

ÉTUDES
DES
GÎTES MINÉRAUX
DE LA FRANCE

PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES DE M. LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS
PAR LE SERVICE DES TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES

BASSIN HOULLER
DE LA SARRE ET DE LA LORRAINE

MÉMOIRE PUBLIÉ SUR L'INITIATIVE DES MINES DOMANIALES FRANÇAISES DE LA SARRE
AVEC LEUR CONCOURS ET CELUI DES COMPAGNIES DU BASSIN,
SOUS LES AUSPICES DU COMITÉ CENTRAL DES HOULLÈRES DE FRANCE
ET DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE

III. DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

PAR

Pierre PRUVOST

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'UNIVERSITÉ DE LILLE
COLLABORATEUR PRINCIPAL AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE



LILLE
IMPRIMERIE L. DANIEL

MCMXXXIV

complémentaire, effectué en Décembre 1935).



D 136 005636 6

**BASSIN HOULLER
DE LA SARRE ET DE LA LORRAINE**

ÉTUDES
DES
GÎTES MINÉRAUX
DE LA FRANCE

PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES DE M. LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS
PAR LE SERVICE DES TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES

BASSIN HOULLER
DE LA SARRE ET DE LA LORRAINE

MÉMOIRE PUBLIÉ SUR L'INITIATIVE DES MINES DOMANIALES FRANÇAISES DE LA SARRE
AVEC LEUR CONCOURS ET CELUI DES COMPAGNIES DU BASSIN,
SOUS LES AUSPICES DU COMITÉ CENTRAL DES HOULLÈRES DE FRANCE
ET DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE

III. DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

PAR

Pierre PRUVOST

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'UNIVERSITÉ DE LILLE
COLLABORATEUR PRINCIPAL AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE



LILLE
IMPRIMERIE L. DANIEL

MCMXXXIV

(Tirage supplémentaire, effectué en Septembre 1935).

BASSIN HOILLER DE LA SARRE ET DE LA LORRAINE

PRÉFACE

Les études poursuivies durant des années sur le Terrain houiller de France par J. Gosselet et ses successeurs dans les chaires de Géologie de l'Université de Lille, furent les motifs déterminants de la mission qui nous fut confiée de préparer une description nouvelle du bassin houiller de la Sarre.

La présente monographie fait, à ce titre, partie de la Description générale du bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine, entreprise sur l'initiative des Mines domaniales françaises de la Sarre et de leurs Directeurs successifs, M. Defline et M. Guillaume, avec le concours de toutes les Compagnies du bassin, sous les auspices du Comité Central des Houillères de France et du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine.

Chargé de l'organisation du travail, avec G. Friedel, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Université de Strasbourg, par le Service des Mines, sur la proposition du Grand Reumaux et des exploitants français, nous livrons en ces pages, en 1934, les conclusions de l'œuvre collective accomplie par nos collaborateurs.

Elles font suite à des fascicules parus antérieurement dans la même série des Mémoires du Service des Topographies souterraines, sur la flore fossile du bassin houiller, par M. P. Bertrand et son collaborateur M. P. Corsin, sur sa faune, par M. G. Waterlot, à l'Atlas des plans miniers et des coupes publié par les collaborateurs de G. Friedel, M. l'Ingénieur en Chef des Mines E. Friedel et M. E. Siviard.

Ce volume, consacré en entier à la Description géologique du bassin et à l'exposé de sa structure, est dû à la plume de M. P. Pruvost.

CH. BARROIS.

III. DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU BASSIN HOILLER DE LA SARRE ET DE LA LORRAINE

DIVISIONS DU MÉMOIRE

	Pages
Introduction. — LES ÉTAPES DE LA PROSPECTION GÉOLOGIQUE DU GISEMENT SARRO-LORRAIN.....	3
I^{re} Partie. — LES ROCHES DU TERRAIN HOILLER DE LA SARRE ET DE LA LORRAINE.	13
CHAPITRE I ^{er} . Les roches de l'Étage de Sarrebrück.....	13
CHAPITRE II. Les roches de l'Étage d'Ottweiler.....	32
II^e Partie. — LES ASSISES HOILLÈRES.....	35
CHAPITRE I ^{er} . Caractères, succession et variations des faisceaux houillers...	35
CHAPITRE II. La discordance du conglomérat de Holz.....	99
CHAPITRE III. Résultats généraux de l'étude stratigraphique du terrain houiller sarro-lorrain.....	109
III^e Partie. — LES DISLOCATIONS DU BASSIN HOILLER SARRO-LORRAIN.....	117
CHAPITRE I ^{er} . L'accident de la Grande faille du Sud.....	119
CHAPITRE II. Les plis du terrain houiller sarro-lorrain.....	134
CHAPITRE III. Les failles normales.....	148
CHAPITRE IV. Age des dislocations. Histoire géologique du bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine.....	154
Conclusions	163

