le théâtre, texte sanscrit, avec les variantes tirées de quatre manuscrits, une table analytique et des notes par Joanny GROSSET, ancien boursier d'études près la Faculté des Lettres. (*Fasc. 40*). 15 fr.

Librairie GAUTHIER-VILLARS, 55, quai des Grands-Augustins.

Sur la théorie des équations différentielles du premier ordre et du premier degré, par Léon AUTONNE, ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé de cours à la Faculté des Sciences. (*Fasc. 6*). 9 fr.
Recherches sur l'équation personnelle dans les observations astronomiques de passages, par F. GONNESSIAT, aide-Astro-

nome à l'Observatoire, chargé d'un Cours complémentaire à la Faculté des Sciences. (*Fasc. 7*). 5 fr.
Recherches sur quelques dérivés surchlorés du phénol et du benzène, par Etienne BARRAL, professeur agrégé à la Faculté de médecine (*Fasc. 17*) 5 fr.

À Mon Sabot et bel - distingué
collègue Monsieur Paul Derhand
homme d'affection et sympathie
J. A. Vatten

ÉTUDE
GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE
DU
CARBONIFÈRE INFÉRIEUR
DU MACONNAIS

Lyon. - A. REY, Imprimeur de l'Université, 4, rue Gentil. - 27044

EXEMPLAIRE N° 303

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON
NOUVELLE SÉRIE

I. Sciences, Médecine. — Fascicule 7.

ÉTUDE
GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE
DU
CARBONIFÈRE INFÉRIEUR
DU MACONNAIS

PAR

A. VAFFIER

Docteur en Médecine. Lauréat de la Faculté de Paris,
Docteur ès Sciences.

*Avec 11 figures intercalées dans le texte
et 12 planches hors texte.*



PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE et FILS

19, Rue Hautefeuille

LYON

A. REY, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

Rue Gentil, 4

1901

INTRODUCTION

Le but essentiel de ce travail est une étude monographique de la flore du Carbonifère inférieur du Mâconnais, flore à peu près inconnue jusqu'ici, et cependant importante.

Mes recherches personnelles, poursuivies pendant de longues années, m'ont permis de réunir, en vue de cette étude, des matériaux intéressants au point de vue local, et utiles aussi, je le crois, à la connaissance des flores paléozoïques de la France.

Il m'a paru nécessaire d'accompagner ce travail paléontologique d'une étude stratigraphique précise des divers lambeaux carbonifères mâconnais, et de rattacher l'histoire de ces dépôts à celle des autres formations géologiques de la région, soit antérieures au Carbonifère, soit postérieures à cette époque.

Obligé par mes fonctions médicales de résider dans le canton de la Chapelle-de-Guinchay, c'est surtout la description détaillée de ce canton que j'aurai en vue, tout en m'occupant des cantons de Mâcon, où se trouve la remarquable série carbonifère de Fuissé, et de ceux de Monsols et de Beaujeu (Rhône), dont la structure géologique générale est indispensable à connaître pour expliquer celle de notre région.

J'ai profité, pour arriver à mon but, de toutes les circonstances favorables qui se sont présentées : tracés de routes nouvel-

les, ouverture de carrières, défoncements de terrains, très fréquents au moment de la reconstitution des vignobles détruits par le phylloxera.

On sait que la région mâconnaise constitue, au point de vue géologique, [une véritable mosaïque où presque tous les terrains de l'écorce terrestre ont quelque représentant. L'étude détaillée de ces lambeaux morcelés m'a montré que, malgré les travaux de mes éminents devanciers, MM. Michel Lévy, Delafond, Arcelin, l'abbé Ducrost, etc..., qui ont fait des environs de Mâcon une des régions les mieux connues au point de vue de la géologie locale de la France, il restait encore beaucoup de faits de détail à glaner, beaucoup d'observations locales intéressantes à faire connaître.

En dehors des lambeaux carbonifères, qui seront minutieusement décrits, je m'attacherai surtout, dans l'étude sommaire des autres terrains, à faire mieux connaître deux formations : l'une très ancienne, métamorphique, sûrement précarbonifère, n'occupant sur la feuille géologique de Mâcon qu'un seul point appartenant tout entier à notre région ; l'autre, pliocène ou quaternaire, constituant la puissante nappe d'alluvions qui recouvre presque partout les autres terrains et dont le rôle agricole est considérable.

J'ai fait au laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Lyon l'étude des empreintes que j'ai recueillies moi-même dans les différents gîtes fossilifères du Carbonifère mâconnaï ; je me suis surtout servi pour leur détermination des magistraux travaux de Stur, de Schimper, de Gœppert, de Kidston, de Nathorst, etc., et j'ai fait appel, pour les échantillons douteux, à la haute compétence de MM. Grand'Eury, de Saint-Etienne, B. Renault, du Muséum, et de M. l'abbé Bou-

lay, de Lille, qui m'ont donné quelques avis précieux dont je tiens à les remercier ici.

Malgré toutes ces précautions, il me restait encore bien des points douteux à élucider, et j'ai dû, pour faire la lumière aussi complète que possible, transporter la collection de mes fossiles à l'Ecole des mines, au laboratoire de M. le professeur R. Zeiller, auprès de qui j'ai trouvé un accueil inoubliable, pour lequel je le prie d'accepter mes plus vifs remerciements. C'est grâce à sa haute science que j'ai pu combler les lacunes paléontologiques de ce travail et créer plusieurs espèces nouvelles inconnues jusqu'ici dans les formations du même âge.

Mon savant compatriote, M. le professeur A. Lacroix, du Muséum, a bien voulu aussi me donner, au sujet des roches de Fuissé, quelques indications minéralogiques qu'on trouvera en leur lieu. Je rends hommage à son extrême complaisance.

Mais le véritable promoteur de cette modeste étude, celui qui m'a soutenu pendant plusieurs années de ses encouragements et de ses conseils si précieux, est M. le professeur Ch. Depéret, le savant doyen de la Faculté des sciences de Lyon. Qu'il veuille bien recevoir l'hommage de ma profonde reconnaissance et de mon très affectueux respect.

Mon excellent et si digne camarade d'études, M. A. Riche, maître de conférences à la Faculté, et M. Roman, docteur ès sciences et chef des travaux pratiques, voudront bien accepter aussi l'expression de toute ma gratitude pour l'accueil que j'ai toujours trouvé auprès d'eux dans mes nombreuses visites au laboratoire de la Faculté.

ÉTUDE
GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE
DU
CARBONIFÈRE INFÉRIEUR
DU MACONNAIS

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

APERÇU DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

Orographie. — La région mâconnaise, où se trouvent les dépôts carbonifères que je me propose d'étudier, est comprise dans un rectangle qu'on peut limiter à l'ouest, en allant du nord au sud, par les communes de Pierreclos, Serrières, Cenves, Pruzilly, Jullié et Emmeringes, à l'est par la Saône avec Mâcon pour centre, au nord par une ligne partant de Busnières pour aboutir à la Saône par Saint-Sorlin, Chevagny, Hurigny et Sancé, et au sud par une autre ligne allant de Vauxrenard à l'embouchure de la rivière la Mauvaise par Chénas et la Chapelle-de-Guinchay.

Ainsi limitée, cette région, à cheval sur les départements de Saône-et-Loire et du Rhône, présente, dans un espace relativement restreint, trois aspects bien différents.

A l'ouest, bornant l'horizon par une longue suite de dômes arrondis, coupés parfois de dépressions profondes, se dresse

la chaîne éruptive des monts du Charolais et du Beaujolais, qui, dans cette partie, forme la ligne hydrographique entre la vallée de la Saône et celle de la grande Grosne. Vue de ses sommets les plus élevés, cette chaîne donne l'impression d'une mer houleuse qui se serait brusquement solidifiée. Couverte de genêts et de bruyères, sur de grands espaces incultes que la digitale pourprée ponctue l'été de sa note vive, plaquée de loin en loin de quelques rares bouquets de châtaigniers nouveaux et rabougris, elle présente, dans d'autres parties plus favorisées, des zones cultivées où les céréales et les plantes fourragères alternent avec des bois taillis sur les hauteurs, et quelques maigres pâturages dans les bas-fonds marécageux. Le pays, dans son ensemble, a un aspect sauvage, qu'accentue encore la rareté des habitations, très éloignées en dehors des agglomérations communales. Les cimes les plus élevées ne dépassent pas 800 mètres dans le département de Saône-et-Loire, et s'abaissent à 400 mètres et au-dessous dans les apophyses cristallines qu'elles envoient à travers les chaînes de collines sédimentaires qui les bordent à l'est, vers la Saône.

Ces basses collines constituent, dans leur ensemble, une série de rides parallèles allant du nord au sud, tantôt arrondies quand elles sont d'origine cristalline, tantôt abruptes, quand elles appartiennent aux formations triasiques et jurassiques. Les plus remarquables forment la ligne des escarpements bajociens de Vergisson, Solutré et Pouilly, qui dressent fièrement à l'ouest leurs profils dénudés et à pic, dominant la vallée marneuse du lias, qui les sépare du massif porphyrique.

Plus à l'est, une seconde chaînette jurassique de même direction va de Laizé à Charnay, disparaît sous les alluvions quaternaires de la petite Grosne, et se relève à Loché, Vinzelles et Chaintré, pour finir à Chânes par quelques ondulations de peu d'importance.

Près de la Saône, un dernier affleurement bajocien, parallèle

aux précédents et à la rivière, forme une arête saillante entre les villages de Sennecé et de Flacé.

A l'ouest de ces chaînes jurassiques, et les dépassant largement au sud, s'appuient sur les terrains anciens les arkoses du trias, qui forment une longue bande saillante orientée nord-sud et allant de la Grange-du-Bois à Juliéna. Leur ligne d'affleurement domine à l'ouest les villages de Chasselas, de Leynes et de Saint-Vérand, où elle est coupée par la cluse de Pruzilly, dans laquelle coule un affluent de l'Arloy. Elle se relève ensuite pour couronner le sommet de la montagne métamorphique de Bessay, sur le flanc *est* de laquelle est situé le gros bourg de Saint-Amour.

Cette région de collines forme un contraste frappant avec la partie montagneuse ; autant celle-ci présentait un aspect sévère, autant celle-là est riante avec ses riches villages aux habitations confortables et rapprochées. C'est par excellence le pays de la vigne, qui, au nord, dans les formations calcaires, donne les vins blancs renommés de Pouilly, de Fuissé, de Solutré et de Chaintré, et au sud, dans les sols granitiques, les crus classés des Thorins, de Fleurie, de Chénas et de Juliéna. Nous sommes ici dans une région privilégiée, si florissante autrefois, mais meurtrie encore aujourd'hui de la crise phylloxérique dont elle a tant souffert.

Au pied des plus basses collines d'âge secondaire s'étale la vallée de la Saône avec ses plateaux d'alluvions anciennes. Là des terres d'une grande fertilité donnent abondamment les produits de grande culture les plus estimés : céréales variées, plantes industrielles, fourrages de toutes espèces, et passent insensiblement aux prairies si pittoresques qui bordent la Saône et se couvrent, après la fauchaison, de nombreux troupeaux qui y trouvent une excellente pâture jusqu'à l'arrière-saison. Les plus importants de ces pâturages enserrent la ville de Mâcon et se continuent au sud par les prairies de Saint-Clément, de Varennes, de Crèches, de Saint-Symphorien, d'Annelles et de Saint-Romain-des-Iles.

Du port d'Arciat, situé sur le territoire de Crèches, on jouit, en tournant ses regards vers l'ouest, d'un merveilleux panorama qui embrasse toute la région, avec sa vaste plaine d'alluvions au premier plan, ses riches coteaux vignobles à mi-côte, et son imposante chaîne du Beaujolais à l'horizon.

Hydrographie. — Les dépressions naturelles du pays, qui ont imprimé à l'hydrographie sa direction générale, forment un système de vallées peu profondes, dirigées du nord au sud comme les chaînons sédimentaires qu'elles séparent et comparables aux Combes de la région jurassienne.

Mais ces vallées ne sont pas celles qui contiennent les cours d'eau ; elles sont drainées par d'autres vallées perpendiculaires à la direction des chaînons, véritables cluses que l'érosion a faites plus larges et plus profondes et dans lesquelles coulent les eaux qui vont à la Saône. Ces vallées transverses ont une direction moyenne nord-ouest sud-est, et sont arrosées par de petites rivières, sensiblement parallèles, dont trois surtout ont une certaine importance : la Petite Grosne au nord, l'Arloy ensuite, et la Mauvaise au sud.

La *Petite Grosne* prend sa source dans le massif microgranitique de Serrières, traverse à Pierreclos la série triasique et Jurassique, passe à Bussières, où elle baigne le pied du coteau carbonifère, et se réunit un peu en aval de ce coteau au File, venu du massif porphyrique du Bois-Clair. De là elle arrose la vallée jurassique de Saint-Sorlin, Prissé et Davayé, où elle reçoit sur sa rive gauche un affluent venant du nord de Chevagny ; elle passe ensuite sous le promontoire arkosique du château de Saint-Léger, en amont duquel elle se grossit, à droite, du ruisseau de Vergisson, et pénètre alors dans les alluvions quaternaires de Charnay et de Loché, pour aller se jeter dans la Saône entre Mâcon et Varennes. Son cours a une trentaine de kilomètres.

L'*Arloy* naît au nord-ouest de Chasselas, au pied du petit massif de porphyre globulaire de Roche-Noire, contourne une

puissante masse d'arkoses du trias qu'il laisse à sa droite, traverse Chasselas où il arrose de beaux prés au voisinage du château, et suit le thalweg de la dépression marneuse liasique située à l'ouest du bourg de Leynes. Après sa rencontre avec les belles fontaines du Frédron et de Chaudes-Aigues, il contourne la petite éminence carbonifère de Saint-Vérand, au pied de laquelle se trouve un moulin qu'il alimente. Il serpente ensuite dans la vallée qui sépare les coteaux métamorphiques de Leynes et de Saint-Vérand, baignant toute une longue suite de prés avant d'arriver à la Roche (Saint-Vérand), où il reçoit à droite un affluent lui amenant les eaux de la gorge orthophyrique et carbonifère de Pruzilly. Il suit alors la vallée plus large qui sépare le coteau microgranulitique et métamorphique de Saint-Amour du coteau métamorphique et alluvial de Chânes, et reçoit au hameau de Saint-Romain (Chânes) un petit ruisseau, le Goitran, qui prend naissance à Fuissé, non loin de la série carbonifère, passe à la Vernette, et suit le thalweg de la dépression creusée dans les alluvions anciennes. L'Arloy pénètre ensuite sur le territoire de Crèches, où il arrose les grands prés qui avoisinent le château de Thoiriat, creuse son lit dans les alluvions anciennes très développées en cet endroit, et, un peu au-delà de la ligne du chemin de fer, pénètre dans la prairie pour aboutir à la Saône un peu en aval du port d'Arciat. La longueur de son cours ne dépasse pas une douzaine de kilomètres.

La *Mauvaise* prend sa source à Ouroux, dans le département du Rhône, coule d'abord du sud au nord, dans le fond d'une vallée orthophyrique étroite et profonde, sur le flanc ouest de laquelle sont situés les villages de Vauxrenard et d'Emmeringes, et côtoie le massif granitique de la montagne de Raimond, qu'elle contourne par une très forte courbe au hameau de Fief, où elle se grossit d'un ruisseau qui lui amène les eaux de la gorge orthophyrique de Jullié. Elle entre alors sur le territoire de la Chapelle-de-Guinchay où elle longe le pied du coteau granitique sur lequel sont bâtis les hameaux des Dar-

roux, des Deschamps, des Boccards et des Jean Loron. Elle pénètre ensuite dans les alluvions anciennes, et, après avoir arrosé les prés des Marmets, des Blémonts et des Pâquelets, elle passe au nord du bourg de la Chapelle, près du hameau des Broyers, traverse plus loin la grosse agglomération de Pontanevaux, au-delà de la ligne du chemin de fer, pour se jeter dans la Saône non loin des Chalandons, sur la commune de Saint-Symphorien-d'Annelles. Son parcours est d'environ 18 kilomètres. C'est une petite rivière parfois à allure torrentielle, circonstance qui probablement lui a valu son nom.

Histoire et structure géologique générale. — Le relief géographique de la région ne fait que traduire sa structure géologique, qui a été ébauchée dès l'époque carbonifère par la formation des premiers plis hercyniens et, comme conséquence, par la production d'un système de grandes failles dont je vais m'occuper.

La chaîne cristalline du Beaujolais fait partie d'une aire anticlinale qui a affecté les terrains cristallins, les schistes métamorphiques et le Carbonifère inférieur avec toutes les roches éruptives qui s'y rattachent. Par suite de plissements, ces divers terrains ont pris une direction générale sud-ouest-nord-est, qui est la direction normale des plis hercyniens de toute la bordure orientale du plateau central.

Pendant la période secondaire, à partir du trias, la région s'est affaissée et, selon toutes probabilités, a dû être entièrement recouverte par les dépôts triasiques, jurassiques et crétacés.

C'est seulement à l'époque tertiaire que le relief de la région s'est définitivement établi, sous l'influence d'un système de failles, dont les principales ont une direction sud-ouest-nord-est, tandis que d'autres, très nombreuses, sont perpendiculaires à cette direction, et vont par conséquent du nord-ouest au sud-est.

Ainsi que l'a montré magistralement M. Michel Lévy (*Bul-*

letin des services de la carte géologique de la France, tome I, 1889-1890), l'action de ces failles nord-ouest-sud-est s'est traduite par une série de décrochements transverses, qui ont rejeté les compartiments faillés dans la direction nord-sud. C'est sous l'influence de ces rejets que la chaîne des monts du Beaujolais et du Charolais, primitivement orientée sud-ouest-nord-est, a pris une direction sensiblement nord-sud.

La faille la plus occidentale, comprise dans les limites de la région étudiée, va d'Ouroux (Rhône) à Bussièrès (Saône-et-Loire) avec une direction à peu près rectiligne, à part une inflexion vers le nord-est aux abords du bois de Roche (Germolles), où une faille secondaire transverse a servi de passage à un important filon de quartz calcédonieux. Sur tout son parcours elle n'a guère affecté que des roches cristallines. Depuis Ouroux jusqu'à Cenves, la faille met le granite en contact avec la microgranulite ou les tufs d'orthophyre; puis, plus au nord, elle diminue d'importance et affecte exclusivement le massif microgranulitique. Elle relève à Pierreclos, sur sa lèvre orientale, dans la cluse où coule la Petite Grosne, la série des terrains triasiques et jurassiques, et, près de là, à Bussièrès, un lambeau carbonifère et microgranulitique.

A l'est et au sud de la région influencée par cette faille, une faille secondaire a relevé à Jullié le terrain métamorphique et les schistes carbonifères. D'abord dirigée du sud au nord, elle met en contact, à Juliéna, le terrain métamorphique de sa lèvre orientale avec la série orthophyrique et carbonifère de l'ouest. Elle se coude à angle droit vers le hameau des Ravinets (Pruzilly), et se dirige de l'ouest à l'est vers le massif métamorphique et arkosique de la montagne de Bessay sous laquelle elle disparaît.

La seconde faille de la région va de Juliéna à Saint-Sorlin. Orientée nord-sud à Juliéna, elle s'infléchit un peu vers l'est à Saint-Vérand, où elle a relevé le terrain métamorphique et les schistes carbonifères au niveau du trias et de la série infra-liasique. Près du château de la Balmonde (Saint-Vérand), le sol

a été complètement disloqué par ses étoilements, qui ont réuni dans un véritable chaos des lambeaux disparates de terrain métamorphique, de schistes carbonifères, de marnes irisées triasiques, d'infra-lias et même de calcaire à entroques bajocien. De ce point si tourmenté, la faille prend une direction rectiligne qu'elle conserve jusqu'à Davayé, et affecte sur tout ce trajet, vers Fuissé, Solutré et Vergisson, les formations triasiques et jurassiques avec une dénivellation peu importante. Au hameau des Plantes (Davayé), elle se bifurque pour réunir bientôt ses deux branches en une seule, qui se termine au pied du coteau carbonifère de Bussièrès que baigne la Petite Grosne.

Plus à l'est, une troisième grande faille va des environs du bourg de la Chapelle-de-Guinchay à Chavagny avec une direction sensiblement sud-nord. Elle côtoie l'affleurement granitique de Juliéna et de Saint-Amour, traverse l'Arloy à Chânes, suit la dépression occupée par le ruisseau le Goitran, entre cette dernière commune et Chaintré, relève à Vinzelles, dans le parc du château, le terrain métamorphique au niveau des arkoses du trias, se perd à Saint-Léger sous les alluvions de la Petite Grosne et reparaît sur la route de Cluny à Mâcon, aux Feuillardes (Charnay) où elle met en contact un lambeau de conglomérat oligocène et un lambeau de lias inférieur.

Elle continue alors sa marche sud-nord, vers Chevagny, dans les terrains jurassiques.

Entre les deux dernières grandes failles, il en existe une qui paraît n'être qu'une bifurcation de la seconde grande faille, et qui présente un grand intérêt pour nous, parce qu'elle a relevé la série carbonifère de Fuissé.

Elle se détache de la seconde faille à Leynes, vers le hameau des Pasquiers, d'où elle se dirige du sud-ouest au nord-est, par Fuissé, jusqu'au château de Saint-Léger, où elle se réunit à notre troisième faille. Dans son trajet, elle a relevé la série métamorphique et carbonifère de Fuissé, qui se trouve en contact à l'ouest avec le jurassique.

Une dernière faille, parallèle à la Saône, voisine de cette rivière et masquée presque partout au sud par les alluvions, se voit nettement au nord de Mâcon, entre Flacé et Charbonnières, où elle met en contact l'argile à silex avec le Bajocien au sud et avec un lambeau d'oxfordien au nord, vers Charbonnières.

Quant à l'âge de ces failles, il est assez difficile de préciser. Elles dateraient, d'après M. Arcelin, de l'éocène inférieur, et il est, en effet, certain qu'elles ont affecté l'argile à silex; selon le même auteur, elles auraient rejoué à nouveau à la fin de l'époque miocène; mais l'absence de formations miocènes dans la région, rend presque impossible la solution définitive de la question.

Je renvoie, pour l'étude de leur tracé, aux feuilles de Mâcon et de Bourg, de la Carte géologique, où elles sont très bien indiquées.

Si l'on fait une coupe de l'anticlinal beaujolais, entre Saint-Jacques-des-Arrêts et la Saône, on voit que l'affaissement du centre de la voûte et de ses divers compartiments, a entraîné l'affleurement du granite dans le compartiment central de Saint-Jacques, de la microganulite et des tufs orthophyriques dans le compartiment de Jullié, et enfin du granite dans le compartiment de Julié, le plus rapproché de la Saône.

Dans les environs de Mâcon, nos grandes failles, en affectant les terrains secondaires, ont donné naissance à la série des chaînons parallèles, dirigés du nord au sud, et d'une altitude d'autant moins grande qu'ils sont situés plus près de la Saône.

Je bornerai là ces considérations générales, qui trouveront leur développement dans les chapitres suivants.

CHAPITRE II

FORMATIONS ANTÉRIEURES AU CARBONIFÈRE

Les roches de la région Mâconnaise antérieures à l'époque carbonifère constituent une partie du massif éruptif de l'ouest. D'autres roches d'âge carbonifère, également cristallines, et plus importantes encore par leur masse, contribuent au relief de ce massif. Bien que ces dernières roches soient contemporaines des dépôts carbonifères, et certaines mêmes moins anciennes que le Culm, il ne me paraît pas possible de les séparer de leurs aînées, avec lesquelles elles forment un ensemble assez uniforme au point de vue des caractères physiques. Je les comprendrai donc dans la même description, et je ne parlerai dans mon chapitre spécialement consacré au terrain carbonifère que des roches d'origine interne subordonnées à ce terrain et formant avec les roches sédimentaires une série homogène.

A côté de ces formations purement cristallines, il en est d'autres, mixtes, composées de schistes métamorphisés, alternant avec des coulées éruptives et présentant un aspect nettement stratifié. D'un âge difficile à préciser, mais sûrement précambriens, et datant peut-être des premiers âges de notre globe, je les désignerai simplement ici, à cause de ces incertitudes, sous le nom de *terrain métamorphique*.

Quant aux dépôts franchement sédimentaires des époques Cambrienne, Silurienne et Dévonienne, ils n'existent pas en Mâconnais.

I. — ROCHES ÉRUPTIVES ANCIENNES

J'adopterai pour l'étude de ces roches la classification habituelle, d'après leur teneur en silice et aussi d'après leur âge, en commençant par la plus ancienne.

Roches acides.

1. **Granite.** — Le granite, qui joue un rôle important dans la région Mâconnaise, est une roche intrusive acide, du type granitoïde, dont il est difficile d'indiquer l'âge précis, tout au moins dans le Plateau central où elle n'a influencé que des terrains sans fossiles. Elle est, toutefois, antérieure au Dévonien qu'elle n'a jamais traversé. Composée de silicates les plus acides et les plus légers, sa cristallisation a dû s'opérer en profondeur et sous une pression considérable, comme le prouvent les inclusions liquides qu'elle contient; elle n'est venue au jour que par le fait de puissants phénomènes d'érosion, qui l'ont débarrassée du manteau de sédiments dont elle était recouverte.

Ce qui prouve encore qu'elle s'est formée en profondeur, c'est que dans ses apophyses les plus rapprochées de la surface on voit ses éléments diminuer de volume et produire des microgranites, tandis que dans les couches profondes ses cristaux sont toujours plus grands.

Elle forme des massifs en général elliptiques et ayant la direction des couches encaissantes.

D'après les récents et très remarquables travaux de M. A. Lacroix¹, le granite se serait formé en grande partie aux dépens des couches sédimentaires, qui auraient eu une

¹ A. Lacroix, le Granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact (*Bulletin des services de la carte géologique de la France*, n° 64, 1898-1899).

grande influence sur sa composition. Selon lui il a dû emprunter une partie de ses éléments aux roches qu'il a traversées. Peut-être de simples vapeurs chargées de chlorures de calcium, de potassium, de sodium, de magnésium, etc... et de quelques minéralisateurs tels que le bore et le fluor, ont-elles suffi à produire du granite en traversant des couches sédimentaires. Si ces couches contenaient, par exemple, de la magnésie ou de la chaux, il a pu se former des granites plus basiques. A Vaugneray, l'apophyse intrusive est devenue du granite à amphibole. Cette action endomorphe a pu aller très loin et donner naissance à des diorites, à des diabases ou à des péridotides.

Quand le granite, en se formant, digère la totalité des éléments du terrain encaissant, on a du granite vrai, autour duquel on constate toujours une auréole où les sédiments sont devenus cristallins sans se transformer en granite; c'est l'*auréole de métamorphisme*, qui se compose de gneiss dans sa partie la plus voisine du noyau cristallin, de micaschistes et de schistes sériciteux dans ses couches les plus éloignées.

A part le massif granitique de Saint-Jacques-des-Arrêts, dont j'ai parlé à propos de nos failles, massif qui est situé du reste en dehors de la région étudiée, le granite ne se voit qu'au sud-ouest de cette région, vers Saint-Amour, Juliéna et la Chapelle-de-Guinchay, où il forme l'ossature de la montagne de Raimond (alt. 519^m), qui s'abaisse sous les alluvions anciennes de la vallée de la Mauvaise, par une suite de collines arrondies, de plus en plus basses en approchant de la Saône.

Une faille secondaire le met en contact, au nord vers Saint-Amour et à l'ouest vers Juliéna, avec le massif métamorphique voisin et ses diorites. A Saint-Amour, au hameau des Chamonards, dans la tranchée de la route n° 69, qui va de Mâcon à Juliéna, il a bouleversé les schistes métamorphiques dont il a englobé des fragments parfois volumineux. Il est donc, d'après cela, plus récent que ces schistes.

Dans le massif de Raimond, il est coupé par une série de

filons parallèles de quartz calcédonieux orientés du nord-ouest au sud-est, et par quelques filons de porphyrite micacée, également parallèles entre eux et allant du nord au sud. C'est à l'extrémité *est* de l'apophyse que ce massif envoie vers le bourg de Romanèche-Thorins, que se voient deux lambeaux de lias, mis en contact par une faille avec des filons de quartz riches en minéral de manganèse, encore activement exploité aujourd'hui.

Le granite de Raimond est à éléments moyens et sensiblement de même volume ; il contient, avec un mica noir abondant, des cristaux d'orthose d'un beau rose chair. Dans ses parties superficielles, le mica s'est parfois altéré, et a pris une teinte verdâtre, donnant alors à la roche l'aspect de certaines protogines des Alpes, comme il est facile de le voir, à Saint-Amour dans une carrière ouverte au hameau des Berthauts.

2. **Granulite.** — La granulite est une roche acide du type granitoïde, formée à peu près des mêmes éléments que le granite. Mais son quartz, de forme bipyramidée, a cristallisé en même temps que son feldspath, contrairement à ce qui a lieu dans le granite, où le quartz est l'élément de dernière cristallisation.

La granulite est presque toujours de couleur claire, à cause de son mica qui est blanc ; on y trouve aussi, mais exceptionnellement, du mica noir qui appartient aux premiers temps de la consolidation.

Les minéraux accessoires de la granulite sont les mêmes que ceux du granite : grenats, tourmaline, etc. Ce dernier minéral est souvent abondant dans la granulite et peut être considéré comme caractéristique.

La granulite présente plusieurs variétés intéressantes :

1. Le *granite* à deux micas, ou granulite à mica noir, qui forme presque partout la gangue des minerais d'étain, en France comme en Angleterre.

2. La *pegmatite*, roche formée de feldspath et de quartz

orientés dans le même sens et s'éteignant ensemble sous le champ du microscope.

L'âge de la granulite est difficile à établir. M. Michel Lévy la considère comme dévonienne dans le Morvan. En Bretagne, M. Charles Barrois admet que la granulite est des deux époques précambrienne et carbonifère. Quoi qu'il en soit, elle est certainement moins ancienne que le granite qu'elle a traversé partout dans le Plateau Central. C'est presque toujours une roche en filons très répandue dans tous les granites.

Son action métamorphique sur les terrains encaissants est moins importante que celle du granite; elle a cependant transformé certains micaschistes en gneiss granulitiques.

Dans toute notre région, la granulite ne se montre qu'en filonnets insignifiants. Il faut aller plus au sud, vers Fleurie et Chiroubles, pour trouver des filons granulitiques de quelque importance, parallèles entre eux, de forme elliptique, et orientés du sud-ouest au nord-est.

Nulle part, en Mâconnais, la granulite ne forme de véritable massif; on la trouve en revanche injectant le granite dans toutes ses fissures, et régulièrement intercalée en filons, quelquefois assez épais (jusqu'à 15 mètres), dans les schistes et les diorites de notre terrain métamorphique. On la voit former parfois, mais exceptionnellement, de petits pointements, comme cela a lieu dans la carrière exploitée au sud du hameau des Pasquiers (Leynes), sur la route n° 31.

Partout elle a le même aspect et la même structure. Franchement cristalline, miroitant à la lumière, formée de grains très petits, elle présente parfois des plages d'éléments feldspathiques et quartzeux de plus grand volume, et ressemble alors à de véritable pegmatite. On trouve de beaux exemples de ce mode de structure dans les filonnets qui remplissent les fentes du granite exploité dans les carrières des Darroux (la Chapelle-de-Guinchay).

M. A. Lacroix, qui a bien voulu examiner une plaque (n° 1 de ma collection) tirée d'un échantillon de granulite provenant

de la carrière des Poulets (Saint-Amour), a résumé ainsi cet examen :

Plaque n° 1. — Granulite (Aplite) en filon franchement éruptif. Roche feldspathique acide; orthose; plagioclases tricliniques acides atteignant à peine l'andésine comme teneur en silice; un peu de mica biotite; pas de muscovite.

Un autre échantillon provenant du terrain métamorphique de Fuissé (plaque n° 5), au voisinage du parc de Vinzelles, et examiné aussi par M. Lacroix, a donné le résultat suivant :

Plaque n° 5. — Granulite de même composition que celle de la plaque n° 1, mais contenant beaucoup d'épidote et de sphène.

La granulite n'a jamais traversé, en Mâconnais, le terrain carbonifère; elle lui est donc antérieure. Elle n'offre dans le pays, du reste, qu'un intérêt purement minéralogique.

3. **Microgranulite.** — La microgranulite est une roche acide du type granitoïde, formée des mêmes éléments que le granite, mais dont le quartz, au lieu d'être orienté de même sur de grandes plages, se trouve disposé en petits fragments juxtaposés sans ordre, produisant dans le champ du microscope polarisateur l'effet d'une brillante mosaïque.

C'est à ce mode de structure que M. Michel Lévy a donné le nom de *granulitique*.

Dans la pâte microgranulitique, il n'y a qu'une atténuation des cristaux du granite, disposition qui rapproche les microgranulites des microgranites des apophyses granitiques. Cette pâte, formée de tout petits cristaux, fait pressentir déjà le type porphyrique. Sur cette pâte se détachent, dans certaines microgranulites, de grands cristaux de feldspath, et, en moindre abondance, de petits cristaux de quartz bipyramidé.

Les microgranulites ont traversé le Carbonifère inférieur et se sont épanchées à la surface des orthophyres, dont je parlerai

bientôt en m'occupant des roches neutres. Leurs galets roulés se trouvent abondamment dans les conglomérats du terrain houiller.

La microgranulite mâconnaise constitue à l'ouest un massif allongé, orienté du sud-ouest au nord-est, que la grande faille d'Ouroux à Bussières a mis en contact avec le granite vers Saint-Jacques-des-Arrêts, et plus au nord, vers Serrières, avec une microgranulite riche en mica et de couleur foncée.

Elle couvre à Serrières de grandes surfaces, et plus au sud, vers Vergisson et la Grange-du-Bois, elle est recouverte par les arkoses du trias; puis, vers Cenves, elle se heurte aux petits massifs d'orthophyres et au vaste manteau de tufs orthophyriques qui recouvrent les communes de Pruzilly et de Jullié et s'étendent jusqu'à Ouroux et Vauxrenard.

On la retrouve parfois dans la région des collines sédimentaires, là où les failles l'ont relevée, en même temps que le terrain métamorphique qu'elle a injecté à Fuissé et à Juliéna.

La microgranulite type du Mâconnais se présente sous l'aspect d'un granite porphyroïde à pâte claire sur laquelle se détachent de grands cristaux d'orthose couleur chair. Du reste, sa structure est loin d'être uniforme, même dans un même filon, et on peut voir à Saint-Amour, à Fuissé, à Vergisson, à côté de ce type, une variété foncée où le mica domine, et où le feldspath, qui est encore de l'orthose, se présente sous forme de petits cristaux d'un blanc mat.

4. Porphyre globulaire. — Le porphyre globulaire, ou eurite, est une roche acide du type porphyroïde, intermédiaire entre les roches cristallines et les roches vitreuses.

La matière amorphe s'y trouve en quantité notable, et le quartz, au lieu d'inclusions liquides, contient des inclusions vitreuses.

Les globules, de forme concentrique et radiaire, sont constitués par un mélange de quartz et de calcédoine.

Ce porphyre, qui ne se montre dans notre région qu'en

quelques points isolés de peu d'étendue, se serait épanché postérieurement à la microgranulite et aux tufs ; il serait le précurseur des véritables porphyres pétrosiliceux qui, plus tard, aux époques houillère et permienne, joueront un rôle important.

C'est à Chasselas, où il forme le petit massif de Roche-Noire, qu'il présente son pointement le plus net et le plus intéressant. Plus au sud et à l'ouest, il se montre encore dans deux longues bandes parallèles, dont la plus septentrionale repose tout entière sur les tufs orthophyriques de Cenves, tandis que celle du sud sépare ces mêmes tufs, vers Chasselas et le Bois-de-Leynes (Leynes), de la série des dépôts triasiques.

Un autre pointement insignifiant se voit encore entre Pruzilly et Jullié, dans la formation métamorphique de la gorge d'Enveaux.

Il se présente partout sous l'aspect d'une roche à pâte claire, à structure globulaire visible à l'œil nu, et à éléments de très petite taille.

A Roche-Noire (Chasselas), le massif porphyrique est traversé par un filon calcédonieux à bandes parallèles rappelant les véritables Cornes.

Roches neutres.

1. **Ortholite** (ou *minette*). — L'ortholite ou minette (nom qui lui vient de son association habituelle avec la *mine de fer* à Framont, Vosges) est une roche neutre porphyroïde, à texture microgranulitique, composée d'orthose et de mica. Dans certaines variétés, le mica est remplacé par de l'amphibole ou du pyroxène.

Cette roche est rare en Mâconnais, où on ne l'observe que sous forme de petits filons de 15 à 20 centimètres d'épaisseur au maximum, qui ont injecté quelques fissures du granite, notamment à Saint-Amour. Toujours très altérée, elle constitue

une roche tendre, de couleur foncée, formée de très petits grains se délitant sous le doigt en une arène ténue.

2. **Orthophyre.** — L'orthophyre joue dans notre région un rôle plus important. C'est une roche neutre du type porphyroïde à structure microlithique et contenant parfois déjà quelques éléments vitreux. La Caractéristique de l'orthophyre est la prédominance du feldspath.

Dans le Morvan et la Loire, il a injecté et recouvert de ses coulées les schistes du carbonifère inférieur.

Il est l'équivalent des *porphyres bruns* des Vosges.

Toujours lié dans notre région aux tufs orthophyriques, il forme sur la commune de Cenves le sommet (733 mètres d'altitude). Là, il se trouve en contact, au nord et à l'ouest avec la microgranulite, au sud avec un filon de quartz, et à l'est avec les tufs. On le retrouve plus au sud, où il forme le petit massif de Rousset (sommet 792^m) (Cenves), et il se montre encore, sous forme de pointements isolés, dans le puissant massif de tufs qui s'étale sur le territoire des communes de Pruzilly, de Cenves et de Jullié.

Il présente à l'œil nu un aspect assez uniforme. C'est une roche très lourde, d'un beau noir, à pâte compacte sur laquelle se détachent, souvent en abondance, de nombreux fragments d'orthose de petit volume.

Les orthophyres se sont épanchés à la fin de l'époque du Culm ; on les trouve toujours associés avec des tufs de même composition. Ils contiennent moins de silice que les granites et se rapprochent davantage des microgranulites. Leur structure, en grande partie microlithique, est celle des roches effusives (roches volcaniques).

3. **Tufs orthophyriques.** — Les tufs orthophyriques tiennent une grande place dans notre région. Ils occupent tout le centre du synclinal du Beaujolais et se sont produits à la fin du carbonifère inférieur.

Ils ont été souvent qualifiés de *grès* métamorphiques ; il est souvent difficile, il est vrai, de les différencier des grès d'origine purement sédimentaire. Pour M. Michel Lévy, ce sont de véritables brèches de projection.

Ils sont constitués par un mélange de débris de quartz, de mica, d'orthose et quelquefois d'oligoclase, cimentés par une pâte calcédonieuse.

Ils forment à l'ouest le puissant massif de Cenves, de Pruzilly et de Jullié, qui vers Serrières et Saint-Jacques-des-Arrêts, rencontre la microgranulite, qui les a lardés en maints endroits de minces filons associés parfois à des orthophyres et à des porphyres globulaires. Du Télégraphe de la Grange-du-Bois (Cenves) au bois de Leynes (Leynes) et à la montagne de Bessay (Saint-Vérand), ils supportent la bande nord-sud des arkoses du trias. Vers Jullié et Julliénas, une faille de direction nord-sud les met en contact avec le terrain métamorphique et les diorites. Ils se continuent ensuite au sud par le massif montagneux d'Emmeringes et de Vauxrenard jusqu'à Ouroux.

Ils varient beaucoup d'aspect suivant la région où on les étudie, et constituent une roche de couleur foncée, allant du gris au brun et au noir, et criblée d'une infinité de débris feldspathiques, presque toujours décomposés.

4. Porphyrites micacées. — Ces roches ne présentent qu'un intérêt purement minéralogique en Mâconnais, où elles ont rempli de leurs minces filonnets quelques fentes de nos roches plus anciennes. Intermédiaires entre celles de la série acide et celles de la série basique, elles sont formées d'une pâte uniforme de couleur sombre, où domine en général le pyroxène et le mica.

Elles ne diffèrent des orthophyres que par leur feldspath, qui est un plagioclase ; elles varient beaucoup de composition, du reste, suivant les lieux. Leurs types basiques, qui contiennent du péridot, les rapprochent des basaltes.

Elles font partie, dans le Plateau Central, des dernières coulées éruptives de la série ancienne. Dans le Morvan, elles ont pénétré partout les couches permienues inférieures.

Nos filons de Porphyrîte micacée les plus importants se voient dans le granite exploité à Romanèche dans la carrière de Roclaine. Ces filons, d'une épaisseur très régulière de 0^m50 à 0^m60, sont constitués par une roche de couleur foncée, formée d'éléments très petits.

Quelques filonnets ont parfois injecté aussi le terrain métamorphique, notamment aux abords de la Croix des Batailles, sur la vieille route allant de Chânes à Leynes.

Roches basiques.

Diorite. — La diorite est une roche basique du type granitoïde, appartenant à la famille de l'amphibole. Elle est caractérisée par un feldspath plagioclase et par de l'amphibole.

C'est une roche très ancienne, presque de même âge que le granite. M. Michel Lévy¹ la considère même comme plus ancienne ; selon lui, dans le Beaujolais, elle serait précambrienne et aurait transformé les schistes anciens tantôt en schistes amphiboliques, tantôt en cornes vertes.

La diorite présente plusieurs variétés suivant la nature de son feldspath, qui est tantôt de l'oligoclase, tantôt du labrador. Elle est assez rare dans le Plateau Central, et ne se trouve avec quelque abondance qu'aux environs de Beaujeu où elle forme de gros filons.

La diorite du Mâconnais est intimement liée au terrain métamorphique dont je vais m'occuper. Elle s'isole cependant quelquefois en petits massifs ou en filons toujours subordonnés à ce terrain.

Elle forme le relief de la lande inculte des Rontés (Fuissé) ;

¹ Michel Lévy, *Bulletin Soc. géol. Fr.* [3], XI, p. 299.

on la voit aussi traverser par plusieurs filons la pente métamorphique qui s'étend de la montagne de Balmont à Creuse-Noire (Leynes).

Ses affleurements les plus importants se trouvent vers Pruzilly, Jullié et Juliéna; à Pruzilly, une faille ouest-est, qui passe par les hameaux des Ravinets et des Burnays, la met en contact au nord avec les tufs orthophyriques; la même faille, coudée à angle droit au hameau des Ravinets (Pruzilly), où elle prend une direction nord-sud, fait affleurer les mêmes tufs. Elle forme en cet endroit deux petits massifs séparés l'un de l'autre par la série métamorphique de la gorge d'Enveaux (Juliéna) et de la montagne de Bessay. Son massif le plus méridional se prolonge par une longue apophyse nord-est-sud-ouest, qui par Emmeringes et Vauxrenard aboutit à Avenas, s'encadrant entre le massif granitique de Raimond à l'est et les tufs orthophyriques du massif des Eguillettes à l'ouest.

La diorite du Mâconnais varie beaucoup d'aspect suivant ses gisements. Dans la région de Juliéna elle se montre souvent formée de gros cristaux; à Pruzilly, ses éléments, très petits et très cristallins, lui donnent un aspect nettement granitoïde: à Fuissé elle est parfois représentée par une roche verdâtre uniforme, à éléments invisibles à l'œil nu, qui ressemble à une amphibolite.

J'aurai à y revenir dans le paragraphe suivant.

II. — TERRAIN MÉTAMORPHIQUE

La formation ancienne dont je vais m'occuper est composée de roches franchement éruptives, de roches métamorphiques et de roches sédimentaires, toujours plus ou moins modifiées.

Spéciale à notre région, où elle n'occupe du reste qu'une surface relativement peu étendue, elle est représentée de Fuissé à Emmeringes par une série de lambeaux ayant dans leur ensemble une direction nord-est-sud-ouest.

Limitée au nord par un pointement de diorite sur lequel s'appuie la série carbonifère de Fuissé, elle est jalonnée sur son bord oriental, des Rontes (Fuissé) à Chaintré par une ligne nord-sud, très nettement indiquée par la route qui borde le parc du château de Vinzelles. Elle a été relevée là, en même temps que les arkoses du trias qui la recouvrent, par une de nos grandes failles qui coupe du nord au sud le bois de Vinzelles, mettant en contact le trias avec le Bajocien.

De l'extrémité sud de ce bois, elle prend une direction nord-est-sud-ouest jusqu'aux Dîmes (Saint-Vérand), émettant entre ces deux points une série d'apophyses saillantes qui plongent sous les alluvions anciennes.