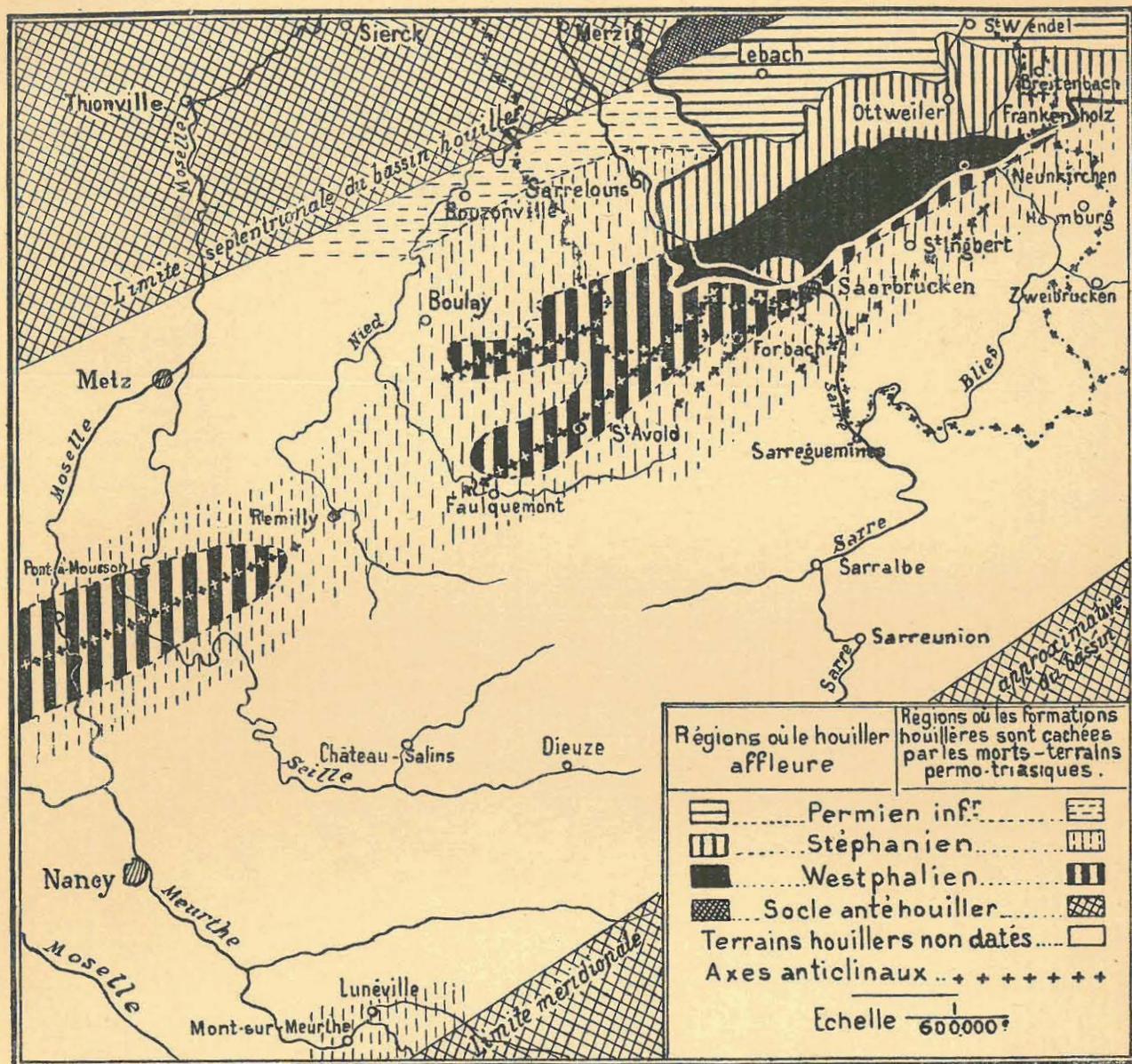


FIG. 1. — Carte géologique du gisement houiller de la Sarre et de la Lorraine, montrant la région où le terrain houiller affleure (figurés continus), celle où il a été reconnu sous le manteau de morts-terrains (figurés interrompus) et celles où il n'a pas été encore atteint par l'exploration souterraine (laissées en blanc).

INTRODUCTION

LES ÉTAPES DE LA PROSPECTION GÉOLOGIQUE DU GISEMENT HOULLER SARRO-LORRAIN

Le terrain houiller du bassin sarro-lorrain affleure sur le territoire de la Sarre, à partir de la rive droite de cette rivière, entre Sarrebrück et la frontière palatine, formant une bande allongée du sud-ouest au nord-est, large d'une quinzaine de kilomètres et longue d'une cinquantaine. Ses couches, qui plongent lentement au nord-ouest, disparaissent dans cette direction, ainsi qu'à l'est, sous les terrains permien, tandis qu'au sud et au sud-ouest un manteau de grès rouge triasique les recouvre.

Ce qui en apparaît à la surface n'est, verrons-nous, qu'un bien petit fragment du bassin houiller, au plus la dixième partie de son extension souterraine probable, d'après l'état actuel de sa prospection : son prolongement extrême au nord et au sud est borné (v. fig. 1) par l'affleurement, sous les morts-terrains, du tréfonds de terrains anciens sur lesquels il repose, le Dévonien du Hunsruck au nord, les roches cristallines des Vosges au sud, tandis que ses limites dans le sens de la longueur sont actuellement inconnues.

On sait que, déjà en 1459, les habitants utilisaient le charbon des affleurements et qu'au début du XVIII^e siècle une trentaine de petites exploitations existaient dans le Comté de Sarrebrück, fief de la maison de Nassau, et dans le duché bavarois de Deux-Ponts. La production annuelle du bassin était de l'ordre de 37.000 tonnes, à la veille de la Révolution. C'est véritablement à partir de cette époque que le bassin sarrois commença à être mis en valeur et exploré d'une façon méthodique et les vicissitudes politiques qu'a subies son territoire au cours des XIX^e et XX^e siècles ont eu une influence, souvent inattendue, sur la marche des progrès réalisés dans la connaissance de ce gisement.

* * *

Pendant la période de 1793 à 1814-1815, où le territoire actuel de la Sarre fut occupé par la France et où la production des houillères s'éleva à 105.000 tonnes en 1811, trois ingénieurs des mines, Guillot Duhamel, Beaunier et Calmelet, qui étaient à la tête de l'école des Mines de Geislautern, instituée en l'an X, se consacrèrent à l'étude, à la prospection et au nivellement de la partie du gisement qui est visible au jour, la seule qui fût alors connue. De leurs travaux est demeuré, comme un remarquable témoin, l'Atlas de Beaunier et Calmelet, achevé en 1810, atlas de 66 cartes donnant le relevé coté de tous les affleurements, avec les renseignements techniques sur le pendage et la direction des couches, sur les installations minières et les projets d'aménagement (1).