Des Dîmes (Saint-Vérand), où les étoilements d'une de nos grandes failles l'ont relevée avec un lambeau carbonifère, au niveau du Bajocien et de la série liasique, elle suit une direction nord jusqu'au hameau des Pasquiers (Leynes). De là elle emprunte du sud-ouest au nord-est le tracé de la faille secondaire qui l'a relevée avec la série du lias vers Leynes et avec le carbonifère vers Fuissé.

Dans ces limites, où elle a été traversée par plusieurs filons de microgranulite, dont le plus important va, avec une direction presque nord-sud, de Vers-Chânes (Fuissé) à la Vernette (Leynes), elle occupe toute la partie sud-est du territoire de la commune de Fuissé jusqu'à la Creuse-Préaud, allant par Vers-Chânes (Fuissé) et les Bruyères (Fuissé) jusqu'à la montagne de Balmont (Leynes) dont elle forme l'ossature ; le sommet de cette montagne (altitude 406 m) est couronné par les arkoses du trias.

De là elle s'étend par les grands plateaux de la Vernette et de Creuse-Noire jusqu'au village de Chânes, où une faille, nettement indiquée par le cours du ruisseau le Goitran, la met en contact vers Chaintré avec le Bajocien.

A l'ouest, vers le chemin n° 31, elle disparaît sous les alluvions de l'Arloy, pour reparaitre sur la rive droite de la

rivière et constituer le sol cultivé de la plus grande partie de la commune de Saint-Vérand.

Plus au sud, elle forme une longue bande est-ouest allant de la Gagère (Saint-Amour), où elle a été bouleversée par la microgranulite, à Jullié où elle est encaissée au nord et au sud par les deux massifs de diorite dont j'ai parlé au paragraphe précédent. Elle se heurte à l'ouest à la faille qui la sépare des tufs orthophyriques. Elle s'appuie au sud, vers Saint-Amour et Julié, contre le massif granitique qui sur certains points l'a imprégnée de ses filons ; elle serait donc plus ancienne.

Un dernier lambeau, subordonné au filon dioritique qui, avec une direction nord-est-sud-ouest, va de Jullié à Avenas, se montre à Emmeringes sur la rive gauche de la Mauvaise.

Cette formation ancienne, dont je viens d'esquisser à grands traits les limites, est désignée dans les feuilles de Mâcon et de Bourg de la Carte géologique, sous le nom de *schistes amphiboliques et cornes vertes*. Les considérations dans lesquelles je vais entrer montreront que cette dénomination est trop vague, et que le terrain auquel elle s'applique est d'une constitution complexe et intéressante à préciser.

Notre terrain métamorphique ne présente dans toute la région aucun relief notable ; pendant longtemps son étude a été rendue difficile par l'insuffisance de ses affleurements. Depuis quelques années, de nouvelles routes, récemment ouvertes, m'ont permis d'en observer des coupes intéressantes dans leurs tranchées un peu profondes.

Mes observations les plus précises ont porté sur les tranchées des routes de Chaintré à Fuissé, du bourg de Saint-Vérand au hameau des Dîmes, du port d'Arciat à Tramayes, et de Saint-Amour à Pruzilly par le hameau du Pavillon.

A simple vue, ce terrain a partout un aspect nettement stratifié ; il présente une succession de bandes diversement colorées, où le bleu foncé et le rose clair dominent, alternant régulièrement entre elles, toujours très redressées et voisines de la verticale. Il paraît très ancien ; aucun de ses éléments

franchement éruptifs n'a traversé le terrain carbonifère qui s'appuie sur lui en différents points. Il s'est même certainement formé avant l'apparition du granite, qui l'a bouleversé et en a englobé des fragments au hameau des Chamonnards (Saint-Amour), dans la tranchée de la route n° 69, allant de Mâcon à Juliéna.

De quels éléments est-il formé? Je viens de parler de la différence de coloration tranchée qui permet d'isoler pour les besoins de l'observation ces divers éléments. Si on examine une quelconque des bandes *bleu foncé* que j'ai signalées, on la voit formée, dans sa partie superficielle en contact avec les agents atmosphériques, de débris tellement décomposés, qu'il est impossible de les définir sans le secours de l'analyse et de l'examen microscopique. Mais si on la suit en profondeur, on la voit insensiblement, passer tantôt à une diorite franchement cristalline, tantôt à d'autres roches moins nettement éruptives, mais de composition très voisine. Cette disposition a pu être observée dans la carrière de Colon (Chânes), sur le chemin n° 31, où pendant plusieurs années de très belle diorite a été extraite en profondeur pour l'empierrement des routes. Elle est visible aussi sur d'autres points, notamment à Fuissé (sur les Rontés), à Saint-Vérand (sur le chemin des Dîmes), et à Juliéna (sur la pente d'Enveaux).

Les bandes *rose clair* sont constituées soit par de la granulite franche, soit par d'autres roches singulières, de nature métamorphique, dont j'indique ci-après la composition, grâce au précieux concours de M. A. Lacroix, le savant minéralogiste du Muséum.

Les plaques tirées de ces roches et numérotées comme ci-après font partie des collections qui se rapportent à mon étude et sont déposées à la Faculté des sciences de Lyon.

N° 1. — Granulite (Aplite) en filon franchement éruptif. Roche feldspathique acide; orthose; plagioclases tricliniques acides atteignant à peine l'andésine comme teneur en silice; un peu de mica biotite; pas de muscovite.

Provenance de l'échantillon : terrain métamorphique de Saint-Amour, lieu dit « aux Poulets ».

N° 2. — Microgranulite passant à la micropegmatite. Cristaux de quartz bipyramidé; biotite (cette biotite est de recristallisation); orthose; plagioclases acides, au-dessous de l'andésine comme teneur en silice: magma d'orthose et de quartz; structure micropegmatoïde.

Provenance : tranchée du chemin rural qui va du bourg de Saint-Vérand au château de Béthune.

N° 3. — Diorite normale avec feldspath altéré (Hornblende et Labrador); quartz secondaire de remplissage et beaucoup d'épidote; amphibole en voie de décomposition et se transformant en chlorite. L'amphibole se serait consolidée postérieurement. Tendance à la structure ophitique.

Provenance : Terrain métamorphique de Fuissé (les Rontés).

N° 4. — Roche composée d'aiguilles d'amphibole verdâtre, de fer titané et de grains feldspathiques, provenant d'une diorite décomposée. Feldspaths anciens et feldspaths néogènes. Plus de traces de structure. Cette roche, qui est une roche de décomposition, pourrait être dénommée schiste amphibolique. La diorite, dans ses affleurements, se transforme souvent en schistes verdâtres, très altérés, analogues à ceux qu'on trouve dans les Alpes.

Provenance : Terrain métamorphique de Fuissé (les Rontés).

N° 5. — Granulite de même composition que celle de l'échantillon n° 1, mais contenant en plus beaucoup d'épidote et de sphène.

Provenance : Tranchée de la nouvelle route de Chaintré à Fuissé, au niveau du bois du château de Vinzelles.

N° 6. — Porphyrite amphibolique à structure microlithique. Feldspaths tricliniques plus acides que l'andésine (probablement des oligoclases). Microlithes mélangés à une grande quantité de petites aiguilles d'amphibole secondaire, d'épidote et de feldspaths non basiques (c'est probablement une forme de contact de la diorite, mais pas un filon).

Provenance : Fuissé, sur la route longeant le bois de Vinzelles.

N° 7. — Même structure que le n° 5 et même provenance, avec cette différence que l'échantillon a été recueilli dans la même formation, mais sur un autre point.

N° 8. — Même structure et même provenance que pour le précédent.

N° 9. — Même structure encore que pour le n° 5, avec des phénomènes de compression de la roche en plus.

N° 10. — Même structure que les nos 5, 7, 8 et 9 (on y voit des veines d'épidote comme dans tous les échantillons précédents).

Provenance : Tous ces échantillons proviennent du terrain métamorphique qui longe le bois de Vinzelles, et ont été recueillis dans la tranchée de la nouvelle route.

Outre ces roches, que leur bon état de conservation rend faciles à étudier, on trouve encore dans notre formation métamorphique des schistes feldspathiques de couleur foncée allant du jaune clair au brun, alternant avec les roches amphiboliques et granulitiques. Ces schistes sont toujours très altérés et d'un examen difficile.

J'ai dit que l'ensemble de la série ne présentait guère que des affleurements de surface, permettant rarement d'y trouver des coupes un peu complètes. Cependant on observe çà et là de petites éminences métamorphiques, au relief desquelles concourt presque toujours la microgranulite, qui a partout injecté le terrain ancien.

C'est à ces points de contact qu'on a ouvert dans tout le pays des carrières où la microgranulite, réduite en arène dans ses couches supérieures, est exploitée comme sable.

J'indique ici quelques-unes de ces carrières, où ce contact du terrain métamorphique et de la microgranulite est intéressant à observer.

A la Vernette (Leynes), une carrière ouverte au nord-ouest du hameau des Bruyères (Fuissé) a produit une excavation profonde dont la moitié *ouest* montre une masse imposante de microgranulite avec filons de porphyrite micacée, tandis que la moitié *est* présente une bonne coupe du terrain métamorphique avec ses diorites, ses granulites, ses schistes amphiboliques et siliceux.

A quelques centaines de mètres de là, sur le chemin qui va du hameau de la Vernette au village de Leynes, près de la maison de la Jacquarde, on peut étudier les mêmes formations dans une carrière aujourd'hui abandonnée.

La série métamorphique affleure de Chânes à Leynes sur tout le bord oriental du chemin de grande communication n° 31, allant du port d'Arciat à Tramayes. Près de la borne kilométrique n° 5, on a ouvert au lieu dit « en Colon », sur Chânes, une carrière d'où de très belle diorite a été extraite pendant plusieurs années pour l'entretien des routes.

Plus loin, sur la même route, à 250 mètres environ du hameau des Pasquiers (Leynes), et au sud de ce hameau, se voit un pointement important de granulite en contact avec un gros filon de microgranulite. Dans la partie nord de la carrière ouverte dans les deux roches, la microgranulite est exploitée comme sable, tandis que dans la partie sud de la même carrière la granulite fournit de beaux matériaux utilisables pour la construction des murs.

Sur la rive droite de l'Arloy, au niveau de la carrière abandonnée de Colon (Chânes), se trouvent les grandes excavations de la Gagère (Saint-Amour), où la microgranulite est exploitée comme sable de temps immémorial, des deux côtés d'un petit chemin qui finit en cul-de-sac tout près de là, et montre sur son talus nord, dressé en abrupt, une coupe assez complète du terrain métamorphique, qu'on peut citer comme type de la disposition des éléments dont est formé ce terrain dans toute la région.

Voici cette coupe :

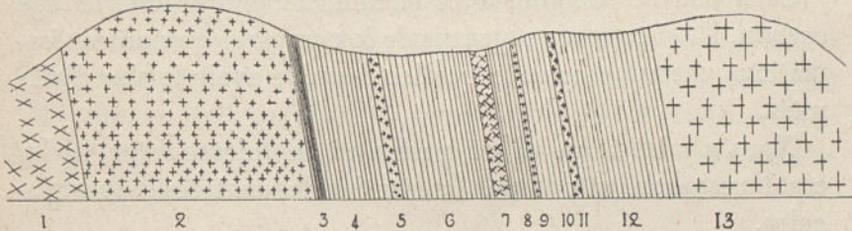


FIG. 1. — Coupe dans le terrain métamorphique. — La Gagère (Saint-Amour).
Echelle 2 pour 1000.

1. Pointement de diorite. — 2. 15^m granulite. — 3. 0,70 schistes rouges à pâte fine. — 4. 4^m schistes amphiboliques grossiers. — 5. 0,50 granulite. — 6. 6^m schistes amphiboliques. — 7. 0,80 diorite. — 8. 1^m50 schistes décomposés. — 9. 0,50 granulite. — 10. 2^m schistes amphiboliques. — 11. 0,60 granulite. — 12. 6^m schistes amphiboliques décomposés. — 13. Filon de microgranulite.

Le petit chemin qui sert à l'exploitation de ces carrières vient se perdre au pied de la pente très rapide qui s'élève à l'ouest jusqu'au plateau où se trouvent situés le hameau de la Gagère et, près de là, le bourg de Saint-Amour. Cette pente, encaissée

entre deux talus couverts de broussailles et cultivée en vigne, est entièrement formée de terrain métamorphique, qui s'étale aussi sur la partie du plateau où est construite l'église de Saint-Amour et où est installé le nouveau cimetière ; mais là il est souvent masqué par les alluvions anciennes dont il sera question plus loin.

On peut le suivre aussi sur les talus de la route qui va de Saint-Amour à Pruzilly en passant par les hameaux des Chamonnards et du Pavillon. En approchant de ce dernier hameau il devient de plus en plus schisteux, et son état de décomposition ne permet plus de distinguer nettement ses divers éléments.

A l'est de l'église de Saint-Amour, il forme la partie nord des pentes rapides de la Gagère et de Petusant, qui sont constituées au sud par un pointement important de microgranulite.

Il s'étend sur la presque totalité du territoire de la commune de Saint-Vérand, et on peut le suivre plus à l'est, entre Pruzilly et Juliéna, sur les bords de la nouvelle route des Fouillouses (Juliéna) qui dessert la vallée d'Enveaux.

Sans pouvoir assigner à ce terrain métamorphique un âge certain, il est cependant permis de le comparer aux autres formations anciennes avec lesquelles il semble avoir le plus d'affinités.

Nous n'y trouvons ni les gneiss, ni les micaschistes, ni les cipolins si abondants dans le Laurentien des contrées septentrionales.

Au moins par sa composition pétrographique, il semblerait au contraire se rapprocher beaucoup plus du Huronien ou Archéen supérieur des mêmes régions.

Des roches amphiboliques, granulitiques, très riches en épidoïte, analogues à celles du Mâconnais, ont été signalées par divers géologues en différents points du globe.

L'Archéen du Shropshire ou Malvernien de M. Callaway (*Géol. mag.* [3], V, p. 319) serait formé de granites et de diorites, ultérieurement changés en gneiss à mica et à amphibole.

M. Bonney (*Geol. Soc. London*, LII, 1898, p. 17) a rapporté à l'Archéen les schistes amphiboliques et les granulites du cap Lizard en Cornouailles.

M. Sederholm, dans son Archéen de Finlande, cite encore à la base des diorites et des amphiboloschistes (*Ueber den Berggrund des Südlichen Finlands*, Fennia, 1893).

Le Huronien ou Archéen supérieur des géologues canadiens est également formé de roches vertes amphiboliques avec chlorite, serpentine et épidote.

Les roches amphiboliques jouent un rôle important dans les formations présumées archéennes du Plateau Central, du Morvan et du massif armoricain.

En Corse, il existe, supportant les terrains sédimentaires, une série dite archéenne, de 1500 mètres de schistes amphiboliques, de quartzites très chargés d'épidote et de chlorite, toutes roches très voisines de celles du Mâconnais.

Le terrain précambrien, avec ses schistes satinés, ses phyllades, ses ardoises, ses calcaires, présente bien peu de points communs avec nos formations anciennes.

C'est donc en somme des formations archéennes supérieures que je serais tenté de rapprocher le terrain métamorphique du Mâconnais, tout en faisant la réserve que ses caractères pétrographiques peuvent parfaitement avoir été acquis aux dépens de formations sédimentaires beaucoup plus récentes.

CHAPITRE III

FORMATIONS POSTÉRIEURES AU CARBONIFÈRE

Les formations postérieures au carbonifère appartiennent au trias et surtout à l'époque jurassique. Le terrain créacé, qui a dû recouvrir la région, comme l'attestent ses fossiles roulés de l'argile à silex, a été complètement arasé par de puissants phénomènes d'érosion, qui ont intéressé aussi le Jurassique supérieur, dont on ne retrouve plus que des lambeaux isolés.

Les dépôts tertiaires, représentés par l'Argile à silex et les Poudingues calcaires, sont presque entièrement situés en dehors de la région qui m'occupe. Je ne ferai que les citer.

Peut-être pourrait-on rattacher à l'époque tertiaire les alluvions importantes qui recouvrent presque partout nos autres terrains ; mais ces alluvions peuvent tout aussi bien appartenir aux temps quaternaires. Les restes organiques ont manqué jusqu'ici pour préciser leur âge.

Trias. — Les dépôts triasiques forment à l'ouest une ligne de hauteurs assez constantes allant de Berzé-la-Ville, où est exploité un gisement de plâtre important, jusqu'à la montagne de Bessay (alt. 491 m.) dont ils couronnent le sommet. Entre ces deux points extrêmes, cette ligne est jalonnée du nord au sud par les villages de Milly, Bussières, Pierreclos, Vergisson, Solutré, Chasselas, Leynes, Pruzilly, Saint-Vérand et Saint-Amour.

De Pierreclos à la Grange-du-Bois, la série triasique s'ap-

puie sur la microgranulite. A la Grange-du-Bois elle s'étale largement sur le sommet, 615^m (télégraphe). A partir de ce sommet elle repose sur les tufs orthophyriques jusqu'à Saint-Vérand, où elle recouvre le terrain carbonifère et, plus au sud, les schistes métamorphiques. Une de nos failles la fait disparaître près du sommet de la montagne de Bessay.

A Leynes, le trias a été relevé en même temps que la série liasique au niveau de la colline bajocienne du Bois-de-Fey, par la faille qui, des Pasquiers (Leynes) au château de Saint-Léger, a ramené au jour vers Fuissé les dépôts carbonifères. Il forme le sommet de la montagne de Balmont (406 m.). Sa ligne d'affleurement, dirigée de l'ouest à l'est, présente un escarpement saillant qui domine le terrain métamorphique des pentes qui aboutissent aux plateaux de la Vernette et de Creuse-Noire.

Plus à l'est, on le retrouve formant une longue bande nord-sud, allant du château de Saint-Léger, au voisinage duquel il s'appuie sur la microgranulite et la série carbonifère de Fuissé, jusqu'au parc de Vinzelles où la faille l'a relevé au niveau du Bajocien.

C'est surtout à l'ouest de Chasselas et de Leynes, vers les carrières ouvertes dans les arkoses, qu'on peut observer de près l'allure de ce terrain, qui se montre très complet en ce point, tandis qu'à Leynes (montagne de Balmont) et à Vinzelles il est à peu près réduit à son assise arkosique.

A la base, on voit des bancs d'arkose grossière formée de grains volumineux de quartz et d'orthose. Les bancs moyens sont à éléments plus petits, mais toujours distincts, et passent vers le haut à des quartzites rappelant par leur aspect les quartzites alpins. Cette formation gréseuse représente des dépôts littoraux, comme en témoignent les empreintes de pas de *Chirotherium* qui y sont très communs, surtout à Chasselas et à Saint-Vérand.

Sur les grès reposent des argilolites à pâte fine, surtout dans leurs couches supérieures, et bariolées comme les marnes irisées qui les recouvrent. Ces argilolites, très dures, semblent

n'être que des marnes irisées sursaturées de silice et durcies.

Les Marnes irisées véritables les surmontent, et contiennent dans leurs couches les plus élevées des calcaires magnésiens en bancs peu épais ou en plaquettes. Elles occupent en général le pied du coteau triasique du côté de l'est, et donnent d'excellentes terres pour la culture de la vigne. A Berzé-la-Ville, elles contiennent de riches dépôts de plâtre.

Enfin, les Marnes irisées sont surmontées d'une couche mince de cargneules dolomitiques, qui forme l'assise de passage entre le trias et le *bone-bed* du Rhétien.

On a voulu reconnaître dans notre trias mâconnais les différents termes du trias lorrain. D'après cette hypothèse, la formation arkosique serait l'équivalent du grès bigarré, les argilolites représenteraient le muschelkalk et les marnes irisées le Keuper.

Rien ne me paraît justifier cette manière de voir sur le trias de notre région, qui ne doit représenter que l'étage du Keuper, conformément, du reste, aux idées qui commencent à se faire jour sur la question. M. Léon Bertrand, entre autres, voit dans les dépôts triasiques du centre de la France le résultat de la transgression des lagunes keupériennes sur les bords du massif central.

Terrain jurassique. — Je ne parlerai que très succinctement ici des formations jurassiques, qui sont très connues et très exactement indiquées sur la Carte géologique.

Nos grandes failles ont déterminé dans notre région, comme je l'ai déjà dit, la formation de trois chaînons jurassiques orientés du nord au sud, dont le plus occidental est constitué par les sommets du Monsard (alt. 410 m.), de Saint-Claude (Prissé) (412 m.), de Vergisson (488 m.), de Solutré (495 m.), du mont de Pouilly (485 m.), du bois de Fey (Leynes) (423 m.) C'est cette succession de sommets, parmi lesquels se trouvent les beaux abrupts de Vergisson et de Solutré, qui

donne à cette partie de notre pays un aspect si pittoresque. Tous appartiennent à l'étage bajocien qui surplombe à l'ouest la vallée du Lias, et sur lequel s'appuient à l'est les autres étages jurassiques dont les affleurements sont très réduits.

On peut considérer comme dépendant de notre chaînon principal les deux massifs de Saint-Sorlin (333 m.) et de Prissé (295 m.), qui sont formés des mêmes assises.

Notre second chaînon va de Chevagny, où une faille a relevé le trias et la série jurassique, jusqu'à Charnay, où il disparaît sous les alluvions de la vallée de la Petite Grosne.

Il se relève ensuite pour former la colline sur laquelle sont situés les villages de Loché, Vinzelles et Chaintré, et finit Chânes par quelques affleurements de faible relief. Dans sa partie nord, vers Chevagny, la série jurassique peut se suivre jusqu'au Kimméridgien inclusivement, tandis que vers Chaintré, au sud, on ne retrouve plus que l'étage bajocien.

Le dernier chaînon, parallèle aux précédents, forme les coteaux de Sennece, Sancé et Flacé. On peut voir près de ce dernier village une coupe du jurassique allant jusqu'à l'Argovien (couches à spongiaires de Birmensdorf).

L'Oxfordien affleure seul à Saint-Clément-lez-Mâcon et à Crèches, où ses calcaires marneux sont exploités pour la fabrication de la chaux et du ciment.

Tout à fait au sud de la région se voient encore quelques lambeaux jurassiques isolés et de peu d'importance.

A la Chapelle-de-Guinchay, vers le hameau des Beuriers, la Mauvaise traverse un lambeau bajocien qui émerge faiblement des alluvions et en est entouré de tous côtés.

A Romanèche, au hameau des Fargets, se voit un autre lambeau bajocien, entouré au nord, au sud et à l'est par les mêmes alluvions, et en contact à l'ouest, par une faille, avec un filon de granulite.

Plus au sud, vers les Guillots (Romanèche), on trouve sur le bord du massif granitique un îlot de lias inférieur en contact avec un filon de quartz.

Enfin, vers le bourg de Romanèche, un autre affleurement de lias inférieur se montre au contact du granite, qui est traversé à cet endroit par des filons de quartz riche en minerai de manganèse, exploité activement aujourd'hui.

De tous les étages jurassiques mâconnais, le plus important est le Bajocien, dont on voit à Solutré et à Pouilly de belles coupes allant de son assise inférieure de calcaire à fucoides jusqu'à son assise coralligène de calcaire à polypiers, qui forme le point culminant de la roche de Solutré.

C'est lui qui donne à toute la contrée son relief le plus accentué, et c'est de lui qu'on tire les matériaux de construction les plus recherchés. Son assise moyenne, le calcaire à entroques, est celle qui est le plus exploitée; elle donne des calcaires marneux et jaunâtres dans ses couches inférieures, où abonde *Ludwigia Murchisonæ*; dans ses couches moyennes et supérieures, exploitées à Chaintré et à Leynes, ses calcaires prennent souvent un aspect cristallin par l'abondance des entroques. A Leynes, ses assises sont colorées uniformément en rouge, par des sels de fer qui ont dessiné sur le fond de la roche des bandes concentriques de coloris plus foncé.

A part l'Oxfordien, dont le calcaire marneux et à grain fin est exploité sur plusieurs points, les autres étages jurassiques, tels que le Bathonien, le Callovien, etc., affleurent à peine, et sont recouverts partout par les alluvions dont il sera bientôt question.

Formations tertiaires *Argile à silex*.— L'Argile à silex, qui est importante au nord de Mâcon, ne se voit dans toute la région étudiée, que sur un seul point, à la Grizière, aux portes de la ville. C'est une formation constituée par un mélange d'argiles blanches ou rouges, de sables blancs ou bigarrés, de silex pyromaque roulés, souvent agglomérés en poudingues contenant des fossiles de l'époque crétacée (*Micraster cortestudinarium*, *Micraster brevis*, *Inoceramus*, etc.). Elle serait éocène et antérieure à la dislocation qui a donné à la contrée son relief définitif.

M. Depéret¹ considère comme fausse l'assimilation de ces dépôts à l'argile à silex du nord. Selon lui, la formation fluviale ou lacustre du Mâconnais, dans laquelle les éléments du crétacé ont été charriés loin de leur gisement primitif, n'aurait aucune analogie avec l'argile à silex du nord, produit de la décalcification sur place, sans charriage appréciable, des étages crétacés supérieurs. M. Depéret identifie l'argile à silex mâconnaise aux sables et argiles bigarrés de la vallée du Rhône. Il propose de la désigner sur la Carte géologique par la notation générale éocène inférieur (E_{m-v}) qu'il a donnée à ces dépôts.

Poudingue calcaire. — Le poudingue calcaire n'est représenté dans la région que par deux lambeaux de peu d'importance, aux environs du château de Saint-Léger. C'est un poudingue ferrugineux formé de galets calcaires provenant des étages jurassiques supérieurs, et de fragments de poudingues siliceux de l'argile à silex. Il est donc postérieur à cette dernière formation et probablement oligocène.

M. Depéret trouve à notre poudingue calcaire beaucoup d'analogie avec le conglomérat à *Helix Ramondi* de la gare de Dijon et avec la brèche à *Peratherium* de Curis, près Saint-Germain-au-Mont d'Or, et pense qu'il faut l'attribuer à l'Oligocène supérieur ou Aquitanien.

Alluvions. — La feuille de Mâcon de la Carte géologique divise nos alluvions en cinq types avec les légendes suivantes, que je transcris textuellement :

A. — Dépôts meubles sur les pentes. — N'ont d'importance que sur le pourtour des plateaux couronnés par les grès bigarrés arkosifères; sont constitués par les débris de ces arkoses.

a². Alluvions modernes (limons argileux ou argilo-calcaires). Elles forment les plaines submergées lors des inondations. Très développées sur les bords de la Saône.

¹ Ch. Depéret, *Bulletin des services de la Carte géologique de la France*, n^o 69, t. X, 1898-1899, p. 71.

² Ch. Depéret, *ibid.*, p. 72.

*a*¹. Alluvions anciennes. Elle sont mal caractérisées et paraissent être peu développées ; masquées par les alluvions modernes sur les rives de la Saône, et reconnues seulement par des dragages, elles consistent en graviers siliceux et calcaires (*Elephas primigenius*) surmontés par des marnes grises pétries de bois fossiles avec *El. primigenius* (la Truchère).

P. — Limon ferrugineux, toujours peu épais (1 à 3^m), et de nature argilo-sableuse, avec concrétions ferrugineuses et manganésifères. Recouvre la majeure partie des terrains tertiaires, sauf dans une large zone longeant la Saône à l'est. Employé comme terre à brique et à pisé.

P¹. Sables de Chagny. — Alternance de sables et de graviers, généralement siliceux et micacés, et d'argiles grises. Peu épais (15 à 20^m au maximum), mais recouvrant de vastes étendues ; s'observant à toutes hauteurs depuis la cote 170 mètres (niveau de la Saône) jusqu'à celle d'au moins 400 mètres. Minerai de fer en grains exploité jadis à Villars. Foss. : *Mastodon arvernensis* (Tournus).

Je ne parlerai pas des alluvions modernes (*a*²) occupées par les prairies que la Saône vient recouvrir périodiquement et qui n'ont guère exhaussé le sol que de 1 mètre depuis le commencement de notre ère, ni des alluvions anciennes (*a*¹) qui ne sont visibles que dans le lit même de la rivière, au moment des plus basses eaux ; elles n'ont, au point de vue géologique, qu'une très faible importance.

Quant aux trois autres termes, Dépôts meubles, Limon ferrugineux et Sables de Chagny, mon opinion, basée sur de nombreuses observations, est qu'ils ne constituent dans notre région qu'une même formation, due à la désagrégation, sous l'influence de puissantes érosions, d'une falaise occidentale formée par la série triasique au nord et par le massif cristallin du Beaujolais au sud.

Pour donner plus de précision à cette partie de mon travail, j'étudierai ces alluvions dans le canton de la Chapelle-de-Guinchay, commune par commune, en commençant par le nord ; je les qualifierai d'*arkosiques*, pour rappeler qu'elles sont presque exclusivement formées, dans ce canton, des débris des roches triasiques.

CHASSELAS. — Nos alluvions ne présentent dans cette com-

mune qu'un lambeau insignifiant plaqué sur les tufs ortho-phyriques qui la limitent à l'ouest.

LEYNES. — La commune de Leynes est plus intéressante. Les alluvions arkosiques se voient à la sortie nord du village, de chaque côté du chemin de grande communication n° 31, en allant au cimetière. Elles sont mélangées là à une notable proportion de cailloux bajociens provenant des éboulis des reliefs jurassiques du bois de Fey à l'est, et du bois de la Garrenne à l'ouest.

Elles recouvrent, au sud du village, les alentours de l'ancienne maison d'école des filles entre le chemin n° 31 et l'ancienne route de Chânes jusqu'au niveau du hameau des Pasquiers; on trouve, avec leurs cailloux triasiques, quelques débris du terrain métamorphique dont est formé le sous-sol des pentes douces qui descendent par les Batailles et les Pins jusqu'au château de Creuse-Noire. A l'ouest du clos de ce château, les alluvions reparaissent et recouvrent tout l'espace compris entre le château et le hameau de la Roche (Saint-Vérand).

A l'ouest du hameau des Rollins, aux Champs-Meuniers, elles s'évalent sur les Marnes irisées. Mais elles n'ont que peu d'épaisseur, et partout ces dernières décèlent leur présence par la bigarrure de la partie superficielle du sol.

Elles forment aussi la presque totalité du sol cultivé des pentes métamorphiques qui s'étendent au sud des arkoses de Balmont (sommet 406^m) sur les plateaux de la Vernette et de Creuse-Noire. Elles couvrent toute la région des Grandes-Bruyères et des Bruyères jusqu'à la limite de Chânes. Mais dans toute cette région elles sont réduites à une couche mince, laissant affleurer en maints endroits le terrain métamorphique qui constitue le sous-sol.

SAINT-VÉRAND. — A Saint-Vérand aussi elles n'ont qu'une faible épaisseur, recouvrant toute la pente *est* qui s'étend de l'église aux prés qui bordent l'Arloy, et laissant voir parfois le terrain métamorphique sur lequel elles reposent.

Elles tapissent le fond de la petite vallée où coule l'affluent de l'Arloy qui vient de la gorge de Pruzilly, et au sud du hameau de la Roche on les voit recouvrir les pentes des Gagères, où elles laissent parfois percer le terrain métamorphique.

Sur la route de Pruzilly, au niveau du hameau des Truges, on en voit une belle coupe, où de gros blocs d'arkoses, à angles peu émoussés, sont noyés dans une épaisse couche d'argiles qui, par leurs tons de coloration variés, semblent provenir du transport des Marnes irisées qu'on trouve encore en place à l'ouest, à un kilomètre de là. Ces argiles, avec des blocs d'arkoses, renferment aussi quelques gros cailloux schisteux lie de vin, très roulés, qui proviennent sans doute du terrain carbonifère voisin. Ce facies, qui présente une certaine analogie avec les boues glaciaires, a fait dire à M. Arcelin¹ que cette formation locale de Saint-Vérand constituait le type du terrain erratique glaciaire provenant des petits glaciers qui, selon l'opinion de MM. Falsan et Chantre², ont dû exister sur nos sommets au moment de la plus grande extension du glacier du Rhône. L'étude approfondie de nos alluvions paraît infirmer complètement cette manière de voir. La disposition des matériaux qui les ont formées s'explique facilement par l'éroulement des cirques triasique au nord et cristallin au midi, sous l'influence des torrents qui se rendaient à la Saône.

SAINT-AMOUR. — La commune de Saint-Amour présente un grand intérêt parce que les alluvions arkosiques, qui s'étaient sur presque toute sa superficie, y montrent nettement, par l'arrangement de leurs matériaux, la façon dont elles ont dû se former.

Le village de Saint-Amour, avec son église, est situé sur un

¹ Explication de la *Carte géologique des deux cantons de Mâcon*, p. 139.

² Falsan et Chantre, *Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône*, t. II, pp. 59, 384 et suiv.

plateau élevé recouvert par les alluvions qui, au sud de la maison d'école des filles, près du cimetière, et sur la route de Pruzilly, laissent affleurer par endroits le terrain métamorphique.

Les mêmes alluvions revêtent de leur abondant cailloutis les pentes des Gagères à l'est et celles des Pierres au sud jusqu'aux hameaux des Ravinets et de Satonat.

De ce dernier hameau au moulin Berger, sur l'Arloy, les débris arkosiques sont noyés dans des marnes glissantes, qui ont rendu très difficile la percée de la route qu'on y a ouverte récemment. Près du moulin, sur cette route, on voit une belle coupe de ces marnes, colorées comme de véritables Marnes irisées et contenant des lits de roches tuffacées, faisant effervescence avec les acides et ressemblant à des cargneules. Ces marnes remplissent les dépressions du massif microgranulitique qui forme la pente située à l'est de l'église.

Du hameau du Plâtre jusqu'à ceux de la Piat et des Berthauts au midi, les alluvions sont moins caillouteuses et se mélangent d'arène granitique au voisinage des carrières de sable ouvertes dans le granite, près des hameaux des Thévenins et des Berthauts.

A l'ouest du hameau de la Piat, en se dirigeant vers Juliéna, on trouve d'abord des terres meubles avec quelques rares cailloux arkosiques; le cailloutis devient très abondant aux Teppes. Au Pré-Poulet, le sous-sol contient une brèche ferrugineuse semblable à celle dont je parlerai bientôt en abordant la commune de Chânes.

Sur le plateau des Bruyères, entre le hameau de ce nom et celui des Préauds (Chânes), le sol cultivé est presque exclusivement composé de cailloux arkosiques très roulés; la terre végétale paraît manquer.

Entre les Bruyères et la maison de Mon Rêve (Chânes) un large plateau, cultivé en vigne, est couvert d'une épaisse couche de boue arkosique dans laquelle on trouve, en défonçant le sol, de volumineux blocs d'arkose aux angles à peine

émoussés. Ces blocs n'ont pas été roulés ; ils doivent être à la place qu'occupait autrefois la formation d'où ils proviennent, formation qui devait constituer une véritable falaise. Les gros blocs qui se détachaient de cette falaise restaient à son pied ; ce sont ceux qu'on trouve aujourd'hui le plus à l'ouest. En allant à la Saône, on voit le cailloutis, d'abord très abondant vers les Bruyères, passer insensiblement à des terres meubles, argilo-siliceuses, qui ne contiennent plus que quelques rares débris solides vers les terrains communaux de Chânes. Plus à l'est, près du moulin situé sur l'Arloy entre Crèches et Dracé, on voit dans la tranchée de la route des marnes bariolées glissantes, qui proviennent certainement du remaniement des Marnes irisées, enlevées par les eaux de leur gisement naturel, et entraînées jusque-là par suite de leur moindre pesanteur.

La coupe ci-après, prise entre le hameau des Bruyères (Saint-Amour) et le moulin de Dracé, est intéressante ; elle indique nettement comment notre terrain alluvial a dû se former.

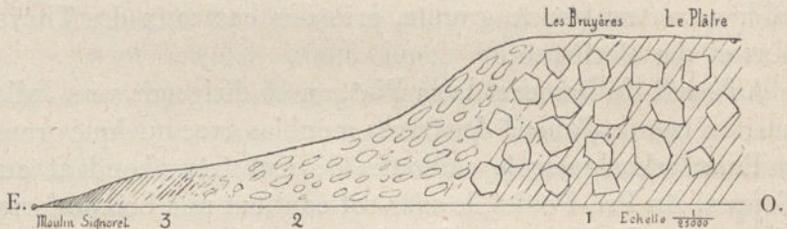


FIG. 2. — Coupe entre les Bruyères (Saint-Amour) et le moulin de Dracé (Crèches).

1. Boue arkosique avec gros blocs à arêtes à peine émoussées. — 2. Alluvions à cailloux arkosiques roulés. — 3. Marnes bariolées à aspect de Marnes irisées.

CHÂNES. — A Chânes le sol est presque entièrement constitué par les mêmes alluvions qui s'appuient, au nord du village, sur le terrain métamorphique dont on voit des affleurements sur plusieurs points, notamment aux abords de Creuse-Noire et du hameau de la Roche (Saint-Vérand).

A part les petits escarpements bajociens des Barbiers, du Poisard et des Préauds, qui émergent faiblement des alluvions, tout le sol cultivé de la commune, sur une étendue de plus de 200 hectares, est formé de ces alluvions.

Les régions des Bûchers et des Bruyères, au nord, sont couvertes d'un cailloutis arkosique très abondant. A l'extrémité nord des Bruyères, et à l'est de la vieille route qui conduit au château de Creuse-Noire, on trouve, à une faible profondeur, une brèche ferrugineuse formée exclusivement de petits débris triasiques à peine roulés et agglutinés par un ciment ferrugineux très résistant. En forant dernièrement un puits à l'extrémité nord du village, on a retrouvé la même brèche, épaisse de 80 centimètres environ; mais au lieu d'être presque à la surface du sol, comme aux Bruyères, cette brèche se trouvait à 4 mètres de profondeur.

Les alluvions s'étalent sur toute la petite vallée du Goitran, à l'est de laquelle, aux lieux dits « aux Vignes, et au Casson », la colline est en partie formée d'un amas de cailloux, très petits et très roulés, rappelant par leur aspect ceux d'origine alpine, mais provenant exclusivement des roches triasiques de la région. Parmi ces cailloux, quelques-uns, de couleur foncée, viennent des schistes très compacts et très siliceux que nous retrouverons près de là dans certaines couches du carbonifère de Fuissé.

Sur le chemin n° 86, allant de Chânes à Lancié, vers le hameau de Martens, on voit une belle coupe des alluvions avec des lits de cailloux arkosiques peu roulés, des veines d'argile et des couches de sable siliceux alternant sans régularité apparente.

Une carrière ouverte tout à côté, au hameau de Saint-Romain, montre encore la même disposition des matériaux alluviaux et contient de belles argilolites très roulées.

Près de là encore, dans la tranchée de la nouvelle route des Pêrelles, on peut facilement étudier la même formation.

Toute la région sud de Chânes, du hameau des Préauds aux

confins de la Chapelle-de-Guinchay, est couverte du même cailloutis arkosique, très abondant près du Bois-Chapitre. De gros blocs, tous d'origine triasique, et provenant du défoncement du sous-sol, ont été accumulés en tas énormes dans les vignes situées à l'est de ce hameau.

CHAINTRÉ. — Le village de Chaintré est bâti sur un escarpement bajocien, exploité dans plusieurs carrières comme pierre à bâtir.

La pente ouest de la colline disparaît sous les éboulis de la roche jurassique, jusqu'à la limite du petit ruisseau qui, de la Vernette, va se jeter dans le Goitran, au niveau du lavoir de Chânes.

Sur le plateau situé entre le bourg de Chaintré et le château de Vinzelles, les alluvions arkosiques forment le sol des vignes qui bordent la nouvelle route de Chaintré à Fuissé. Là, les cailloux sont moins roulés ; leurs arêtes sont parfois encore appréciables. Presque tous viennent des couches supérieures des arkoses passant aux quartzites.

La pente *est*, qui regarde la Bresse et s'étend jusqu'au château, est formée des mêmes alluvions, très caillouteuses aux abords du hameau des Buissonats, mais plus souvent meubles, avec quelques débris roulés arkosiques.

A quelques centaines de mètres à l'ouest du château se voient des amas de cailloux extraits du sous-sol. Tous sans exception sont d'origine triasique ; j'y ai constaté tous les types des roches de cette époque, arkoses grossières et parfois cavernueuses, arkoses à éléments moyens, quartzites et argilolites.

Plus près de la Saône, les alluvions ne contiennent plus que quelques rares cailloux, toujours exclusivement triasiques, et se confondent avec les alluvions modernes (*a*) qui sont presque entièrement occupées par la prairie.

CRÈCHES. — D'une façon générale, sur la commune de Crèches, les alluvions ne sont que peu caillouteuses.

Sur la partie de son territoire qui confine à Chânes et à Chaintré, on trouve encore des points riches en débris triasiques, aux

abords du château de Thoiriat et surtout au nord et au nord-ouest de ce château.

Mais, en approchant de la ligne du chemin de fer, et surtout entre cette ligne et la Saône, les terres, de nature argilo-siliceuse, sont profondes et ne contiennent que peu de matériaux solides.

La carrière abandonnée, située près du cimetière, donne une bonne coupe de la formation alluviale, avec des éléments semblables à ceux de la carrière de Saint-Romain (Chânes) ; seulement on y trouve, mêlés aux cailloux triasiques, quelques débris jurassiques provenant des couches oxfordiennes voisines. J'ai pu examiner tout dernièrement les matériaux issus du forage d'un puits à cet endroit même. On s'est arrêté à 10 mètres de profondeur, quand l'eau a jailli, et on a traversé des couches formées alternativement, comme à Chânes, de cailloux roulés, de sables et d'argiles toujours d'origine triasique.

Il y a quelques années, on avait recueilli dans la carrière du cimetière quelques os, assez mal conservés du reste, que M. Depéret a attribués au *Bison priscus*.

Les alluvions recouvrent d'une couche mince l'affleurement oxfordien voisin de la ligne du chemin de fer, et manquent parfois complètement sur quelques points, vers le hameau des Bergers par exemple.

A l'ouest de la voie ferrée, et après avoir traversé les marnes bariolées du moulin des Dracé, on entre dans une vaste région où les terres, profondes et meubles, ne contiennent plus que quelques cailloux triasiques.

La partie profonde du sol paraît être plus riche en éléments solides. Près du hameau des Planchers, on voit, disséminés sur le sol, des amas de gros blocs arkosiques, qui viennent du sous-sol.

A l'ouest des Planchers, à quelques mètres du pont du chemin de fer, on a ouvert dans les mêmes dépôts une sablière où, sur une épaisseur de plus de 6 mètres, accessible à l'observation, on peut voir un sable fin, très siliceux, contenant

abondamment des paillettes de mica blanc et des concrétions ferrugineuses à enveloppes concentriques ayant pour centre un noyau d'argile très fine.

A l'est de cette région, du côté de la Saône, on se retrouve dans les mêmes alluvions, contenant encore quelques débris arkosiques aux alentours des Nuguets (la Chapelle-de-Guinchay) et devenant tout à fait sablonneuses en se rapprochant de Crèches (aux Sablons).

Le gros hameau de Dracé est entièrement bâti sur la même formation. La route nouvelle, qui va de ce hameau à celui des Potets (la Chapelle) présente dans ses talus, sur une épaisseur de 4 à 5 mètres, une bonne coupe des alluvions. Dans une boue argileuse sont entassés pêle-mêle, sans aucun ordre, de gros blocs d'arkose plus ou moins roulés, d'autres blocs de la même roche aux angles à peine émoussés et dont le feldspath est parfois entièrement kaolinisé, de gros fragments de quartz et quelques rares cailloux noirs schisteux, très roulés, d'origine carbonifère. L'argile grossière qui relie ces divers éléments est composée de parcelles, distinctes à l'œil nu, de ces mêmes éléments.

LA CHAPELLE-DE-GUINCHAY. — A part le massif granitique qui, à l'ouest, empiète un peu sur le territoire de la Chapelle, on ne trouve partout ailleurs que les mêmes alluvions, contenant en plus de leurs éléments habituels quelques débris roulés des roches cristallines de la chaîne du Beaujolais.

Cette modification dans la composition de nos dépôts alluviaux est due sans doute au défaut, à partir de ce point, de la ligne d'affleurement des arkoses, qui jusque-là isolaient le massif cristallin des autres formations. Ce massif constituera désormais la falaise qui ne fera que prolonger la falaise arkosique, tout en faisant entrer dans la composition des alluvions de nouveaux éléments.

A Pontanevaux, dans l'angle formé par la route nationale et le chemin de Massonnay, se voient de grandes excavations creusées dans une argile exploitée par les tuileries de Saint-

Romain-des-Iles. Cette argile est très pure dans ses couches superficielles ; mais, à 2 mètres de la surface du sol, elle est criblée sur une faible épaisseur de nodules de chaux d'un blanc mat, faisant vivement effervescence avec les acides. Des os auraient été trouvés à cet endroit dans un état de décomposition très avancée ; je n'ai pas eu la chance de les voir.

A Loise, dans toute la partie située au nord de ce hameau et allant jusqu'au Bois-Chapitre (Chânes), la terre végétale, très meuble, est constituée par une argile blanche, peu compacte, contenant quelques rares cailloux, de nature arkosique. Par place, cet argile est pétrie de petits nodules ferrugineux composés d'argile et de parcelles arkosiques très fines agglutinées par un ciment de fer.

Les mêmes alluvions occupent tout le plateau situé entre le Bois de Loise et la route de Pontanevaux à Juliéna. A la Caille, près du hameau des Blémonts, le cailloutis arkosique devient abondant et passe à un amas de cailloux roulés très petits, rappelant par leur aspect ceux que j'ai signalés à Chânes (au Casson), et, comme ces derniers, faisant songer aux formations alluviales d'origine alpine. J'ai examiné avec soin ces cailloux dans une carrière ouverte sur la route de Juliéna, au voisinage des Blémonts, et aujourd'hui abandonnée ; tous provenaient de nos roches triasiques et carbonifères, ces dernières n'y entrant que pour une faible part.

Au nord du hameau des Pâquelets, le sol des vignes est formé, jusqu'à Loise, d'argile blanche avec concrétions ferrugineuses et cailloux triasiques.

Entre Loise et Bel-Avenir, la même argile, contenant en assez grande quantité des débris arkosiques de volume moyen, laisse voir parfois dans le sous-sol, à une faible profondeur, un poudingue ferrugineux formé de petites parcelles d'arkose très roulées. Ce poudingue a la même composition que la brèche ferrugineuse de Creuse-Noire, près de Chânes.

On voit aussi dans cette région quelques îlots de cailloux

très petits et très roulés, de même nature que ceux de Blémonts (la Chapelle-de-Guinchay) et du Casson (Chânes).

En se rapprochant de la ligne du chemin de fer, on trouve au hameau des Potets, entre ce hameau et Loise, une carrière d'argile exploitée par les usines de Saint-Romain-des-Iles, pour la fabrication des tuiles et de la poterie.

Cette argile, d'une pâte très fine et très homogène dans son ensemble, est parsemée, sous forme de veines distinctes, d'un agrégat de parcelles d'orthose et de quartz agglutinées par un ciment très lâche.

En face de cette carrière, sur le bord oriental du chemin qui va à Loise, la terre végétale se montre formée d'une véritable arène arkosique contenant en petits fragments, visibles à l'œil nu, tous les éléments de nos roches triasiques. Le sol est riche en oxydes de fer, qui donnent aux cailloux qu'il renferme une patine rouge-brun remarquable.

Au hameau même des Potets, on exploite activement aujourd'hui une argile dont certains lits, d'une rare pureté, sont utilisées à Saint-Romain pour la poterie artistique.

De Pontanevaux au hameau des Broyers, tous les terrains qui sont situés au sud de la route de Juliéna et s'étendent jusqu'à la Mauvaise, sont constitués par des alluvions meubles, contenant en abondance des cailloux roulés provenant des roches triasiques et cristallines de l'ouest.

Sur les bords de la Mauvaise et à 700 mètres environ à l'ouest de la ligne du chemin de fer, on a creusé des excavations pour l'extraction du gravier. Les cailloux les plus gros qui proviennent de ces fouilles et ont été laissés sur place, appartiennent tous aux formations éruptives que traverse la Mauvaise sur tout son parcours ; ce sont des granites, des microgranulites, des orthophyres, des tufs, des quartz ; ces éléments doivent avec l'argile et les graviers qui les accompagnent constituer les alluvions modernes de la rivière, dont l'importance a dû être, aux temps tertiaires et quaternaires, beaucoup plus grande qu'aujourd'hui.

Le clos du château des Broyers est situé sur les alluvions arkosiques avec argiles blanches pétries de nodules de limonite dans la partie nord qui touche à la route de Juliéna. Aux abords du château, les cailloux d'origine éruptive deviennent communs et dépendent sûrement des alluvions modernes de la Mauvaise.

A l'ouest des Broyers, entre ce hameau et celui des Marteaux, le sol, coloré en rouge parfois intense par des sels de fer, renferme beaucoup de cailloux roulés, presque tous arkosiques.

SAINTE-SYMPHORIEN-D'ANCELLES ET SAINT-ROMAIN-DES-ILES. — Ces deux communes, situées sur les bords de la Saône, ont la presque totalité de leurs territoires occupée par des prairies naturelles établies sur les alluvions modernes de la Saône. Elles ne présentent donc qu'un intérêt très secondaire au point de vue géologique.

Les terrains en culture situés à l'est du village de Sainte-Symphorien sont constitués par des terres siliceuses très meubles, presque sablonneuses, qui s'étalent jusqu'aux abords du cimetière. Vers Pontanevaux, sur la rive droite de la Mauvaise, les alluvions deviennent plus argileuses et contiennent en quantité notable des cailloux roulés provenant des roches cristallines de l'ouest. Ces cailloux appartiennent probablement aux alluvions modernes de la rivière.

ROMANÈCHE-THORINS. — Dans la partie de cette commune située à l'est de la ligne du chemin de fer et confinant à la Saône, le sol, cultivé en prairie, en céréales et parfois en vignes, est formé par des alluvions généralement très meubles, contenant en abondance, sur certains points, de l'arène granitique avec quartz et orthose nettement distincts. On y trouve aussi quelques cailloux roulés, plutôt d'origine éruptive qu'arkosiques.

La composition du sol est la même à l'ouest de la voie ferrée, jusqu'aux confins des communes de Fleurie et de Lancié ; ce sont toujours des terres meubles, avec prédominance de l'arène

granitique et des matériaux roulés d'origine cristalline. Nous verrons ces matériaux changer progressivement de nature en approchant du massif éruptif de Fleurie.

Vers « les Petits-Bois » on retrouve un petit lambeau d'alluvions formées entièrement d'éléments triasiques; des défoncements ont ramené du sous-sol des blocs roulés d'arkose, de quartz, d'argilolites et de poudingue ferrugineux.

Plus à l'ouest, le sol perd son caractère alluvial et paraît formé de la désagrégation sur place des roches du sous-sol, toutes d'origine éruptive.

A l'extrémité ouest des Petits-Bois se trouve un pointement important de granite, avec filons de porphyrite micacée, qui est exploité dans la carrière de Roclaine.

Sur les talus de la route qui va de Lancié à Romanèche, et à moins de cent mètres de celle qui descend du Vivier (Fleurie), on peut étudier sur une bonne coupe la terre végétale, qui est entièrement formée d'arène granitique grossière.

Le sol a encore la même composition aux Brenets et à la Pierre; il contient là, en certaine quantité, des fragments de granite et de quartz un peu roulés arrachés à leurs gisements voisins.

Vers le bois Pondeveaux c'est toujours l'arène granitique qui domine; on y voit aussi quelques gryphées du lias, dont un affleurement se montre tout près de là.

En parcourant la ligne des hameaux des Jacques, de la Chanillière, de la Sambinerie et de la Pierre, on ne trouve que des terres argilo-siliceuses contenant parfois en abondance des fragments de quartz laiteux, surtout aux abords du hameau de la Pierre et du puits de la Compagnie Chamussy.

Tout à l'ouest, en allant au Vivier (Fleurie), le sol n'est plus composé que de fragments de roches éruptives n'ayant aucun caractère alluvial. C'est un mélange de granite, de granulite, de microgranulite, de porphyrite, de quartz calcédonieux, etc., dont tous les débris présentent des arêtes vives et ne peuvent provenir que de la désagrégation du sous-sol par les forces naturelles et les travaux de culture.

L'ensemble de ces observations semble prouver que le vaste manteau d'alluvions qui recouvre toute notre région appartient à une seule formation, dont tous les éléments ont été empruntés à nos roches cristallines et sédimentaires locales.

Au moment où ces alluvions se déposaient, il devait y avoir, à l'ouest, une ligne de falaises, constituées au nord par les arkoses du trias et au sud par les roches cristallines.

Ces falaises, sapées par leur base, s'éboulaient laissant à leur pied les blocs trop volumineux pour être roulés, et abandonnant à l'action des eaux les autres éléments plus petits, charriés d'autant plus loin de leur point d'origine qu'ils présentaient un moindre volume.

Comme je l'ai montré plus haut, on peut voir aux Bruyères de Saint-Amour de gros blocs d'arkose aux arêtes presque vives, précéder, en allant de l'ouest à l'est, le cailloutis arkosique très abondant qui, plus loin, au moulin de Dracé, fait place à des marnes remaniées rappelant à s'y méprendre les Marnes irisées vraies.

Quel est l'âge de nos alluvions ? Sont-elles de la fin des temps tertiaires ou bien du début de l'époque quaternaire ?

Les auteurs de la feuille géologique de Mâcon ont rapporté ces alluvions, de nature fluviale, au Pliocène tout à fait supérieur, en s'appuyant sur leur altitude parfois considérable (jusqu'à 400 m.), qui les rendrait antérieures au creusement des vallées actuelles.

D'après ces auteurs, elles seraient l'équivalent des sables et cailloutis de Chagny, qui, au nord, ont fourni une riche collection de mammifères caractéristiques du Pliocène supérieur, entre autres *Elephas meridionalis*, *Mastodon arvernensis*, etc.

Dans toute notre région on n'a trouvé (Crèches) que quelques ossements de *Bison priscus*, espèce qui appartient au Pliocène et à l'époque quaternaire, par conséquent insuffisante pour préciser l'âge de cette formation, qui restera incertain tant que de nouvelles découvertes paléontologiques ne seront pas venues apporter leur indispensable appui.

DEUXIÈME PARTIE

CARBONIFÈRE

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

Le Carbonifère des environs de Mâcon n'a pas été jusqu'ici l'objet d'une étude détaillée de la part des géologues qui se sont occupés de la région. A peu près nié d'abord, signalé seulement plus tard, et décrit sommairement à une époque plus récente, personne n'a jamais parlé de la disposition stratigraphique de ses couches, dont quelques-unes contiennent une flore des plus intéressantes.

Il existe donc là, dans notre géologie locale, une lacune que je vais essayer de combler.

Les dépôts carbonifères mâconnais appartiennent, comme je le démontrerai, à l'époque dinantienne sous son facies de Culm.

Très développés à Fuissé, où ils présentent leur série la plus complète, ils se montrent encore dans d'autres localités dont il sera question aussi.

L'étude de l'ensemble de la formation m'a été facilitée par la percée de routes nouvelles et aussi par l'invasion phylloxérique, qui pendant plusieurs années a laissé le sol à peu près

nu et a nécessité ensuite de profonds défoncements pour la replantation des vignes.

Avant d'aborder cette étude, il est utile, je crois, de passer en revue les travaux de ceux qui, avant moi, se sont occupés de la région au même point de vue.

M. Manès¹, qui a signalé le premier les dépôts de Fuissé, en dit :

« A l'est, vers Fuissé et Chassey ? (probablement Chânes ou Chaintré) le terrain de grauwacke (c'est ainsi qu'il le désigne) constitue un petit lambeau superposé aux eurites qui de Saint-Vérand se dirigent vers Saint-Léger-les-Mâcon, et se compose là de schistes argileux noirs traversés de veines spathiques blanches, coupés par des filons de porphyre et offrant près de ceux-ci des passages au trapp. »

Cette brève indication ne fait préjuger ni la nature, ni l'âge de ces dépôts.

M. Berthaut², qui s'en est plus longuement occupé, y distingue trois types de roches :

1^o « La *grauwacke grossière*, grès grossier, grès noirâtre, évidemment formé, dit-il, comme l'arkose, par l'agglomération de divers éléments provenant sans doute des porphyres noirs. Cette roche, ajoute M. Berthaut, ressemble à un porphyre noirâtre altéré, d'autant plus qu'elle semble toujours altérée elle-même.

2^o « Le *grès métamorphique*, roche dure, grenue, dense, noirâtre ou brune, paraissant homogène. A la lampe, on la voit formée de grains de quartz fins, et, dans le type au moins, on reconnaît par l'action d'un acide la présence d'un ciment calcaire peu abondant.

3^o « Les *schistes argileux* (ou métamorphiques) se présentent comme une sorte de grauwacke fine et schisteuse, d'un

¹ Manès, *Statistique minéralogique, géologique et minéralurgique du département de Saône-et-Loire*, 1847, p. 96.

² Berthaut, *Description géologique du Mâconnais*, (2^e livraison, p. 1, 10 et s.).

noir roussâtre, ou violacé, ou rouge-brun, à surface ferrugineuse, d'aspect terne et terreux, se fendillant par plans croisés. Ces schistes sont très développés à l'est de Fuissé et à l'ouest de Loché et de Vinzelles, à l'est de Leynes (route); on les retrouve à Saint-Léger. Ce sont eux qui donnent au terrain qui nous occupe son caractère le plus apparent; les grès et grauwackes n'en sont que les accidents.

« Ces roches sont, comme on voit, à peu près les mêmes que celles des terrains de transition, comme les Vosges, les Ardennes, le Forez, etc. Dans ce dernier pays, par exemple, ce sont de nombreuses variétés de grauwacke et de schiste reposant sur le porphyre, y formant des lambeaux isolés et même le remplaçant complètement, disent les auteurs de la *Carte géologique de France (Expl., p. 138)*. C'est de même dans le Mâconnais.

« Ce terrain, d'une détermination précise assez difficile, a des allures singulières qui ne permettent pas d'y reconnaître une stratification quelconque; il est seulement fendillé en différents sens, à peu près comme du granite en décomposition. Entre Fuissé et Vinzelles, où il forme une colline et où se trouve son gisement le plus régulier, il est à l'arrière, je veux dire à l'ouest des arkoses, comme s'il leur était inférieur dans l'ordre de superposition. Mais, au lieu de présenter une tranche reconnaissable sous l'arkose, il couvre la colline et semble continu avec le porphyre qui la constitue dans son intérieur. Cette disposition est bien faite pour le faire regarder comme métamorphique. Il en est à peu près de même à l'ouest de Saint-Amour, autour de Jullié, au nord de Pruzilly. Là, des lambeaux de terrains schisteux ou de grauwacke semblent aussi superposés au porphyre, sinon enclavés dans son intérieur, et d'ailleurs loin de tout autre terrain sédimentaire. A l'est de Leynes, à l'entrée du village, où il est aussi très développé, ce terrain semble faire suite au porphyre ou au granite. Mais, à vrai dire, ses relations sont partout difficiles à saisir. »

« Qu'y a-t-il de sédimentaire et de métamorphique dans ce

terrain ? se demande M. Berthaut. C'est ce qu'il est difficile de dire avec certitude. On peut sans doute y voir des roches métamorphiques, des schistes cuits comme disait M. Fournet. La roche massive sous-jacente ne serait qu'un granite endomorphique, dont la matière noire proviendrait de roches sédimentaires primitives, tandis que la grauwacke, au contraire, aurait reçu son feldspath, et sans doute d'autres éléments, de la roche éruptive elle-même. Mais ici, comme dans beaucoup d'autres cas, les faits ne peuvent-ils pas s'expliquer de diverses manières ? Il semble tout aussi naturel et plus simple de ne voir là qu'un dépôt de matière argileuse sur un sol de porphyre granitoïde gris. La grauwacke a été mélangée nécessairement à des éléments enlevés au porphyre sur lequel elle se déposait, et elle ressemble exactement sous ce rapport à l'arkose. Cette grauwacke passe aux schistes à peu près comme l'arkose passe aux marnes irisées. C'est tout au plus si l'intervention d'une action particulière de chaleur ou de pression est nécessaire pour expliquer la densité et la structure des schistes ; car on ne fait intervenir aucune action métamorphique pour expliquer la structure schisteuse de certaines marnes tertiaires ou autres.

« D'après la manière d'être du terrain qui nous occupe, on comprend qu'il est impossible de connaître son épaisseur. Du moins, d'après ce que nous avons vu dans la colline de Vinzelles, on doit admettre que ses couches ne sont pas concordantes avec celles de l'arkose. On peut donc croire qu'un soulèvement antérieur à l'arkose l'a placée où nous la voyons aujourd'hui, sauf cependant le changement dû au soulèvement ultérieur à l'arkose elle-même avec les autres terrains sédimentaires. »

Ce terrain est-il silurien, dévonien, ou serait-ce même du terrain houiller ? se demande pour conclure M. Berthaut. Son identité avec les terrains carbonifères du Beaujolais ne lui paraît pas suffisamment démontrée. M. de Ferry a bien dit y avoir rencontré des plantes houillères. Mais, à part ce fait, l'auteur de la *Description géologique du Mâconnais* ne connaît

dans ces roches aucun fossile. Il est même à remarquer, dit-il, que nos terrains de transition ne sont pas sur les lignes d'affleurement des plantes houillères signalées par M. Ebray, dans sa *Description des végétaux fossiles du Beaujolais*, à moins cependant qu'il y ait, suivant la colline de Vinzelles, un affleurement parallèle à ceux qu'indique M. Ebray.

Ces considérations de M. Berthaut montrent combien étaient vagues, à son époque, les connaissances relatives au Carbonifère mâconnais. M. Berthaut n'a vu en somme dans ce terrain qu'un ensemble de roches métamorphiques, dépourvues de fossiles et d'un âge indéterminable.

M. A. Arcelin, dans un travail *sur le terrain carbonifère des environs de Mâcon*, lu à la séance du 25 novembre 1875 de l'Académie de Mâcon, parle ainsi de la même formation :

« Etudions maintenant ces terrains tels qu'ils se présentent aux environs de Maçon.

« Ils apparaissent à Saint-Amour (à l'ouest de l'église) sous la forme de grauwacke difficile à étudier, faute de bonnes coupes, et les affleurements se trouvent le plus souvent masqués par les terrains de transport de la vallée de l'Arloy. »

Cette grauwacke de Saint-Amour, qu'indique M. Arcelin, n'est pas carbonifère ; elle appartient à la formation métamorphique que j'ai décrite plus haut et comprend les éléments habituels de cette formation : vieux schistes, diorite, granulite, etc. ; mais elle est plus décomposée là que partout ailleurs et mérite bien, par son aspect, le nom que M. Arcelin a cru pouvoir lui donner.

Ces roches métamorphiques de Saint-Amour, antérieures au granite lui-même, peuvent être rattachées aux schistes anciens, feldspathisés, analogues aux gneiss granitiques, en lambeaux irréguliers, dus à l'action du granite sur les schistes cambriens, que M. Michel Lévy¹ considère comme la formation la plus ancienne de notre pays.

¹ Michel-Lévy, Roches éruptives cambriennes du Mâconnais (*Bulletin de la Société géologique de France*, 3^e série, t. XI, 1883, n^o 4).

M. Arcelin donne plus loin une coupe intéressante de la série carbonifère qui affleure en Bessay, sur la route de Saint-Vérand à Pruzilly.

« Les poudingues et les grès subordonnés, dit-il, sont compris entre les arkoses du mont Bessay (sommet 491 mètres) qui les surmontent et le granite porphyroïde rouge; ils offrent peu de traces de stratification; cependant, quelques lits feuilletés et schisteux intercalés dans les grès laissent voir clairement qu'ils sont en stratification discordante avec les arkoses qui reposent par-dessus. »

Je donnerai la même coupe avec plus de détails; la stratification, on le verra, y est très nette, et les couches schisteuses contiennent en abondance des empreintes végétales, en général mal conservées. J'y ai cependant trouvé de beaux échantillons d'*Asterocalamites radiatus* et de *Stigmaria*.

M. Arcelin signale ensuite les schistes carbonifères de Leynes, « dont on peut voir une assez bonne coupe dans le chemin tendant au sommet 406 mètres (montagne de Balmont) ».

« Ce sont, dit-il, des schistes bruns, rougeâtres, jaunâtres, passant à des schistes granitoïdes assez décomposés, traversés de filons quartzeux, ou à des grès porphyroïdes à pâte noire, très compacts et très durs, que M. Berthaut qualifie de porphyre euritique noir. »

Il aborde ensuite l'étude de la colline de Fuissé, dont il décrit les schistes et les grès, dans lesquels il a trouvé quelques empreintes: *Stigmaria ficoïdes* (var. *vulgaris*), *Stigmaria ficoïdes* (var. *undulata*), *Asterophyllites Falsani* Ebray, et un fragment de fougère appartenant probablement au *Sphenopteris schimperiana*. Il signale les porphyres subordonnés à une série de roches qu'il qualifie de *grès porphyroïdes* et de *grès granitoïdes*, et conclut ainsi:

« Le terrain de transition que nous venons d'étudier est, comme on l'a vu, très disloqué par les nombreux filons qui l'ont traversé, ce qui fait, ainsi que l'a dit M. Berthaut, que ses relations sont partout difficiles à étudier.

« Presque partout nous l'avons trouvé sous l'arkose, avec laquelle il est en stratification discordante ; mais il a été relevé en même temps qu'elle par les mêmes soulèvements, et par conséquent suivant la direction N. 20° E. qui est celle des failles mâconnaises, ainsi que des affleurements signalés en Beaujolais.

« Il est constitué (à l'exception des calcaires carbonifères qui ne s'y rencontrent pas) comme les terrains carbonifères du Beaujolais, décrits par M. Ebray.

« Il renferme les mêmes plantes fossiles.

« Comme en Beaujolais, le porphyre rouge a traversé les schistes, qu'il a métamorphisés. Les grès ont été pénétrés par des filons quartzifères et de la Minette. On y observe les mêmes effets de métamorphisme qu'en Beaujolais.

« L'identité est donc parfaite. Notre terrain de transition appartient, à n'en pas douter, à l'étage carbonifère. »

Dans son *Explication de la carte géologique des deux cantons de Mâcon* publiée huit ans plus tard, en 1881, M. Arcelin a parlé brièvement de la même formation et n'a fait que confirmer ses premières vues.

Quoi qu'il en soit, ses considérations sur le Carbonifère mâconnais sont très intéressantes et très justes, et d'autant plus appréciables que l'auteur a eu à surmonter, à l'époque de ses recherches sur le terrain, des difficultés plus grandes que celles avec lesquelles j'ai été aux prises plus tard.

Il est en tout cas le premier géologue qui ait nettement rapporté à l'époque carbonifère une formation jusque-là mal connue.

Là se bornent les publications ayant trait au Carbonifère des environs de Mâcon. M. Arcelin, qui s'en est le plus occupé, n'a pas signalé la présence du calcaire carbonifère, qui existe cependant à Fuissé, tout à fait à la base de la formation.

La découverte de ce calcaire a été pour moi très importante, en ce qu'elle m'a permis d'établir exactement l'âge relatif des différentes couches qui lui sont superposées.

Nos auteurs ne sont pas toujours d'accord entre eux sur la nature des roches qui constituent ces couches. L'un considère comme sédimentaire une roche classée par l'autre comme éruptive ; tel appelle grès ce que l'autre qualifie de porphyre. Ces divergences de vues tiennent, il est vrai, il faut le répéter, à l'insuffisance des moyens d'étude de la structure des roches au moment où leurs travaux ont été publiés.

M. Arcelin, qui seul a parlé de la flore de Fuissé, ne cite que quelques espèces, suffisantes cependant pour établir l'âge du terrain qui les renferme.

Je vais essayer, dans les chapitres suivants, de compléter l'étude de ce terrain. Je décrirai ses divers affleurements dans les environs de Mâcon, en commençant par le plus important, celui de Fuissé, qui contient des schistes très fossilifères.

CHAPITRE II

STRATIGRAPHIE. — ÉTUDE DES LAMBEAUX

1. — Carbonifère de Fuissé.

La série carbonifère de Fuissé¹ débute au hameau de Vers-Chânes, là où une de nos grandes failles a mis le terrain métamorphique en contact avec le Bajocien.

Au nord-ouest et à 100 mètres à peine des maisons de ce hameau, se trouve une carrière profonde ouverte dans un pointement de microgranulite, dont les couches superficielles se délitent en arène exploitée comme sable.

La microgranulite a bouleversé là, comme de coutume, le terrain métamorphique, et nulle part il n'est plus facile de saisir les relations qui existent entre ces deux formations. On voit, dans la partie basse de la carrière, un filon conique de microgranulite traverser le terrain métamorphique, s'injecter dans ses strates et s'étaler en nappe à sa surface. Cette microgranulite, très altérée dans ses couches superficielles, où son feldspath a été kaolinisé par les agents atmosphériques, se transforme en profondeur en une roche très franche et très cristalline qui a l'aspect d'un véritable granite.

Le terrain métamorphique et la microgranulite forment la lèvre orientale de la faille, dont la lèvre occidentale est constituée par le Bajocien. A 150 mètres environ de la carrière et en suivant la faille, on trouve au nord-est le calcaire carboni-

¹ Voir figure 1, planche hors texte.

fère qui affleure le long d'un buisson qui sépare les vignes des Petits-Rontés de celles de Vers-Chânes. C'est un calcaire de couleur sombre, à grain fin, rappelant tout à fait le calcaire de Tournai; malheureusement, le peu d'étendue de son affleurement ne m'a pas permis jusqu'ici d'y trouver les fossiles caractéristiques de cet horizon.

Toujours en suivant la faille, on arrive sur les Grands-Rontés où se trouve, à 200 mètres environ à l'est de la maison Varambon, sur le chemin qui aboutit au coin du bois de Vinzelles, une petite carrière ouverte dans des schistes carbonifères qu'on exploite pour l'empierrement des routes.

La faille, qui n'a produit aucun dénivèlement du sol, partage cette carrière en deux parties à peu près égales, constituées par le Bathonien à l'ouest et les schistes carbonifères à l'est. On voit nettement là, entre les lèvres de la faille, l'agencement des matériaux provenant de la friction des terrains si différents qu'elle met en contact. Ces matériaux consistent en un magma de débris schisteux et jurassiques saturé de sels de fer.

Les schistes des Grands-Rontés sont de couleur foncée, bruns ou lie de vin, et pétris de débris végétaux fossiles abondants, mais presque toujours indéterminables en dehors des *stigmaria* qui paraissent y être communs. Ils ont une épaisseur d'une dizaine de mètres et sont recouverts par des schistes noirs à pâte fine, très durs et très siliceux, qui ne font qu'affleurer à la surface du chemin, où leur disposition stratigraphique est impossible à saisir.

A ces schistes fait suite un massif de diorite, dont les nombreux pointements percent le plateau inculte des Grands-Rontés. Cette diorite forme une longue bande sud-ouest-nord-est qui va de là jusqu'à la Creuse-Préaud, à 150 mètres environ au sud du cimetière de Fuissé. Elle devait former une ligne de hauts-fonds dans la lagune où se déposaient les schistes carbonifères, qui sont interrompus à cet endroit sur un espace de 100 mètres, et reprennent ensuite « sur les Mollards » avec la grande série carbonifère de Fuissé.

La diorite des Grands-Rontés présente des aspects très différents suivant sa situation. Très altérée à la surface, où elle est souvent méconnaissable, on la voit se transformer en profondeur, tantôt en une belle diorite à gros éléments, tantôt en une roche foncée, de couleur uniforme, rappelant certaines amphibolites des Alpes. On peut voir dans les murs qui séparent les Grands-Rontés du bois de Fuissé et des vignes des Préauds tous les types de cette roche.

Pour tracer le contour et limiter exactement à l'ouest la colline carbonifère de Fuissé, il n'y a qu'à suivre la faille de Vers Chânes. Cette faille, qui se dirige au nord-est, a relevé le Carbonifère au niveau du Bajocien, vers le bois de Fuissé, et au niveau du Bathonien, vers le cimetière, où elle coupe le chemin du Mollard-Galli. De là, elle est sensiblement parallèle au petit ruisseau de Romanin qui, de la fontaine de ce nom, suit le thalweg de la petite vallée de Saint-Léger. D'abord distante du ruisseau d'environ 300 mètres au niveau du cimetière, elle tend à s'en rapprocher à mesure qu'on s'avance vers l'est, se confond un instant avec lui et le coupe un peu avant le château de Saint-Léger, où elle se bifurque en faisant affleurer un dernier lambeau de terrain métamorphique et de schistes carbonifères. La lèvre occidentale, constituée par la série jurassique, présente d'abord un affleurement de Bajocien supérieur vers les Rontés et le bois, puis l'assise bathonienne au niveau du village, et des lambeaux de Callovien et d'Oxfordien au point où elle se confond avec le ruisseau de Romanin. Elle est ensuite masquée par les alluvions de ce ruisseau jusqu'aux abords de Saint-Léger où, en se bifurquant, elle ramène au jour un lambeau de Rauracien.

Sa lèvre orientale est constituée par la série carbonifère qui, un instant interrompue sur les Rontés par le massif dioritique, se continue ensuite par les régions des Préauds, des Mollards, des Pommiers, des Vernays et des Teppes, jusque « sur les Moulins », où la microgranulite et les tufs remplacent les schistes, qui reparaissent une dernière fois vers le château de

Saint-Léger, en même temps qu'un lambeau de terrain métamorphique.

Un petit chemin qui borde à l'ouest la colline carbonifère et sépare les vignes des prés de la petite vallée de Romanin, jalonne assez exactement le trajet de la faille, dont le voisinage se décèle à la surface du sol par un abondant cailloutis de débris carbonifères et jurassiques, jusque *sur les Moulins*. De là à Saint-Léger, sur un espace de 1500 mètres de longueur et de 200 à 250 mètres de largeur, le sol est entièrement formé des débris de la microgranulite et des tufs qui constituent le sous-sol.

La microgranulite, qui est en ce point de couleur foncée et à éléments fins, peut se suivre jusqu'à environ 100 mètres du château de Saint-Léger, où la bifurcation de la faille la met en contact, d'une part, avec le terrain métamorphique et les schistes carbonifères qui affleurent sur le sentier qui conduit à la fontaine, et, d'autre part, avec les arkoses et les argilolites du trias, exploitées autrefois dans une carrière située à quelques pas de la fontaine. Ce sont ces roches triasiques, recouvertes presque entièrement par le bois de Saint-Léger, qui forment en grande partie le flanc oriental de la colline de Fuissé. Elles s'appuient sur la microgranulite et les tufs, jusque *sur les Moulins*, et plus loin, à l'ouest, sur la série carbonifère.

Si, de la fontaine de Saint-Léger, on suit le chemin sous bois qui aboutit à l'arête de la colline, on arrive, en quittant le bois, à la friche inculte des Grandes-Teppes, sur laquelle se voient à l'est des pointements de microgranulite et de tufs contenant des galets schisteux, et à l'ouest des schistes noirs à pâte fine non fossilifères.

La colline de Fuissé a une direction sud-ouest nord-est. Sa pente occidentale est constituée par les dépôts carbonifères, tandis que son flanc qui regarde le sud-est est surtout formé par les arkoses de trias ; cependant les dernières couches de schistes carbonifères se prolongent sur ce flanc, par-dessus l'arête, jus-

qu'aux abords de Loché. Les vignes des Sellets, voisines de ce village, celles de la Motte, plus proches de *sur les Mollards*, ont leur sol rempli de débris schisteux : on y voit surtout, en abondance, des fragments de schistes troués (n^o 22 de la coupe pl. hors texte, fig. 1) si communs aux Grandes-Teppes. Mais le sous-sol est masqué par les vignes, et il est impossible d'y suivre la disposition stratigraphique des couches carbonifères.

Le chemin vicinal qui passe à l'est des Sellets, et sépare les communes de Loché et de Fuissé, suit, à peu de chose près, la ligne de contact des schistes et des arkoses.

Des Rontés à Saint-Léger, la colline Carbonifère s'étend sur une longueur de 3 kilomètres et demi environ et une largeur moyenne de 600 à 700 mètres, dépassant 1 kilomètre à l'ouest, se réduisant à 300 mètres *sur les Moulins*, là où la microgranulite recouvre les schistes, et n'ayant plus que 30 à 40 mètres à son affleurement extrême du château de Saint-Léger. L'ensemble de la formation a la forme d'un triangle, dont la base est représentée par une ligne allant des Rontés au kiosque du bois de Vinzelles, le côté occidental par la faille qui a relevé la série carbonifère au niveau du Jurassique, et le côté oriental par la ligne de séparation des arkoses et des schistes. Ces deux côtés se réunissent au niveau du lambeau métamorphique et carbonifère du château de Saint-Léger pour former le sommet du triangle.

La disposition stratigraphique des couches carbonifères peut se suivre de l'endroit dit *sur les Mollards* jusqu'au pied du château de Saint-Léger. Le percement de la nouvelle route de Chaintré à Fuissé m'a été d'un grand secours pour en donner une coupe exacte; les travaux de défoncement nécessités pour la reconstitution des vignes phylloxérées m'ont aidé aussi. Le jalonnement des couches, qui m'a été relativement facile alors que le terrain était nu, présenterait de grandes difficultés aujourd'hui.

Sur la friche des Mollards, que l'érosion a puissamment valonnée, il est possible de suivre la direction des couches, qui est

exactement nord, 20 degrés nord-est. Ces couches plongent au nord-ouest sous un angle de 42 degrés, et s'appuient contre un talus de terrain métamorphique dont on voit une excellente coupe le long du parc du bois de Vinzelles.

L'ensemble des dépôts carbonifères présente à Fuissé une puissance de plus de 500 mètres. Ce sont tantôt des schistes à pâte fine, de couleur foncée et très siliceux, tantôt des schistes de nuance claire, très argileux et de peu de consistance, d'autres fois aussi des schistes gréseux, à pâte grossière, se chargeant de mica sur certains points et passant alors à de véritables psammites. Leur succession est souvent interrompue par des coulées de microgranulite et de tufs, ou par des poudingues contenant parfois des galets volumineux, surtout dans leurs couches inférieures.

Les roches d'origine interne qui alternent avec les schistes et les poudingues, se sont épanchées en nappe, et ont conservé de ce fait une épaisseur très régulière, qui donne à l'ensemble de la formation un aspect nettement stratifié.

J'ai dû, pour mieux étudier ces roches, faire préparer des plaques que M. A. Lacroix a bien voulu examiner avec moi et donner ainsi à cette partie de mon travail la consécration de sa haute autorité.

Voici la légende explicative de la coupe de la colline de Fuissé, qu'on trouvera figurée dans la planche hors texte placée à la fin de cette étude. Les roches qui ne présentent qu'un intérêt secondaire ont été simplement indiquées d'après leurs caractères physiques appréciables à l'œil nu. Quant à celles, plus importantes, qui ont été étudiées au microscope, elles sont données avec leur composition minéralogique.

Coupe de la colline carbonifère de Fuissé.

Planche hors texte, fig. 1.

1. — 3 mètres, schistes rougeâtres, en partie décomposés, non fossilifères, reposant sur le terrain métamorphique (visibles dans la carrière la plus méridionale de la friche des Mollards).

2. — 5^m70, schistes jaunes, à pâte fine, compacts, sans fossiles.
3. — 2^m60, schistes décomposés.
4. — 1^m80, schistes gréseux, compacts, non fossilifères.
5. — 1^m30, schistes gréseux, en partie décomposés, non fossilifères, beaucoup moins compacts que les précédents.

6. — 2 mètres, schistes compacts, à pâte fine, non fossilifères.

Ces schistes sont surmontés d'une couche feuilletée et plissée, de 40 centimètres d'épaisseur, paraissant exclusivement formée de débris végétaux à peu près indéterminables.

7. — 2 mètres, tuf de microgranulite très altéré.

8. — 1^m20, schistes compacts, grisâtres, à pâte fine, sans fossiles.

9. — 2^m90, tuf de microgranulite et schistes métamorphiques.

10. — 80 centimètres, schistes feuilletés, plissés, bleuâtres, très fossilifères, mais ne contenant comme empreintes déterminables que quelques rares *Stigmaria*.

11. — 50 centimètres, tuf de microgranulite décomposé.

12. — 15 mètres, schistes grisâtres, très argileux, plus ou moins compacts, légèrement ondulés dans leurs couches inférieures, et contenant des lits épais de quelques centimètres d'une matière noirâtre, poreuse, légère, ressemblant à de la tourbe. Ces schistes, de couleur claire et nettement gréseux dans certaines de leurs couches, parfois noirs, à pâte fine et très compacte sur d'autres points, contiennent, à leur partie supérieure surtout, de belles empreintes végétales appartenant à la flore du Culm inférieur, comme je le démontrerai plus loin.

13. — 9^m60 schistes argileux grisâtres, ressemblant beaucoup aux précédents, mais mal conservés et ayant l'aspect d'une véritable grauwacke, où se voit encore cependant la disposition schisteuse (ces schistes se trouvent à l'endroit où la route quitte sa tranchée pour entrer dans la partie remblayée).

14. — 80 centimètres, schistes noirs, très fissiles, contenant des empreintes de *stigmaria* (ces schistes se voient au carrefour des chemins de Fuissé, de Vinzelles et de Loché).

15. — 80 centimètres, schistes jaunâtres, à pâte fine, plus compacts que les précédents, sans apparences de fossiles.

16. — 50 centimètres, tuf de microgranulite.

Plaque n° 11. — Roche décomposée allant au porphyre pétrosiliceux. Quartz bien conservé. Mica, feldspath et pâte très décomposés.

17. — 1^m50. Schistes noirs, très compacts, à pâte fine, très siliceux, non fossilifères, sillonnés de nombreuses veines de quartz anastomosées.

18. — 36 mètres. Schistes grisâtres, gréseux, fossilifères, mais à empreintes indéterminables, et sillonnés comme les précédents de veines de quartz, moins nombreuses cependant.

19. — 10 mètres. Microgranulite très cristalline, bien conservée.

Plaque 12. Microgranulite type avec structure micropegmatoïde par places.

20. — 30 mètres. Schistes noirs compacts, très durs, très siliceux, très fissiles, faisant feu sous le marteau et ne paraissant pas fossilifères. (Ces schistes sont en contact avec le terrain métamorphique qui forme talus sur le chemin du Mollard-Galli, à 200 mètres environ au midi du cimetière.)

21. — 70 mètres. Schistes rouges, feuilletés, remplis de débris végétaux le plus souvent indéterminables.

22. — 150 mètres. Schistes grisâtres, d'apparence lavique, non fossilifères, criblés de cavités, vides le plus souvent, mais contenant parfois un peu de poussière grise, très fine, de nature feldspathique.

23. — 2^m50. Poudingues à gros éléments. Ces éléments consistent en fragments roulés de schistes, de microgranulite et de tufs de microgranulite. On n'y trouve aucun débris de roches étrangères à la région.

24. — 65 mètres. Schistes compacts, jaunâtres, non fossilifères, parfois troués comme les précédents, mais d'une façon moins accusée cependant.

25. — 2^m50. Tuf de microgranulite.

26. — 10 mètres. Schistes bruns, à pâte fine, non fossilifères, rappelant un peu par leur aspect les schistes précédents, mais dépourvus des cavités caractéristiques de ces derniers.

27. — 8 mètres. Poudingues à éléments roulés, moins volumineux que ceux du n° 23, mais toujours de même nature.

28. — 2 mètres. Schistes bruns, tout à fait semblables à ceux du n° 26.

29. — 16 mètres. Poudingues analogues aux précédents du n° 27.

30. — 26 mètres. Schistes micacés, de couleur gris foncé, passant au noir par places, non fossilifères.

31. — 4 mètres. Roche d'origine interne très altérée contenant beaucoup de feldspath et de mica.

Plaque n° 13. M. Lacroix voit dans cette roche une cinérite de projection.

32. — 40 mètres. Schistes micacés analogues à ceux du n° 30.

33. — 2^m50. Cinérite de projection, d'après M. Lacroix, qui n'a pu se prononcer, dans un examen un peu sommaire, sur la nature de la roche primitive qui a fourni cette cinérite (plaque n° 14).

34. — 2 mètres. Schistes micacés semblables à ceux du n° 32.

35. — 8 mètres. Poudingues.

36. — 2 mètres. Cinérite de projection, analogue aux nos 31 et 33 (plaque n° 15).

M. A. Lacroix a constaté que les cinérites des n^{os} 31, 33 et 36 étaient aussi riches en grands cristaux que la roche en coulée. Mais leur pâte est complètement altérée, et, dans une plaque déterminée, on trouve souvent des débris de roche très variés comme cristallinité, la cristallisation ne s'étant pas faite dans les mêmes conditions.

37. — 6 mètres. Schistes micacés, non fossilifères.

38. — Massif de microgranulite et de tufs de microgranulite allant jusqu'aux abords du château de Saint-Léger.

Au delà de ce massif, la faille, en se bifurquant, ramène au jour, à 150 mètres à l'ouest du château, un lambeau de terrain métamorphique que surmontent environ 50 mètres de schistes rouges et jaunes, à pâte fine, non fossilifères.

La série carbonifère de Fuissé, d'une puissance de plus de 500 mètres, montre, par la diversité de ses éléments, combien ont dû varier les conditions dans lesquelles elle s'est formée.

Tandis que les schistes à pâte fine et à empreintes végétales bien conservées attestent un régime de calme, les grès et surtout les poudingues indiquent un régime contraire.

La sédimentation des dépôts carbonifères était souvent interrompue par des éruptions de microgranulite ou de tufs de microgranulite et par des projections de cinérites.

L'époque de Fuissé est caractérisée par une fréquence marquée des manifestations de l'activité interne.

Les schistes abondamment injectés de quartz (n^{os} 17 et 18 de la coupe) montrent aussi quel rôle important ont dû jouer dans la formation de ces couches les phénomènes géothermiques.

2. — Carbonifère de Leynes.

La montagne de Balmont (sommet 406 m.), située au sud-est de Leynes, est couronnée par une puissante assise d'arko-

ses du trias, formant à l'est une sorte d'éperon qui domine comme un cap les formations métamorphiques voisines.

Ces arkoses plongent au nord-est, sous un angle de 15 à 20 degrés, laissant apparaître au sud-ouest une série de dépôts⁴ appartenant à l'époque carbonifère.

Entre les arkoses et les schistes carbonifères se trouve un second sommet, d'altitude moindre que le précédent (sommet 406 m.), et formant une lande inculte où se voient de nombreux pointements de porphyre noir et de Cornes vertes, ces dernières provenant sans doute de schistes influencés par l'éruption porphyrique (n° 5 de la coupe, fig. 3).

M. A. Lacroix, qui a bien voulu examiner la plaque (n° 19) tirée de ce porphyre noir, fait de ce dernier un orthophyre à feldspath acide, de la série des oligoclases, avec les éléments suivants : « *pâte à orthose probablement, avec un peu de quartz aussi ; mais les éléments de cette pâte sont tous altérés ; beaucoup de paillettes de biotite secondaire ; chlorite provenant de la décomposition de la biotite ; épidote et zoisite ; pas de quartz cristallisé ; très probablement de l'albite* ».

Au midi du sommet porphyrique se trouve un chemin vicinal qui sépare la lande inculte des vignes voisines. C'est sur le bord de ce chemin qu'on peut étudier, plaquée contre le porphyre, la série carbonifère de Leynes.

Cette série est constituée, comme à Fuissé, par des schistes et des grès schisteux, interrompus parfois dans leur sédimentation par des coulées de microgranulite et de tufs de microgranulite.

Ces divers éléments ont été longtemps exploités pour l'entretien de la chaussée des routes ; c'est dans les carrières où s'est effectuée leur extraction qu'il est possible de suivre leur disposition stratigraphique.

Il est difficile de saisir du côté de l'ouest leurs relations avec les autres formations géologiques.

L'affleurement de Balmont ne représente certainement que

⁴ Voir la figure 3 dans le texte.

la partie supérieure de dépôts dont les couches inférieures sont entièrement masquées par la terre végétale; on voit affleurer de beaux schistes carbonifères, près du creux de la Chanaie et du hameau des Pasquiers, qui doivent représenter les dépôts les plus anciens de la série; ces schistes s'appuient sur le terrain métamorphique. Aux Pasquiers, ils sont noirs, à pâte fine, très siliceux, très durs, fossilifères, et se suivent facilement sur le petit chemin qui mène à la fontaine de Chaudes-Aigues, où ils se relieut à ceux de Saint-Vérand, dont il sera bientôt question.

La coupe de Balmont¹ débute par 70 mètres (n° 1) de schistes gréseux, de couleur claire, à pâte siliceuse, sillonnés de bandes rubanées lie de vin, résultant de la fossilisation de débris végétaux, presque toujours d'une détermination difficile en dehors de quelques empreintes de *Bornia* et de *Stigmaria*.