C'est le premier travail de topographie souterraine qui ait été consacré au terrain houiller sarrois. En même temps, les plantes fossiles recueillies par les ingénieurs et les élèves de l'école de Geislautern furent soumises au botaniste A. Brongniart, qui les décrivit et figura leurs contours dans le célèbre ouvrage général qu'il publia en 1828, sur l'"Histoire des végétaux fossiles".

Telles furent les premières études minières, géologiques et paléontologiques du terrain houiller sarrois, et si l'on se reporte en esprit à cette époque héroïque de la science géologique, on ne manquera pas d'apprécier les résultats de cette tentative.

C'était aussi l'époque où les négociateurs des traités de paix commencent à tenir compte de façon prépondérante, pour la délimitation des territoires conquis, à côté de la valeur de leur surface, des richesses naturelles ensevelies dans leur sous-sol. Le traité de Vienne, en 1815, en attribuant la Sarre à la Prusse, arrêta la frontière nouvelle à la limite extrême occidentale où les affleurements de houille avaient été reconnus.

* * *

De 1850 à 1870, E. Weiss et F. Goldenberg s'attachèrent à l'étude paléontologique du gisement sarrois. De leurs travaux fondamentaux, qui décrivent pour la première fois de façon systématique les faunes et les flores recueillies dans le terrain houiller de Sarrebrück, le résultat

(1) L'exemplaire unique et vénérable de cet Atlas fut reproduit et publié en 1925, par les soins de l'Administration française des Mines domaniales.

fut une première classification des différentes assises dont il est composé; les couches sont divisées par Weiss en trois séries superposées: celles de Cusel, celles d'Ottweiler et celles de Sarrebrück, ces dernières étant les plus anciennes.

Pendant ce temps, sous l'impulsion de l'Ingénieur en chef du Corps des Mines à Metz, E. Jacquot, on s'emploie de l'autre côté de la frontière, en territoire lorrain, à retrouver le prolongement souterrain du bassin, sous sa couverture triasique.

Déjà, en 1817, à Schoeneck, près de Forbach, à la frontière même, un sondage avait permis l'octroi d'une concession à la limite où la houille s'enfonce sous le grès bigarré; c'était le noyau de la future concession de Petite-Rosselle.

Mais il convenait de s'éloigner davantage et Jacquot, en 1853, anima et guida les recherches, en se basant sur l'observation que les déformations des terrains de surface trahissaient fréquemment celles des terrains anciens qu'ils recouvraient. Ces considérations théoriques, qui seront précisées bientôt par le géologue anglais Godwin-Austen, et prendront la forme du principe de la "continuité du phénomène de plissement" (les mêmes qui furent appliquées en 1875, par M. Ch. Barrois, dans sa thèse, aux ondulations de la craie d'Angleterre, et popularisées ensuite, 20 ans plus tard, par E. Suess et Marcel Bertrand), dans la forme timide, mais judicieuse, qu'elles revêtaient en 1853, sous la plume de Jacquot, suffirent à donner à la campagne de recherches une orientation logique et féconde.

L'ondulation qui guida Jacquot est celle que nous décrivons dans ce mémoire sous le nom de "Croupe de Boucheperne". En moins de cinq années les sondages furent achevés et leur résultat positif amena au sud de Creutzwald la création de nouvelles concessions, qui sont devenues aujourd'hui celles de la Houve et de Sarre-et-Moselle.