La stratification de ces schistes est très nette; ils plongent au nord-ouest comme ceux de Fuissé, et leurs couches redressées sont presque verticales. Ils disparaissent sous le chemin rural qui conduit à la maison abandonnée dite « la Citadelle », et forment le sous-sol des vignes qui, au sud-ouest de cette ruine, s'étendent sur la pente qui aboutit à l'ancienne route de Chânes. Leurs débris, qui constituent le sol cultivé, rayonnent à 200 mètres de la citadelle; on y trouve des fragments assez bien conservés de *Stigmaria*, de *Bornia* et de *Lepidodendron*.

Ces premiers schistes ont été recouverts par un épanchement de microgranulite sur une épaisseur de 5 mètres. Cette microgranulite (n° 2 de la coupe), de couleur claire, est en partie décomposée, surtout dans ses couches superficielles. Elle est surmontée, sur une épaisseur de 8 mètres (n° 3 de la coupe), par des schistes de couleur claire, à pâte fine, très argileux et sillonnés comme les premiers de bandes rubanées lie de vin, plus accentuées encore et montrant plus nettement leur origine fossilifère. Ces schistes forment une arête saillante

¹ Voir fig. 3.

qui les sépare de la carrière voisine où est exploitée une grau-
wacke schisteuse (n° 4 de la coupe) d'une puissance de
20 mètres.

Cette grauwacke, qui est entremêlée de quelques lits schis-
teux à pâte fine, sans apparences fossilifères, présente des
nuances variées où le rouge domine.

Elle est le dernier terme de la série sédimentaire qui se
termine par la puissante éruption de porphyre noir (n° 5 de la
coupe) dont j'ai parlé plus haut.

C'est sur ce porphyre que s'appuient les arkoses du trias
(n° 6 de la coupe) qui forment le sommet (406^m). A l'ouest
du massif porphyrique, les mêmes arkoses recouvrent directe-
ment, en stratification discordante, les schistes carbonifères.

Enfin, au nord du sommet arkosique de Balmont, et à
300 mètres à peine de ce sommet, un tertre d'arkoses, dont les
couches plongent au nord-est comme celles de Balmont, et sur
lequel est bâtie la maison des Grands-Champs, laisse affleurer
à sa base, du côté du sud-ouest, un petit lambeau de schistes
carbonifères, de couleur rouge foncé, dont les débris forment
le sol cultivé de l'extrémité méridionale du clos des Grands-
Champs, près de la terre du Mollard.

En réunissant les divers affleurements carbonifères de Ley-
nes, on trouve pour l'ensemble de la formation, une direction
nord-est sud-ouest, comme à Fuissé.

Je donne ici la coupe de la série carbonifère de Balmont ;
les numéros de la légende qui accompagne cette coupe sont
ceux qui ont été indiqués dans le texte.

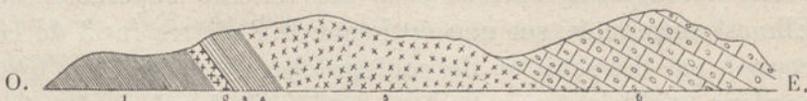


FIG. 3. — Coupe du Carbonifère de Balmont (Leynes).

Echelle : 1 pour 4000.

1. Schistes gréseux fossilifères (70^m). — 2. Microgranulite (5^m). — 3. Schistes
argileux fossilifères (8^m). — 4. Grau-
wacke schisteuse (20^m). — 5. Porphyre noir et
Cornes vertes (140^m). — 6. Arkoses du trias.

3. — Carbonifère de Chasselas.

Le carbonifère de Chasselas affleure à l'extrémité nord du massif d'arkoses des Grandes-Bruyères, qui forme à l'ouest du village une colline élevée.

Il s'appuie sur les tufs d'orthophyre, et ne se voit que sur le bord du chemin du Pont-des-Clés qui sépare les éboulis arkosiques des vignes des Elles et des prés de la petite vallée de l'Arloy, dont la source est voisine.

Il est représenté par un lambeau de schistes exploités pour l'empierrement des chemins avoisinants. Ces schistes sont de couleur foncée, noirs ou lie de vin, à pâte fine, très durs, très siliceux, font feu sous le marteau, et contiennent en abondance des empreintes végétales mal conservées ; on y trouve surtout des tiges de *Bornia* ; les fougères paraissent y être moins communes.

Leur disposition stratigraphique est difficile à saisir. Les quelques couches qui affleurent ne se montrent que par leur tranche et sont noyées dans un amas chaotique de débris carbonifères et triasiques.

Voici la coupe très simple que j'ai relevée à cet endroit. Les arkoses s'appuient sur les schistes relevés presque verticalement.

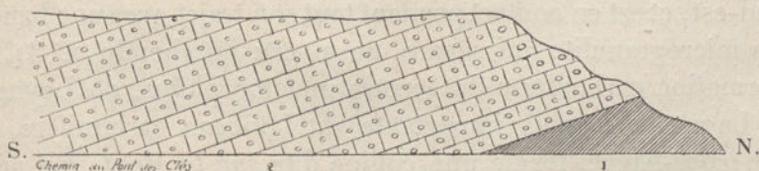


FIG. 4. — Coupe des Elles (Chasselas).

1. Schistes carbonifères. — 2. — Arkoses du trias.

On voit encore plus au nord, en se dirigeant vers la Grange-du-Bois, d'autres schistes, notamment aux Rontés-Mollards. Mais là ils ne présentent aucune coupe, et leur présence n'est

décelée que par leurs débris abondants dont le sol est jonché. Ce sont encore des schistes foncés, gris-noirâtres, ressemblant à ceux des Elles, mais moins fins comme pâte et présentant parfois un aspect franchement gréseux. Ils sont aussi fossilifères ; mais les empreintes qu'ils renferment sont en général très mal conservées.

4. — Carbonifère de Saint-Vérand.

On trouve sur la commune de Saint-Vérand deux lambeaux carbonifères, dont le moins important, dont je vais m'occuper tout d'abord, appartient aussi à la commune de Leynes, sur laquelle il empiète du côté du nord.

Ce lambeau¹, que je désignerai du nom de Chaudes-Aigues, qui est celui d'une belle source voisine, a la forme d'un triangle rectangle, dont la base, regardant le midi, représente une ligne est-ouest de 600 mètres environ, en contact sur toute sa longueur avec le terrain métamorphique.

Le petit côté du triangle a une direction exactement nord-sud et une longueur de 400 mètres environ. Il forme la lèvre orientale de la faille qui le met en contact, au sud, avec le lias inférieur, et au nord avec le lias moyen.

Le côté représentant l'hypothénuse du triangle se développe sur une longueur de 800 mètres, dans la direction nord-ouest-sud-est, et est en contact pendant tout son trajet avec une bande de microgranulite qui sépare, au niveau du chemin n° 31, la formation carbonifère du terrain métamorphique de Leynes.

La partie la plus importante du lambeau carbonifère de Chaudes-Aigues forme une colline dite *sur le Mont*, qui présente une bonne coupe sur le petit chemin rural qui part de la fontaine et se dirige au sud vers le château de Béthune. Le talus abrupt de ce chemin, couvert en grande partie de ronces et de broussailles a au midi une hauteur de 6 mètres

¹ Voir fig. 5.

qui s'atténue insensiblement jusqu'à zéro en approchant de la fontaine au nord.

On voit dans la partie la plus élevée, sur une épaisseur de 40 mètres (n° 2 de la coupe que je donne ci-après), des schistes noirs ou lie de vie, à pâte fine, très compacts et très fossilifères, qui contiennent de belles empreintes de *Stigmaria* et de *Lepidodendron acuminatum*; les fougères, qui paraissent y être communes, sont très mal conservées et à peu près indéterminables. Ces schistes, très relevés, presque verticaux, comme ceux de Balmont, plongent au nord-ouest. Ils jonchent de leurs débris la pente cultivée en vigne qui aboutit au moulin situé sur l'Arloy à 200 mètres de là.

Après eux, le talus est complètement masqué sur un espace de 25 mètres (n° 3 de la coupe) par la terre végétale et les ronces.

Puis d'autres schistes lie de vin, gréseux, durs, ne paraissant pas fossilifères, se prolongent sur une épaisseur de 10 mètres (n° 4 de la coupe) et forment une saillie prononcée dans le talus.

Ils sont surmontés de 15 mètres de schistes noirs, compacts, à pâte fine, très siliceux (n° 5 de la coupe), qui plongent sous le chemin, au voisinage de la fontaine de Chaudes-Aigues.

Voici la coupe de ce talus :

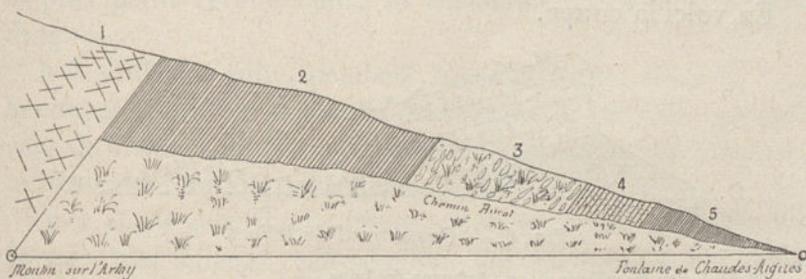


FIG. 5. — Coupe de Chaudes-Aigues (Leynes et Saint-Vérand).

Echelle: 1 pour 1000.

1. Terrain métamorphique. — 2. Schistes noirs ou lie de vin, fossilifères (40^m). — 3. Talus masqué par les ronces (25^m). — 4. Schistes gréseux, lie de vin, non fossilifères (10^m). — 5. Schistes noirs, compacts, très siliceux (15^m).

Le second lambeau carbonifère de Saint-Vérand, plus intéressant, présente une bonne coupe au Réfort ¹, sur la route qui va du hameau de la Roche (Saint-Vérand) au village de Pruzilly.

Sans la percée de cette route, de date relativement récente, les dépôts carbonifères qu'elle a mis au jour seraient peut-être encore ignorés aujourd'hui. Ses tranchées profondes pouvaient seules en donner la clef stratigraphique.

Ces dépôts forment une bande orientée du sud-est, où ils plongent sous les arkoses du trias, au nord-ouest où ils s'appuient, aux abords du village de Pruzilly, sur les tufs d'orthophyre.

Au Réfort, la route qui longe le ruisseau de Pruzilly passe entre deux puissantes assises d'arkoses, plongeant à l'est sous un angle d'environ 20 degrés. Ces deux assises, formées des mêmes bancs sans aucun dénivèlement, devaient être primitivement réunies, avant que des phénomènes d'érosion les aient séparées.

L'assise nord constitue un abrupt tourné vers l'ouest, qui s'appuie sur un lambeau de schistes carbonifères lie de vin, très micacés, recouverts par des genêts et des ronces qui en masquent la disposition stratigraphique (fig. 6). Ces schistes contiennent d'abondants débris végétaux, presque toujours indéterminables.

En voici la coupe.

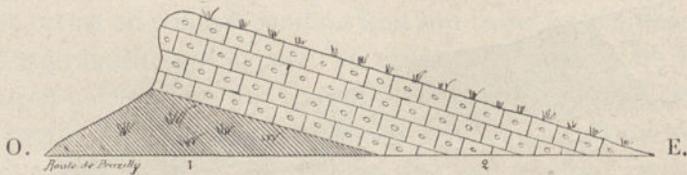


FIG. 6. — Coupe nord du Réfort.

1. Schistes carbonifères. — 2. Arkoses du trias.

Au midi de la route, la série carbonifère est beaucoup plus

¹ Voir fig. 6.

intéressante. J'en donne ici une coupe (fig. 7) comprise entre le massif de tufs orthophyriques sur lequel elle s'appuie à l'ouest et les arkoses du Réfort sous lesquelles elle plonge à l'est.

A la base se voient, sur une épaisseur de dix mètres, des tufs de porphyre (n° 2 de la coupe) contenant dans leurs couches inférieures des galets de granulite qui leur donnent l'aspect de poudingues.

Sur ces tufs s'appuient 7 mètres de schistes noirs (n° 3 de la coupe) à pâte fine dans leurs strates supérieures, gréseux et moins foncés à leur partie inférieure. Ces schistes sont pétris de débris végétaux mal conservés ; j'y ai cependant recueilli d'assez beaux échantillons de *Stigmaria* et d'*Asterocalamites radiatus*.

Puis les tufs de porphyre, avec fragments roulés d'orthose dans leurs couches supérieures, reprennent sur une épaisseur de 80 mètres environ (n° 4 de la coupe). Ces tufs présentent sur certains points l'aspect de véritables orthophyres à pâte très noire sur laquelle se détachent des cristaux d'orthose d'un rose vif. Sur d'autres points, ils sont uniformément grisâtres et paraissent réduits à une pâte feldspathique d'orthose. Ailleurs ils sont très compacts, très durs, très siliceux et ressemblent à des mélaphyres. Ils renferment à leur base des cailloux roulés, souvent volumineux, qui deviennent plus rares et plus petits vers le haut ; ils ressemblent alors à des poudingues.

A ces tufs fait suite, pendant 120 mètres, un talus (n° 5 de la coupe) recouvert d'éboulis arkosiques et tuffacés, que percent de distance en distance des pointements de tufs porphyriques semblables aux précédents.

A ce chaos succèdent 10 mètres de schistes foncés (n° 6 de la coupe), très siliceux, porcelanisés, non fossilifères, véritables Cornes vertes.

Puis d'autres tufs porphyriques, lie de vin, affleurent sur un espace de 100 mètres (n° 7 de la coupe), à la base du talus et dans le fossé qui le borde.

Ces tufs sont recouverts par quelques lits de schistes influencés et transformés en Cornes sur une épaisseur d'environ 2 mètres (n° 8 de la coupe).

Enfin la microgranulite (n° 9 de la coupe) recouvre d'une couche d'environ 120 mètres tous les autres termes de la formation, qui disparaît sous les arkoses triasiques de la carrière de Réfort (n° 10 de la coupe).

Cette série carbonifère a dans son ensemble, y compris les roches éruptives qui lui sont subordonnées, une puissance de plus de 500 mètres. Ses couches sont relevées presque verticalement, et plongent à l'ouest, en stratification discordante avec les arkoses voisines, qui plongent à l'est sous un angle ne dépassant pas 20 degrés. Son étude n'est possible que sur la route même. Dès qu'on monte sur le plateau qui la domine au midi, on ne trouve plus que les éboulis arkosiques de la montagne de Bessay qui la recouvrent partout.

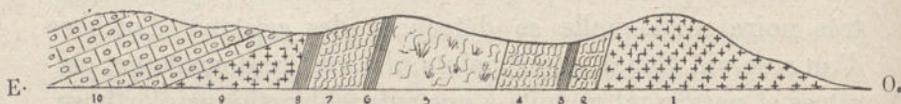


FIG. 7. — Coupe de la route de Pruzilly (Saint-Vérand).

Echelle : 3 pour 1000.

1. Massif de tufs orthophyriques. — 2. Tufs de porphyre (10^m). — 3. Schistes fossilifères (7^m). — 4. Tufs de porphyre (80^m). — 5. Talus avec pointements de tufs de porphyre (120^m). — 6. Schistes (10^m). — 7. Tufs de porphyre (100^m). — 8. Schistes influencés et cornes vertes (2^m). — 9. Microgranulite (120^m). — 10. Arkoses du trias.

5. — Carbonifère de Pruzilly.

On voit à Pruzilly ¹ une suite intéressante de dépôts carbonifères, qui présentent une bonne coupe sur le chemin qui va de l'église au hameau des Ravinets.

Ces dépôts s'appuient sur le puissant massif de tufs orthophyriques qui recouvrent à l'ouest une vaste région. Ils s'éta-

¹ Voir planche hors texte, fig. 2.

lent sur une partie de la vallée d'Enveaux, qui est constituée au midi par la prolongation du massif métamorphique de Bessay. Ils ne font en général qu'affleurer et leur stratigraphie est partout obscure, excepté toutefois près du village de Pruzilly, où on peut étudier la coupe que je vais décrire et figurer ci-après :

La série débute près de l'église, au pied de la maison des Sœurs, par 8 mètres de schistes noirs, jaunes sur certains points, à pâte fine, très compacts, très micacés, et criblés de débris végétaux indéterminables (n° 1 de la coupe, pl. hors texte, fig. 2).

Ces schistes sont recouverts d'une nappe de microgranulite très cristalline, épaisse de 12 mètres (n° 2 de la coupe), sur laquelle s'appuient 2 mètres de schistes rougeâtres, fossilifères (n° 3 de la coupe), recouverts d'une nouvelle couche de microgranulite d'une puissance de 6 mètres (n° 4 de la coupe). Sur la microgranulite on voit une couche de 1 mètre de schistes rougeâtres analogues aux précédents (n° 5 de la coupe), et la microgranulite reparaît sur une épaisseur de 1 mètre (n° 6 de la coupe).

Puis viennent 5 mètres de schistes gris-verdâtres, sans fossiles (n° 7 de la coupe), surmontés de 5 mètres de microgranulite très cristalline (n° 8 de la coupe), sur laquelle s'appuient 12 mètres de schistes verdâtres, compacts, renfermant quelques empreintes végétales mal conservées (n° 9 de la coupe).

A partir de ce point, la série carbonifère est interrompue, par le fait d'une faille, sur un espace de 100 mètres, par un pointement de terrain métamorphique, qui montre avec des diorites et des schistes décomposés quelques strates de Cornes vertes semblables à celles de la montagne de Balmont (Leynes) (n° 10 de la coupe).

Les schistes reprennent ensuite sur une épaisseur de 140 mètres (n° 11 de la coupe). De couleur foncée, noirâtres ou verdâtres, durs et très fissiles, ils contiennent en abondance de belles empreintes de *Stigmaria* et beaucoup d'autres

débris végétaux indéterminables. Ils plongent à l'ouest sous un angle de 40 degrés.

Interrompus par une coulée de microgranulite de 6 mètres d'épaisseur (n° 12 de la coupe), ils se montrent une dernière fois avec une puissance de 4 mètres (n° 13 de la coupe), à la rencontre du massif de tufs d'orthophyre sur lequel est bâti le hameau des Ravinets.

On voit encore à Pruzilly, sur le chemin vicinal dit du Moulin-à-Vent, entre le hameau des Nonnains et la Croix, un lambeau carbonifère représenté par des schistes tantôt noirs, tantôt jaunes, très micacés, peu fossilifères, alternant avec des tufs de porphyre qui contiennent des galets analogues à ceux qu'on rencontre dans les tufs de la série du Réfort (Saint-Vérand, route de Pruzilly).

6. — Carbonifère de Bussières.

Le lambeau carbonifère de Bussières est situé au pied du Monsard, un peu à l'ouest du confluent de la Petite Grosne et du File, entre le hameau du Grand-Bussières et le village de Saint-Sorlin. Sa forme est celle d'un rectangle orienté du nord-ouest au sud-est. Il est limité à l'ouest et au midi par une faille coudée à angle droit, qui le met en contact avec le Bajocien supérieur, au nord par la ligne du chemin de fer de Mâcon à Cluny, et à l'est par les arkoses du trias dont il est séparé sur un point par un filon de microgranulite.

Les empreintes végétales ne sont pas rares dans les schistes de Bussières ; mais leur mauvais état de conservation ne permet guère d'y reconnaître les espèces caractéristiques, en dehors de quelques échantillons assez nets de *Stigmaria* et de *Bornia*.

L'étude stratigraphique de la colline, bien qu'assez difficile, m'a cependant permis de constater la série suivante, en allant de l'ouest à l'est :

1. — 50 mètres, Poudingues.
2. — 4 mètres, schistes feuilletés, noirs, un peu caverneux, non fossilifères.

3. — 55 mètres, poudingues.
 4. — 10 mètres, schistes bariolés, caverneux, compacts et fossilifères.
 5. — 150 mètres de terrain recouvert par des broussailles, où la stratigraphie est impossible à suivre.
 6. — 8 à 10 mètres schistes rouges plongeant sous les arkoses de la roche Bregnat, qui domine la route allant de Mâcon à Tramayes.

7. — Carbonifère de Cenves et Jullié (Rhône).

D'autres dépôts carbonifères forment, entre Jullié et Cenves, une bande longue d'environ 6 kilomètres sur une largeur assez constante de 2 à 300 mètres.

Vers Cenves, aux Chapuis et aux Bouchacourts, les schistes, disposés en éventail, s'étalent sur une surface dépassant parfois 1 kilomètre de largeur, et se divisent en apophyses divergentes, qui donnent à l'ensemble de la formation une disposition palmée.

Dans toute cette région, les schistes carbonifères s'appuient sur les tufs d'orthophyre qui, aux abords du village de Cenves, sont remplacés par des microgranulites franchement cristallines. Il sont très peu fossilifères; on n'y rencontre que quelques rares empreintes de *Stigmaria*. Leur stratification est difficile à étudier, parce qu'ils ne font qu'affleurer en surface. J'ai pu cependant recueillir dans une carrière attenante au cimetière de Cenves, sur la route du Vieux-Château, la coupe suivante :

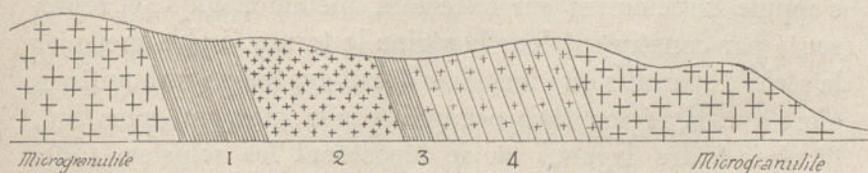


FIG. 8. — Coupe attenante au cimetière de Cenves.

Echelle : 1 pour 2000.

1. 20^m. Schistes noirs, très compacts, non fossilifères. — 2. 35^m. Microgranulite très cristalline. — 3. 8^m. Schistes jaunes, à pâte fine, non fossilifères. — 4. 45^m. Schistes intimement mélangés à la microgranulite qui les a imprégnés.

CHAPITRE III

RÉSUMÉ SUR LES DÉPÔTS CARBONIFÈRES DU MACONNAIS COMPARAISON DE CES DÉPÔTS AVEC CEUX DES RÉGIONS AVOISINANTES

Les différents lambeaux de terrain carbonifère inférieur du Mâconnais, dont je viens de donner une description détaillée, présentent une composition assez uniforme, qui peut se résumer de la manière suivante :

1° Une assise inférieure de calcaire carbonifère noir, à pâte subcristalline, rappelant par son aspect le calcaire de Tournai.

Ce calcaire n'affleure dans tout le Mâconnais qu'en un seul point, à la base de la série carbonifère de Fuissé, tout près de la carrière ouverte vers Chânes, au contact du terrain métamorphique et de la microgranulite. Il ne m'a pas été possible jusqu'ici d'y trouver les fossiles de l'horizon de Tournai; il faudrait peut-être pour cela dégager la roche et la suivre en profondeur. Un point intéressant sur lequel je crois devoir attirer l'attention, à propos du calcaire de Fuissé, c'est qu'il s'appuie directement sur le terrain métamorphique et représente par conséquent dans la région le terme le plus ancien de la série. Il paraît s'être formé au début des temps carbonifères, alors que la région était occupée par la mer, qui, plus tard, fit place à des lagunes où se déposèrent les schistes. Cette phase de la formation du calcaire dut être plus calme que celle du dépôt des schistes, à en juger par l'absence dans la première de phénomènes éruptifs qui ont été au contraire très fréquents dans la seconde.

2° Une assise supérieure composée, de schistes, de grès et

de poudingues alternant avec des microgranulites, des tufs et des cinérites¹.

Cette assise débute par les schistes qui reposent directement sur le calcaire carbonifère aux Grands-Rontés (Fuissé). Ce sont ces schistes qu'on voit dans la carrière coupée par la faille qui a mis en contact le Carbonifère et le Bathonien. Interrompus sur un espace de 300 mètres environ par un important massif de diorite et de terrain métamorphique, ils reprennent au Mollard-Galli avec la grande série carbonifère de Fuissé, dont on trouvera une coupe complète à la fin de ce travail (pl. hors texte, fig. 1).

Je donne ici la coupe de la région située entre la carrière de Vers-Chânes et le Mollard-Galli.

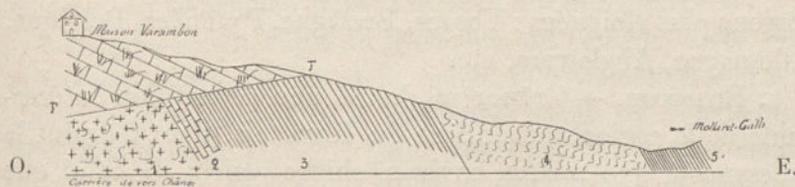


FIG. 9. — Coupe entre la carrière de Vers-Chânes et le Mollard-Galli.

1. Terrain métamorphique injecté par la microgranulite (carrière). — 2. Calcaire carbonifère. — 3. Schistes fossilifères. — 4. Terrain métamorphique. Massif dioritique. — 5. Schistes du Mollard-Galli. FF. Faille.

Dans toutes les localités mâconnaises où se trouvent des dépôts carbonifères, on observe des schistes fossilifères. Certains de ces schistes paraissent même être exclusivement formés de débris végétaux; malheureusement les empreintes bien conservées sont rares, et à part les *Stigmaria*, les *Bornia* et les *Lepidodendron* que l'on rencontre un peu partout, il n'y a guère de flore un peu complète en dehors du gisement de Fuissé.

Dans chaque série, les schistes occupent plutôt la base de

¹ Ces tufs et cinérites représentent les produits de projection aérienne de véritables volcans à cratère, qui avaient dû s'établir dans la région des lagunes où se déposaient les schistes et les grès.

la formation, tandis que les grès et les poudingues se trouvent le plus souvent au sommet, alternant avec les roches d'origine interne.

La première phase de la formation a coïncidé avec une période de calme relatif, et les phénomènes éruptifs ont surtout marqué la fin de l'époque, qui s'est terminée par de puissantes émissions de microganulite et de tufs.

Rien en Mâconnais ne paraît représenter les couches à anthracite du Culm supérieur, qui sont postérieures à l'époque de Fuissé.

Je comparerai d'abord les dépôts carbonifères des environs de Mâcon avec ceux des régions voisines du Plateau Central : 1^o Roannais ; 2^o Beaujolais ; 3^o Morvan, puis avec ceux des régions plus éloignées : Vosges, Bretagne, Pyrénées, Belgique, Allemagne, Angleterre, etc.

1. ROANNAIS. — Grüner¹ a donné une description intéressante de la région carbonifère du Roannais, dont il évalue la puissance à 470 mètres environ, chiffre voisin de celui que j'ai trouvé pour la série de Fuissé.

Il établit dans ce terrain les subdivisions suivantes :

3. — Grès à anthracite du Roannais.

2. — Porphyre granitoïde.

1. — Grauwacke du Roannais } Groupe supérieur ou calcaréo-schisteux.
 } Groupe inférieur ou quartzo-schisteux.

1. Le groupe inférieur de la *Grauwacke du Roannais*, ou quartzo-schisteux, est composé de schistes micacés et très siliceux. Grüner le rattache, avec doute, au système dévonien.

Il n'existe aucun représentant de ce terme inférieur dans les lambeaux carbonifères du Mâconnais.

Le groupe supérieur de la Grauwacke, ou calcaréo-schisteux,

¹ Grüner, *Description géologique et minéralogique du département de la Loire.*

est constitué par les schistes dans lesquels sont intercalés des lentilles calcaires, comme à Régny et à Néronde par exemple. Les fossiles de ces régions appartiennent, d'après les travaux récents de M. Julien, au niveau du sous-étage tournaisien.

Le calcaire de Fuissé paraît être de la même époque. Mais, au lieu d'être intercalé dans les schistes, il occupe tout à fait la base de la formation.

2. Le *porphyre granitoïde* de Grüner n'existe pas dans le Mâconnais.

3. Le *grès à anthracite du Roannais* est formé de grès feldspathiques et micacés, d'apparence porphyroïde, entre les assises desquels se rencontrent de faibles couches d'anthracite. Un poudingue est à la base du terrain, et des schistes feldspathiques, en bancs peu puissants, sont associés aux grès.

« Le grès porphyrique du Roannais, dit Grüner, a été plusieurs fois décrit comme roche ignée : la variété d'un vert noir foncé, comme mélaphyres, porphyres verts ou diorites, par MM. Héricart de Thury et Rozet ; les variétés blanches ou gris vert clair par M. Dufrenoy, comme granite à très petits grains. »

Ce grès de Grüner est l'équivalent des tufs de porphyre et des cinérités du Mâconnais, que MM. Berthaut et Arcelin qualifiaient également de grès.

Quant aux couches à anthracite, on ne les trouve nulle part dans notre région ; elles sont sûrement de formation plus récente.

Aux couches à anthracite du Roannais sont associés des schistes porcelanisés, qu'on rencontre à Bully, à Amions, à Saint-Priest-la-Roche, etc. Ces schistes porcelanisés, dus à l'action métamorphique des roches éruptives contemporaines, sont les équivalents des belles Cornes vertes qui se voient dans les séries carbonifères de Leynes, de Saint-Vérand et de Pruzilly.

M. Grüner signale la rareté des restes organiques dans le terrain à anthracite. Il ne cite comme représentant du règne animal qu'une simple encrine découverte par M. le professeur

Jourdan, et comme empreintes végétales que quelques Calamites et un *Lepidodendron*. Il n'y a pas rencontré de fougères.

Au-dessus du grès à anthracite du Roannais s'est épanché le porphyre quartzifère, dont les éruptions séparent le terrain anthracifère du terrain houiller proprement dit.

Ce porphyre quartzifère est l'équivalent des microgranulites qui, dans le Mâconnais, ont injecté partout les schistes carbonifères et les ont parfois recouverts de nappes puissantes.

M. Le Verrier ¹, plus tard, s'est occupé du même terrain.

Il distingue dans le carbonifère de la Loire trois étages :

1° Un étage inférieur de schistes argileux dont le sommet, riche en lentilles calcaires, contient la faune de Dinant ;

2° Un étage de poudingues, schistes et grès à anthracite qui paraissent se rapporter, au moins en partie, au Culm ;

3° Un étage de tufs et de coulées d'orthophyre, dont l'âge précis n'est pas déterminable, mais qui sont antérieurs au Houiller.

La composition lithologique de ces divers éléments témoigne, d'après M. Le Verrier, d'une émergence progressive qui a eu lieu avant les dépôts houillers, en même temps que se produisaient des plissements accentués et que s'épanchaient de grandes masses de microgranulite.

Cette série carbonifère de la Loire repose sur des schistes archéens relevés et plissés, avec lesquels elle se trouve en discordance. Au sud-ouest elle a recouvert des schistes qui paraissent être moins anciens, peut-être dévoniens.

Cette description répond à ce que l'on voit en Mâconnais, où, sur le terrain métamorphique, qui doit être l'équivalent des schistes archéens signalés par M. Le Verrier, s'appuient le calcaire et les schistes de la base de la formation, dont la partie moyenne est constituée par d'autres schistes accompagnés de

¹ Notes sur les formations géologiques du Forez et du Roannais par M. Le Verrier, ingénieur en chef des Mines (dans *Bulletin des services de la carte géologique de France*, n° 15, t. II (1890-1891, août 1890).

grès et de poudingues, et la partie supérieure par les microgranulites, les tufs et les cinérites.

2. BEAUJOLAIS. — M. Ebray¹ divise les dépôts carbonifères de la chaîne du Beaujolais en trois systèmes : 1° les schistes et les calcaires carbonifères à la base ; 2° les poudingues ; 3° les grès anthracifères.

Les schistes, qui affleurent surtout à la base de la chaîne et ne dépassent pas en moyenne 600 mètres d'altitude, sont assez variables comme composition. A Régny, ils sont argilo-calcaires, de couleur foncée, peu compacts, et contiennent une lentille de calcaire carbonifère riche en fossiles, rapportés autrefois par MM. de Verneuil et Jourdan, et plus récemment par M. Julien, à la faune dinantienne.

En se rapprochant de la vallée de la Saône les schistes deviennent plus durs ; ils sont moins foncés et se chargent parfois abondamment de lamelles de mica ; certains d'entre eux sont porcelanisés.

Des schistes verdâtres, très durs et très compacts se voient aux environs de Tarare.

Les schistes micacés sont communs aux environs de Pontcharra.

Les schistes porcelanisés se trouvent surtout entre Saint-Romain et l'Arbresle. On peut les suivre sur toute la ligne qui relie la montagne d'Avenas à Saint-Romain. Leur apparence métamorphique est due sans doute à l'influence du filon porphyrique qui traverse le département du Rhône, de Saint-Romain à Romanèche (Saône-et-Loire).

Le calcaire carbonifère subordonné à ces schistes présente la plus grande épaisseur à Régny et à Thizy où il a jusqu'à 6 mètres de puissance.

A l'est de Régny l'épaisseur de ce calcaire se réduit, et, vers le col de la montagne de Boussièvre, il n'atteint plus que 2 m. 50 à 3 mètres.

¹ Ebray, *Végétaux fossiles des terrains de transition du Beaujolais*.

Il disparaît vers l'Arbresle, où il est remplacé par un massif schisteux.

Les poudingues qui surmontent la formation calcaréo-schisteuse sont très développés entre Amplepuis et Régny et au sud-ouest de Joux. Ils occupent presque tout le versant des montagnes qui entourent Tarare.

Ces poudingues sont recouverts partout par une formation arénacée dont les éléments, fortement reliés par un ciment siliceux et feldspathique, constituent des grès à aspect nettement porphyrique.

C'est dans ces grès, qui occupent en général les plus hauts sommets de la chaîne beaujolaise, que se trouvent intercalées les couches d'anhracite.

Les couches du terrain carbonifère mâconnais présentent à peu de chose près les mêmes éléments, avec une structure et une disposition analogues.

Le calcaire carbonifère de Fuissé correspond à celui de Régny ; mais au lieu d'être subordonné à des schistes, comme dans le Beaujolais, il repose, je le répète, directement sur le terrain métamorphique, et constitue l'assise la plus inférieure de la formation.

On trouve dans la série de Fuissé, à côté des schistes argileux fossilifères de la base, d'autres schistes chargés de mica, très durs, très compacts, analogues à ceux signalés par M. Ebray dans les environs de Tarare et de Pontcharra.

Quant aux schistes porcelanisés de Saint-Romain et de l'Arbresle, ils sont les équivalents des Cornes vertes de Leynes, de Pruzilly et de Saint-Vérand.

Comme à Tarare, les poudingues sont communs à la partie supérieure de la série de Fuissé et dans les autres affleurements carbonifères du mâconnais.

Quelques couches d'anhracite semblables à celles du Roannais se voient aussi à la partie supérieure du carbonifère du Beaujolais. Ces couches, comme je l'ai dit, font totalement défaut en Mâconnais.

Les grès à texture porphyrique signalés par M. Ebray représentent les tufs de porphyre qui, dans le Mâconnais, alternent partout, au milieu des couches schisteuses, avec des porphyres francs et des cinérites de projection.

3. MORVAN. — Les dépôts carbonifères du Morvan présentent beaucoup d'analogie avec ceux du Roannais et du Beaujolais. On y trouve à la base des poudingues à galets de quartz et de granulite¹. Ces poudingues sont surmontés par des schistes foncés, auxquels sont subordonnées deux lentilles de marbre blanc, l'une à Champ-Robert et l'autre au Puits. Près de Luzy et du Creusot, on trouve au même niveau des quartzites de couleur foncée.

Aux environs de Luzy, à la Varville et à Savigny-Poil-Fol, M. Julien² a signalé des schistes noirs et des grès argileux où il a trouvé une faune exclusivement tournaisienne, qui assignerait à ces dépôts un âge antérieur à ceux de la Loire et du Beaujolais.

Dans le Bourbonnais, on voit aux environs de Vichy, à l'Ardoisière, des poudingues, des schistes et des calcschistes où M. Julien a découvert la faune de Visé, et enfin le grès à anthracite identique à celui du Roannais.

Les dépôts mâconnais, par le cachet de haute antiquité de leur flore, pourraient bien être contemporains de ceux de la Varville et de Savigny-Poil-Fol signalés par M. Julien, et par conséquent un peu plus anciens que ceux du Roannais et du Beaujolais.

4. VOSGES. — Les dépôts carbonifères des Vosges sont surtout caractérisés par une grauwacke de couleur brune ou verdâtre, d'aspect métamorphique, qui contient à Burbach, dans la vallée de Thann, un gisement important de la flore du Culm. Cette Grauwacke est intimement liée à des porphyres bruns, qui sont les équivalents des orthophyres de la région mâconnaise. Elle se rattacherait aux porphyres bruns comme nos tufs aux véritables orthophyres.

¹ Michel Lévy, *Not. C. G. F.*, Feuille d'Autun.

² M. Julien, *le Carbonifère de la France centrale*, 1897.

On a découvert dans les schistes de Plancher-les-Mines, contemporains du Calcaire carbonifère, des coquilles appartenant à la faune de Tournai et à celle des assises inférieures de Visé.

Des *Evomphalus*, des *Phillipsia* et des *Amplexus* se trouvent aussi dans la grauwacke de Burbach.

Quant à la flore de cette dernière localité, c'est celle du Culm inférieur et moyen. La plupart de ses types font partie de la flore de Fuissé.

On voit encore, aux abords de la Forêt Noire, près de Badenweiler, d'autres dépôts carbonifères consistant en grauwackes, poudingues et schistes, dans les couches supérieures desquels sont intercalés quelques lits d'anhracite. Ces dépôts seraient peut-être un peu plus récents que ceux de la vallée de Thann, ils seraient alors synchroniques de ceux du Beaujolais alors que ceux du Mâconnais seraient contemporains de la Grauwacke de Thann.

Les porphyres bruns, qui jouent un si grand rôle dans la région des Vosges, sont les équivalents des orthophyres noirs de la chaîne mâconnaise.

5. BRETAGNE. — Le grand synclinal de la Bretagne a eu son centre occupé par la mer dinantienne, qui a déposé, dans les bassins de Châteaulin et de Laval, des schistes ardoisiers longtemps considérés comme plus anciens, et définitivement rattachés au Carbonifère par M. Ch. Barrois. Ces schistes, dont la puissance atteint 1500 mètres, contiennent des lentilles calcaires où on a recueilli des *Phillipsia*.

On voit, au nord du bassin de Châteaulin, les schistes reposer sur des poudingues, qui alternent avec des tufs porphyriques de même nature que ceux du Roannais, du Beaujolais et du Mâconnais.

Les dépôts du bassin de Laval consistent en schistes, en grès grossiers et en poudingues auxquels sont associées quelques couches d'anhracite. Des porphyres sont subordonnés à ces roches d'origine sédimentaire, et à la Baconnière, où l'an-

thracite est exploitée, on trouve des empreintes végétales de la flore du Culm supérieur.

Le calcaire marin de Sablé et de Changé, noir et très compact, exploité comme marbre dans ces localités, contient la faune de Visé. Il supporte des schistes et des grès où se rencontrent encore les espèces du Culm.

Par leur flore et leur faune, les dépôts carbonifères de la Bretagne semblent être moins anciens que ceux du Mâconnais, mais ils appartiennent toujours au Culm.

6. BASSE LOIRE. — On voit entre Saumur et Nort des schistes marins surmontés d'une *Grauwacke* à flore du Culm, avec poudingues intercalés. C'est à la partie supérieure de ces dépôts que sont situées les couches à anthracite de Mouzeil et des Touches, à flore du Culm supérieur ; on trouve presque toujours au mur et au toit de ces couches une roche d'un vert clair qui est un tuf de porphyre.

Nous retrouvons encore ici les roches caractéristiques de l'époque dinantienne ; mais la paléontologie nous oblige à les rattacher à l'horizon du Culm supérieur.

7. PYRÉNÉES. — La mer dinantienne occupait toute la région des Pyrénées actuelles. Les dépôts qu'elle y a laissés, presque toujours d'origine marine, consistent en schistes, en grès et en poudingues, avec intercalations de calcaires exploités sur divers points comme marbres, notamment à Campan.

8. BELGIQUE. — C'est dans la vallée de la Meuse que les dépôts de l'époque dinantienne ont été le mieux étudiés.

Au début de la période, la mer carbonifère dépose dans le fond du détroit franco-belge, un calcaire très riche en foraminifères, en crinoïdes et en brachiopodes, qui présente deux horizons fossilifères nettement distincts, celui de Tournai à la base et celui de Visé au sommet. Ce calcaire noir alterne, dans les assises inférieures, avec des schistes et des calcschistes, qui dans l'horizon de Visé sont remplacés par des dolomies et des calcaires blancs, et, tout à fait à la partie supérieure, par des cal-

caires grenus et très compacts, qui contiennent parfois des couches d'anthracite.

Au nord de Mons, le calcaire carbonifère est surmonté de bancs continus de phtanite, sur lesquels s'appuie une puissante assise de schistes noirs très siliceux.

9. ANGLETERRE. — Le Dinantien forme en Angleterre une longue bande allant du Devonshire à la Tweed avec une direction nord-sud. Il occupe les bords du canal de Bristol. Son élément le plus caractéristique est le Calcaire de montagne (*Mountain limestone*), très développé dans la chaîne Pennine.

Dans le Devonshire et sur les bords du canal de Bristol, le Dinantien est représenté par des grès et des schistes à flore du Culm, dans lesquels se trouvent intercalées quelques couches calcaires contenant des fossiles marins (*Posidonia*, *Orthoceras*, *Goniatites*, *Phillipsia*, etc.).

Le Calcaire de montagne type est une roche de couleur gris-bleu clair, compacte et contenant parfois des lits de phtanite. Il est presque entièrement pétri de débris organiques marins, et devient souvent dolomitique aux abords des failles. Dans la chaîne Pennine, il est recouvert par la puissante série d'Yoredale (700 mètres à 1300 mètres), composée de schistes, de calcaires et de grès.

10. ÉCOSSE. — Le Dinantien s'étend en Écosse, du Forth à l'île d'Arran. Il comprend à sa base le Grès calcifère, qui contient dans son assise supérieure les couches calcaires de Burdie-House.

Le Grès calcifère est surmonté par une puissante assise calcaire (série calcaire inférieure, 160 mètres), sur laquelle s'appuie le terrain houiller, composé de schistes et de couches de houille importantes. Ces dépôts houillers, qui constituent une exception dans le Dinantien, sont recouverts par la série calcaire supérieure (30 mètres).

L'assise inférieure du grès calcifère renferme de nombreux *Archæopteris* et quelques types attardés de la flore dévonienne; c'est le gisement de la plus ancienne flore carbonifère.

Les couches de Burdie-House, qui appartiennent à la partie supérieure du Grès calcifère, contiennent les empreintes végétales caractéristiques du Culm inférieur, et sont contemporaines de celles de Fuissé et des autres localités mâconnaises.

11. IRLANDE. — La série dinantienne de l'Irlande est conforme à celle de l'Ecosse.

Elle paraît, dans le sud-ouest du Leinster, se relier au Dévonien par les couches de Kiltorkan, dont la flore a quelques points communs avec celle de Fuissé.

12. ALLEMAGNE. — Le Dinantien se montre en Westphalie, dans la Hesse, le Nassau et le Hartz, surtout sous son facies de schistes alunifères à posidonies du Culm allemand, qui reposent sur un calcaire de couleur clair, un peu cristallin, se montrant encore, sous forme de bancs peu épais, dans les couches inférieures des schistes. Ces schistes contiennent en abondance la *Posidonia Beckeri*, qui a servi à les qualifier; ils alternent avec des grès et des grauwackes à flore du Culm.

Le Dinantien présente encore la même composition en Thuringe, en Saxe et en Silésie. Il renferme en Saxe, dans les localités d'Ebersdorf et de Hainichen, des couches de houille exploitable analogues à celles d'Ecosse.

C'est en Silésie et en Moravie qu'il présente son plus grand développement. Stur, qui l'a étudié dans ces régions et en a donné une description magistrale, lui attribue là une épaisseur de 14.000 mètres. Il serait constitué à la base par 6000 à 7000 mètres de grès, de schistes et de conglomérats avec *Goniatites*, *Posidonies* et *Lepidodendron Veltheimianum*; plus haut, par des schistes feuilletés, des conglomérats, marins à *Phillipsia*, et des couches terrestres à *Sphenopteris*, *Stigmaria* et *Lepidodendron* (3500 à 4000 m.), et à la partie supérieure par des schistes à grain fin, avec empreintes végétales du Culm (4500 m.).

Dans la basse Silésie, on trouve à Waldenburg, dans la série schisteuse et gréseuse, des intercalations de bancs cal-

caires qui contiennent d'énormes *Productus*, dénotant un facies marin bien prononcé.

13. RUSSIE. — Le Dinantien reparaît dans le bassin du Donetz, où il renferme, dans ses couches supérieures, des veines de houille qui alternent avec des grès et des sables quartzeux à *Lepidodendron Veltheimianum* et des lits calcaires à *Productus giganteus*.

14. AUTRES RÉGIONS. — On trouve en Espagne, dans les Asturies, des schistes, des grès et des poudingues qui, comme à la Lèna, sont riches en empreintes végétales du Culm.

Le Dinantien se présente avec les mêmes caractères dans les Alpes orientales, et autour du massif des Balkans, qui devait être émergé et former une île à l'époque carbonifère.

Des dépôts semblables se trouvent en Sibérie, jusqu'au 60° parallèle. On en voit aussi en Chine, et, paraît-il, à la partie la plus septentrionale du Japon.

Le Dinantien existe dans les îles de la Sonde, et en Asie Mineure, dans le bassin d'Héraclée, où il contient une flore intéressante, étudiée par M. Zeiller.

La mer Dinantienne aurait occupé aussi une partie du Sahara, et ses dépôts existeraient au Cap, où des empreintes de *Lepidodendron Veltheimianum* auraient été trouvées dans les quartzites du Zuurberg.

Elle aurait également couvert de vastes espaces du continent américain, notamment dans la vallée du Mississipi, d'où le nom de Mississipien donné à l'ensemble de la formation, par Williams.

Enfin, elle a laissé des témoins importants dans les régions arctiques, jusqu'au 82° degré de latitude.

On voit, par ce qui précède, quelle immense étendue occupait la mer à l'époque dinantienne. Ses dépôts se présentent partout avec les mêmes caractères stratigraphiques et paléontologiques, et démontrent ainsi l'uniformité des conditions qui présidaient à leur formation. Un des traits les plus saillants de

l'époque, est la fréquence des phénomènes éruptifs qui venaient interrompre souvent l'action sédimentaire.

Les dépôts mâconnais appartiennent sans aucun doute à cette époque. La partie paléontologique de ce travail, que je vais aborder, le démontrera mieux encore.

CHAPITRE IV

PALÉONTOLOGIE

Généralités. — Dans les lambeaux carbonifères des environs de Mâcon, la plupart des couches schisteuses ou gréseuses contiennent des débris végétaux, parfois très abondants, mais presque toujours dans un mauvais état de conservation. A part quelques empreintes de *Stigmaria*, d'*Asterocalamites* et de *Lepidodendron* déterminables comme types, on ne trouve que des restes informes, impossibles à spécifier.

Le gîte fossilifère de Fuissé est le seul qui m'ait donné une riche florule, représentée par des échantillons nombreux et bien conservés.

Je me suis servi pour l'étude de ces végétaux fossiles du magistral ouvrage de Stur (*Die Culm flora des Mährisch-Schlesischen dachschiefers*) et des travaux de Schimper, de Göppert, de Kidston, etc.

J'ai suivi comme classification celle adoptée par W. Ph. Schimper et A. Schenk dans le *Traité de paléontologie* de Karl A. Zittel (partie II, Paléophytologie. Traduit par le Dr Charles Barrois, Paris, Octave Doin, 1891).

J'ai utilisé aussi les données paléontologiques nouvelles exposées d'une façon si claire dans les *Eléments de paléobotanique* que M. R. Zeiller vient de faire paraître (Paris, Georges Carré et C. Naud, éditeurs, 3, rue Racine, 1900). C'est, du reste, dans le laboratoire de ce savant maître que j'ai complété et achevé cette étude.

Les Thallophytes et les Bryophytes n'ont pas laissé de traces

dans les schistes de Fuissé, ou du moins il m'a été impossible jusqu'ici d'y découvrir rien qui s'y rapportât.

Les Ptéridophytes sont, au contraire, largement représentés par la classe des Filicacées, par celle des Calamariées et celle des Lycopodiacées.

La classe des Filicacées est la plus riche par ses genres et ses espèces et l'abondance de ses individus. La plupart de ces fougères ne sont représentées que par des frondes stériles; il en est cependant qui ont conservé en place leurs organes de reproduction.

Le groupe des Sphénoptéridées comprend plusieurs types des sous-genres *Sphenopteris trichomanites*, *Rhodea Presl* et *Calymmatotheca*.

Les Névroptéridées s'y montrent avec des *Archæpteris* et des *Triphylopteris*; les Cardioptéridées avec *Cardiopteris frondosa* et *Cardiopteris Hochstetteri*.

Le genre *Alcicornopteris* Kidston m'a donné de belles penes fertiles voisines de l'*Alcicornopteris convoluta* Kidston, mais en différant cependant assez pour nécessiter la création d'une espèce nouvelle.

Toutes ces fougères étaient de petite taille, à en juger par leurs axes, assez communs à Fuissé, mais toujours privés de leurs organes appendiculaires. Quelques-unes de ces empreintes indiquent cependant déjà des troncs de quelque importance, faibles précurseurs néanmoins de ceux de l'époque houillère.

La classe des Calamariées existe avec de très nombreux débris d'*Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim (*Archæocalamites radiatus* Stur) qu'on trouve abondamment dans tous les gisements mâconnais.

J'avais cru un instant avoir découvert à Fuissé un représentant du groupe des Sphénophyllées, rappelant le *Sphenophyllum tenerrimum* de Stur. Mais l'échantillon, insuffisant d'ailleurs, se rattachait plutôt, après vérification, à l'*Asterocalamites scrobiculatus*, auquel du reste M. Grand'Eury rapporte le *Sphenophyllum tenerrimum*.

Dans la classe des *Lycopodiacées*, la famille des *Lépidodendrées* est représentée par le genre *Lepidodendron* avec une seule espèce, le *Lepidodendron acuminatum* Gœppert, voisine du *Lepidodendron Veltheimianum*, et par le genre *Bothrodendron*, avec une espèce nouvelle voisine du *Bothrodendron Wikianum*, que j'ai nommée *Bothrodendron Depereti*, du nom du savant doyen de la Faculté des sciences de Lyon.

Plusieurs empreintes d'épis fructificateurs de *Lépidodendrées*, rappelant le *Lepidostrobus Collombianus* de Schimper, ont nécessité aussi la création provisoire d'une espèce nouvelle. Ces épis, séparés comme toujours des rameaux qui les portaient, étaient d'une attribution très difficile, sinon impossible. Il est probable, cependant, qu'ils doivent appartenir soit au *Lepidodendron acuminatum*, soit au *Bothrodendron Depereti*, seules *Lycopodiacées* découvertes jusqu'ici dans le Culm de Fuissé.

J'ai dû créer aussi une espèce nouvelle pour les *Lepydophyllum*, dont l'attribution restera tout aussi problématique tant qu'on ne les aura pas trouvés en place sur les rameaux qui les ont portés.

Les *Sigillariées* ne me paraissent pas avoir de représentants à Fuissé; du moins mes fouilles, à ce sujet, ne m'ont jamais donné de résultat. La seule empreinte que j'avais cru pouvoir rapprocher de la *Sigillaria antecedens* de Stur, a été attribuée par M. R. Zeiller au *Bothrodendron Depereti*.

Les *Stigmaria* du type *Stigmaria ficoïdes* sont très communs dans tous les gîtes fossilifères du carbonifère mâconnais. On en trouve partout, à Fuissé comme ailleurs. C'est l'espèce la plus répandue dans notre terrain.

Dans l'étude détaillée que je vais aborder, j'ai cru devoir, pour la compréhension plus facile de mes descriptions, indiquer les caractères généraux des groupes et des genres représentés dans la flore de Fuissé.

PTÉRIDOPHYTES

CRYPTOGAMES VASCULAIRES

PREMIÈRE CLASSE : FILICACÉES (FOUGÈRES)

I. — GROUPE DES SPHÉNOPTÉRIDÉES

Les Sphénoptéridées forment un groupe de fougères à frondes très découpées, bi- ou tri-pinnatiséquées, souvent une ou plusieurs fois divisées par dichotomie, dont les pinnules, généralement petites et rétrécies à leur base, affectent les formes les plus variées, cunéiformes ou spatulées, ovalaires ou orbiculaires, avec leur bord supérieur arrondi, denté, tronqué ou divisé en segments par des incisions plus ou moins profondes. Les nervures, peu nombreuses et peu accentuées, souvent réduites à une seule bien caractérisée, se détachent sous un angle généralement d'autant plus aigu qu'on s'éloigne davantage de la partie inférieure de la penne, l'angle devenant très faible dans les pinnules extrêmes. Ces nervures, droites ou flexueuses, se terminent dans les dentelures des pinnules ou dans leurs lobes. Le rachis principal et les rachis secondaires sont souvent ailés.

GENRE *SPHENOPTERIS* BRONGNIART

Ce genre, dont les caractères généraux sont les mêmes que ceux de l'ensemble du groupe, se subdivise en plusieurs sous-

genres, basés sur le mode de division des pennes et surtout sur la forme des pinnules.

1^{er} Sous-genre : *eusphenopteris*. Types : *Sphenopteris furcata* Brongniart ; *allosuroïdes* Gutb. ; *Ettingshauseni* Stur.

Ce sous-genre comprend des formes appartenant au carbonifère le plus ancien et allant jusqu'aux couches moyennes de la formation. Il est caractérisé par la division de ses pennes : du rachis principal partent des axes secondaires, alternant et se subdivisant par des ramifications bi- ou tri-pinnées. Les pinnules se décomposent en segments carénés ou elliptiques, parcourus par une seule nervure, ou en segments plus larges, spatulés, à plusieurs nervures. Le rachis et ses divisions sont souvent faiblement ailés.

1^{er} Sous-genre : *eusphenopteris*, représenté à Fuissé par

***Calymmatotheca affinis* LINDLEY et HUTTON, sp.**

(du Carbonifère inférieur d'Ecosse).

PL. II, fig. 1, PL. I, fig. 1a (même figure que I, grossie deux fois).

(Zittel. — *Paléophytologie* p. 103, fig. 74).

(Foss. fl. of Gr. Britain I, taf. 45. The geol. of the weighbourhood of Edinburgh. *Mem. of the geolog. Survey of Great Britain*, 1861, p. 145).

Synonymie :

Calymmatotheca affinis L. et H. sp.

Calymmatotheca affinis Kidston. *Catalogue of palæoz. plants in Brit. mus.*, p. 66, 1886.

+ *Sphenopteris affinis* Lindley et Hutton. *Foss. Flora*, vol. I, pl. XIV.

+ *Sphenopteris affinis* Hibbert. *Trans. roy. Soc. Edin.*, vol. XII, p. 178, pl. VI, fig. 4 ; pl. V bis.

+ *Sphenopteris affinis* Peach. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XXXIV, p. 131, pl. VII.

Sphenopteris affinis Peach. *Trans. Bot. Soc. Edin.*, vol. XII, pp. 162 et 187.

Sphenopteris linearis Brongniart (non Sternberg). *Histoire des végétaux fossiles*, p. 175, pl. liv. fig. 1.

+ *Sphenopteris linearis* Hibbert. *Trans. roy. Soc. Edin.*, vol. XIII, p. 178, pl. VI, fig. 3.

+ *Staphylopteris* (?) *Peachii* Peach. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XXXIV, p. 131, pl. VIII, fig. 1, 2, 3, 4 (?).

Sphenopteris frigida Heer (in part.). *Foss. Flora Spitzbergens.*, pl. I, fig. 2.

Sphenopteris flexilis Heer (in part.). *Foss. Flora Spitzbergens.*, p. 8, pl. I (fig. 11-27) ; pl. II (fig. 7-10).

¹ Voir les planches placées à la suite du texte.

DESCRIPTION (dans *On the fructification of some ferns from the carboniferous formation*, by Robert Kidston, F. R. S. E., F. G. S., planches VIII, IX).

Fronde divisée en deux parties symétriques lancéolées, tripinnées et très découpées. Pennes primaires alternes, lancéolées. Pennes secondaires et tertiaires également alternes et nettement lancéolées. Pinnules cunéiformes entières ou divisées en deux ou trois lobes cunéiformes. Nervures nombreuses rayonnant de la base de la pinnule, et se divisant par plusieurs dichotomies successives. Fructification consistant en 4-6 sporanges oblongs dépourvus d'anneau, portés à l'extrémité des pennes fertiles, qui se divisent par dichotomie et sont totalement dépourvues de pinnules.

(La position de la penne fertile sur le rachis n'a pas encore été observée; mais elle doit être la même que dans le *Calymmatotheca bifida*, dont il sera bientôt question).

REMARQUE. — La plante figurée par Brongniart comme *Sphenopteris linearis* n'est certainement pas la fougère à laquelle Sternberg a donné le même nom. Le spécimen qui a servi de type à Sternberg pour son *Sphenopteris linearis* était trop insuffisant pour caractériser l'espèce.

HORIZON. — Jusqu'ici le *Calymmatotheca affinis* n'a été trouvé que dans les *Califerous Sandstone series*, qui en contiennent abondamment dans certaines localités.

Il ne paraît pas être commun à Fuissé, où je n'ai trouvé que la sommité de penne stérile figurée pl. I, fig. 1 et 1a.

Par ses fructifications, étudiées par Kidston, cette fougère appartiendrait au groupe des *eusporangiées*, caractérisées par des sporanges formés de plusieurs assises de cellules et dépourvus d'anneau. Elle ferait naturellement partie du genre *Calymmatotheca* de Stur, de la famille des *Marattiacées* fossiles. Ce genre serait caractérisé, d'après M. Zeiller, qui en a donné une excellente description dans ses *Éléments de paléobotanique*, p. 62, par ses sporanges fusiformes plus ou moins

à rechercher dans les tr. de Edin 6

nombreux, portés au sommet d'un pédicelle commun, soudés entre eux à leur base et libres à leur sommet.

Des fructifications semblables, portées par des axes dépourvues de pinnules, ont été découvertes dans tous les étages du terrain carbonifère. Certaines d'entre elles étaient encore en rapport avec des frondes stériles, pouvant être attribuées à des sphénortéridées.

Le nom générique de *Sphenopteris*, qui convient bien à cette fougère, a été remplacé par celui de *Calymmatotheca* parce que cette dernière désignation, basée sur la structure de l'appareil fructificateur, indique mieux la place naturelle qu'elle doit occuper dans la classification actuelle.

Kidston a comparé les groupes de sporanges des *Calymmatotheca* aux synangium des *Kaulfussia*. Peut-être ces sporanges proviendraient-ils, comme tendraient à le prouver certaines transitions entre les pennes stériles et les pennes fructifères, d'une transformation totale du limbe, au lieu d'être une simple production épidermique, ce qui rapprocherait le genre *Calymmatotheca* de la famille des Ophioglossées. M. Zeiller se demande à ce propos si on n'aurait pas affaire là à un type intermédiaire, servant de trait d'union entre les deux familles des Marattiacées et des Ophioglossées qui constituent le groupe des fougères eusporangées.

Le *Calymmatotheca affinis* est une fougère caractéristique des couches de Burdie-House, en Ecosse. On la trouve aussi en Angleterre, partout où il y a des dépôts de Culm inférieur.

Calymmatotheca bifida LINDLEY et HUTTON, sp.

Pl. I, fig. 3 et 3a.

Synonymie :

Calymmatotheca bifida Kidston. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XI, p. 591 (foot-note).

Sphenopteris bifida Lindley et Hutton. *Fossil Flora*, vol. I, pl. LIII.

Sphenopteris bifida Hibbert. *Trans. roy. Soc. Edin.*, vol. XIII, p. 177, pl. VI, fig. 1, 2.

Sphenopteris bifida Kidston. *Trans. roy. Soc. Edin.*, vol. XXX, p. 537.

- Sphenopteris bifida* Miller. *Testimony of the Rocks*, Edin., 1857, p. 466, fig. 129.
- Trichomanites bifidus* Göppert. *Syst. fl. foss.*, p. 264, pl. XV, fig. 11.
- Todea Lipoldi* Stur. *Culm Flora*. Heft 1, p. 71, pl. XI, fig. 8; Heft 11, p. 291.
- Todea Lipoldi* Schimper in Zittel, *Handbuch der Paleontologie*, Band III Heft 1, p. 107, fig. 75.
- Sphenopteris frigida* Heer. *Foss. Flora Spitzbergens.*, p. 7, pl. I, fig. 1, 3, 6.
- (?) *Sphenopteris geniculata* Heer. *Foss. Flora Spitzbergens.*, p. 7, pl. I, fig. 8 and 10 (? 7 et 9).
- Sphenopteris rutæfolia* Schmalhausen (not. Guthrie). *Mem. de l'Acad. Imp. d. Sciences de Saint-Petersbourg*, 7^e série, vol. XXXI, n^o 13, p. 4, pl. I, fig. 1-4 (? fig. 5), 1883.
- Staphylopteris Peachii* Kidston (non Balfour). *Trans. roy. Soc. Edin.*, vol. XXX, p. 539, pl. XXXI, fig. 6.
- Sphenopteris (Diplothemema) tracyana* Lesquereux. *Coal flora of Pensylv.*, vol. III, p. 766, pl. CI, fig. 2, 1884.

DESCRIPTION (dans *On the fructification of some Ferns from the carboniferous formation*, by Robert Kidston, F. R. S. E., F. G. S., planche VIII, figure 1, 2, 3, 4, 5, 6 a; planche IX, figure 16, 17).

Fronde divisée par dichotomie de l'axe principal en deux parties lancéolées symétriques. Pennes sub-opposées ou alternes, linéaires. Pinnules sub-opposées ou alternes, divisées en 3-8 segments simples ou bifides, étroits, linéaires, parcourus par une seule nervure. Pennes fructifères dépourvues de pinnules, insérées sur le rachis principal près du point de sa bifurcation. Fructification consistant en 16-20 sporanges étroits disposés en verticille autour d'un axe commun, et situés à l'extrémité des ramifications de la penne fertile. Sporangies libres à leur partie supérieure, soudés à leur base.

REMARQUES. — Le type figuré par Lindley et Hutton donne une idée peu nette du véritable aspect de cette fougère. Dans leur échantillon, le limbe très délicat des pinnules a complètement disparu, par suite de la macération; les nervures seules ont été conservées.

Une meilleure figure de cette espèce est donnée par Hugh Miller dans son *Testimony of the rocks*. Cet échantillon est figuré sur la planche IX, figure 16.

Un autre spécimen, montrant bien la forme des pennes et des pinnules du *Calymmatotheca bifida*, est représenté par Stur dans son *Culm Flora* sous le nom de *Todea Lipoldi*. Les pinnules sont divisées en 3 — 7 segments linéaires très étroits, dans chacun desquels se voit une seule nervure centrale. Le limbe des pinnules est très réduit, formant une bande peu accusée de chaque côté de la nervure.

Mes échantillons de Fuissé, figurés dans la planche I, figure 3 et 3a, sont macérés comme ceux représentés par Lindley et Hutton dans leur *Fossil Flora*; toute trace de limbe a disparu et les nervures seules subsistent. Ces empreintes sont néanmoins très nettes. Elles paraissent peu communes à Fuissé, sans doute à cause de leur délicatesse, qui a dû offrir peu de résistance aux agents de destruction. Comme pour le *Calymmatotheca affinis*, je n'ai trouvé de cette fougère que des fragments de frondes stériles auxquels s'appliquent en tous points les observations faites plus haut au sujet de cette dernière espèce. Les deux espèces sont du reste très voisines.

HORIZON. — Le *Calymmatotheca bifida* appartient, comme le *Calymmatotheca affinis*, aux *Calciferous Sandstone series*. On le trouve en Ecosse dans les couches de Burdie-House, et en Angleterre dans le Culm du Northumberland et du Cumberland.

2° Sous-genre : *Sphenopteris trichomanites*.

Les caractères de ce sous-genre résident surtout dans la forme linéaire des pinnules et l'étroitesse de leurs segments, souvent réduits à leurs nervures. A ce titre, les deux fougères que je viens de décrire devraient appartenir au même groupe, dont elles n'ont été séparées que par suite de la découverte de leurs organes de reproduction, qui a permis d'en faire un genre à part.

Types : *Rhodea filifera* Stur ; *Todea Lipoldi* Stur ; *Trichomanes moravica* Ettingshausen.

Presl considère cette forme comme appartenant aux *Hyménophyllées*, et en place les espèces dans le genre *Rhodea*, ca-

ractéristique des terrains carbonifères les plus anciens. C'est à ce genre qu'appartiennent la plupart des fougères de Fuissé, où j'ai trouvé les espèces suivantes :

Rhodea Stachei STUR.

Pl. I, fig. 2 (extrémité de penne).

(Stur, *Culm Flora der Ostrauer*, p. 177, taf. XVI (XXXIII), fig. 7.)

DESCRIPTION (d'après Stur.). — Pennes bi-tripinnatiséquées, oblongues-lancéolées. Rachis principal épais et droit, sub-ailé, divisé en deux par une ligne médiane. Axes secondaires alternes se détachant du rachis principal sous un angle de 35 à 50 degrés d'autant plus ouverts et espacés qu'ils sont situés plus bas, très rapprochés et très dressés vers le haut. Pinnules étroites et allongées, lancéolées, entières ou bifides, un peu arrondies à leur extrémité et parcourues par une nervure médiane peu accentuée.

L'échantillon de Fuissé, que je figure planche I, figure 2, répond bien à la description de la fougère de Stur. Il représente l'extrémité d'une penne ; la ligne médiane saillante caractéristique qui divise le rachis y est très accusée.

Cette fougère paraît être peu commune à Fuissé, où je n'ai trouvé que ce seul spécimen. Sa robuste structure aurait dû cependant être pour elle un élément de facile conservation.

Jusqu'à présent on ne connaît que ses frondes stériles. Stur indique sa présence :

In den Waldenburger Schichten :

Segen Gottes-Grube, aus dem Hangendem des Zwölften Flötzes (Stache), und von der Halde des Schuckmann-Schachtes (Schütze) bei Altwasser.

In den Ostrauer Schichten :

Hangendes des Zwölften und des Hugo-Flötzes im fürstl. Salm'schen schachte bei Poln. Ostrau (Bartonec).

Rhodea Hochstetteri STUR.

Pl. II, fig. 1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1e.

(Stur, *Culm Flora*, p. 34, taf. VIII, fig. 2.)

DESCRIPTION (d'après Stur). — Fronde quadripinnatiséquée. Rachis principal un peu flexueux à son extrémité et faiblement ailé. Axes secondaires obovaires, lancéolés, se détachant du rachis sous un angle de 30 à 40 degrés. Axes tertiaires alternes, rapprochés, se détachant des axes secondaires sous un angle beaucoup plus aigu. Pinnules longues et étroites, entières, uninerviées, les plus extrêmes souvent bifides et quelquefois entières et terminées en pointe.

Cette fougère est voisine de la précédente ; mais ses axes sont moins épais, plus flexueux ; ses pinnules, plus grêles et plus isolées lui donnent plus de légèreté et d'élégance.

On la trouve à Altendorf, et elle est très commune à Fuissé, d'où j'ai tiré les échantillons figurés dans la planche II.

Figure 1. — Portion moyenne d'une penna.

Cet échantillon montre très nettement un axe secondaire portant de nombreux axes tertiaires avec leurs pinnules caractéristiques.

Figure 1a. — Rachis nu, se divisant par dichotomie et montrant à sa partie inférieure l'insertion d'un axe dont la flexuosité est marquée, et les pinnules espacées, les plus extrêmes bifides.

Figure 1b. — Extrémité d'une penna dont tous les axes sont flexueux et couverts de pinnules, les plus extrêmes bifides et terminées en pointe.

Figure 1c. — Portion moyenne d'un axe secondaire duquel se détachent deux axes tertiaires munis de pinnules longues, entières ou bifides.

Figure 1d. — Extrémité de penna, montrant des axes espacés, flexueux, portant des pinnules caractéristiques.

Figure 1e. — Extrémité de penna, avec ses axes flexueux et ses pinnules longues et bifides.

Le mode de fructification de cette fougère est inconnu comme chez la précédente.

Stur ne signale cette espèce que dans le Culm d'Altendorf.

Rhodea Gœpperti ETT, sp.

Pl. III, fig. 1.

(Stur, *Culm Flora*, p. 41, taf. XI, fig. 3-7.)

Synonymie :

Trichomanites Gœpperti ETT. V. Ettingshausen, *Foss. fl. des Mähr. — Schles., Dachschiefers*, 1865 (*Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss.*, Bd. XXV, p. 25, fig. 10, 11).

DESCRIPTION (d'après Stur). — Pennes 3-5 pinnatiséquées. Rachis court et épais. Pinnules très délicatement découpées, à parenchyme souvent déchiré. Axes secondaires alternes, écartés, pétiolés, courts, lancéolés, les inférieurs réfléchis, bipinnatiséqués, les moyens très ouverts, les supérieurs dressés, 3-4 pinnatiséqués. Pinnules extrêmes plus découpées que celles de la base ; lobes des pinnules larges à la base, étroits au sommet, où ils se montrent souvent très allongés, linéaires, renflés à leur extrémité, et parcourus par une seule nervure.

La figure 1 de la planche III montre un fragment de la partie inférieure d'un axe secondaire ou tertiaire de la fougère de Stur. Les axes qui portent les pinnules sont presque à angle droit sur l'axe principal ; les pinnules sont à peu près réduites à leurs nervures, au contact desquelles se voient des débris de limbe macéré, ayant laissé par leur décomposition des taches foncées sur le fond de la roche.

Cette fougère paraît être rare à Fuissé, où je n'ai pu trouver que l'échantillon figuré. Stur l'a signalée dans le Culm d'Altendorf, et Ettingshausen dans celui de Kunzendorf.

Ses organes de reproduction sont encore inconnus.

Rhodea Moravica ETT, sp.

Pl. III, fig. 2, 2a, 2b, 2c, 2d.

(Stur, *Culm Flora*, p. 38, taf. X, fig. 3-7 ; taf. XI, fig. 1.)

Synonymie :

Trichomanes moravicum ETT. V. Ettingshausen, *Foss. fl. des Mähr.* — Schles., Dachschiefers, 1865 (*Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss.*, Bd. XXV, p. 24, fig. 9¹ and taf. VI, fig. 4²).

DESCRIPTION (d'après Stur). — Pennes 3-4 pinnatiséquées, à pétiole court, légèrement flexueux et ailé. Axes secondaires alternes et pétiolés, distants et ouverts, les inférieurs lancéolés, bipinnatiséqués, les supérieurs obovaires-lancéolés tripinnatiséqués. Axes tertiaires et autres à pinnules espacées, les inférieures oblongues, les supérieures arrondies et presque en

éventail. Lobes des pinnules étroitement linéaires, insensiblement allongés, arrondis au sommet, isolés ou opposés et parcourus par une seule nervure.

Cette fougère est commune à Fuissé, où j'ai trouvé les spécimens figurés dans la planche III.

La figure 2 de cette planche représente un axe secondaire ou tertiaire avec ses pinnules en éventail.

La figure 2a montre une pinnule arrondie et en éventail qui, d'après sa taille, a dû appartenir à un axe important.

Dans la figure 2b se voit un fragment d'axe de petite taille, où les pinnules sont sensiblement distantes.

La figure 2c représente un échantillon beaucoup plus complet, montrant un axe principal duquel se détachent, à distances à peu près égales et sous des angles très ouverts, une série d'axes secondaires espacés et portant des pinnules oblongues nettement séparées les unes des autres.

En 2d est figurée une portion d'axe assez fort duquel se détache une pinnule courtement pétiolée.

Stur donne cette fougère comme assez commune à Altendorf, à Mohradorf et à Kiowitz.

Comme chez les précédentes, l'appareil fructificateur est inconnu.

Sphenopteris Schimperiana Gœpp, sp.

Pl. III, fig. 3 et 3a.

Pl. IV, fig. 1, 1a, 1b, 1c.

Pl. V, fig. 1, 1a, 1b, 1c.

(Schimper, *Traité de paléontologie végétale*, Paris, 1869, tome I, p. 408.)

Synonymie :

Hymenophyllites Schimperii Gœpp. *Ueb. die foss. Flora der Silur., devon., u. unt. Kohlform*, 1859, p. 490, t. XXXVII, fig. 2a et 2b. — Gœppert, *Flor. d. Ueberg.*, p. 66, tab. XXXVII, fig. 2 (*icon imperfecta*).

Sphenopteris Schimperii Kœchl. et Schimp. *Terrain de transition des Vosges*, p. 341; tab. XXIX.

DESCRIPTION (d'après Schimper). — Fronde une ou deux fois dichotome. Pennes ovales-allongées, lancéolées, bipinnées, celles du rachis avant sa division ovales-oblongues, les

médianes ovales-allongées, lancéolées, sensiblement plus longues, les extrêmes plus courtes. Pinnules sessiles, rapprochées, subopposées, pinnatifides, les inférieures larges et étalées, les autres allongées et en éventail, dressées et ouvertes. Lobes des pinnules nombreux, étroitement cunéiformes, divergeant insensiblement de la base dressée. Rachis primaire fort, semi-cylindrique, étroitement ailé, marqué de nombreuses cicatricules transversales.

Cette espèce se trouve abondamment à Fuissé, où certains schistes sont pétris de ses débris. Elle se rapproche beaucoup du *Rhodea moravica*, dont elle diffère surtout par le groupement de ses pinnules qui se chevauchent toujours plus ou moins, tandis que dans le *Rhodea moravica* elles sont nettement séparées et de forme plus arrondie.

J'ai recueilli beaucoup d'empreintes de cette fougère; j'indique ici les principales qu'on trouvera figurées dans les planches qui accompagnent ce travail.

La figure 3 de la planche III montre un axe secondaire ou tertiaire portant des axes d'ordre inférieur couverts de pinnules caractéristiques.

La figure 3a représente l'extrémité d'une penne de dernier ordre couverte de pinnules disposées en éventail.

Dans la planche IV, figure 1, est figuré un fragment de grande penne, intéressant surtout parce qu'elle montre très distinctement la disposition de nombreux axes secondaires sur un axe commun.

M. B. Renault, qui a examiné ce dernier échantillon, y voit une variété du *Sphenopteris Schimperiana*, à cause de l'écartement plus prononcé des pinnules et de l'ouverture plus grande des angles formés par l'insertion des axes secondaires sur le rachis. C'est bien pour lui un *Sphenopteris Schimperiana*, mais de plus grande taille que le type ordinaire. Sur ses observations, j'avais cru pouvoir en faire une espèce nouvelle, mais j'ai dû abandonner cette idée, d'après le conseil de M. Zeiller, de ne pas augmenter inutilement le nombre des espèces. M. Zeiller, comme M. Renault, du reste, ne voit dans cette empreinte qu'un *Sphenopteris Schimperiana* de grande taille,

auquel on pourrait tout au plus appliquer la qualification de *Sphenopteris Schimperiana* var. *major*. Je conserverai donc pour ce spécimen le nom spécifique créé par Gœppert.

La figure 1a, planche IV, montre l'extrémité d'une penne intéressante par la netteté de ses pinnules, qui ressort d'autant mieux que ces pinnules ont été mises en relief par la destruction d'une partie des pinnules voisines pendant l'acte de la fossilisation.

L'échantillon de la figure 1b, planche IV, est important parce qu'il représente une penne se divisant par dichotomie en pennes d'ordre inférieur couvertes de leurs pinnules. Ce mode de division avait fait hésiter les auteurs du traité de Zittel à placer le *Sphenopteris Schimperiana* dans leur sous-genre *Sphenopteridium*. Mais ce caractère ne paraît pas suffisant pour permettre de distraire cette fougère du groupe si naturel des *Rhodea*, auquel elle se rattache par de nombreuses affinités.

Le spécimen figuré planche IV, figure 1c, montre une portion de penne avec son rachis et ses ramifications secondaires.

Pour la figure 1 de la planche V, je ne puis que renvoyer aux considérations que j'ai développées à propos de la figure 1 de la planche IV. Il s'agit là encore d'un *Sphenopteris Schimperiana*, plus développé que le type ordinaire ; mais dans cet échantillon les pinnules sont plus nettes que dans celui de la planche IV et plus rapprochées les unes des autres.

La figure 1a de la planche V représente une portion terminale de fronde, avec des axes de différents ordres chargés de pinnules très serrées, les pennes de dernier ordre se recouvrant partiellement.

Dans la figure 1b de la même planche se voit une extrémité de penne avec toutes ses pinnules en place.

L'échantillon 1c de la planche V montre encore un fragment de fronde de la même fougère, avec des axes plus distants et des pinnules plus séparées que de coutume. Mais ces pinnules,

avec leurs segments si nettement accusés, ne peuvent laisser aucun doute sur l'attribution à donner à ce spécimen.

Ces nombreuses empreintes, très bien conservées pour la plupart, montrent l'importance du *Sphenopteris Schimperiana* dans les couches de Fuissé.

C'est aussi l'espèce la plus caractéristique de la Grauwacke supérieure de la vallée de Thann, dans les Vosges, et des vallées avoisinantes.

On la trouve aussi dans le Culm de Moravie.

2. GROUPE DES NÉVROPTÉRIDÉES

Dans son *Traité de paléobotanique*, page 51, M. Zeiller résume ainsi les caractères généraux de ce groupe :

« *Névroptéridées* : Comprenant les frondes à pinnules généralement assez grandes, attachées par un seul point ou par une portion très réduite de leur base, à contour habituellement entier ou faiblement échancré, à nervures nombreuses rayonnant du point d'attache, ou se détachant latéralement de la nervure médiane, s'il y en a une, et se divisant sous des angles aigus, par une série de dichotomies successives. »

GENRE *ARCHAEOPTERIS* DAWSON

Ce genre, auquel appartiennent la plupart des fougères dévoniennes, et qui ne dépasse pas le Culm, est caractérisé par des frondes bi ou tripinnées, à pinnules ovales, rétrécies vers leur base, insérées obliquement sur les rachis, toutes égales et formant des pennes à bords parallèles ; nervures rayonnant de la base d'attache (R. Zeiller, *Eléments de paléobotanique*, p. 103).

Il est représenté à Fuissé par :

Archæopteris dissecta Gœpp., sp.

Pl. V, fig. 2, 2a, 2b.

Pl. VI, fig. 1, 1a.

(Stur, *Culm. Flora Mähr*, p. 161.)

REMARQUES. — Les auteurs de la *Paléophytologie* du *Traité de Zittel* (p. 108) placent cette espèce dans le sous-genre *Sphenopteridium* Schimper, qu'ils rattachent au groupe des sphénoptéridées.

D'après eux, les fougères de ce sous-genre seraient caractérisées par leur rachis bifurqué au-dessous ou dans le milieu de la fronde. Pennes de premier ordre lancéolées, incisées quelquefois jusqu'à la nervure médiane, alternant entre elles sur le rachis. Pinnules composées de lobules courts et obtus, ou de segments cunéiformes très découpés. Nervures nombreuses d'égale importance, toujours groupées plusieurs ensemble, tandis que chez les *sphenopteris* vrais, il n'y a jamais qu'une seule nervure bien marquée.

Schimper, dans *Zittel* (p. 108), cite comme espèces de ce genre : *Cyclopteris* (*Sphenopteridium* Schimp.) *dissecta* Gœpp., *Ancimia Tschermakii* Ettingsh., *Archæopteris lyratifolia* Stur, et peut-être les *Sphenopteris pachyrachis* et *Schimperiana*.

Stur, avec plus de raisons, je crois, rattache cette fougère à sa tribu des *Neuropteridæ*. Cette opinion est du reste celle de M. Zeiller, qui la range dans le genre *Archæopteris* Dawson du groupe des Névroptéridées (*Éléments de Paléobotanique*, p. 103).

J'adopterai la manière de voir de ces savants auteurs.

Synonymie :

Cyclopteris dissecta Gœpp. — Gœppert, *Foss. Fl. der Uebergangsgeb.* (*Nova acta Acad. C. L. Car. nat. cur.*, 1852, XIV (XXII), suppl. p. 161, taf. XIV, fig. 3 (u. Verg.), 4). — Gœppert, *Fl. d. silur., devon., und. unt. Kohlenform*, 1860 (*Nova acta Acad. C. L. Car. nat. cur.*, XIX, p. 495, taf. XXXVII, fig. 3, 4 und 5). — Dr. O. Feistmantel, *Das Kohlenkalk Vorkommen bei Rothwal-*

tersdorf (*Zeitschr. d. deutschen geol. Gessel.*, 1873, XXV, p. 523, taf. XVI, fig. 25-27).

Aneinia Tschermakii Ett. — V. Ettingshausen, *Fl. d. Mähr.* — Schles., Dachschiefers, 1865 (*Denkschr. d. K. Acad. d. Wiss.*, Bd. XXV, p. 28 (104) fig. 14. und taf. VII, fig. 2 und 3).

DESCRIPTION (d'après Stur).— Pennes rigides pinnatiséquées. Rachis court finement strié et un peu écailleux, souvent bifurqué. Pinnules alternes ou sub-opposées, ovales-oblongues ou elliptiques, pinnatipartites ou pinnatifides; lobules groupés par deux ou trois, cunéiformes ou entiers, ou élargis et sub-excisés, décourants et confluent par leurs bases plus ou moins largement adnées. Extrémité des pinnules sub-trilobée; segments de la base des pinnules sub-orbiculés ou sub-bilobés, presque toujours plus grands que les terminaux. Nervures nombreuses s'épanouissant en éventail et se divisant par dichotomie.

Les empreintes que j'ai recueillies à Fuissé, quoique peu complètes, représentent des pinnules bien conservées, qui, malgré des différences de forme assez marquées, doivent toutes être rattachées, d'après M. Zeiller, à l'*Archæopteris dissecta*.

La figure 2, planche V, montre un sommet de penne d'*Archæopteris dissecta*.

REMARQUE. — Stur dans *Culm Flora*, p. 69, taf. XIII, figures 2, 3a, 3b, 4, figure une empreinte tout à fait semblable, qu'il décrit sous le nom de *Cycadopteris antiqua*. Mais il a dû certainement commettre une erreur. La description qu'il donne de sa plante est du reste très vague, et le genre *Cycadopteris* appartient au Jurassique inférieur et moyen. Aussi Schimper (dans Zittel, p. 120) conteste-t-il que la fougère de Stur soit bien un *Cycadopteris*; d'après lui la nervation délicate de ses pinnules serait bien différente de celle des véritables cycadopteris, M. Zeiller est du même avis, et, d'après son conseil, j'ai rattaché mon empreinte de la planche V, figure 2, à l'*Archæopteris dissecta*.

La figure 2a de la planche V montre une portion d'axe sur lequel sont insérées des pinnules dont la nervation est admirablement conservée.

Dans la figure 2b, planche V, on voit encore un axe porteur de plusieurs pinnules plus découpées, et nettement trilobées à leur extrémité.

La figure 1 de la planche VI représente une portion d'axe portant deux pinnules; cette empreinte, grossie deux fois figure 1a, montre nettement la conformation des pinnules, pinnatipartites, ovales-oblongues, avec leurs groupes de lobules, cunéiformes et presque entiers dans l'échantillon. La nervation caractéristique des névroptéridées y est très visible.

Cette fougère est rare à Fuissé.

Stur (*Culm Flora*, p. 61) la signale ainsi : à Altendorf, Tschirm (Ett.), Mohradorf ; in den schiefern von Hansdorf und Rothwaltersdorf in der Grafschaft Glatz.

Triphylopteris Collombi SCHIMPER

Pl. VI, fig. 2, 2a, 2b.

Synonymie :

Triphylopteris (Cycl.) *Collombiana* Sch. (Traité I, p. 479. *Terrain de transition des Vosges*, 1862, p. 339, tab. XXVII, fig. 10, 11).

REMARQUE. — Les auteurs de la *Paléophytologie* (dans Zittel) placent cette fougère dans leur groupe des Paléoptéridées, subordonné du reste à celui plus étendu des Névroptéridées. D'après eux, les Paléoptéridées comprennent les fougères les plus anciennes, caractérisées par des frondes bipinnées, ovales-lancéolées, au rachis fort non ailé. Leurs pennes, presque opposées, sont dirigées obliquement ; leurs pinnules sont obovales-allongées, décurrentes, entières ou incisées sur leurs bords, très rétrécies à leur base, avec des nervures nombreuses d'égale importance, fréquemment divisées et très rapprochées en arrivant vers le bord. Les pinnules fructifères occupent la partie inférieure de la fronde et sont réduites à leur nervure médiane sur laquelle s'insèrent les sores en faisceaux pédiculés. Les espèces de ce groupe appartiennent au Dévonien supérieur, à l'étage Ursien (Heer) et au Carbonifère

le plus ancien. La plus belle de toutes est le *Paleopteris hibernica* du vieux grès rouge d'Irlande.

DESCRIPTION (d'après Schimper). — Frondes tripinnées à rachis long et épais. Pennes de premier et de second ordre, se détachant sous un angle plus ou moins ouvert, plus distantes quand elles portent des organes de fructification. Pennes de troisième ordre pétiolées, pourvues de pinnules peu nombreuses et espacées. Pinnules courtement pétiolées, se détachant de l'axe sous un angle aigu; les inférieures larges, obovales, partagées en trois ou cinq lobes, les moyennes plus petites et trilobées; les supérieures oblongues-spatulées et entières. Nervures nombreuses, d'égale importance, très souvent bifurquées. Pennes fructifères développées en cime scorpioïde. Sores finement grenus disposés en grappe.

La figure 2, planche VI, représente un axe secondaire portant deux pinnules de forme un peu différente; peut-être la plus inférieure, a-t-elle été déformée par un accident de fossilisation. La pinnule supérieure par sa division en cinq lobes, a dû appartenir à la base d'une penne.

La pinnule représentée figure 2a, planche VI, et grossie deux fois en 2b, est divisée en trois lobes seulement et a dû appartenir à la partie moyenne de la penne sur laquelle elle était insérée.

Cette fougère, comme la précédente avec laquelle elle présente une grande analogie, est rare à Fuissé. C'est une espèce caractéristique du Culm des Vosges. Schimper a pu étudier son mode de fructification qui la rangerait dans les Marattia-cées. Elle appartient aux couches les plus inférieures de la formation carbonifère.

GENRE *CARDIOPTERIS* SCHIMPER

Ce genre est caractérisé par des frondes simplement pinnées, au rachis simple, fort, arrondi et strié. Les pinnules, insérées à la partie supérieure du rachis, sont entières, larges, opposées, souvent imbriquées par leurs bords, ovales-cordiformes et quelquefois orbiculaires, surtout les inférieures. Les

nervures, très nombreuses et d'égale importance, se détachent du rachis par faisceaux, et se subdivisent plusieurs fois par dichotomie dans l'épaisseur du limbe; les divisions des nervures se rendent serrées vers les bords de la pinnule, en décrivant des arcs plus ou moins accentués.

Le genre *Cardiopteris* ne contient que deux ou trois espèces, qui toutes appartiennent aux formations carbonifères les plus anciennes.

J'ai trouvé à Fuissé les espèces suivantes :

Cardiopteris frondosa GÖEPP., sp.

Pl. VI, fig. 4 et 4a.

(Stur. *Culm Flora*, p. 47, taf. XIII, fig. 1, und taf. XIV, fig. 1.)

Synonymie.

Cyclopteris frondosa Göppert. — Göppert, *Foss. Fl. der Uebergangsgeb.* 1852 (*Nova acta Acad., C. L. Car. nat. cur.*, XIV (XXII) suppl., p. 163, tab. XIV, fig. 1, 2). — Göppert, *Fl. der silur., devon., und unt. Kohlenform*, 1860 (*Nova acta Acad. C. L. Car. nat. cur.*, XIX, p. 502).

Cyclopteris Kœchlini, Schimper. — Schimper, *Végétaux fossiles du terr. de trans.*, 1862, p. 340, tab. XXVIII.

Cyclopteris Haidingeri, Ett. — V. Eltingshausen, *Foss. Fl. d. Mahr.* — Schles., Dachschiefers, 1865. *Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss.*, Bd., XXV, p. 20, fig. 5, und taf. V. — *Cardiopteris frondosa* Göpp. sp. — Schimper, *Traité de paléontologie végétale*, I, 1869, p. 453, tab. XXXV, fig. 2, 4 (*nec fig. 1*). — *Næggerathia obliqua* Göpp. — Göppert, *Gutt. foss. Pfl.*, H. 5 und 6, 1841, taf. XII, fig. 2.

DESCRIPTION. — Frondes très grandes, probablement bipinnées. Pennes simplement pinnées, à rachis large de 3 à 20 millimètres, s'atténuant rapidement, recourbées à leur point d'insertion, épaisses, rigides, serrées et ornées sur leur pétiole de cicatricules transversales à peine visibles. Pinnules de volume très différent, 2 à 10 centimètres de longueur, 2 à 8 centimètres de largeur, les plus grandes arrondies, quelquefois plus développées sur un côté, subcordées à leur base, arrondies ou arrondies-obtuses à leur sommet, les plus petites rapprochées les unes des autres. Pinnules adultes souvent imbriquées et toujours opposées. Les nervures, peu nombreu-

ses à la base des pinnules, se multiplient rapidement par dichotomie et deviennent très abondantes, très minces, bien distinctes et nettement isolées; les moyennes sont droites ou légèrement arquées, les latérales plus ou moins recourbées en arc, celles des bords entièrement recourbées et presque parallèles au rachis.