* * *

En 1871, le traité de Francfort reporta la frontière française plus à l'ouest jusqu'aux portes de Pont-à-Mousson, englobant cette fois encore et bien au delà, en domaine prussien, tout le territoire où la houille était connue. Cet état de choses ne découragea point les prospecteurs, qui se remirent à l'œuvre. Les idées géologiques sur la permanence des accidents tectoniques s'étant précisées, un nouveau fil

directeur fut trouvé par R. Nicklès, Professeur à l'Université de Nancy, au début de ce siècle, s'appuyant sur la théorie des plissements posthumes. L'anticlinal que dessinent les terrains jurassiques dans le prolongement sud-ouest de l'affleurement houiller de Sarrebrück, baptisé par Villain "l'anticlinal guide", fut proposé pour orienter de nouveaux sondages dans la Lorraine demeurée française. Cette fois l'extrapolation était plus audacieuse. Elle fut couronnée pourtant d'un succès retentissant par la découverte de la houille aux environs de Pont-à-Mousson, entre 600 et 800 mètres de profondeur. D'un bond, l'extension en longueur du bassin vers le sud-ouest était plus que doublée par rapport à ses affleurements, et le sondage de Mont-sur-Meurthe, près de Lunéville (fig. 1), étendait à 70 kilomètres la largeur reconnue du gisement. Peu après, celui de Gironcourt-sur-Vraine, dans les Vosges, exécuté en 1909, entre Meuse et Moselle, portait à plus de 180 kilomètres la longueur effectivement prospectée.

Entre temps, et dans la région intermédiaire, dans la partie de la Lorraine annexée à l'Allemagne, la prospection n'était pas non plus demeurée inactive. De 1898 à 1914, une fiévreuse campagne d'exploration couvrit de sondages, la plupart positifs, le territoire compris entre la concession de Sarre-et-Moselle et la vallée de la Nied Allemande, tandis que la découverte faite à Pont-à-Mousson provoquait des recherches, également couronnées de succès, aux environs de Solgné, au voisinage de la frontière.

L'étude géologique du gisement sarrois et lorrain fut alors activement poussée par les géologues allemands, dans toute cette période comprise entre 1871 et 1914. C'est l'époque où E. Weiss, L. Von Ammon, A. Leppla, L. Van Werveke levèrent les coupes et les cartes géologiques de la surface avec un si grand soin qu'il semblait qu'aucun perfectionnement sérieux ne pût leur être apporté. Ils étudièrent la structure du bassin et publièrent leurs idées à ce sujet, tandis que les géomètres M. Kliver, R. Muller, J. Schlicker, attachés aux Mines domaniales prussiennes, réunissaient les documents graphiques relatifs à la topographie souterraine.

Enfin les paléobotanistes H. Potonié, W. Gothan, Kessler décrivent la flore houillère avec plus de détail, examinant les échantillons recueillis dans les fosses et les sondages, et fixent les caractères des assises. En même temps, du côté français, R. Zeiller détermine les fossiles trouvés par les sondages de la vallée de la Moselle, R. Nicklès

et Villain collationnent les résultats stratigraphiques, P. Weiss et J. Bergeron essaient une théorie structurale du gisement.

La production annuelle totale du bassin était montée progressivement, pour dépasser, en 1913, 17 millions de tonnes, dont 3.796.000 extraites par les trois houillères de la Lorraine orientale.

* * *

Par le traité de Versailles, en Janvier 1920, échut à la charge des ingénieurs français la mission de mettre en valeur tout l'ensemble du bassin houiller, la frontière économique étant reportée un peu au-delà de l'ancienne frontière palatine.

On doit à M. E. de Margerie (1920) et à MM. Langrogne et Bergerat (1921) des inventaires lumineux de l'état des connaissances géologiques sur le bassin sarro-lorrain à cette époque ; nous y renvoyons le lecteur. Il en ressort que, malgré les énormes progrès accomplis dans le domaine géologique, certains points importants sont encore demeurés dans l'ombre.

L'âge des dépôts houillers, s'il a pu être établi par les fossiles d'une façon déjà assez satisfaisante pour caractériser la succession des couches à l'intérieur du bassin, n'est pas encore précisé au point que l'on ait pu raccorder en toute certitude les faisceaux sarro-lorrains à ceux des bassins voisins. Et même à l'intérieur du gisement le raccordement n'est pas certain, par exemple, entre les couches exploitées en Lorraine, à Sarre-et-Moselle, et celles du territoire sarrois.