La figure 4 de la planche VI représente un fragment de penna où se voit une pinnule entière, cordiforme, et la base d'insertion de la pinnule qui lui est opposée. Le rachis est invisible, étant recouvert par la base des pinnules qui s'insèrent sur son bord supérieur.

La figure 4a, planche VI, montre une pinnule ovale-oblongue, lacérée en deux moitiés presque égales, avec son point d'insertion sur le rachis.

REMARQUE. — Schimper figure de beaux échantillons de la même fougère dans son *Traité de Paléontologie végétale*, tome I, page 453, atlas, planche XXXV. Dans la figure 1 on voit, dessinée d'après nature, la partie basilaire de frondes de moyenne et de petite dimension provenant d'échantillons de Niederburbach, près de Thann, dans le Haut-Rhin. La figure 3 représente des portions de frondes de grande dimension dessinées d'après des spécimens provenant de la même localité.

Mes empreintes de Fuissé sont absolument semblables à ces derniers échantillons.

Le *Cardiopteris frondosa* est une fougère caractéristique de la Grauwacke de Thann (Schimper). On l'a trouvé à Altendorf (Stur), à Kuzendorf (Ett.), dans les couches de l'île des Ours et dans Kohlenkalk bei Klein-Falkenberg in der Grafschaft Glatz (Gœppert).

Cardiopteris Hochstetteri Ett., sp.

Pl. VI, fig. 3, 3a.

(Stur, *Culm Flora*, p. 48, taf. XIV, fig. 2-3.

Synonymie :

Cyclopteris Hochstetteri Ett. — V. Ettingshausen, *Foss. Fl. d. Mähr.* — Schles., Dachschiefers, 1865. *Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss.*, Bd. XXV, p. 21, taf. VI, fig. 9.

Cardiopteris frondosa Sch. — V. Schimper, *Traité de paléontologie végétale*, t. I, 1869. Icon., tab. XXXV, fig. 1.

frondosa ?

Cette espèce, très voisine de la précédente, dont elle n'est peut-être qu'une variété, s'en distingue par ses nervures plus nombreuses et plus fines.

L'échantillon de Fuissé figuré planche VI, figure 3. et figure 3 a (grossie deux fois), a été examiné par M. B. Renault, qui y voit l'extrémité d'une pinnule de *Cardiopteris Hochstetteri*.

Cette fougère se trouve à Altendorf, à Mohradorf, à Kunzendorf et dans la Grauwacke de Thann.

GENRE *ALCICORNOPTERIS* KIDSTON

Les singulières empreintes figurées dans la planche VI, figure 5, et dans la planche VII, figures 1, 1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 f, ont été pour moi une véritable énigme, jusqu'au jour où j'ai eu la chance de découvrir un échantillon plus complet, montrant une portion de fronde avec son appareil fructificateur en place. Tout d'abord, je n'avais recueilli que des parties stériles seules, ou au contraire des organes de reproduction isolés, sans saisir les relations qui pouvaient exister entre eux.

En examinant les spécimens stériles, j'avais songé à les rapprocher de ces sortes d'organes désignés successivement par les auteurs sous les noms de *Fucoïdes*, *Chondrites*, *Schizopteris*, *Rhacophyllum* (dans Schimper *Traité de paléontologie végétale*, t. XLVIII), d'*Aphlebia* (voir *aphlebia* dans R. Zeiller : *Bassin houiller de Valenciennes, fl. fossile*, texte p. 301), de *Sphærococcites scharyanus* par Gœppert (*Ub. d. Flora d. silur., devon. u. unt. Kohlenform.*, t. XXXVI, fig. 2 et 3), considérés par les uns comme des Hyménophyllées parasites, par les autres comme des Fucoïdes, et par d'autres enfin comme des stipules analogues à ceux des Marattiacés (Geinitz).

Plus tard, j'avais cru pouvoir les ranger dans le genre *Aphlebia* de Presl (*Schizopteris auctorum nonn. nec Brongn.*, *Rhacophyllum* Sch., *Pachyphyllum* Lesq.), qui comprend ces empreintes de frondes plus ou moins grandes, aplaties, ner-

vées, dichotomes ou pinnatifides, dont les nervures sont si effacées, si minces, qu'elles se confondent souvent avec le limbe et deviennent invisibles, d'où le nom d'*aphlebia*.

M. l'abbé Boulay, à qui j'avais communiqué mes échantillons, hésitait à se prononcer sur l'attribution à leur donner.

M. B. Renault croyait y voir des fragments de pennes secondaires de *Diplothemema* avec *aphlebia* (voir la partie inférieure de la pl. XVI de R. Zeiller (Valenciennes), représentant le *Diplothemema Zeilleri* de Stur.) A propos de l'échantillon figuré en 1f, dans la planche VII qui accompagne ce travail, il me communiquait la note suivante, que je reproduis textuellement :

« La ramification ressemble à celle des *Mariopteris* ou mieux des *Diplothemema*, et s'il ne s'agit pas là d'aphlébies, la forme des divisions des pennes et leur rigidité en feraient une espèce nouvelle, sinon un genre nouveau. »

M. Renault émettait en même temps l'avis que les fructifications isolées que je lui avais soumises pourraient bien se rattacher aux pennes stériles dont l'attribution restait toujours douteuse.

Parmi ces fructifications, j'avais cru pouvoir rattacher celle figurée planche VII, figure 1a, au *Calymmotheca Stangeri* de Stur (*Die Culm Flora der Ostrauer and Waldenburger Schichten*, p. 151 (Taf. VII und IX). M. l'abbé Boulay, à qui je l'avais adressée, y voyait une fronde fertile de *Calymmotheca*, après l'éclatement de l'indusium contenant les sporanges. Ma diagnose se trouvait donc confirmée.

Les choses en étaient là quand, au cours de nouvelles fouilles, je trouvai l'empreinte figurée planche VII, figure 1, où un appareil fructificateur se voit en place sur la fronde stérile qui le portait.

Peu de temps après, à l'École nationale des Mines, où j'eus l'honneur d'être reçu, le savant professeur de paléontologie végétale, M. R. Zeiller, reconnut dans ces empreintes les représentants d'une espèce nouvelle appartenant au genre *Alcicornopteris* de Kidston.

La fougère de Fuissé est, comme je vais le démontrer, voisine de l'*Alcicornopteris convoluta* de Kidston ; mais comme elle ne lui est pas identique, je crois être autorisé à en faire une espèce nouvelle, en lui donnant le nom du savant qui l'a déterminée, soit celui d'*Alcicornopteris Zeilleri*.

Avant de décrire la plante de Fuissé, je crois utile, en raison de la rareté du type, de donner ici, d'après Kidston, les caractères génériques du genre *Alcicornopteris* et les caractères spécifiques de l'*Alcicornopteris convoluta*, qui se rapproche beaucoup de la fougère mâconnaise.

Kidston a donné ces caractères dans sa note *On the fructification of some ferns from the carboniferous formation* by Robert Kidston, F. R. S. E., F. G. S (Planches VIII, IX), pages 152 et suivantes, dans *Trans. roy. Soc. Edimb.*, vol. XXXIII, pl. VIII. Les voici :

Alcicornopteris, n. gen. KIDSTON

DESCRIPTION GÉNÉRIQUE. — Rachis se ramifiant par une série de dichotomies. Pennes stériles formées d'expansions foliaires semblables à celles des *Rhacophyllum*. Appareil fructificateur consistant en pennes très divisées et enroulées circulairement. La forme des sporanges et leur mode d'insertion sur la penne fructifère sont inconnus.

Ce genre, par ses parties stériles, rappelle les *Rhacophyllum*, et par ses fructifications le *Triphylopteris Collombi* de Schimper et le *Cyclopteris acadica* de Dawson.

Alcicornopteris convoluta, n. sp. KIDSTON

(Pl. VIII, fig. 11-15.)

Synonymie :

Rhacophyllum lactuca Kidston (non Sternb.) *Trans. roy. Soc. Edin.*, vol. XXX, p. 54o.

DESCRIPTION. — Rachis aplati, parcouru par une arête centrale

saillante, et se divisant par une série de dichotomies successives, la première dichotomie se faisant sous un angle obtus et les suivantes sous des angles de plus en plus aigus. Les pennes des frondes stériles constituent une large expansion foliaire divisée en lobes recourbés en spirale, dans lesquels les nervures sont indiquées par des lignes saillantes qui se divisent par dichotomie. Les pennes fructifères se ramifient aussi dichotomiquement en segments aplatis et larges, enroulés circulairement comme ceux du rachis. Les parties basiques du limbe des pennes se recouvrent les unes les autres; les parties terminales ont des expansions plus étroites, qui ne se chevauchent que faiblement ou même pas du tout.

Kidston fait suivre cette description de considérations indiquant comment il est arrivé à créer cette nouvelle espèce, après l'avoir identifiée tout d'abord, faute d'échantillons suffisants, au *Triphyllopteris Collombi* de Schimper, ou *Cyclopteris acadica* de Dawson, et aussi au *Rhacophyllum lactuca*. Ce *Rhacophyllum*, par ses pennes stériles, semblait se rapprocher beaucoup de l'*Alcicornopteris convoluta*; mais le genre *Rhacophyllum* appartient tout entier aux assises houillères, tandis que le genre *Alcicornopteris* n'a été trouvé jusqu'ici que dans les *Calciferos Sandston series*, et même dans les couches inférieures de cette formation. Le genre *Rhacophyllum* est du reste assez mal établi, et ses représentants peuvent provenir de pennes de fougères bien différentes. Dans le *Triphyllopteris Collombi*, les sporanges occupent l'extrémité des segments recourbés circulairement; il pouvait en être de même pour les fructifications de l'*Alcicornopteris convoluta*, bien que ces fructifications n'existent dans aucun des échantillons recueillis en Angleterre et en Ecosse.

Kidston décrit ensuite les échantillons qui lui ont permis de fixer son espèce nouvelle; j'en parlerai plus loin quand je décrirai ceux de Fuissé.

Il termine en indiquant les localités d'Ecosse et d'Angleterre où sa plante a été trouvée.

J'aborde maintenant l'étude de mes empreintes ; j'indiquerai leurs différences et leurs points de ressemblance avec l'*Alcicornopteris convoluta*, à propos de chaque échantillon.

***Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp. VAFFIER**

Pl. VI, fig. 5.

Pl. VII, fig. 1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f.

La figure 5 de la planche VI représente une portion du rachis se ramifiant par dichotomie et montrant très nettement l'arête saillante le divisant longitudinalement en deux parties égales. Cet échantillon peut être comparé à celui figuré dans la note de Kidston (pl. VIII, fig. 15) et provenant de la rivière Twed près du château de Norham (Northumberland). Peut-être s'agit-il là, comme dans le spécimen de Kidston, de l'empreinte des dernières divisions d'une penne fertile ; mais ces divisions paraissent plus ailées dans la fougère de Fuissé et appartiendraient peut-être à la partie moyenne d'un axe.

La figure 1 de la planche VII montre l'empreinte qui a permis à M. Zeiller de lever les doutes qui existaient sur l'attribution à lui donner. On y voit un appareil fructificateur en place sur l'extrémité d'une des divisions de la penne stérile ramifiée dichotomiquement, et paraissant peu ailée comme cela se présente dans les divisions extrêmes. Cette fructification rappelle celle du genre *Calymmotheca* de Stur, rattachée par cet auteur aux *Marattiacées*. Elle serait voisine de celle du *Calymmotheca Stangeri* Stur (Stur, *Die Culm Flora der Ostrauer und Waldenburger Schichten*, p. 151, taf. VII, und IX).

Je cite ici, à cause de son importance, la partie de la description de Stur qui a trait aux indusiums si caractéristiques de cette fougère :

« *Folia fertilia 5-6 pinnatisecta l. — pinnatifida, rhachibus omnibus densissime trichomatosis, in medio laminæ segmenta ultima 5-6 ordinis illis sterilibus similia sed minora, in apicibus fructus indusiatos ferentia; indusium coriaceum, primitus clausum, in sex valvulas lineari-lanceolatas, obsolete carinatas, anteriore parte nudas, inferne trichomatosas, rumpens; basis indusii intus concava, tuberculis minutis, l. cicatriculis sporangiorum delapsorum tecta.* »

Dans mon échantillon de Fuissé, l'indusium est fermé et n'a pas encore laissé échapper ses spores.

D'après M. Zeiller cet indusium, par sa constitution, pour-

rait bien provenir de la transformation intégrale du limbe, au lieu d'être une simple production épidermique ; la fructification des *alcicornopteris* se rapprocherait alors de celle des *Ophio-glossées*, et peut-être y aurait-il là un type intermédiaire entre ces dernières et les *Marattiacées*.

Les figures 1a, 1b, 1d de la planche VII représentent les mêmes fructifications, mais à un état de maturité plus avancé, après l'éclatement de leurs indusiums. Toutes sont encore en rapport avec l'extrémité des axes qui les portaient, et leur aspect rappelle de très près la figure que Stur donne de son *Calymmotheca stangeri*.

Dans la figure 1c se voit encore la même fructification, mais avant l'éclatement de son indusium, dont on distingue nettement la division en six valves.

La figure 1e, planche VII, montre un fragment de fronde stérile avec ses nombreuses ramifications dichotomiques ; sur les axes aplatis, on distingue l'empreinte de l'arête saillante caractéristique ; il s'agit là probablement de divisions ultimes, les expansions ailées faisant complètement défaut. Cet échantillon rappelle de près les figures de la planche XLVIII de l'Atlas du *Traité de paléontologie végétale* de Schimper, qui représentent (fig. 1) le *Rhacophyllum adnascens* (Lindley et Hutton) Sch., p. 686, sur le *Sphenopteris crenata* (Lindley et Hutton). *Foss. Fl.*, tab. C (figure réduite de moitié), du terrain houiller de Witehaven (Angleterre).

Dans la figure 1f, planche VII, se voit encore une portion de fronde stérile avec son rachis principal (horizontal dans la figure) se divisant dichotomiquement, sous des angles obtus, en expansions ailées parcourues de stries longitudinales parallèles à l'arête saillante. Ce spécimen est presque identique à celui figuré par Kidston (dans la figure 12 de la planche VIII, *Trans. roy. Soc. Edin.*, vol. XXXIII). Il n'en diffère que par la moindre importance de ses expansions ailées et ses dichotomisations moins enroulées. Mais la disposition des axes est la même dans les deux échantillons. L'échantillon de Kidston provient de la rivière Twed et a été recueilli à 100 yards au-dessous du château de Norham (Northumberland), par M. J. Rhodes. Il fait partie des collections du *British Museum*. La description détaillée qu'en donne Kidston peut s'appliquer en tous points à la fougère de Fuissé.

Comme on le voit, le genre anglais *Alcicornopteris* est représenté en Mâconnais, et si l'espèce *Alcicornopteris convoluta* y fait défaut, elle y est remplacée par l'*Alcicornopteris Zeilleri* qui n'en diffère que par son rachis moins large et moins ailé, et ses expansions moins développées et moins enroulées. Les échantillons de la fougère de Fuissé sont du reste beaucoup plus complets que ceux de l'*Alcicornopteris convoluta* de Kidston puisqu'ils représentent de nombreuses fructifications

parmi lesquelles l'une d'elles se trouve encore en rapport avec une penne stérile. C'est cet échantillon complet (pl. VII, fig. 1) qui a d'ailleurs permis de saisir les relations existant entre des parties stériles et des fructifications dont on ignorait la parenté jusque-là.

L'*Alcicornopteris Zeilleri*, comme l'*Alcicornopteris convoluta* du reste, appartient à un type très spécial, ayant sa physionomie propre, qui n'est pas celle des Sphénoptéridées ordinaires.

Par leurs fructifications, ces fougères paraissent être voisines des *Calymmatotheca affinis* et *bifida* décrits plus haut.

CALAMARIÉES

Les Calamariées ne sont représentées à Fuissé que par le seul genre *Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim sp. (*Asterocalamites* Schimper, *Archæocalamites* Stur, *Bornia auct. non Sternberg*) propre au Dévonien et aux formations carbonifères les plus anciennes. Ses caractères généraux sont les suivants :

Tige dressée, articulée, à côtes se continuant sur les articulations, s'insérant sur un rhizome par une base arquée et effilée en cône. Côtes ordinairement dépourvues de mamelons à leur sommet. On observe quelquefois des cicatrices ponctuées à la réunion de chaque sillon avec l'articulation ; ces cicatrices indiquent l'insertion des rameaux feuillés, qui ont été quelquefois trouvés en place. Ces rameaux peu nombreux, étaient garnis de feuilles très divisées, se terminant par des lanières minces, parfois filiformes, et recourbées sur elles-mêmes.

M. B. Renault, qui a eu l'occasion d'examiner des échantillons de ce genre à structure conservée (B. Renault, *Flore fossile du bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac*,

2° partie, Paris, 1896), signale cette structure comme voisine de celle des Arthropitys.

Les fructifications des *Asterocalamites* avaient la forme d'épis portant des sporangiophores à quatre sporanges, alternant avec des verticilles de bractées stériles divisées en lanières. Les sporangiophores étaient disposés en files longitudinales n'alternant ni d'un verticille à l'autre, ni d'un entre-nœud avec le suivant.

Ce genre ne contient qu'une seule espèce, commune à Fuissé et dans tous les gisements mâconnais :

***Asterocalamites Schlotheim* sp.**

Pl. VIII, fig. 1a, 1b, 1c, 1d.

Synonymie :

- Archæocalamites radiatus* Bg^t sp.— Stur, *Culm Flora*, taf. I, fig. 3-8; taf. II; taf. III; taf. IV; taf. V, fig. 1-2.
- Calamites radiatus* Brongniart. V. A. Brongniart, *Histoire des végét. foss.*, 1828, I, p. 122, tab. 26, fig. 1-2. — Unger, *Gen. et Sp. pl. foss.*, 1850, p. 44. — Schimper, *Terrain de transition des Vosges*, 1862, p. 321, tab. I.
- Calamites transitionis* Göppert.—Volkman, *Silesia subterranea*, 1720, tab. VII, fig. 4. — Dr. H. R. Göppert, *Uebersicht der foss. flora Schlesiens in Wimmers fl. siles.*, édit. 11, 841. — Göppert, *Foss. fl. des Uebergangsggeb.*, 1852 (*Nova acta Acad. C. Leop. Car. nat. cur.*, XIV (XXII), suppl., p. 116, tab. III, IV, XXXIV).
- Bornia transitionis*, F.-A. Rømer. — F.-A. Rømer : *Palæontogr.*, III, 1854, p. 45; tab. VII, fig. 5.
- Bornia radiata*, Schimper. — Schimper, *Paléont. végét.*, 1869, I, p. 334, tab. XXIV, fig. 1-9.
- Equisetites radiatus*, Sternberg. — Sternberg, *Versuch einer Fl. d. Vorwelt*, p. 45.

DESCRIPTION (d'après Stur). — Rhizôme rampant horizontalement, articulé, émettant au niveau des articulations et presque toujours à leur face inférieure des racines irrégulièrement dichotomes. Tige cylindrique, rameuse et feuillée, à peine un peu rétrécie au niveau des articulations qui sont plus ou moins rapprochées, marquée de sillons peu apparents quand elle est revêtue de son écorce, très accentués dans le cas contraire, parallèles et se continuant sans interruption sur les articula-

tions ; ces sillons sont séparés par des côtes un peu aplaties et finement striées. Rameaux naissant au-dessous des articulations, dressés ou étalés, quelquefois solitaires, plus rarement réunis par groupes de deux ou de trois, ou verticillés, presque toujours munis de leur écorce très finement striée, très rarement marqués de sillons, et nettement rameux et feuillés. Feuilles verticillées, largement unies par leurs bases, toutes plusieurs fois symétriquement divisées par dichotomie, très étroites et parfois linéaires à leur extrémité. Fructifications en forme d'épis, situées à l'extrémité des rameaux, occupant plusieurs entre-nœuds (3 à 4), séparées par des verticilles de feuilles ordinaires, et portant des sporanges ellipsoïdes allongés, légèrement aplatés et un peu rugueux à leur maturité.

Cette plante, caractéristique du Culm, est très répandue à Fuissé et dans tous les gisements fossilifères du Carbonifère des environs de Mâcon. Par son organisation elle devait échapper plus que toute autre aux causes de destruction habituelles.

On trouvera figurés dans la planche VIII de ce travail les spécimens suivants :

La figure 1 (planche VIII) représente une portion de tige où se voient deux articulations limitant un entre-nœud orné de ses côtes parallèles et bien accusées. Ces côtes se continuent nettement sur les articulations. Au-dessous de l'articulation la plus basse, se voit l'empreinte d'un rameau qu'on peut suivre jusqu'au voisinage de son insertion au niveau de l'articulation inférieure voisine.

La figure 1a montre un fragment d'entre-nœud paraissant appartenir à une tige plus volumineuse que la précédente ; à gauche de la figure, se voit l'empreinte de rameaux dont la disposition par rapport à la tige est impossible à saisir.

Dans la figure 1b nous avons affaire à un fragment de tige de petite taille avec un entre-nœud complet compris entre deux articulations, dont l'inférieure porte un ramule en place.

La figure 1c représente les dernières divisions dichotomiques d'une feuille.

Dans la figure 1d se voit la partie inférieure d'une tige s'effilant en cône et, par conséquent, voisine de son point d'insertion sur le rhizôme. Son articulation la plus voisine de l'extrémité du cône est oblique par rapport à l'axe de la tige.

L'*Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim (*archæocalamites radiatus* Brgt. sp.) est un des représentants les plus anciens

et les plus caractéristiques de la flore carbonifère. On l'a trouvé à l'île des Ours et même dans le Dévonien supérieur de l'Amérique du Nord (Canada). Récemment on l'a signalé aussi dans les schistes dévoniens de la Moselle, en compagnie d'un Psilophyton. Il est très commun dans les Hautes-Vosges et la Forêt-Noire, comme du reste en Moravie, en Silésie, dans le Harz et la Bohême.

LYCOPODIACÉES HÉTÉROSPORÉES

Famille des LÉPIDODENDRÉES

GENRE LEPIDODENDRON BRONGNIART

Dans ce genre les coussinets foliaires sont allongés, fusi-formes, à angle inférieur effilé, séparés en deux moitiés par une ligne saillante formée par l'épiderme; après la chute de l'épiderme, cette saillie est remplacée par un sillon finement strié transversalement. Les deux moitiés des coussinets, un peu convexes, portent à leur extrémité supérieure deux fossettes indiquant très probablement la place de lacunes aérifères. D'après les observations de M. B. Renault (*Flore fossile du bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac*, 2^e partie, Paris, 1896) et de M. Potonié (*Anatomie der beiden male auf dem unteren Wangenpaar und der beiden Seitennärbchen der Blattnarbe des Lepidodendreen-Blattpolsters*, Ber. deutsch. bot. Gesellsch., XI, p. 319, 1893), ces fossettes seraient en rapport avec un tissu lacuneux dépendant des faisceaux parenchymateux qui aboutissent aux deux cicatricules latérales de la cicatrice foliaire. M. Potonié voit dans ces fossettes un appareil de transpiration. Pour M. Zeiller ce sont peut-être des lacunes aérifères ou des appareils sécréteurs.

Les cicatrices foliaires sont situées plus haut que le milieu du coussinet et souvent à son extrémité supérieure. De forme losangique, à angle supérieur arrondi et à angle inférieur caché

sous les deux moitiés du coussinet, elles sont marquées de trois petites cicatrices, deux latérales arrondies et une médiane ovale ou en croissant, marquant la place du faisceau fibro-vasculaire de la feuille. Lorsque le coussinet foliaire s'est détaché, à sa place persiste un tubercule plat et arrondi, strié longitudinalement, sur lequel se voient encore les traces des trois cicatrices.

Dans les nombreuses espèces de *Lépidodendrons*, les coussinets foliaires et leurs arêtes varient souvent beaucoup au point de vue de la forme et du volume. Quelquefois les coussinets se touchent, d'autres fois ils sont séparés par un sillon ou par un bourrelet; ils sont toujours constitués par un épiderme dur recouvrant un tissu mou qui contient de nombreuses lacunes intercellulaires.

Dans les échantillons bien conservés, on perçoit souvent au-dessus de la cicatrice foliaire médiane une autre cicatrice triangulaire, que Stur considère comme la trace d'une ligule.

Les *Lépidodendrons* étaient de grands arbres pouvant atteindre 22 à 30 mètres de hauteur avec un diamètre de plusieurs mètres à leur base. Ils avaient jusqu'à une certaine hauteur un tronc simple, se ramifiant ensuite par dichotomie régulière ou irrégulière, et se terminant par une couronne de rameaux écartés les uns des autres sous des angles très ouverts. Les dimensions des coussinets foliaires variaient suivant l'importance des rameaux; mais ils conservaient la même forme sur toute la surface du tronc et des rameaux, excepté dans les ramules extrêmes où leur développement n'était pas complet. La cicatrice foliaire avait aussi dans une même espèce des caractères constants. Les feuilles étaient uninerviées, aciculaires, rappelant par leur aspect celles de nos graminées actuelles.

Certains échantillons de *Lépidodendrons* ont été trouvés avec leur structure interne bien conservée et ont été l'objet de travaux importants de la part de Binney, Williamson et de

MM. B. Renault et C.-E. Bertrand, qui ont parfaitement observé la constitution des tiges et des rameaux. De ces tiges, les unes n'ont jamais présenté qu'un bois primaire; mais dans la plupart cependant il existait un cambium donnant naissance à un bois secondaire centrifuge.

Les organes de fructification, allongés, ovales ou cylindriques, étaient situés à l'extrémité des ramules, dont ils se détachaient à leur maturité. Les macrospores étaient arrondies et occupaient ordinairement la base de l'épi sporangifère, tandis que les microspores, de forme tétraédrique, rappelaient assez celles des sélaginelles actuelles et étaient placées au sommet de l'épi.

On trouve à Fuissé et dans les autres gîtes fossilifères mâconnaïses de nombreux débris de *Lépidodendrons*, qui tous appartiennent à une espèce unique, le *Lépidodendron acuminatum* Schimper, si voisin du *Lépidodendron Veltheimianum* Stur que je crois nécessaire de reproduire intégralement ici la description latine que Stur donne de cette dernière espèce. Il me sera facile ensuite d'indiquer les différences qui permettent de différencier les deux espèces.

Lépidodendron Veltheimianum STUR

Stur, *Die Culm Flora der Ostrauer und Waldenburger Schichten*, p. 269, taf. XVIII, fig. 2-3; taf. XIX, fig. 5, 6, 8, 9, 10; taf. XX, fig. 1-6; taf. XXI; taf. XXII, fig. 1-3; ferner die fig. 47-53 im texte.

Synonymie :

Lépidodendron Veltheimii Sternberg. *Vers*, I, L, p. 43, taf. LII, fig. 3.

Lépidodendron Veltheimianum Sternberg. *Vers*, I, L., p. 12.

Sagenaria Veltheimiana Presl. — Sternberg, *Vers*, II, p. 180, taf. LXVIII, fig. 14. — Geinitz, *Darst. der Flora der Kohlenform*, von Hainichen. Ebersdorf und Flöha-Glucksberg, 1854, p. 51, taf. IV, V, VI.

Sagenaria polyphylla. Geinitz, *l. c.*, taf. VII truncos bulbiferos sistit.

Sagenaria Veltheimiana Schimper. — Schimper, *Terrain de transition des Vosges*, 1862, tab. XXI-XXVI.

DESCRIPTION du *Lépidodendron Veltheimianum* d'après Stur (*Culm Flora*, p. 269) :

« Trunci, metrum et ultra crassi, arborescentes; cortex verticaliter rugosus, pulvinis in ordines spirales imprimis 8 et 13 parasthicarum, secundum divergentiam 89-233 dispositis, inter se secundum 34 parasthicas confluentibus et folia decidua gerentibus, obtectus; pulvini lepidodendracei-juveniles 6-8^{mm} lati, vix rhomboïdales, utraq̃ue parte Zonis corticis angustis, conspicuis circumdati, adhuc nec cicatricem nec alteraque signa, sed lineam medianam ecrenatam adhuc lineam genalem ovalem et insertionem sporangii monstrantes. Maturi rhomboïdales et contigui, post delapsum foliorum latiores, 8-10^{mm} lati, cicatrice tripunctatâ, in superiore parte fossâ ligulæ et insertione sporangii, in parte inferiore vero, lineâ medianâ crenatâ, genis rugosis biverrucosis præditi; demum senescentes latissimi, ultrâ et 15^{mm} lati, signis omnibus plus minus obliteratis, lineâ medianâ erugosâ, fere evanescente, crenis aliquot vix conspicuis notatâ; Zonis corticis laterugosis iterum conspicuis; pulvini lepidophloëi truncorum bulbiferorum juveniles, tantum superiore parte evolutâ subtriangulares, demum lepidodendraceis conformes sed multo minores; cicatrices bulborum in duos aut quatuor ordines parasthicales dispositæ cochleariformes et nucleo truncorum impressæ vel proeminentes, foliosæ, in centro basalem partem bulbillorum, plerumque valde compressam gerentes; bulbilli decidui adhuc ignoti; folia brevissima circiter 12-15^{mm} longa, inferiore tertiâ parte suâ latissima, 2-3^{mm} lata, ensiformis, uninervia, demum relictâ cicatrice rhombeâ tripunctata, decidua; lepidostrophi in apicibus ramorum ultimi ordinis solitarii, juveniles minores et foliosi, demum acrescentes, foliis delapsis in pulvino lepidostrobaceo sporangii-feri. »

Voici, d'après M. Zeiller, les caractères les plus saillants qui distinguent le *Lepidodendron Veltheimianum* du *Lepidodendron acuminatum*, qui est l'espèce de Fuissé.

Lepidodendron Veltheimianum : Coussinets pourvus d'une carène médiane

et nettement séparés les uns des autres ; rides transversales n'occupant qu'une partie de leur surface ; cicatrice foliaire centrale.

Lepidodendron acuminatum : Coussinets fusiformes, très allongés, contigus ; pas de carène médiane ; rides transversales occupant toute la surface des coussinets ; cicatrice foliaire très haut située.

On trouve de bonnes figures de cette dernière espèce dans Nathorst (*Zur Fossilen Flora der Polarländer* Stockolm, 1894, taf. XII, fig. 12, 13, 14, 15). Nathorst (p. 31 et suivantes) s'étend longuement sur les différences qui séparent le *Lep. Veltheimianum* du *Lep. acuminatum*, et il fait de ce dernier une espèce distincte, nettement caractérisée, qui aurait précédé le *Lepidodendron Veltheimianum*, et qui serait par conséquent très ancienne.

Le *Lepidodendron acuminatum* a cependant été trouvé dans les couches d'Héraclée (Asie Mineure), qui n'appartiennent pas au Culm le plus ancien. Il est très commun dans tous les gîtes fossilifères du carbonifère mâconnais. Les échantillons, que je vais énumérer et que j'ai figurés à la fin de cette étude, viennent tous de Fuissé.

Lepidodendron acuminatum SCHIMPER (NON GËPPERT)

Pl. VIII, fig. 2, 2a.

Pl. IX, fig. 1, 1a, 1b, 1c, 1e, 3.

Pl. X, fig. 1, 1a, 1b, 1c.

Pl. XII, fig. 2, 3.

Synonymie :

Sagenaria acuminata Schimp. — Schimper, *Terrain de transition des Vosges*, p. 338, pl. XXVI, fig. 1-5.

La figure 2, planche VIII, représente l'empreinte d'un fragment de tige et la figure 2a le moulage en relief de la même empreinte. On y voit de nombreux coussinets contigus, caractéristiques de l'espèce.

La figure 1 de la planche IX représente un fragment de tige avec ses coussinets fusiformes très allongés et marqués de rides transversales sur toute leur surface. La figure 1a reproduit la même empreinte grossie une fois et demie, pour montrer plus nettement les caractères spécifiques du *Lep. acuminatum* ; les coussinets fusiformes contigus, les cicatrices foliaires situées très haut et les rides transversales occupant toute la surface des coussinets s'y voient très bien.

La figure 1b, planche IX, montre un ramule extrême de la même plante, se

divisant par dichotomie et portant des coussinets foliaires à peine indiqués. Il s'agit là d'un rameau très jeune, en voie de développement.

En 1c, planche IX, on voit un fragment de tige, grossi deux fois, figure 3, planche IX et figure 3, planche XII, pour montrer plus nettement la forme et la disposition des coussinets.

La figure 1e, planche IX, et la figure 2, planche XII, représentent une portion de tige du même *Lepidodendron* privée de son écorce.

Le *Lepidodendron acuminatum*, qui appartient au Culm inférieur, se trouve déjà dans le dévonien supérieur.

Lepidocladus Fuisseensis nov. gen. et nov. sp. VAFFIER

Pl. X, fig. 1, 1a, 1b, 1c.

Les figures 1, 1a, 1b, 1c de la planche X représentent des rameaux feuillés appartenant à une *Lépidodendrée*, et probablement au *Lep. acuminatum* parce que cette espèce est la seule qui, jusqu'ici, ait été trouvée à Fuissé. Mais ces rameaux pourraient aussi bien appartenir à un *Bothrodendron*, puisque ce dernier genre est représenté dans les mêmes couches, comme je le démontrerai plus loin. Le doute persistera tant qu'on n'aura pas recueilli d'échantillons plus complets montrant ces organes en place. Pour le moment, je les désignerai sous le nom de *Lepidocladus Fuisseensis*, genre nouveau qui peut faire le pendant du genre *Lepidostrobus*, me réservant de les qualifier d'une façon moins vague plus tard, si la chose est possible.

Dans la figure 1, planche X, se voit une extrémité de ramule se divisant par dichotomie : les feuilles, aciculaires, sont très nombreuses et très rapprochées. Cette empreinte rappelle de près celle figurée par Schimper et attribuée par lui au *Lep. acuminatum*. Il est plus que probable que l'échantillon de Fuissé appartient à la même espèce.

La figure 1a, planche X, représente encore l'extrémité d'un ramule, mais de plus petite taille que le précédent. Comme dans celui figuré en 1, les feuilles sont très rapprochées et ne permettent pas de voir l'aspect de l'axe qui les porte.

Il n'en est pas de même dans le ramule figuré en 1b, planche X, où se voient sur l'axe les coussinets caractéristiques. Il semble même là que les feuilles ordinaires manquent ; mais on voit se détacher perpendiculairement à l'axe des productions appendiculaires ressemblant à des bractées, plus longues et plus espacées que les véritables feuilles. La figure 1c qui n'est autre que celle 1b grossie deux fois, permet de voir nettement cette disposition, qui serait liée peut-être à un appareil fructificateur.

Les *Lepidocladus* ne paraissent pas être très rares à Fuissé.

GENRE *LEPIDOSTROBUS* BRONGNIART

On a désigné sous le nom de *Lepidostrobus* des fructifica-

tions en forme d'épis ou de chatons qui rappellent celles des sélaginelles et des lycopodes actuels. Elles peuvent être ovales, allongées ou cylindriques, avec des dimensions très variables, pouvant dépasser 30 centimètres de longueur dans certaines espèces. Elles sont composées de nombreuses bractées normales à l'axe et se relevant presque à angle droit dans la partie voisine de leur sommet; chaque bractée porte un sporange sur sa partie horizontale, et s'insère sur l'axe par un pétiole court, arrondi ou aplati. Les macrosporanges et les microsporanges sont séparés, ces derniers occupant l'extrémité supérieure de l'épi tandis que les macrosporanges sont groupés à la base. On ne connaît pas jusqu'à présent de fructifications isospores; cependant on aurait trouvé des échantillons, incomplets il est vrai, ne contenant que des spores d'une seule sorte et pouvant faire admettre, chez certaines espèces, la localisation sur des cônes différents des macrosporanges et des microsporanges (R. Zeiller, *Traité de paléobotanique*, p. 185). Les *Lepidostrobus* étaient portés à l'extrémité des rameaux; mais dans certains types très anciens du Culm, ils semblent avoir été fixés directement sur l'axe principal, où ils laissaient de larges cicatrices après leur chute. Les sporanges sont fixés à l'épi fructifère par un pédicule court; ils sont en général cylindriques, ovoïdes ou en forme de massue, et marqués de stries transversales peu accentuées; ils s'ouvrent par une fente latérale, qui laissait échapper les spores à leur maturité. Les macrospores sphériques, portent à leur sommet une petite pyramide triangulaire; les microspores sont généralement groupées en tétrades. L'axe de l'épi est constitué par un cylindre vasculaire rempli de moelle. Il y a dans certains gisements des macrospores en telle quantité qu'elles forment parfois des couches épaisses de plusieurs centimètres.

J'ai trouvé à Fuissé plusieurs échantillons de *Lepidostrobus* qu'il ne m'a pas été possible d'identifier avec les espèces décrites jusqu'ici, et qui cependant paraissent être voisins du *Lepidostrobus Collombianus* de Schimper. Malgré cette res-

semblance, assez imparfaite du reste, j'ai cru pouvoir, jusqu'à nouvel ordre, les rattacher à une espèce nouvelle, à qui j'ai donné le nom de *Lepidostrobis Fuisseensis*, pour rappeler son origine.

Lepidostrobis Fuisseensis, nov. sp. VAFFIER.

Pl. V, fig. 2, 2a, 2b, 2c.

Dans la figure 2, planche X, est représenté un axe, assez vague du reste, duquel se détachent à angle droit des bractées qui prennent dans leur partie supérieure une direction presque verticale et parallèle à l'axe. Cette disposition se constate très bien dans la partie droite de la figure. L'ensemble de la fructification a une forme cylindrique, comme celle du *Lepidostrobis Collombianus* de Schimper.

La figure 2a montre un cône plus allongé, sur lequel se voit distinctement la disposition horizontale de la partie inférieure des bractées, le redressement de la partie supérieure restant très obscur.

Il en est de même pour l'échantillon figuré en 2b et grossi deux fois en 2c, où l'axe de l'épi se voit d'une façon très nette.

Il ne m'a pas été possible, dans aucun de ces spécimens, de découvrir un sporange en place.

Ces fructifications appartiennent peut-être et même probablement au *Lepidodendron acuminatum*; mais ici encore on doit faire la même réserve que pour les *Lepidocladus* et se demander si elles ne peuvent pas tout aussi bien être rattachées à un *Bothrodendron* ou à une autre *Lépidodendrée*.

GENRE *LEPIDOPHYLLUM* BRONGNIART

Ce genre a été créé par Brongniart pour désigner des bractées linéaires-lancéolées, à nervure médiane très nette, s'insérant sur l'axe par une base triangulaire. Ces bractées sont considérées comme ayant porté des sporanges; elles auraient appartenu à des *Lepidophloïos*, mais sans preuves certaines cependant. On les trouverait le plus souvent isolées, mais quelquefois aussi encore insérées en plus ou moins grand nombre sur un axe commun (R. Zeiller, *Paléobotanique*, p. 187).

Ma découverte, dans le gisement de Fuissé, de plusieurs em-

preintes de ce genre vient infirmer l'opinion qui les rattachait aux *Lepidophloïos*, puisque ce dernier genre n'a pas de représentants dans le Culm.

Jusqu'ici du reste aucun auteur n'avait signalé de *Lepidophyllum* dans le Culm ; leur présence à Fuissé est donc intéressante et paraît justifier, sur l'avis de M. Zeiller, la création d'une nouvelle espèce que j'appellerai :

Lepidophyllum Fuisseense, nov. sp. VAFFIER.

Pl. X, fig. 3 et 4.

Pl. XI, fig. 1a.

La figure 3, planche X, représente un *Lepidophyllum*, dont la base triangulaire d'insertion fait défaut. Par sa forme lancéolée et sa nervure médiane accusée, ce *Lepidophyllum* rappelle, d'une façon frappante, une feuille de nos graminées actuelles.

Dans la figure 4, planche X, et la figure 1a, planche XI, on voit un *Lepidophyllum*, dont le sommet manque, mais qui, en revanche, présente une base d'insertion triangulaire très nette, en forme d'onglet.

La figure 1, planche XI, montre le même *Lepidophyllum*, considérablement grossi, pour mieux faire ressortir son ongle triangulaire.

Ce *Lepidophyllum* de Fuissé rappelle de très près, surtout par l'empreinte figurée planche X, figure 3, le *Lepidophyllum lanceolatum* Lindley et Hutton, du Houiller, reproduit par M. Zeiller dans son *Traité de paléobotanique*, p. 187.

GENRE *BOTHRODENDRON* LINDLEY ET HUTTON

Syn : Genre *Rhytidodendron* Boulay (*le Terrain houiller du nord de la France et ses végétaux fossiles*, p. 39. 1876, Lille).

Les empreintes figurées, planche XI, figures 3, 3a et 3b, et planche XII, figures 4 et 4a, que tout d'abord j'avais cru pouvoir rattacher à une *Sigillaria* très ancienne, ont été attribuées par M. Zeiller à un *Bothrodendron* d'une espèce inconnue jusqu'à présent, mais très voisine du *Bothrodendron Wükiannum* Kidston, comme je vais le montrer.

Le genre *Bothrodendron*, très voisin du genre *Cyclostigma* de Houghton sinon identique, est caractérisé par de petites cicatrices dépourvues de coussinets et très espacées, de forme

rhomboïdale ou plutôt elliptique, avec trois cicatricules ponctiformes dans leur intérieur, et surmontées d'une cicatricule unique marquant certainement la place de la ligule.

Entre ces cicatrices caractéristiques, l'écorce est couverte de fines ponctuations et de stries horizontales ou verticales suivant les espèces, dont certaines portent sur deux rangs verticaux de grosses cicatrices analogues à celles des *Ulodendron*, mais en différant par leur ombilic, qui est excentrique au lieu d'occuper le centre de la cicatrice.

Les cicatrices sous-corticales sont linéaires et simples, ou parfois doubles et rappelant alors celles des *sigillaria*.

Les rameaux se divisaient par dichotomie comme ceux des *Lepidodendron*, et les derniers ramules, couverts de feuilles linéaires très rapprochées, ressemblaient étonnamment à ceux de nos Lycopodes actuels. (Ces caractères sont ceux des rameaux que j'ai décrits et figurés sous le nom de *Lepidocladus*.)

Certaines espèces portaient de grands cônes de fructification sessiles; chez d'autres, ces cônes, de petite taille, étaient situés à l'extrémité des rameaux fructifères (*Bothrodendron minutifolium* Boulay sp.).

La plante de Fuissé est très voisine du *Bothrodendron Wükianum* nov. sp. Kidston, décrit par cet auteur dans « Additional notes on some British Carboniferous Lycopods » (*Annals and Magazine of natural history* for July 1889), p. 65, et figuré pl. IV, fig. 2-4.

Synonymie :

Cf. *Lepidodendron Wükianum* Heer. *Foss. flora d. Bären Insel*, p. 40, pl. VII, fig. 1c, pl. VIII, fig. 2c, pl. IX, fig. 1.

Voici la description de Kidston :

Bothrodendron Wükianum Kidston : Cicatrices foliaires espacées, petites, variant de taille suivant l'âge des rameaux, ovales transversalement. Cicatricules au nombre de trois, ponctiformes, situées près du bord inférieur de la cicatrice.

Petite cicatricule ponctiforme située un peu au-dessus de la cicatrice foliaire. Surface de l'écorce striée longitudinalement entre les cicatrices foliaires, les stries se recourbant autour des cicatrices et laissant dans leur voisinage immédiat un espace uni.

Cette description ne convient pas entièrement à la plante de Fuissé, dont je vais signaler les différences en décrivant ses représentants. C'est pour cela que, sur le conseil de M. Zeiller, j'ai dû en faire une espèce nouvelle, que je dédie à M. Depéret, le savant doyen de la Faculté des sciences de Lyon.

Bothrodendron Depereti, nov. sp. VAFFIER.

Pl. XI, fig. 3, 3a, 3b.

Pl. XII, fig. 4 et 4a.

La figure 3, planche XI, représente un fragment de tige avec les cicatrices et les cicatricules caractéristiques des *Bothrodendron*; mais dans cet échantillon, comparé au *Bothrodendron Wükianum*, les cicatrices foliaires, au lieu d'être plates, présentent un certain relief, et les stries, presque rectilignes au lieu d'être ondulées, se continuent jusqu'aux cicatrices, sans laisser de plage unie autour d'elles.

Dans le *Bothrodendron Wükianum*, les stries longitudinales s'incurvent très nettement à une certaine distance des cicatrices foliaires, paraissant s'écarter pour faire place à ces cicatrices.

La figure 3a, planche XI, montre la même empreinte en creux, accusant le relief des cicatrices foliaires.