D'autres problèmes, de grande portée pratique, se posent également. Si les limites du gisement ont été heureusement reculées, personne n'a osé lui en assigner une encore sur son bord méridional, à cause du mystère qui plane sur un accident limitant au sud l'affleurement houiller de Sarrebrück, dont on pense qu'il fait disparaître le charbon à des profondeurs inaccessibles. Ce mystère engendre une légende dont les esprits ont peine à se libérer ; et cette légende attribue au bassin de la Sarre et de la Lorraine trois privilèges qui le rendent triplement paradoxal : son fond est inconnu ; sa forme serait celle, non d'une cuvette, mais d'une large voûte ; et il aurait échappé aux grands plissements qui ont affecté la croûte terrestre à la fin des temps houillers.

* * *

Aussi les conditions politiques nouvelles, issues du traité de 1919, imposaient-elles, pour le progrès de notre connaissance géologique du gisement, une tâche précise aux ingénieurs qui l'exploitaient. Il s'agissait, après une analyse aussi méthodique que possible des terrains houillers, de reconstituer la structure de cet immense gîte, en la fondant sur des observations incontestables. Cette prospection de l'ensemble du bassin était facilitée par le nouvel état de choses, qui permettait de tenter un raccordement entre les tronçons d'une même unité géologique et d'employer à cette œuvre un personnel travaillant sous les mêmes directives, avec l'esprit d'équipe qui favorise le succès.

Ainsi fut réalisée, grâce à l'initiative de M. A. Defline, Directeur Général des Mines Domaniales françaises de la Sarre, une collaboration permanente entre les recherches minières, d'une part, fournissant la base des observations et le levé géométrique des terrains, et d'autre part leur analyse minéralogique et paléontologique, les deux méthodes étant intimement conjuguées, pour que les progrès de l'une éclairent la marche de l'autre et réciproquement.

Au cours de cette campagne, qui s'est échelonnée sur une période de près de quinze ans, nous fîmes, en compagnie de MM. Ch. Barrois et P. Bertrand, plusieurs séjours chaque année dans les différentes houillères, pour y étudier banc par banc les couches exploitées, nous rendant entre temps sur les lieux pour examiner la marche des sondages ou des galeries de recherches. Dans ce travail, nous avons toujours été secondés activement par les exploitants, et nous désirons ici souligner que leurs efforts furent la véritable origine des résultats obtenus.

Aux Mines Domaniales françaises de la Sarre, M. le Directeur Général A. Defline, puis son successeur M. le Directeur Général Guillaume, encouragèrent de tout leur pouvoir les recherches en veillant à leur coordination. MM. P. Sainte-Claire Deville et R. Chandesis, Directeurs techniques, les organisèrent et en suivirent les progrès jusqu'à participer personnellement au travail des géologues au fond de la mine ; MM. Bellan, Riollot, Witier, Plassard, Ingénieurs en Chef des Groupes d'Inspections, et leurs Ingénieurs attachés aux fosses, assurèrent la récolte sur place des échantillons, M. Perrin, Ingénieur du Service des Recherches, étudia avec nous les carottes de sondages ; MM. Collignon et Constantin, Directeurs de l'Ecole des Mines de Sarrebrück, nous

ouvrirent les collections paléontologiques de cet établissement. MM. Roederer, Directeur des Aciéries de la Marine à St-Chamond, et Ch. Haas, Directeur des Aciéries et Usines à tubes de Bous-sur-Sarre, mirent à notre disposition leurs remarquables collections personnelles.

M. E. Siviard, Chef du Bureau des Études du Fond, et ses collègues, MM. Blaise et Bréard, assurèrent la liaison de ces études avec les levés topographiques.

A Frankenholz, les conseils de M. P. Weiss, Administrateur délégué, et le concours de M. Morel, Directeur, et des Ingénieurs de la mine, nous ont été précieux.