Les figures 3b, planche XI, 4 et 4a, planche XII, ne sont que des agrandissements des précédentes, destinés à montrer plus clairement la disposition des stries et la forme des cicatrices.

Dans la figure 2, planche XI, qui représente encore une empreinte de *Bothrodendron*, assez mal caractérisée du reste, les cicatrices foliaires, circulaires au lieu d'être ovales, feraient songer au *Cyclostigma Kiltorkanse* de Haughton, des couches dévoniennes de Kiltorkan. Mais cet échantillon est trop insuffisant pour conclure à l'identité des deux espèces.

Le *Bothrodendron Wükianum*, si voisin de l'espèce de Fuissé, appartient aux *Calciferous Sandstone series* et atteste le synchronisme de ces formations et de celles du Maconnais.

STIGMARIÉES

GENRE *STIGMARIA* BRONGNIART

(Siche : Weiss, *Flora der Jüngsten Steinkohlenformation und des Rothliegenden*, 1872, p. 168).

Les *Stigmaria*, considérés autrefois et aujourd'hui encore par certains auteurs comme les racines des *Sigillaria* et par d'autres comme des plantes indépendantes, étaient de grosses souches souterraines divisées par dichotomie, et pouvant atteindre jusqu'à 10 mètres de longueur. De leur surface partaient, disposées en spirale, de nombreuses radicules courtes, cylindriques et charnues, à base renflée, laissant après leur chute une cicatrice ronde à contour saillant ombiliquée et déprimée. Ces radicules, simples et lisses, étaient parfois profondément enfoncées dans l'écorce et traversées par un faisceau vasculaire simple. L'écorce des *Stigmaria* était ordinairement plissée de différentes façons entre les cicatrices.

M. R. Zeiller (*Traité de paléobotanique*, p. 200 et suivantes) les considère encore comme le système racinaire des *Sigillariées* et des *Lépidodendrées*. M. Grand'Eury, qui a récemment changé d'opinion à ce sujet, les considérait naguère comme tels et avait donné le nom de *Stigmariopsis* aux stigmaria à branches plongeantes et à ramifications nombreuses, abondantes dans le Houiller supérieur et le Permien, et paraissant dépendre des sigillaires sans côtes.

Dans des échantillons à structure conservée, MM. Renault, Williamson et Solms ont constaté que les stigmaria présentaient une moelle centrale, entourée de faisceaux primaires centripètes peu importants, atteignant cependant parfois un développement plus considérable, et rappelant alors ceux des *Sigillaria* et de quelques *Lepidodendron*. A ces faisceaux pri-

maires sont accolés des faisceaux de bois secondaire centrifuge, séparés par des rayons médullaires et formant un anneau complet, entouré lui-même d'une zone cambiale.

L'écorce était formée en grande partie de tissu parenchymateux, parcouru quelquefois vers sa périphérie de bandes prosenchymateuses anastomosées, rappelant la structure des *Dictyoxyton*. Les faisceaux qui se rendaient dans les organes appendiculaires, prenaient naissance à la périphérie du bois primaire et présentaient une coupe triangulaire.

Williamson considérait les stigmaria comme de véritables racines; M. Renault y voit au contraire des rhizomes, et les organes appendiculaires seraient probablement des feuilles souterraines; la disposition en quinconce régulier de ces organes, semblerait donner raison à cette manière de voir, partagée longtemps du reste par M. Grand'Eury, qui avait pu examiner des bourgeons partant des stigmaria et considérés par lui comme des rudiments de troncs de sigillaria (Grand'Eury, *Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard*, Paris, 1890).

Mais dans une note à l'Académie des sciences du 17 avril 1900, note postérieure à la publication du *Traité de paléobotanique* de M. R. Zeiller, M. Grand'Eury abandonne ses idées premières et s'efforce de démontrer que les stigmaria étaient des végétaux indépendants.

Je résume ici cette intéressante communication :

Les stigmaria sont les plus communes des plantes de l'époque carbonifère; on en trouve dans toutes les roches du Houiller productif, et ils font complètement défaut dans les schistes qui se sont déposés en eaux profondes.

Dans le terrain houiller moyen, les stigmaria abondent au mur de toutes les couches de houille. Malgré cela, on ne connaît ni leur mode de végétation, ni leur station réelle, ni leur attribution.

Pour MM. Dawson et Potonié, qui les considèrent comme des racines de sigillaria, leur présence au mur des couches de

houille prouve que cette houille s'est formée par voie de tourbage sur place.

Lindley et Goldenberg ont soutenu que les *Stigmaria* sont des plantes autonomes, indépendantes des *sigillaria*. M. Grand'Eury se rallie à cette manière de voir, parce qu'il lui paraît impossible que ces plantes fossiles aient pu se développer, tantôt tout en rhizomes, tantôt tout en tiges. Ayant examiné un grand nombre de *stigmaria* et de *stigmariaopsis* encore en rapport avec les tiges de *sigillaria*, il a toujours constaté entre eux les différences suivantes : les *Stigmaria* sont de longs rhizomes horizontaux, cylindriques, aplatis, ramifiés dichotomiquement dans un même plan, couverts de cicatrices équidistantes sur une surface unie, tandis que les *stigmariaopsis* sont plongeants, courts-tronçonniques, ramifiés dans plusieurs plans d'une façon irrégulière, remplis de limon, portant des cicatrices inégalement réparties sur une surface plissée. Jamais il n'a vu les *stigmariaopsis* revêtir la forme des *stigmaria* vrais, et, quand on peut suivre les *stigmaria* en remontant vers leur point de départ, on voit qu'ils n'aboutissent pas à des *sigillaria*, mais à des disques mal conservés, assez différents des dômes de Lindley, qui pourraient bien n'être que des bases de tiges en voie de développement. A Dombrowa (Pologne) et à Teberga (Asturies) on trouve énormément de *Stigmaria* sans tiges debout, et inversement, à Saint-Etienne, on trouve des schistes argileux remplis de *stigmariaopsis* sans *stigmaria*; il n'y a d'ailleurs que des *stigmaria* dans l'intérieur de la houille, sans *stigmariaopsis*.

Les *stigmaria* paraissent avoir vécu dans des eaux plus profondes que celles où vivaient les *sigillaria* avec leurs *stigmariaopsis*. M. Renault, par ses recherches anatomiques, a reconnu en eux des plantes aquatiques, et les racines de ces plantes devaient tracer en tous sens dans la vase des marais, émettant des tiges flottantes, flexibles et étalées, qui n'ont pas été conservées.

Les *stigmaria* sont, sur toute leur longueur, attachés au sol

par des racines; ce ne sont donc pas des plantes flottantes, comme M. Grand'Eury le croyait autrefois et comme le soutient encore M. O. Kuntz. Ils ne montrent pas les déformations qui existeraient sûrement s'ils étaient tombés au fond de l'eau. Du reste, on ne les trouve jamais isolés dans les schistes et mêlés à des débris de tiges ou de feuilles, ce qui ne se comprend que de rhizomes rampant dans la vase ou fixés à sa surface.

Les organes appendiculaires des stigmaria, quoique parfois fort longs (0,50 à 2^m), montrent, quand on peut les suivre, une dichotomie très régulière, que M. Grand'Eury a pu étudier jusque dans leurs ramifications les plus grêles, dont l'enchevêtrement prouve la végétation sur place du végétal auquel elles appartenaient.

Dans certains schistes de la Mure, on peut suivre des appendices de stigmaria inégalement développés dans les différents sens, suivant la nature de la roche qui a opposé plus ou moins de résistance à leur pénétration, ce qui prouve encore que les stigmaria ont poussé sur place.

Le même fait peut aussi être constaté dans la houille stratifiée de Rive-de-Gier, où les stigmaria ont joué un certain rôle dans la formation de la houille.

Les stigmaria sont abondants à Fuissé et plus encore dans les autres gîtes fossilifères mâconnais; ils constituent sans contredit le fossile le plus commun, et ils appartiennent tous à l'espèce *Stigmaria ficoïdes* Brongniart.

Stigmaria ficoïdes BRONGNIART.

Pl. XII, fig. 1, 1a, 1b.

Synonymie :

Stigmaria inæqualis Gœppert. *Stigmaria ficoïdes* Brongniart, var. *inæqualis* Gœppert. — Gœppert, *Foss. Fl. des Uebergangsgebirges* 1852 (*Nova acta Acad. G. Leop. car. nat. cur.* XIV (XXII), suppl. p. 246, taf. XXXII, fig. 1.

— Geinitz, *Fl. de Kohlenformation v. Hainichen.* — *Ebersdorf und Floha-Gückelsberg*, 1854, taf. X, fig. 3-6, taf. XI, fig. 3.
Stigmaria ficoides var. undulata Ett. (*nec* Göppert). — V. Ettingshausen :
Foss. Fl. des Mähr. — Schles., *Dachschiefers*, 1865, l. c. p. 32.

Les figures 1, 1a, 1b de la planche XII, représentent trois spécimens de cette espèce, venant de Fuissé et de Saint-Vérand. Il me semble inutile de les décrire, après les longues considérations qui précèdent.

Les *Stigmaria* étaient déjà connus dans le Dévonien supérieur (Amérique du Nord) ; ils sont très abondants dans toutes les couches du terrain carbonifère inférieur et se perpétuent par le terrain houiller jusque dans le Permien inférieur.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DE LA FLORE DE FUISSÉ

FILICACÉES	
SPHÉNOPTÉRIDÉES	NÉVROPTÉRIDÉES
<p>GENRE CALYMMATOTHECA STUR (MARATTIACÉES)</p> <p><i>Calymmatotherca affinis</i> Lindley et Hutton. <i>Calymmatotherca bifida</i> Lindley et Hutton.</p>	<p>GENRE ARCHÉOPTERIS DAWSON</p> <p><i>Archæopteris dissecta</i> Göppert. <i>Triphyllopteris Collombiana</i> Schimper.</p>
<p>GENRE SPHENOPTERIS TRICHOMANITES (RHODEA PRESL)</p> <p><i>Rhodea Stachel</i> Stur.</p>	<p>GENRE CARDIOPTERIS SCHIMPER</p> <p><i>Cardiopteris frondosa</i> Göppert. <i>Cardiopteris Hochstetteri</i> Ettingshausen.</p>
<p>GENRE ALCICORNOPTERIS KIDSTON</p> <p><i>Alcicornopteris Zeilleri</i> nov. sp. Vaffier.</p>	
LYCOPODIACÉES HÉTÉROSPORÉES	STIGMARIÉES
CALAMARIÉES	GENRE STIGMARIABRONGNIART
<p>GENRE ASTEROCALAMITES SCHIMPER</p> <p>(ARCHÆOCALAMITES STUR)</p> <p>(BORNIA AUCT. NON STERNBERG)</p> <p><i>Asterocalamites scrobiculatus</i> Schlotheim.</p>	<p><i>Stigmaria fcoi-</i> <i>des</i> Brongniart.</p>
LÉPIDODENDRÉES	GENRE LEPTODENDRON LINDLEY ET HUTTON
<p>GENRE LEPIDODENDRON BRONGNIART</p> <p><i>Lepidodendron acuminatum</i> Schimper.</p> <p>GENRE LEPIDODENDRON NOV. GEN. VAFFIER</p> <p><i>Lepidodendron Fuisseensis</i> nov. sp. Vaffier.</p> <p>GENRE LEPIDOSTROBUS BRONGNIART</p> <p><i>Lepidostrobus Fuisseensis</i> nov. sp. Vaffier.</p>	<p>GENRE LEPIDOPHYLLUM BRONGNIART</p> <p><i>Lepidophyllum Fuisseense</i> nov. sp. Vaffier.</p> <p><i>Bothrodendron Depereti</i> nov. sp. Vaffier.</p>

CHAPITRE V

ÉTUDE COMPARATIVE DE LA FLORE DE FUISSÉ ET DE CELLE DES TERRAINS SIMILAIRES

La flore de Fuissé connue, il me reste à indiquer son niveau exact. Le moyen le plus simple pour arriver à ce but est, je crois, de passer en revue les flores des différents horizons du Carbonifère inférieur, et de voir auquel de ces horizons cette flore peut être rattachée.

Quelques mots d'abord sur les divisions établies en Angleterre et en Allemagne dans les dépôts de l'époque carbonifère me semblent indispensables.

Cette époque, en Angleterre, a été partagée par Phillips, en trois groupes : 1^o le vieux grès rouge ; 2^o le Calcaire carbonifère ou Calcaire de montagne (y compris les « limestone shales ») ; 3^o les « coal measures ».

En Allemagne, Gœppert, d'après la différence des flores, et Nauman, d'après les caractères géologiques, ont établi pour le Carbonifère deux grands étages : 1^o le Carbonifère inférieur comprenant les dernières couches du terrain de transition de l'Ueber-gangsgebirge, représentant notre terrain anthracifère ; 2^o le terrain houiller, ou Productive Kohlenformation des Allemands, correspondant aux Coal-measures des Anglais.

Si on en excepte les *Eophyton* siluriens de Torrell, qui sont des empreintes contestables, les premières plantes terrestres nettement déterminables ont apparu dans le terrain dévonien moyen, dont la partie supérieure se relie étroitement au Carbonifère, et ont donné une florule qualifiée par Dawson de pré-

carbonifère. Ce sont les Psilophyton, les *Arthrostroma* et les Haliserites du Dévonien inférieur.

Les Psilophyton continuent à être nombreux dans le Dévonien moyen, qui présente déjà quelques *Lepidodendron* grêles, comme le *Lepidodendron Gaspianum* de Dawson par exemple, quelques *Cyclostigma* et quelques *Cyclopteris*.

Avec le dévonien supérieur, la flore devient de plus en plus riche. Les fougères sont communes avec *Sphenopteris refracta* Gœpp, *Sphenopteris devonica* Unger, *Palæopteris elegans* Ung.; *Palæopteris Römeriana* Gœpp. Les *Lepidodendron* de faibles dimensions se multiplient avec *Lepidodendron Nothum* Ung.; *Lepidodendron truncatum* et *acuminatum* Gœpp.; et déjà quelques *Lepidodendron Veltheimianum*, que nous trouverons beaucoup plus nombreux dans le Carbonifère inférieur. Les *Stigmaria* sont très rares dans le Dévonien supérieur, quelques-uns incertains, comme le *Stigmaria areolata* Daws., d'autres ressemblant à des *Cyclostigma*, comme le *Stigmaria pusilla* Daws.

M. Gœppert ne cite aucun *Stigmaria* véritable dans le Dévonien supérieur, et M. Grand'Eury n'a trouvé que dans le grès jaune d'Irlande une forme particulière de *Stigmaria* rappelant le *Stigmaria perlata* de Saint-John. Aucun *Sigillaria* n'a été trouvé jusqu'ici dans le terrain dévonien.

Les couches dévoniennes les plus élevées contiennent une flore qui se rapproche déjà de la flore carbonifère proprement dite. On y trouve encore beaucoup de *Cyclostigma* : *Cyclostigma Kiltorkanse*, *Cyclostigma minuta* Haugh.; etc.; des *Sphenopteris* nouveaux, tels que *Sphenopteris Condrusorum* Crèp., voisin du *Sphenopteris refracta*, et *Sphenopteris Hookeri*, voisin du *Sphenopteris Schimperiana*. C'est à cet étage supérieur qu'appartient le *Palæopteris hibernica*, la reine des fougères de l'époque. Les *Bornia* font complètement défaut.

Cette énumération des principaux types végétaux de l'époque dévonienne nous montre que le seul végétal de cette époque qui se rencontre dans les couches de Fuissé est le *Lepidoden-*

dron acuminatum, qui n'appartient pas exclusivement au Dévonien, où il est peu commun, et qui n'atteindra l'apogée de son développement que dans le Culm. La flore de Fuissé n'est donc pas dévonienne.

La véritable flore carbonifère commence avec la série ursienne, qui contient encore de nombreux *Cyclostigma*, avec des *Lepidodendron Veltheimianum*, des *Stigmaria* et des *Bornia transitionis*.

Les couches inférieures de Saint-John, contemporaines de celles de l'île des Ours, contiennent encore de nombreux *Psilophyton*.

Les flores de ces deux régions, jointes à celle du Calcaire carbonifère, où se concentrent les *Palæopteris*, servent de point de jonction entre les flores dévonienne et carbonifère proprement dite.

M. Grand'Eury, dans sa magistrale *Description de la flore carbonifère de la Loire*, adoptant la division allemande du Carbonifère inférieur en trois sous-étages : Calcaire carbonifère, Culm et Grauwacke supérieure, fait remarquer qu'on observe des changements notables au point de vue de la flore dans ces trois termes que relie entre eux la plante caractéristique de ces terrains, le *Lepidodendron Veltheimianum*, très commun dans le Culm, se trouvant déjà dans le Calcaire carbonifère, et appartenant encore à la Grauwacke supérieure. Au point de vue paléontologique, il admet pour le Carbonifère inférieur trois divisions correspondant aux trois horizons stratigraphiques. Je citerai ici les principaux représentants de chacune de ces flores.

Flore du calcaire carbonifère. — M. Grand'Eury cite comme espèces de ce sous-étage communes avec le vieux Grès rouge, les *Sphenopteris devonica* et *refracta*. Il énumère ensuite les *Sphenopteris* grêles précurseurs de ceux du Culm : *Sphenopteris bifida* Lindl., *Sphenopteris lanceolata* Gœpp., *Sphenopteris confertifolia* Gœpp., etc. Les *Palæopteris* sont

à leur apogée avec *Palæopteris inæquilatera* Gœpp., *Palæopteris (asplenioides) Lindseæformis* Bunb., *Palæopteris polymorpha (cardiopterides)* *Palæopteris (cardiopteris) frondosa* Gœpp. Les *Cyclostigma* s'éteignent avec *Cyclostigma minuta* et *Cyclostigma Nathorstii* Heer. Les petits *Lepidodendron* apparaissent avec *Lepidodendron Carneggianum* Heer, *Lepidodendron acuminatum* Gœpp. ; *Lepidodendron Veltheimianum* Presl ; *Lepidodendron squamosum* Gœpp. ; les *Knorria* avec *Knorria imbricata* Sternb., et *Knorria acicularis*. Les *Stigmara* sont représentés par *Stigmara ficoïdes* var. *rugosa* et var. *anabâthra* With. Les *Bornia transitionis* sont nombreux. Quelques *Asterophyllites*, entre autres *Asterophyllites elegans* Gœpp., et *Zygopteris tubicaulis* Gœpp., appartenant aux *Bothryoptéridées*.

On trouve à Fuissé plusieurs de ces espèces, notamment le *Sphenopteris bifida* Lindl., le *Cardiopteris frondosa* Gœpp., le *Stigmara ficoïdes* Sternb., le *Bornia transitionis (Astero calamites scrobiculatus* Schlotheim). Une espèce nouvelle, le *Bothrodendron Depereti* Vaffier, voisine du *Cyclostigma minuta* Heer, prouve la grande ancienneté des dépôts carbonifères mâconnais.

Flore du Culm. — C'est dans le Culm que la flore anthracifère acquiert tout son développement. Cette flore est caractérisée par l'abondance des *Palæopteris* dans les couches inférieures, par la quantité des *Bornia*, sans véritables calamites encore et par l'extrême profusion des *Lepidodendron* du type *Veltheimianum*.

Les plantes les plus communes de ce sous-étage sont : en Europe, le *Lepidodendron Veltheimianum*, avec *Knorria imbricata* ; au Canada, le *Lepidodendron corrugatum* Daws. ; en Russie, le *Lepidodendron Glinkanum* Eich. ; en Saxe, dans les schistes, le *Lepidodendron Veltheimianum*, de beaucoup le plus abondant, avec *Knorria imbricata*, plus rarement le *Lepidodendron tetragonum*. Les *Bornia* sont également très

répandus, associés souvent au *Calamites Rœmeri* Gœpp. Les *Stigmaria*, surtout *Stigmaria ficoïdes* Brongniart, abondent dans la Grauwacke de Thann, si savamment décrite par Schimper dans son mémoire sur le *Terrain de transition des Vosges*. Les *Stigmaria ficoïdes* Brongniart, *Stigmaria lævis* Gœpp., et autres sont communs en Silésie et en Ecosse.

C'est par excellence l'étage des *Rhodea Presl* et des *Cardiopteris* Schimper. Dans le Harz, les Lépidodendrées forment la masse de la végétation.

M. Grand'Eury cite encore comme plantes communes dans le Culm : *Palæopteris (asplenoïdes) Machaneti* Stur; *Cardiopteris frondosa* Gœpp.; *Palæopteris (adiantoïdes) antiqua* Ett.; *Palæopteris (archæopteris) Tschermaki* Stur; *Archæopteris dissecta* Gœpp. (duquel il rapproche le *Triphyllopteris Colombiana* Schimper); *Palæopteris (sphenopteroïdes) affinis* Lindl. du Carbonifère d'Ecosse; *Rhodea divaricata* Gœpp.; *Rhodea elegans* Brong.; *Rhodea moravica* Ett.; *Rhodea patentissima* Ett.; *Rhodea grypophylla* Gœpp.; *Rhodea pachyrachis* Gœpp.; *Rhodea petiolata* Gœpp.; *Sphenopteris Gœpperti* Ett.; *Sphenopteris filifera* Stur; *Sphenopteris Schimperii* Gœpp.; *Sphenopteris Haueri* Ett.; *Sphenopteris (cheilantoïdes) distans*, etc.; *Nevropteris antecessens* Stur; *Lepidodendron tetragonum*, très répandu au Canada; *Lepidodendron Nothum*, *Lepidodendron depressum* Gœpp.; *Knorria longifolia* Stur; *Ulodendron commutatum*; beaucoup de macrospores en Amérique, au Spitzberg et dans le Roannais.

La flore de Fuissé, avec quelques espèces nouvelles, comprend bon nombre de ces plantes : *Sphenopteris affinis*, *Sphenopteris schimperiana*, *Rhodea Gœpperti*, *Rhodea moravica*, *Archæopteris dissecta*, *Triphyllopteris colombiana*, *Cardiopteris frondosa*, *Stigmaria ficoïdes*, etc. Cette flore est donc nettement celle du Culm. Nous verrons dans le paragraphe suivant qu'elle n'a pas une seule espèce caractéristique commune avec la Grauwacke supérieure.

Flore de la Grauwacke supérieure. — Dans cette assise supérieure du terrain anthracifère, les *Lepidodendron* deviennent très nombreux et très variés. Les *Knorria*, les *Ulodendron*, les *Halonia* foisonnent. Citons : *Lepidodendron carinatum* Rœm.; *Lepidodendron polyphyllum* Rœm.; *Lepidodendron Volkmanni* Sternb. (Moravie et Silésie); *Lepidodendron rugosum* Presl; *Lepidodendron caudatum*; puis déjà *Lepidodendron aculeatum* Sternb.; *Lepidodendron obovatum* Sternb.; et *Lepidodendron brevifolium* Ett. Dans les couches supérieures, les *Halonia* sont représentés par *Halonia tetrasticha* et *Halonia regularis* (Burdiehouse); les *Ulodendron* par *Ulodendron ovale* Carr.; *Ulodendron commutatum* Schimp.; *Ulodendron Schlegeli* Eich.

Les *Stigmaria* sont beaucoup plus nombreux et plus variés encore dans la Grauwacke supérieure que dans le Culm. On y trouve *Stigmaria undulata*, *Stigmaria elliptica*, *Stigmaria inæqualis*, *Stigmaria sigillarioides*, et beaucoup de *Stigmaria* ficoïdes ordinaires qui tendent à former dans le terrain infra-houiller, avec les *Lepidodendron*, la plus grande partie de la végétation.

Les *Sigillaria* sont toujours rares et de petite taille dans la Grauwacke supérieure; *Sigillaria undulata* Gœpp.; *Sigillaria Volzii* Brong.; *Sigillaria densifolia* Brong.; *Sigillaria costata* Lesq. (du groupe de Chester, au sommet du Carbonifère ancien de l'Illinois); *Sigillaria sub-elegans* (à Ostrau); *Sigillaria venosa* Brong.; *Sigillaria Guerangeri* et *Sigillaria Verneüllana* Brong. (à Sablé).

Les *Calamites* se développent rapidement comme individus et comme espèces; ils sont encore grêles. Citons : *Calamites Rœmeri*, *Calamites Volzii* (Berghaupten); *Calamites cannæformis*, *Calamites tenuissimus*.

Les *Astérophyllites* les plus communs de la Grauwacke sont *Astérophyllites pygmaeus* Brong.; *Astérophyllites macrophylla* avec *Sphenophyllum dissectum* Brong.; *Sphenophyllum tenerrimum* Stur (Moravie).

Les *Annularia* ne se montrent pas encore.

Les Fougères prédominent avec les Sphénoptéridées : *Sphenopteris dissecta* Brong.; *Sphenopteris Gersdorffii* Gœpp.; *Sphenopteris elegans*; *Sphenopteris distans*; *Sphenopteris tridactylites*; *Sphenopteris microloba*; *Sphenopteris bifida*; *Sphenopteris schistorum* Stur.

Les Paléoptéridées s'éteignent avec *Cyclopteris tenuifolia* Gœpp.; *Cyclopteris Haidingeri* Ett.; *Cyclopteris flabellata* Brong. (Berghaupten).

Les Alethoptéris font leur apparition avec *Alethopteris discrepans* Daws.; les Prepecopteris avec *Prepecopteris aspera* Brgt. (très abondant à Berghaupten) et *Prepecopteris stricta* Gœpp.

Enfin on trouve déjà dans la Grauwacke supérieure quelques fougères du terrain houiller moyen comme *Sphenopteris furcata* Bgn. (à Sablé); *Sphenopteris obtusiloba* Brgn.; *Hymenophylites quercifolius* Gœpp.; *Prepecopteris subdentata*, *Nevropteris heterophylla* Brgt.; *Nevropteris Loshii* Brgt., ect.

Comme on le voit, à part les *Stigmaria*, qui n'ont rien de caractéristique, et le *Sphenopteris bifida*, qui se trouve dans les autres sous-étages du carbonifère inférieur, on ne rencontre à Fuissé aucune espèce de la Grauwacke supérieure. Les dépôts mâconnais appartiennent donc bien au Culm, et peuvent être rattachés synchroniquement aux formations les plus anciennes de ce sous-étage. Car, s'ils ne contiennent pas d'espèces caractéristiques de la Grauwacke supérieure, ils montrent, en revanche, au milieu d'une flore du Culm très nette, quelques espèces attardées du Calcaire carbonifère et même du Dévonien.

Ils sont l'équivalent du Grès à anthracite du Roannais et des dépôts carbonifères du Beaujolais.

M. Grand'Eury, qui a étudié avec beaucoup de soin le Grès à anthracite du Roannais, constate que les plantes y sont très rares. « J'ai dû chercher beaucoup, dit-il, pour réunir les éléments d'une florule caractérisée. A Bully et à Combres, davan-

tage ou mieux qu'à Saint-Symphorien-de-Lay, on ne voit presque exclusivement dans les schistes et débris de triage que des empreintes striées, sillonnées quelquefois en losange, avec des boutonnières, mais qu'il m'a fallu trouver en rapport de contact avec des épidermes de *Lepidodendron Veltheimianum* pour être fixé sur leur nature ; de pareilles empreintes striées ont été figurées par Gœppert (*Die Fossil Flora d. Ueberg.*, 1851, pl. XX, fig. 1 et 2, p. 182), et par Schimper (*Terrain de transition des Vosges*, p. 337, pl. XXIII et XXIV, représentant des empreintes très communes de cylindres emboîtés les uns dans les autres, dit l'auteur, qui en parle comme de bois fossile).

« Parmi ces empreintes excessivement abondantes, qui à Bully semblent former toute la flore, on distingue à peine quelques indices de *Lepidodendron tetragonum*, de *Lepidodendron squamosum* Gœpp., de *Knorria Jugleri* Röm. L'anhracite feuilleté de Viremoulin, de Combres, mieux que celui d'ailleurs, se laisse voir presque tout formé d'écorces, ordinairement striées, de *Lepidodendron* du type *Veltheimianum*, avec quelques *Bornia* à Combres.

« Toutes les plantes trouvées dans le grès à anhracite du Roannais sont caractéristiques des terrains carbonifères anciens. Elles n'ont aucun lien de parenté avec celles de Saint-Étienne. Le terrain du Roannais a, du Culm, l'abondance extrême des *Lepidodendron Veltheimianum* avec *Knorria imbricata*, *Lepidodendron tetragonum*, un grand nombre de *Bornia transitionis* sans calamites ; les *Sphenopteris* sont ceux du Culm moyen et inférieur d'Altendorf et de Mohradorf en Moravie.

« Les débris de plantes sont empreints d'un caractère général de haute antiquité carbonifère. Et il me paraît certain que le grès porphyrique à anhracite du Roannais appartient réellement à l'étage du Culm, peut-être même à sa partie moyenne. »

Cette flore du Roannais présente les mêmes caractères que

celle de Fuissé, qui contiendrait cependant quelques types d'une plus grande ancienneté.

Les dépôts carbonifères du Beaujolais sont encore de la même époque, comme l'a démontré M. Ebray (*Etude sur les végétaux fossiles des terrains de transition du Beaujolais, Annales de la Société des sciences industrielles de Lyon*, avril 1868, p. 81).

Dans cette étude, M. Ebray, assimilant avec raison les terrains de transition du Beaujolais à ceux du Mâconnais et des Vosges, s'attache à prouver que la flore de la Grauwacke vosgienne correspond entièrement à celle de notre région.

Tout d'abord il constate que les documents concernant la flore des terrains de transition du Beaujolais sont rares.

« On trouve en premier lieu, dit-il, dans Grüner (*Description géologique du département de la Loire*, p. 341) les indications suivantes : « Sur le poudingue repose ici un grès peu « schisteux dans lequel on trouve de nombreuses empreintes « de calamites. » Mais l'auteur, ajoute-t-il, ne mentionne nulle part la faune si variée qui caractérise les terrains de transition du département de la Loire. Page 299, le savant directeur de l'École des mines fait remarquer que déjà Passinges avait noté à Saint-Maurice-sur-Loire un grès à empreintes de calamites, qui ressemblait parfaitement à des calcaires grossiers. Il annonce l'existence d'empreintes à Vernon, près de Vendrange, et à Naconne, près de Régny, p. 364 : « En se « dirigeant de Saint-Priest sur Vendrange, on recoupe de nou- « veau, aux environs du domaine de Verces, le grès olive et « les schistes feldspathiques ; ceux-ci alternent même plu- « sieurs fois avec le grès. On a trouvé là des empreintes végé- « tales et des traces charbonneuses, sur lesquelles M. Coupat, « de Verces, fit ouvrir quelques tranchées, mais sans « résultat. »

Enfin, page 301, M. Grüner s'exprime ainsi à propos du grès anthracifère :

« Les restes organiques sont très peu nombreux dans le

terrain anthracitique. Le règne animal semble n'y avoir laissé aucune trace, ou du moins il se réduit à une seule encrine que M. le professeur Jourdan paraît y avoir récemment trouvée.

« Quant au règne végétal, les empreintes sont également rares. J'ai rencontré quelques calamites et un *Lepidodendron*, tandis que les fougères, si abondantes dans le véritable terrain houiller, manquent ici complètement. »

M. Ebray, bornant là ces citations de Grüner, montre ensuite les points de ressemblance qui existent entre la flore vosgienne et celle du Beaujolais, et aborde l'énumération des empreintes qu'il a recueillies :

« Les calamites ne sont pas très rares, dit-il, dans le Carbonifère du Beaujolais; j'en ai rencontré un gisement dans la gare de Tarare, au-dessus du calcaire carbonifère que l'on voit affleurer dans le déblai de la tranchée à la tête du tunnel, et un autre gisement dans la vallée de l'Azergues, à quelques kilomètres au-dessous de la Mure. Dans tous ces lieux la friabilité des schistes ne permet pas de se procurer de beaux échantillons; mais les fragments de 20 à 30 centimètres de longueur sont bien suffisants pour établir la présence du *Calamites radiatus*. »

Cette équisetinée est la seule signalée par M. Ebray; c'est aussi la seule que j'aie découverte dans nos gisements mâconnais.

Les fougères, communes à Fuissé, paraissent être rares en Beaujolais, et M. Ebray se borne à dire à leur sujet :

« Nous avons rencontré à Valsonne les *Cyclopteris polymorpha* et *Kœchlini*, et à Goux le *Sphenopteris schimperiana*. Aux environs de la Mure, on constate dans les grès anthracifères la présence de grandes frondes appartenant à la famille des fougères. L'échantillon que je possède n'est pas assez complet pour que l'on puisse en déterminer exactement le genre, qui paraît voisin des *Cyclopteris*. »

Il signale ensuite un gisement important de *Stigmaria* dans les schistes mis à découvert par le chemin vicinal allant de Joux

à Saint-Cyr. Ces *Stigmaria*, qui appartiennent à l'espèce *Ficoïdes* sont associés à de nombreux restes de *Sagenaria*. Mais les sigillaires font absolument défaut.

Il a trouvé aussi de nombreux échantillons de *Sagenaria* dans les déblais du chemin de Joux à Saint-Cyr-de-Valorges; tous appartiennent à l'espèce *Veltheimiana*.

Il termine enfin son étude paléontologique par la description d'une empreinte à laquelle il donne le nom d'*Asterophyllites Falsani*, et qu'il croit pouvoir rapprocher du groupe encore mal défini des *Culmites* de Brongniart. L'exploration du gîte de Fuissé m'a donné des empreintes semblables, que leur insuffisance m'a empêché de faire figurer dans ce travail.

M. Julien, dans son grand ouvrage sur le Carbonifère du Plateau Central, assimile les grès du Beaujolais, du Roannais et du Bourbonnais à la grauwacke supérieure.

Voici textuellement ce qu'il dit à ce sujet, pages 233 et suivantes :

« Reste le grès à anthracite du Beaujolais, du Roannais et des environs de Ferrières et de Cusset. Le grès anthracifère qui couvre d'immenses étendues dans ces trois régions, est partout du même âge, postérieur au viséen. Il est, dans la classification belge, l'équivalent du namurien inférieur, c'est-à-dire de l'assise de Loverval. Il ne monte jamais jusqu'à l'assise d'Andenne, équivalent du millstone-grit anglais. Dans la classification anglaise, le grès anthracifère est l'équivalent de la série d'Yoredale. La flore de cette série est en effet plus ancienne que celle du *millstone-grit*, laquelle se compose d'un mélange de plantes carbonifères plus anciennes et de plantes houillères plus récentes. Dans la classification allemande, il correspond à la *Jüngste Grauwacke* ou au *Flätzleerer Sandstein*. »

Malgré la haute autorité de M. Julien, il est difficile, je crois, de ne pas assigner aux grès du Beaujolais et à ceux du Mâconnais une origine plus ancienne; les fossiles trouvés dans ces terrains le démontrent surabondamment.

Du reste, les empreintes communiquées par M. Julien à M. l'abbé Boulay ont toutes été rattachées par ce dernier à la flore du Culm. Malgré leur insuffisance, il a pu y reconnaître des débris de *Cardiopteris polymorpha*, *Sphenopteris schimperiana*, *Rhodea patentissima*, *Todea Lipoldi*, *Archæocalamites radiatus* et *Stigmaria ficoides*, espèces qui appartiennent toutes au Culm. M. l'abbé Boulay, il est vrai, ne répond pas absolument de ses déterminations, rendues douteuses par le mauvais état des échantillons.

Plus loin, M. Julien, dans le passage suivant (p. 233), paraît modifier un peu son appréciation première en assignant aux grès anthracifères du Beaujolais, du Roannais et du Bourbonnais, des époques différentes de formation : « En un mot, termine-t-il, la position stratigraphique du grès anthracifère est donnée en chaque point de la France centrale où on le considère par l'âge des couches marines qui le supportent. La nature des végétaux fossiles achève de le préciser. On peut résumer ce chapitre en affirmant que la formation des grès anthracifères, loin d'être partout du même âge, n'a cessé de se produire depuis la clôture de l'ère tournaisienne. Elle se déplaçait et se répartissait au gré des oscillations du substratum, qui se déroulaient dans le Morvan et dans le nord du Plateau Central au fur et à mesure de leur émergence. »

D'après cela, il se pourrait que le carbonifère mâconnais fût plus ancien que celui du Beaujolais et du Roannais, si les vues sur la « transgression de la mer carbonifère » émises par M. Julien sont justes (p. 262 et suivantes).

« Nous arrivons enfin, dit-il pour conclure, à la grande transgression de la mer carbonifère dans le centre de la France, à laquelle l'arrivée momentanée de la mer Frasnienne avait servi de prélude. Dans la région qui nous occupe, le terrain tournaisien est le premier que l'on rencontre. Le Morvan s'affaisse tout entier. La mer carbonifère venue du nord dépose des sédiments identiques aux calschistes de Tournai, et çà et là des lentilles de marbre noir crinoïde comme celui de Cussy. Le

Plateau Central reste émergé ; la séparation des deux régions coïncide encore de nos jours avec la dépression qui les sépare et que l'on a utilisée par l'établissement du canal du Centre.

« Dès l'aurore de l'assise de Chanxhe, à l'époque du calcaire d'Yvoir, un mouvement de bascule s'accomplit. Le Morvan se soulève ; une formation continentale, composée de poudingues et de grès anthracifère, s'étend graduellement à la surface des calschistes marins émergés qu'elle recouvre entièrement.

« Le Plateau Central, situé au sud de l'axe Digoin-Chagny, s'affaisse à son tour et la mer de Chanxhe-Visé le recouvre jusqu'au parallèle de Clermont-Ferrand. Ce n'est qu'après le développement des belles faunes de l'Ardoisière et de Régny que le Plateau Central s'exhausse, émerge, et que l'érosion étale à sa surface la puissante formation de grès anthracifère du Beaujolais, du Roannais et du Bourbonnais. »

Quel que soit le crédit qu'on puisse accorder à ces considérations tectoniques, il n'en reste pas moins prouvé, par la nature de la flore de Fuissé, que les dépôts carbonifères mâconnais sont d'un âge très ancien, et peut-être contemporains du grès calcifère inférieur d'Ecosse.

Le terrain carbonifère de la basse Loire et celui de Sarthe et Mayenne sont de formation beaucoup plus récente ; tous deux appartiennent, à n'en pas douter, à la Grauwacke supérieure.

M. le Dr Bureau, de Paris, possède une collection importante de la flore de ces terrains.

Cette flore se compose de sphenopteris grêles tels que : *Sphenopteris dissecta*, *Sphenopteris Hœninghausi*, *Sphenopteris tridactylites*, *Sphenopteris Dubuissonis*, *Sphenopteris elegans* ; déjà d'un Pecopteris, le *Pecopteris aspera* ; de calamites grêles rappelant déjà le *Calamites Suckovii* et le *Calamites Cistii* ; de nombreux Lepidodendron dont le *Lepidodendron Veltheimianum*, le *Lepidodendron fastigiatum*, le *Lepidodendron elegans* et le *Lepidodendron Mielecki* ; de beaucoup de *Stigmaria ficoides* et autres à cicatrices plus petites. M. le

D^r Bureau possède aussi une empreinte de Cordaïte. Sa collection ne comprend ni *Asterophyllites*, ni *Annularia*, ni *sphenophyllum*, et ne contient qu'un exemplaire de *Sigillaria Minima*.

Toutes ces plantes appartiennent à la Grauwacke supérieure et plusieurs même au terrain houiller inférieur de Waldenburg en Silésie. Aucune d'elles ne se rencontre à Fuissé. Les deux formations sont donc d'âges différents.

Les couches carbonifères de la basse Loire et de Sarthe et Mayenne ont, au point de vue paléontologique, beaucoup de rapports avec celles de Berghaupten et contiennent des espèces identiques comme *Pecopteris aspera*, *Sphenopteris dissecta*, *Sigillaria densifolia*, *Sigillaria Volzii*, etc... Quelques types de *Lepidodendron* et de *Sphenopteris* de la basse Loire se retrouvent aussi dans le terrain houiller de Radnitz.

Il n'est donc pas douteux que ces formations doivent être rattachées à la Grauwacke supérieure des Allemands, et même aux couches les plus jeunes de cette Grauwacke, puisqu'on y trouve déjà des espèces houillères.

De Verneuil et Murchison voyaient dans les couches de Sablé, de la Baconnière, de l'Huisserie (Sarthe-et-Mayenne), des représentants du Carbonifère le plus ancien. Mais l'identification de la flore de ces terrains avec celle de la basse Loire, constatée par M. Grand'Eury, a amené ce savant à les placer, comme les couches de la basse Loire, dans la Grauwacke supérieure, et même à la jonction de cette formation avec le terrain houiller.

Ces dépôts carbonifères de l'ouest de la France avaient été primitivement placés dans le Silurien supérieur par les auteurs de la Carte géologique de France (*Expl. de la Carte géologique de France*, t. I, p. 221), et dans le Dévonien par d'Omalius d'Halloy.

COUPES DES DÉPÔTS CARBONIFÈRES DE FUISSÉ ET DE PRUZILLY

S.O
Le Mollard - Galli

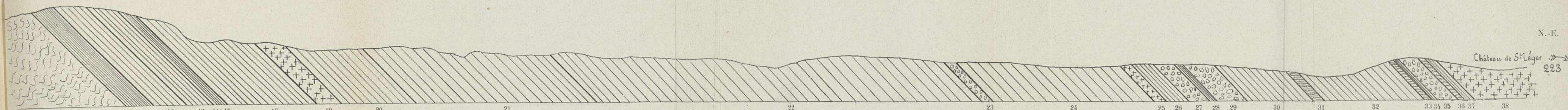


FIG. 1. — Coupe du Carbonifère de Fuissey.
Echelle : 1 pour 1000

- | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---|---|---|--|
| 1. — 3 ^m . Schistes rougeâtres non fossilifères. | 6. — 2 ^m . Schistes compacts à pâte fine. | 11. — 0 ^m 50 Tuf de microgranulite décomposée. | 16. — 0 ^m 50 Tuf de microgranulite. | 21. — 70 ^m . Schistes rouges feuilletés, fossilifères. | 26. — 10. Schistes bruns à pâte fine non fossilifères. | 31. — 4 ^m . Cinérite de projection. | 36. — 2 ^m . Cinérite de projection. |
| 2. — 5 ^m 70 Schistes jaunes à pâte fine. | 7. — 2 ^m . Tuf de microgranulite altéré. | 12. — 15 ^m . Schistes argileux grisâtres très fossilifères. | 17. — 1 ^m 50 Schistes noirs, compacts, à pâte fine. | 22. — 150 ^m . Schistes grisâtres criblés de cavités. | 27. — 8 ^m . Poudingues à éléments roulés moyens. | 32. — 40 ^m . Schistes micacés. | 37. — 6 ^m . Schistes micacés. |
| 3. — 2 ^m 60 Schistes décomposés. | 8. — 1 ^m 20 Schistes compacts grisâtres. | 13. — 9 ^m 60 Schistes argileux. | 18. — 36 ^m . Schistes gréseux grisâtres. | 23. — 2 ^m 50 Poudingues à gros éléments. | 28. — 2 ^m . Schistes bruns. | 33. — 2 ^m 50 Cinérite de projection. | 38. — Microgranulite. |
| 4. — 1 ^m 80 Schistes gréseux. | 9. — 2 ^m 90 Tuf de microgranulite. | 14. — 0 ^m 80 Schistes noirs, très fissiles, fossilifères. | 19. — 10 ^m . Microgranulite très cristalline. | 24. — 65 ^m . Schistes jaunes compacts. | 29. — 16 ^m . Poudingues. | 34. — 2 ^m . Schistes micacés. | |
| 5. — 1 ^m 30 Schistes gréseux décomposés. | 10. — 0 ^m 80 Schistes feuilletés, plissés, très fossilifères. | 15. — 0 ^m 80 Schistes jaunâtres à pâte fine, sans fossiles. | 20. — 30 ^m . Schistes noirs très durs. | 25. — 2 ^m 50 Tufs de microgranulite. | 30. — 26 ^m . Schistes très micacés. | 35. — 8 ^m . Poudingues. | |

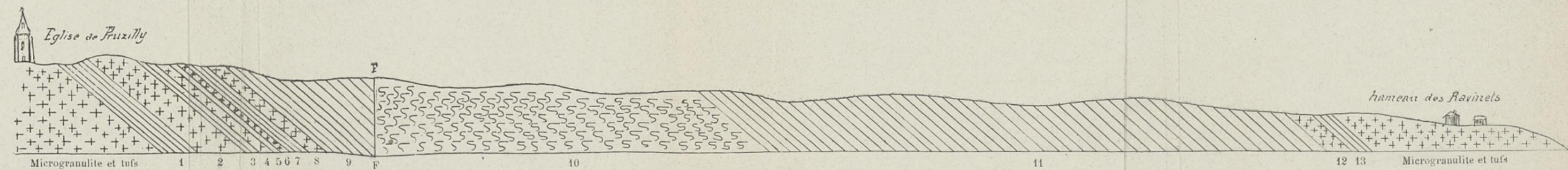


FIG. 2. — Coupe du Carbonifère de Pruzilly.
Echelle : 1 pour 1000

- | | | | |
|--|--|---|---|
| 1. — 8 ^m Schistes noirs. | 5. — 1 ^m Schistes rouges. | 9. — 12 ^m Schistes verdâtres fossilifères. | 13. — 4 ^m Schistes analogues aux précédents. |
| 2. — 12 ^m Microgranulite. | 6. — 1 ^m Microgranulite. | 10. — Massif métamorphique avec cornes vertes (100 m.). | F-F. — Faille. |
| 3. — 2 ^m Schistes rougeâtres, fossilifères. | 7. — 5 ^m Schistes gris verdâtres. | 11. — 14 ^m Schistes noirâtres ou verdâtres, très fossilifères. | |
| 4. — 6 ^m Microgranulite. | 8. — 5 ^m Microgranulite. | 12. — 6 ^m Microgranulite. | |

CONCLUSIONS

Par ses roches et plus encore par sa flore, le terrain carbonifère du Mâconnais est contemporain du Culm inférieur et moyen de Moravie, des couches de Burdiehouse en Ecosse, de la Grauwacke de Thann, et du grès anthracifère du Roannais et du Beaujolais.

Notre terrain serait même un peu plus ancien peut-être, à cause de ses affinités avec les dépôts du Spitzberg et de l'île des Ours, dont il est beaucoup plus rapproché, au point de vue paléontologique, que de ceux de la Basse-Loire, de Sarthe-et-Mayenne et de la Vendée, qui sont contemporains des couches de Berghaupten et appartiennent à la Grauwacke supérieure.

Le carbonifère mâconnais pourrait donc appartenir tout entier au Culm inférieur.

Peut-être, d'après les vues de M. Julien, se serait-il formé à l'époque tournaisienne, à laquelle ce savant rattache les dépôts carbonifères du Morvan.

Le Culm mâconnais serait alors un peu antérieur au grès à anthracite du Roannais et du Beaujolais, et se serait déposé au début de l'époque carbonifère, alors que le Morvan était immergé et avant que, par un mouvement de bascule, il ne se relevât, pendant que le Plateau Central s'affaissait.

CONCLUSIONS

The following conclusions are drawn from the study of the...
The first conclusion is that the...
The second conclusion is that the...
The third conclusion is that the...
The fourth conclusion is that the...
The fifth conclusion is that the...
The sixth conclusion is that the...
The seventh conclusion is that the...
The eighth conclusion is that the...
The ninth conclusion is that the...
The tenth conclusion is that the...
The eleventh conclusion is that the...
The twelfth conclusion is that the...
The thirteenth conclusion is that the...
The fourteenth conclusion is that the...
The fifteenth conclusion is that the...
The sixteenth conclusion is that the...
The seventeenth conclusion is that the...
The eighteenth conclusion is that the...
The nineteenth conclusion is that the...
The twentieth conclusion is that the...
The twenty-first conclusion is that the...
The twenty-second conclusion is that the...
The twenty-third conclusion is that the...
The twenty-fourth conclusion is that the...
The twenty-fifth conclusion is that the...
The twenty-sixth conclusion is that the...
The twenty-seventh conclusion is that the...
The twenty-eighth conclusion is that the...
The twenty-ninth conclusion is that the...
The thirtieth conclusion is that the...
The thirty-first conclusion is that the...
The thirty-second conclusion is that the...
The thirty-third conclusion is that the...
The thirty-fourth conclusion is that the...
The thirty-fifth conclusion is that the...
The thirty-sixth conclusion is that the...
The thirty-seventh conclusion is that the...
The thirty-eighth conclusion is that the...
The thirty-ninth conclusion is that the...
The fortieth conclusion is that the...
The forty-first conclusion is that the...
The forty-second conclusion is that the...
The forty-third conclusion is that the...
The forty-fourth conclusion is that the...
The forty-fifth conclusion is that the...
The forty-sixth conclusion is that the...
The forty-seventh conclusion is that the...
The forty-eighth conclusion is that the...
The forty-ninth conclusion is that the...
The fiftieth conclusion is that the...
The fifty-first conclusion is that the...
The fifty-second conclusion is that the...
The fifty-third conclusion is that the...
The fifty-fourth conclusion is that the...
The fifty-fifth conclusion is that the...
The fifty-sixth conclusion is that the...
The fifty-seventh conclusion is that the...
The fifty-eighth conclusion is that the...
The fifty-ninth conclusion is that the...
The sixtieth conclusion is that the...
The sixty-first conclusion is that the...
The sixty-second conclusion is that the...
The sixty-third conclusion is that the...
The sixty-fourth conclusion is that the...
The sixty-fifth conclusion is that the...
The sixty-sixth conclusion is that the...
The sixty-seventh conclusion is that the...
The sixty-eighth conclusion is that the...
The sixty-ninth conclusion is that the...
The seventieth conclusion is that the...
The seventy-first conclusion is that the...
The seventy-second conclusion is that the...
The seventy-third conclusion is that the...
The seventy-fourth conclusion is that the...
The seventy-fifth conclusion is that the...
The seventy-sixth conclusion is that the...
The seventy-seventh conclusion is that the...
The seventy-eighth conclusion is that the...
The seventy-ninth conclusion is that the...
The eightieth conclusion is that the...
The eighty-first conclusion is that the...
The eighty-second conclusion is that the...
The eighty-third conclusion is that the...
The eighty-fourth conclusion is that the...
The eighty-fifth conclusion is that the...
The eighty-sixth conclusion is that the...
The eighty-seventh conclusion is that the...
The eighty-eighth conclusion is that the...
The eighty-ninth conclusion is that the...
The ninetieth conclusion is that the...
The hundredth conclusion is that the...

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
------------------------	---

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER. — APERÇU DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE	5
---	---

Orographie	5
Hydrographie	8
Histoire et structure géologique générale	10

CHAPITRE II. — FORMATIONS ANTÉRIEURES AU CARBONIFÈRE	14
--	----

I. <i>Roches éruptives anciennes</i>	15
--	----

Roches acides	15
-------------------------	----

1. Granite	15
----------------------	----

2. Granulite	17
------------------------	----

3. Microgranulite	19
-----------------------------	----

4. Porphyre globulaire	20
----------------------------------	----

Roches neutres	21
--------------------------	----

1. Ortholite (minette)	21
----------------------------------	----

2. Orthophyre	22
-------------------------	----

3. Tufs orthophyriques	22
----------------------------------	----

4. Porphyrites micacées	23
-----------------------------------	----

Roches basiques	24
---------------------------	----

Diorite	24
-------------------	----

II. <i>Terrain métamorphique</i>	25
--	----

CHAPITRE III. — FORMATIONS POSTÉRIEURES AU CARBONIFÈRE.	34
Trias	34
Terrain jurassique	36
Formations tertiaires	38
Argile à silex	38
Poudingue calcaire	39
Alluvions	39
Chasselas.	40
Leynes	41
Saint-Vérand	41
Saint-Amour	42
Chânes	44
Chaintré	46
Crèches	46
La Chapelle-de-Guinchay	48
Saint-Symphorien-d'Ancelles et Saint-Romain-des-Iles.	51
Romanèche-Thorins	51

DEUXIÈME PARTIE. — CARBONIFÈRE

CHAPITRE PREMIER. — HISTORIQUE.	55
CHAPITRE II. — STRATIGRAPHIE. — ÉTUDE DES LAMBEAUX.	63
1. Carbonifère de Fuissé	63
2. Carbonifère de Leynes	71
3. Carbonifère de Chasselas	75
4. Carbonifère de Saint-Vérand	76
5. Carbonifère de Pruzilly	80
6. Carbonifère de Bussières	82
7. Carbonifère de Cenves et Jullié	83
CHAPITRE III. — RÉSUMÉ SUR LES DÉPÔTS CARBONIFÈRES DU MACONNAIS. — COMPARAISON DE CES DÉPÔTS AVEC CEUX DES RÉGIONS AVOISINANTES.	84
1. Roannais	86
2. Beaujolais	89
3. Morvan	91
4. Vosges	91

5. Bretagne	92
6. Basse-Loire	93
7. Pyrénées	93
8. Belgique	93
9. Angleterre	94
10. Ecosse	94
11. Irlande	95
12. Allemagne	95
13. Russie	96
14. Autres régions	96
 CHAPITRE IV. — PALÉONTOLOGIE	 98
Généralités	98
<i>Filicacées</i>	101
Sphénoptéridées	101
<i>Calymmatotheca affinis</i> L. et H.	102
<i>Calymmatotheca bifida</i> L. et H.	104
<i>Rhodea Stachei</i> Stur.	107
<i>Rhodea Hochstetteri</i> Stur	107
<i>Rhodea Gæpperti</i> Ett.	108
<i>Rhodea Moravica</i> Ett.	109
<i>Sphenopteris Schimperiana</i> Gæpp.	110
Névroptéridées	113
<i>Archæopteris dissecta</i> Gæpp.	114
<i>Triphylopteris Collombi</i> Sch.	116
Genre <i>Cardiopteris</i>	117
<i>Cardiopteris frondosa</i> Gæpp.	118
<i>Cardiopteris Hochstetteri</i> Ett.	119
Genre <i>Alcicornopteris</i>	120
<i>Alcicornopteris Zeilleri</i> Vaffier	124
<i>Calamariées</i>	126
<i>Asterocalamites Schlotheim</i>	127
<i>Lycopodiacées hétérosporées</i>	129
Lépidodendrées	129
Genre <i>Lepidodendron</i>	129
<i>Lepidodendron Veltheimianum</i> Stur.	131
<i>Lepidodendron acuminatum</i> Sch.	133
<i>Lepidocladus Fuisseensis</i> Vaffier	134
Genre <i>Lepidostrobus</i>	134
<i>Lepidostrobus Fuisseensis</i> Vaffier	136

Genre <i>Lepidophyllum</i>	136
<i>Lepidophyllum Fuisseense</i> Vaffier	137
Genre <i>Bothrodendron</i>	137
<i>Bothrodendron Depereti</i> Vaffier	139
<i>Stigmarées</i>	140
Genre <i>Stigmaria</i> Brg ^t	140
<i>Stigmaria ficoïdes</i> Brg ^t	143
TABLEAU RÉCAPITULATIF DE LA FLORE DE FUISSÉ.	145

CHAPITRE V. — ETUDE COMPARATIVE DE LA FLORE DE FUISSÉ ET DE CELLE DES TERRAINS SIMILAIRES	146
Flore du calcaire carbonifère	148
Flore du Culm.	149
Flore de la Grauwacke supérieure	151
CONCLUSIONS	161

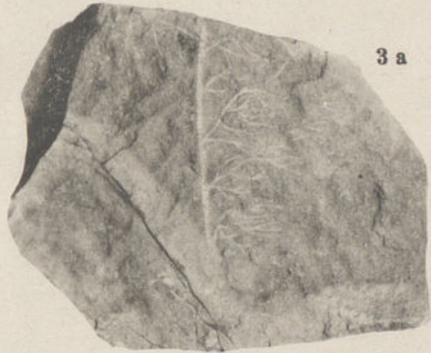
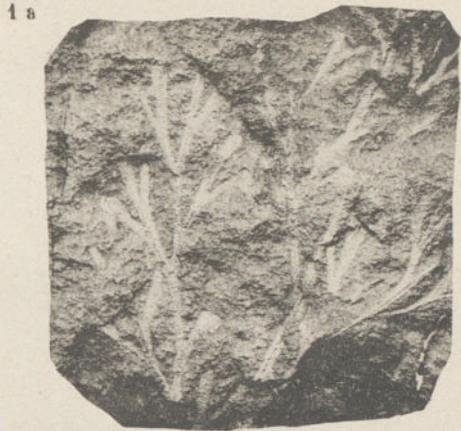
PLANCHES

PLANCHES

PLANCHE I

PLANCHE I

1. — *Calymmatotheca affinis* Lindley et Hutton, sp.
(Sommité de penne).
- 1 a. — *Calymmatotheca affinis* Lindley et Hutton, sp
(Même figure que 1 grossie deux fois).
2. — *Rhodea Stachei* Stur.
(Sommité de penne)
3. — *Calymmatotheca bifida* Lindley et Hutton, sp.
(Sommité de penne).
- 3 a. — *Calymmatotheca bifida* Lindley et Hutton, sp.
(Fragment de penne).



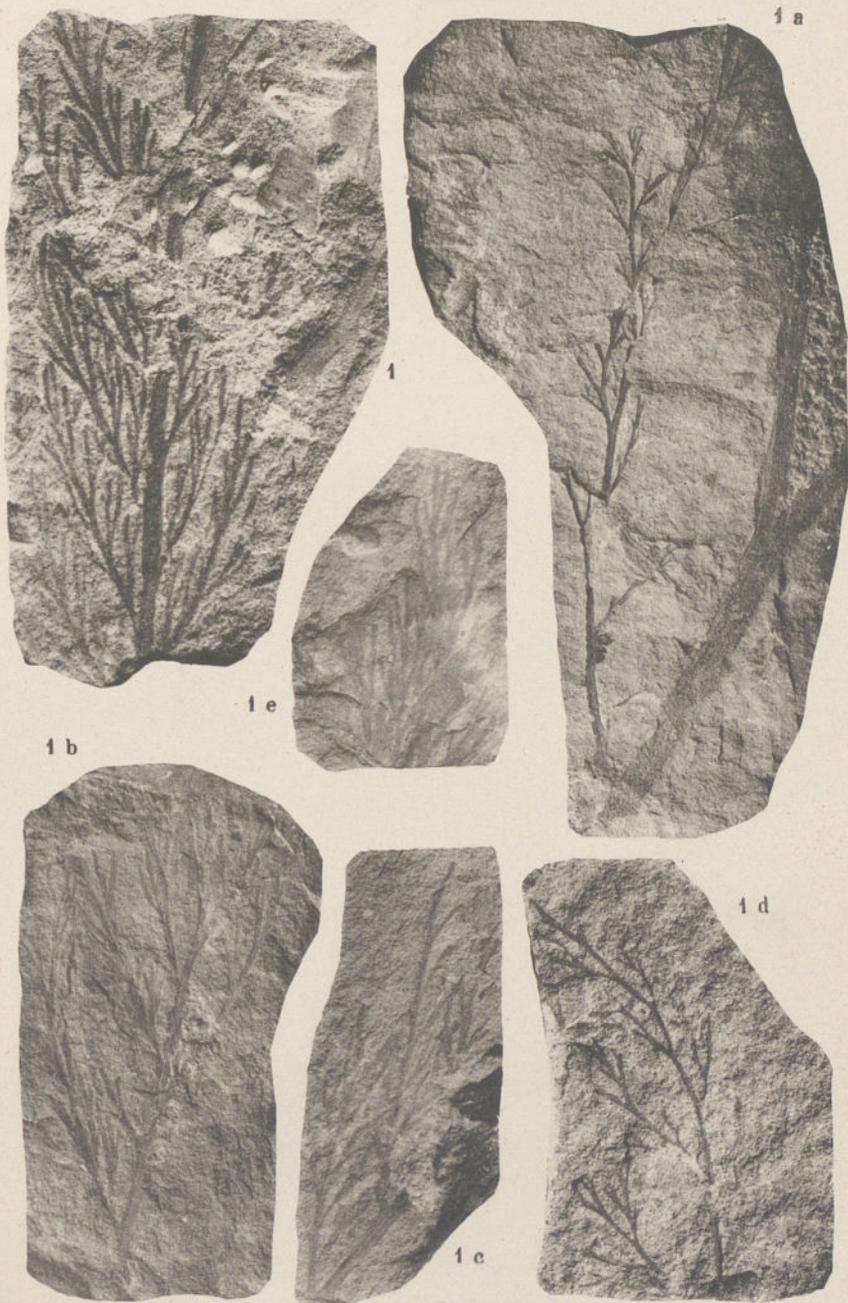
Clichés Sohier. *Rhodea*
Stachis

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)

PLANCHE II

PLANCHE II

1. — *Rhodea Hochstetteri* Stur.
(Fragment de fronde).
- 1 a. — *Rhodea Hochstetteri* Stur.
(Rachis bifurqué et penne).
- 1 b. — *Rhodea Hochstetteri* Stur.
(Fragment de penne).
- 1 c. — *Rhodea Hochstetteri* Stur.
(Fragment de penne).
- 1 d. — *Rhodea Hochstetteri* Stur.
(Sommité de penne).
- 1 e. — *Rhodea Hochstetteri* Stur.
(Sommité de penne).



Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)

Rhodea Hochstetteri

PLANCHE III

PLANCHE III

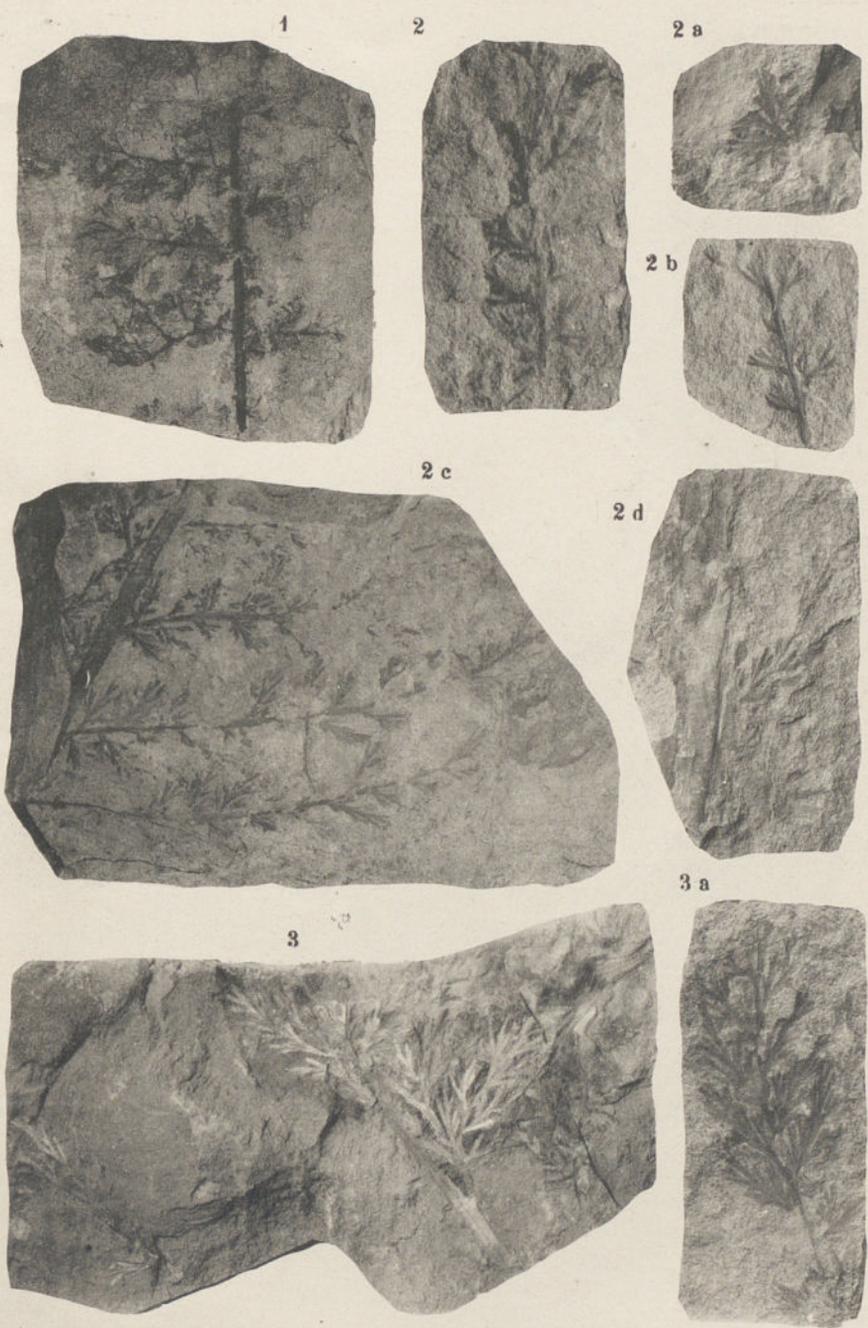
PLANCHE III

1. — *Rhodea Gœpperti* Ettingshausen, sp.
(Fragment de penne).
2. — *Rhodea Moravica* Ettingshausen, sp.
(Fragment de penne).
- 2 a. — *Rhodea Moravica* Ettingshausen, sp.
(Pinnule).
- 2 b. — *Rhodea Moravica* Ettingshausen, sp.
(Fragment de penne).
- 2 c. — *Rhodea Moravica* Ettingshausen, sp.
(Rachis et pennes secondaires).
- 2 d. — *Rhodea Moravica* Ettingshausen, sp.
(Rachis et penne).
3. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert, sp.
(Fragment de fronde).
- 3 a. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert, sp.
(Sommité de penne).

Un. de Lyon

Culm de Fuissé

Pl. III



Rhodesia moravica

Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)

Sphenopt. Schimperiana

PLANCHE IV

PLANCHE IV

1. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert.
(Fronde).
- 1 a. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert.
(Sommité de penne).
- 1 b. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert.
(Sommité de fronde).
- 1 c. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert.
(Portion de fronde).



Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Seine (Seine)

Sphenopteris Schimperiana

PLANCHE V

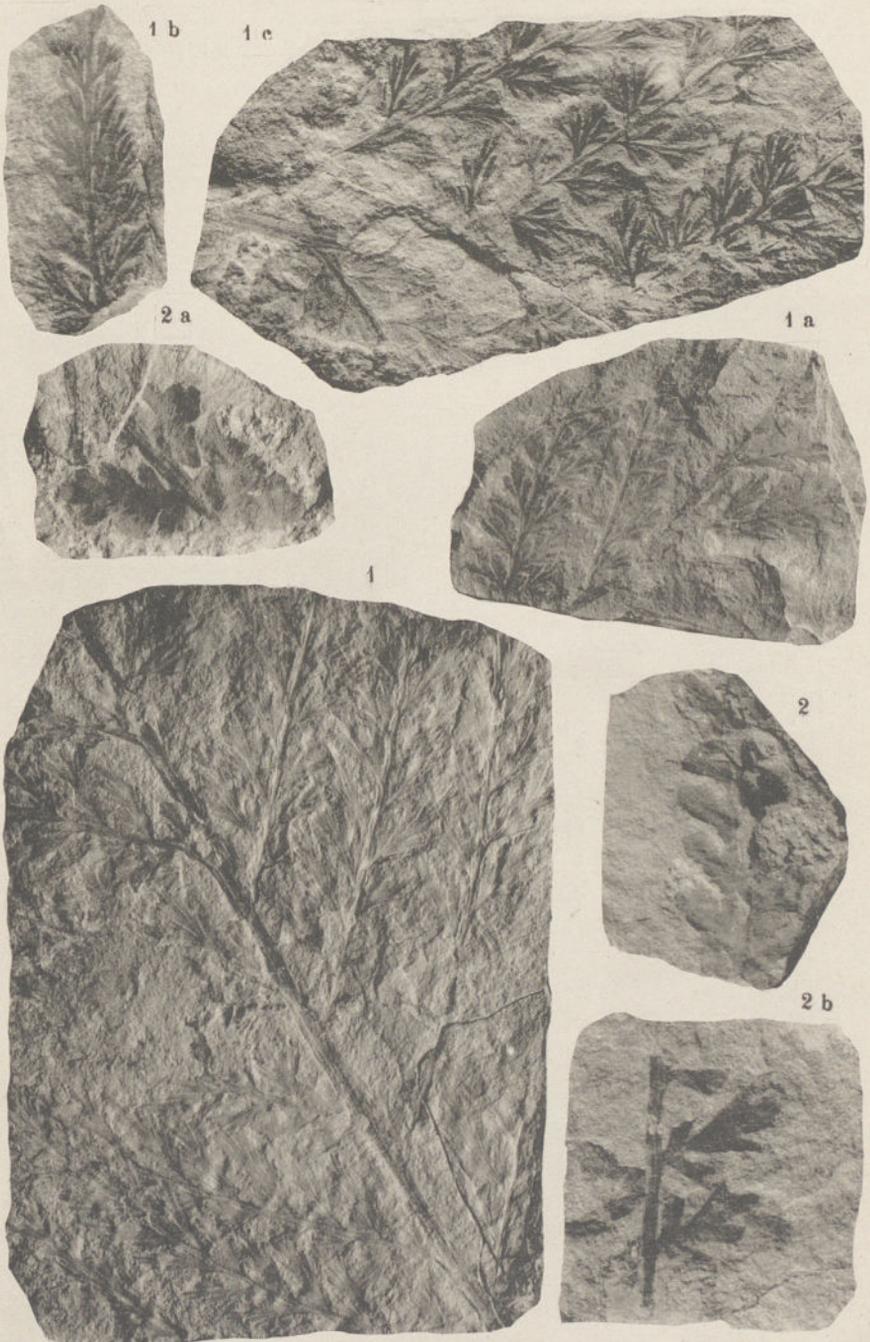
PLANCHE V

1. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert, sp.
(Fronde).
- 1 a. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert, sp.
(Fragment de fronde).
- 1 b. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert, sp.
(Sommité de penne).
- 1 c. — *Sphenopteris Schimperiana* Gœppert, sp.
(Fragment de fronde).
2. — *Archæopteris dissecta* Gœppert, sp.
(Sommité de penne).
- 2 a. — *Archæopteris dissecta* Gœppert, sp.
(Fragment de penne).
- 2 b. — *Archæopteris dissecta* Gœppert, sp.
(Fragment de penne).

Un. de Lyon

Culm de Fuissé

Pl. V



Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s-Marne (Seine)

PLANCHE VI

PLANCHE VI

- 1 — *Archæopteris dissecta* Gœppert, sp.
(Fragment de penne).
- 1 a. — *Archæopteris dissecta* Gœppert, sp.
(Même figure que 1 grossie deux fois).
2. — *Triphyllopteris (Cyclopteris) Collombiana* Schimper.
(Fragment de penne).
- 2 a. — *Triphyllopteris Collombiana* Schimper.
(Pinnule).
- 2 b. — *Triphyllopteris Collombiana* Schimper.
(Même figure que 2 a grossie deux fois).
3. — *Cardiopteris Hochstetteri* Ettingshausen, sp.
(Extrémité de pinnule).
- 3 a. — *Cardiopteris Hochstetteri* Ettingshausen, sp.
(Même figure que 3, grossie deux fois).
4. — *Cardiopteris frondosa* Gœppert, sp.
(Fragment de fronde).
- 4 a. — *Cardiopteris frondosa* Gœppert, sp.
(Pinnule).
5. — *Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp., Vaffier.
(Fragment de fronde).

Un. de Lyon

Culm de Fuissé

Pl. VI



1



1 a



3 a

Cardi



2 a



2

Tripl
ter



2 b



3



4



5



4 a

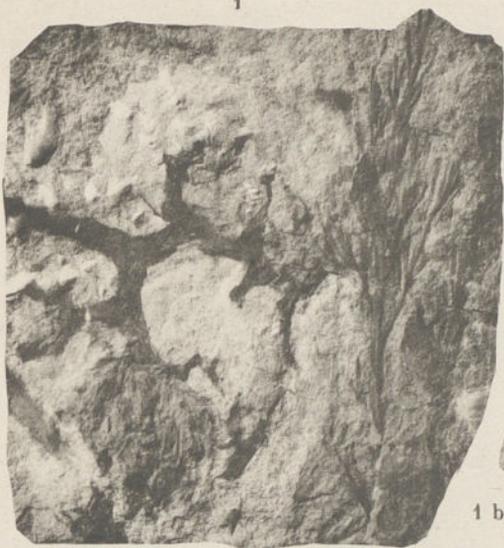
Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s-Marne (Seine)

PLANCHE VII

PLANCHE VII

1. — *Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp., Vaffier.
(Fragment de fronde et fructification).
(Accessoirement *Rhodea Hochstetteri*).
- 1 a. — *Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp., Vaffier.
(Sommité de penne fertile).
- 1 b. — *Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp., Vaffier.
(Sommité de penne fertile).
- 1 c. — *Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp., Vaffier.
(Fragment de penne fertile).
- 1 d. — *Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp., Vaffier.
(Fragment de penne fertile).
- 1 e. — *Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp., Vaffier.
(Fragment de fronde stérile).
- 1 f. — *Alcicornopteris Zeilleri*, nov. sp., Vaffier.
(Fragment de fronde stérile).



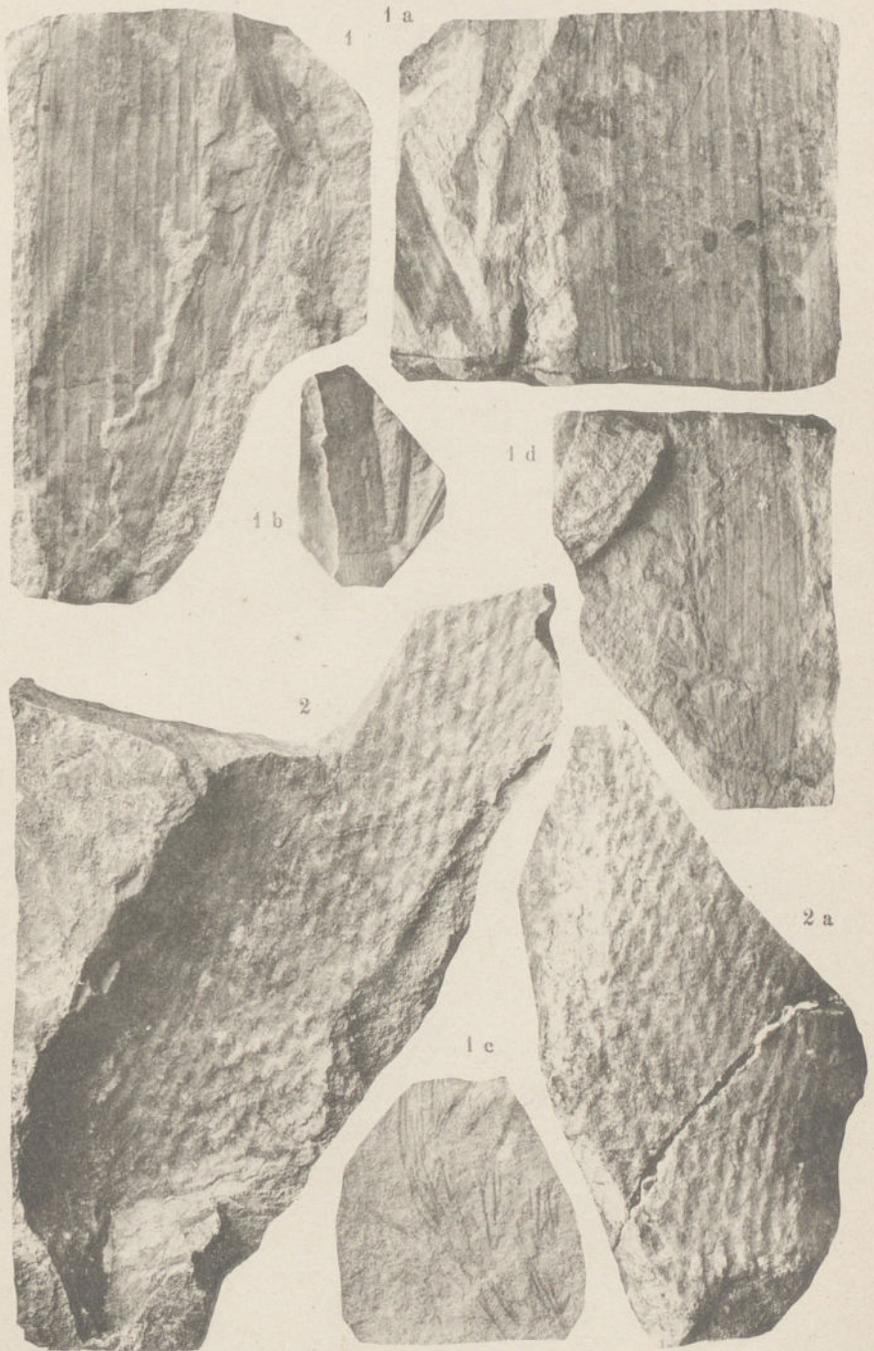
Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)

PLANCHE VIII

PLANCHE VIII

1. — *Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim, sp.
(Fragment de tige).
- 1 a. — *Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim, sp.
(Fragment de tige).
- 1 b. — *Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim, sp.
(Fragment de tige et ramule).
- 1 c. — *Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim, sp.
(Sommité de ramule feuillé).
- 1 d. — *Asterocalamites scrobiculatus* Schlotheim, sp.
(Extrémité inférieure d'une tige, près de son insertion
sur le rhizôme).
2. — *Lepidodendron acuminatum* Göppert, sp.
(Fragment de tige).
- 2 a. — *Lepidodendron acuminatum* Göppert, sp.
(Fragment de tige).



Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)

PLANCHE IX

PLANCHE IX

1. — *Lepidodendron acuminatum* Gœppert, sp.
(Fragment de tige).
- 1 a. — *Lepidodendron acuminatum* Gœppert, sp.
(Même figure que 1, grossie deux fois et demie).
- 1 b. — *Lepidodendron acuminatum* Gœppert, sp.
(Fragment de tige se divisant par dichotomie).
- 1 c. — *Lepidodendron acuminatum* Gœppert, sp.
(Fragment de tige).
3. — *Lepidodendron acuminatum* Gœppert, sp.
(Même figure que 1 c, grossie deux fois).
- 1 e. — *Lepidopendron acuminatum* Gœppert, sp.
(Fragment de tige).



3



1 c



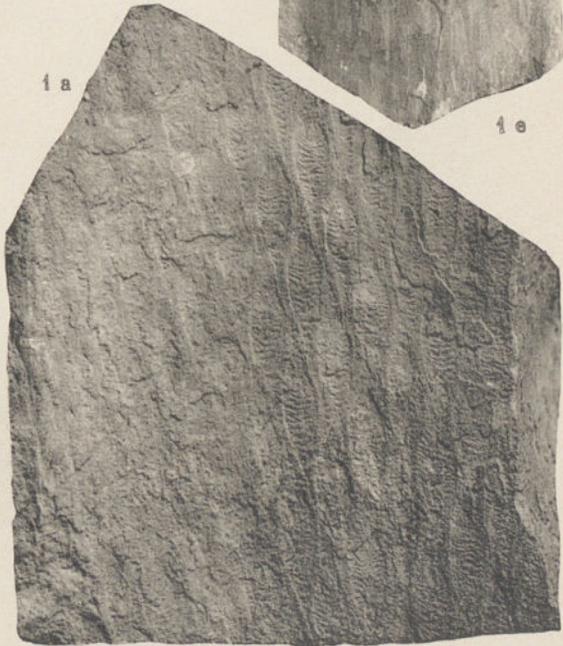
1 b



1 e



1



1 a

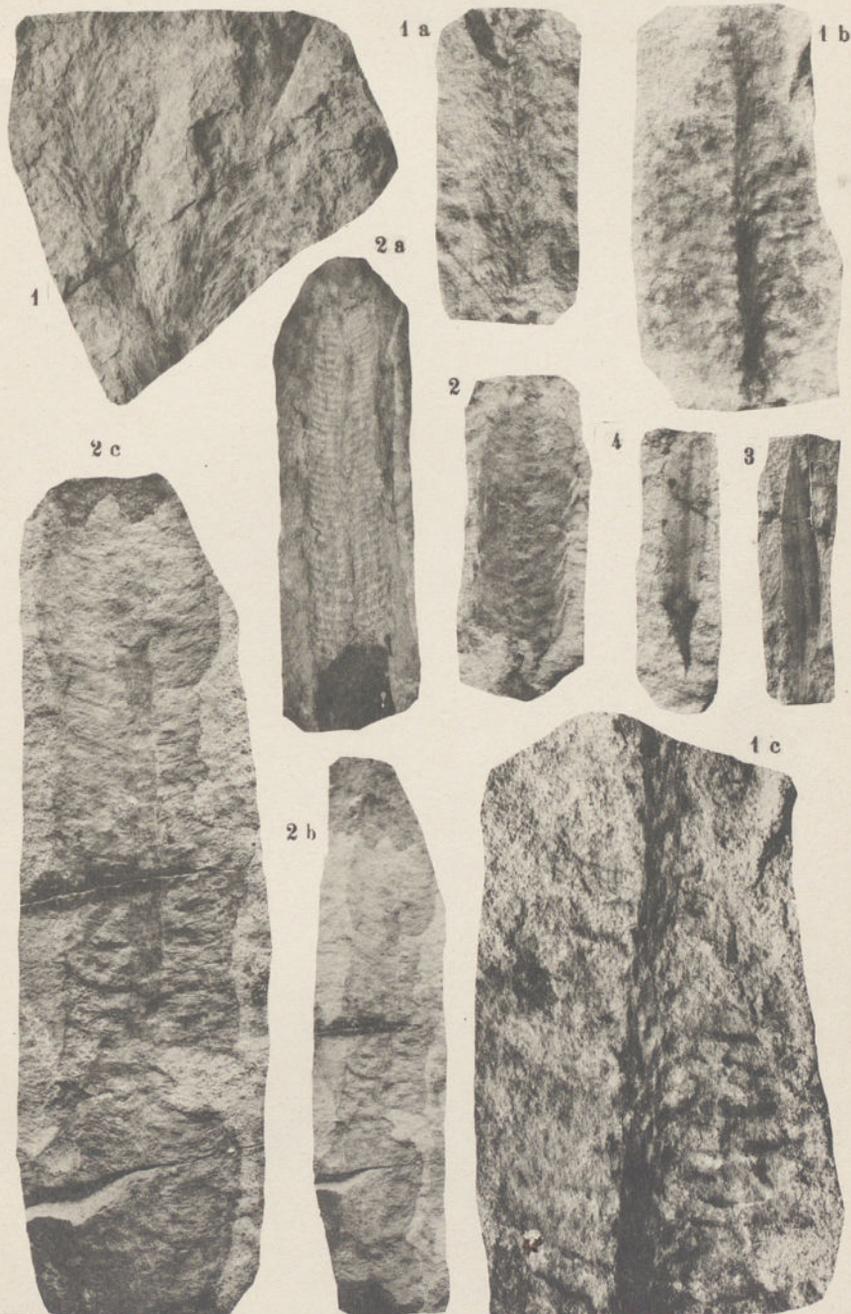
Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)

PLANCHE X

PLANCHE X

1. — *Lepidocladus Fuisseensis*, nov. sp., Vaffier.
(Rameau se divisant par dichotomie).
- 1 a. — *Lepidocladus Fuisseensis*, nov. sp., Vaffier.
(Extrémité de ramule).
- 1 b. — *Lepidocladus Fuisseensis*, nov. sp., Vaffier.
(Extrémité de ramule).
- 1 c. — *Lepidocladus Fuisseensis*, nov. sp., Vaffier.
(Même figure que 1 b, grossie deux fois).
2. — *Lepidostrobus Fuisseensis*, nov. sp., Vaffier.
- 2 a. — *Lepidostrobus Fuisseensis*, nov. sp., Vaffier.
- 2 b. — *Lepidostrobus Fuisseensis*, nov. sp., Vaffier.
- 2 c. — *Lepidostrobus Fuisseensis*, nov. sp., Vaffier.
(Même figure que 2 b, grossie deux fois).
3. — *Lepidophyllum Fuisseense*, nov. sp., Vaffier.
4. — *Lepidophyllum Fuisseense*, nov. sp., Vaffier.



Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)

PLANCHE XI

PLANCHE XI

1. — *Lepidophyllum Fuisseense*, nov. sp., Vaffier.
(Même figure que 4 de la pl. X, grossie deux fois).
- 1 a. — *Lepidophyllum Fuisseense*, nov. sp., Vaffier.
2. — *Bothrodendron Depereti*, nov. sp., Vaffier.
(Fragment de tige).
3. — *Bothrodendron Depereti*, nov. sp., Vaffier.
(Tige).
- 3 a. — *Bothrodendron Depereti*, nov. sp., Vaffier.
(Tige).
- 3 b. — *Bothrodendron Depereti*, nov. sp., Vaffier.
(Même figure que 3 a, grossie deux fois).



1



1 a



2



3 a



3

3 b



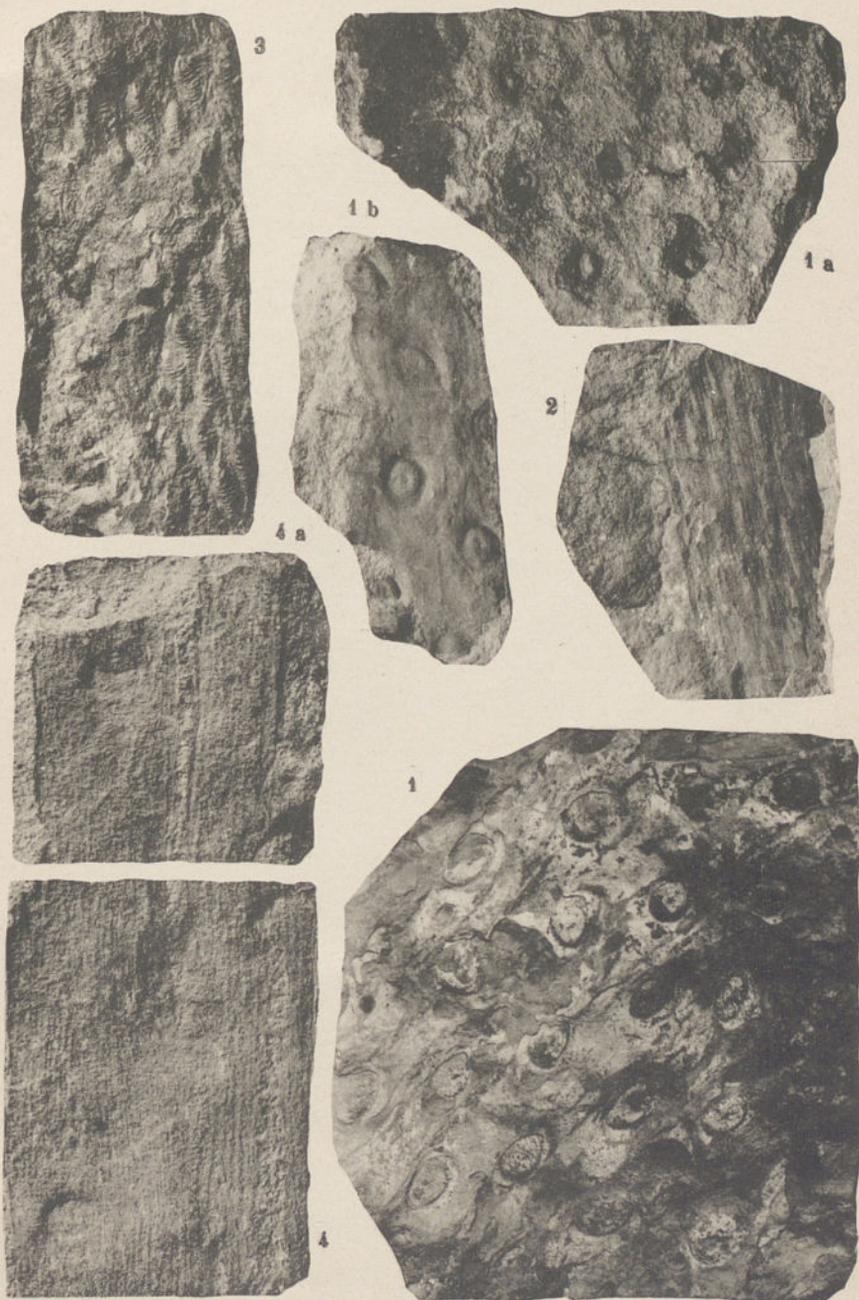
Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)

PLANCHE XII

PLANCHE XII

1. — *Stigmaria ficoïdes* Sternberg, sp.
- 1 a. — *Stigmaria ficoïdes* Sternberg, sp.
- 1 b. — *Stigmaria ficoïdes* Sternberg, sp.
2. — *Lepodendron acuminatum* Gœppert, sp.
(Fragment de tige.)
3. — *Lepidopendron acuminatum* Gœppert, sp.
(Cet échantillon provient du gîte fossilifère de St-Vérand.)
4. — *Bothrodendron Depereti*, nov. sp., Valfier.
(Figure grossie deux fois).
- 4 a. — *Bothrodendron Depereti*, nov. sp., Valfier.
(Figure grossie deux fois).



Clichés Sohier.

Phototypie Sohier — Champigny-s/Marne (Seine)