En Lorraine, nous trouvâmes à la Société de Petite-Rosselle, de la part de MM. de Wendel, gérants de la Société, et de son Directeur technique, M. Leharle, tous les encouragements possibles, pour suivre les travaux neufs et étudier le gisement exploité; M. Grimbert, Chef des Études du Fond, nous accompagna dans nos explorations.

Le gisement de la Société Houillère de Sarre-et-Moselle fut immédiatement ouvert à nos investigations par le regretté E. Reumaux. Notre travail y fut de toutes manières facilité par M. de Peyerimhoff, Président du Conseil d'Administration, par M. E. Cuvette, Administrateur délégué, par le Comité de Direction et par M. Chavane, Directeur général; le regretté P. Vouters, Ingénieur en Chef, organisa les premières recherches. Et surtout M. Huchet, Directeur des Mines de Sarre-et-Moselle, n'a cessé, en suivant leur marche, en les critiquant, en nous signalant les études à entreprendre et en provoquant leurs progrès, de nous apporter une collaboration permanente qui nous fut bien précieuse. Nous tenons à l'en remercier spécialement.

M. Arguillère, Ingénieur en Chef du Fond, ses Ingénieurs principaux, MM. de Vernejoul et Latour, nous guidèrent patiemment au fond, en compagnie de leurs ingénieurs de fosse, tandis que M. Comparon, M. Brunder, Ingénieurs, puis M. Marx, Ingénieur Divisionnaire, Chef de Bureau des études du Fond, mettaient en œuvre au point de vue technique la documentation géologique recueillie et que M. Lamarque, Ingénieur, et les géomètres, dont feu Grimaud, assuraient entre nos visites, la surveillance géologique du gisement.

A la Houve, avant que l'exploitation de cette concession fût reprise par la Société de Sarre-et-Moselle, nous avons reçu l'accueil le meilleur de M. Coureau, Directeur général, de MM. Schmidt, Bucherer et Bidon,

Directeurs techniques, de M. J. Bertrand, Ingénieur en Chef, et l'aide directe, pour les récoltes, de M. Poliansky, Géologue attaché à la Mine.

Sous l'impulsion active du regretté G. Friedel, Ingénieur Général des Mines, les grands sondages de prospection méthodique et de contrôle effectués en Lorraine centrale de 1920 à 1933, dans la région entre St-Avold et Remilly, furent étudiés, et plus spécialement par M. P. Bertrand. A M. A. Viaud, Directeur technique des Charbonnages de Faulquemont, nous sommes redevables d'une collaboration personnelle très active au cours des recherches.

Et plus récemment, M. Brumder, Ingénieur civil des Mines, nous confia l'étude géologique des recherches en profondeur dont il avait la surveillance dans la région de Sarreguemines.

Enfin, M. P. Fallot, Directeur de l'Institut de Géologie appliquée de Nancy, MM. M. Gignoux, puis G. Dubois, Professeurs de Géologie à l'Université de Strasbourg, mirent à la disposition de M. P. Bertrand, pour une révision paléontologique, les carottes des anciens sondages exécutés respectivement à Pont-à-Mousson et en Lorraine annexée, pendant la période de 1898 à 1914.

Si nous avons tenu à rappeler tous ces concours (et notre liste est forcément très incomplète), c'est non seulement pour acquitter un tribut de reconnaissance, mais surtout pour souligner quel enthousiasme général et quelle collaboration effective de tous les instants, suscitérent les recherches des collaborateurs de MM. Ch. Barrois et G. Friedel, chargés d'organiser le travail géologique.

* * *

Les premiers résultats de ces travaux ont été publiés dans de courtes notes paléontologiques et géologiques, écrites par MM. Ch. Barrois, P. Bertrand, E. Siviard et nous-même, au cours des années 1922 à 1933. Ces notes étaient les préliminaires d'une publication monographique d'ensemble consacrée au gisement sarro-lorrain, dont les Charbonnages du Bassin ont assumé la charge financière et le Comité central des Houillères de France, la gestion matérielle.

Cette description monographique comprend d'abord l'étude de la topographie souterraine: le grand Atlas du bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine, exécuté par M. E. Siviard, sous la direction de M. E. Friedel, et publié en 1932, a réalisé cette partie du programme.

Quant à l'étude géologique et paléontologique, elle a été divisée en trois parties :

I. — La description de la flore fossile du terrain houiller, par MM. P. Bertrand et P. Corsin, dont trois volumes sont parus en 1930-1932 ;

II. — La description de la faune fossile du terrain houiller, effectuée par M. G. Waterlot, publiée en 1934 ;

III. — La description géologique, objet du présent mémoire.

M. Ch. Barrois m'a confié la tâche de le rédiger. Avec le vif regret qu'il n'ait pas crû devoir l'assumer lui-même, j'en ressens à la fois et l'honneur et le poids, et d'autant plus vivement qu'en réalité, comme on vient de le voir, je me trouve être devenu, de simple ouvrier, l'historien de cet effort collectif. La tâche m'eût été impossible sans toute cette collaboration généreuse et sans l'achèvement des premiers mémoires de cette monographie, dont celui-ci met en œuvre la documentation.

En particulier la synthèse stratigraphique repose sur les patientes analyses des paléontologistes et ce sont leurs observations et leurs révisions critiques qui ont servi de base à ma description. Quant aux généralisations sur la structure du bassin, elles reposent sur le remarquable document topographique qu'est l'Atlas de MM. E. Siviard et E. Friedel, réalisé, suivant la discipline rigoureuse que s'est imposée M. E. Friedel, avec le souci constant de n'y introduire que le relevé des faits positivement observés. Cela confère à l'œuvre un caractère de sincérité, qui lui assurera la permanence. Le géologue, pour rédiger son mémoire descriptif, a largement utilisé les coupes et les plans publiés dans cet Atlas, qui lui ont donné le maximum de sécurité dans l'élaboration des idées générales.

De leur côté, les géologues allemands ont effectué ces dernières années d'excellentes et scrupuleuses études des massifs anciens qui bordent le bassin sarro-lorrain au nord ; d'autre part, M. J. Jung, Professeur à l'Université de Clermont-Ferrand, a publié, en 1928, une belle monographie des Vosges hercyniennes. Les résultats de ces travaux m'ont beaucoup servi pour l'interprétation des faits géologiques dans le bassin houiller compris entre ces régions bordières.

Dans l'exécution matérielle du travail, j'ai largement profité de l'aide de M. E. Siviard, qui m'a permis d'utiliser des figures exécutées par lui, dont certaines sont inédites. C'est bien à lui qu'est dû l'établissement des trois planches hors-texte qui illustrent ce mémoire. Si elles sont issues

d'un travail commun, j'ai simplement ajouté, à sa contribution fondamentale de topographie souterraine, l'interprétation résultant de nos observations géologiques sur le terrain. Il a de plus vérifié, avec M. Paul Bertrand, le texte de ce mémoire et tous deux m'ont évité ainsi des erreurs dans le domaine de leurs spécialités respectives. Je désire ici les remercier particulièrement.

* * *

Cette description géologique a la seule ambition, après la campagne de recherches que je viens de résumer, de faire le point sur les résultats obtenus. Si, très heureusement pour l'avenir du gisement sarro-lorrain, elle est loin d'être une œuvre définitive ; si elle attend le contrôle ultérieur et les corrections que les prospections futures lui infligeront ; telle qu'elle est, elle n'en constitue pas moins un hommage à l'activité des ingénieurs français, dont les travaux en ont permis la réalisation.

En souvenir de l'exemple, qu'ils ont donné, d'une recherche scientifique poursuivie en commun pour accroître nos connaissances humaines et être utile à tous, c'est à eux que ce mémoire est dédié.

Lille, le 30 Septembre 1934.

Le tirage de ce Mémoire s'étant montré insuffisant pour le nombre de personnes qui s'intéressent à la structure du gisement houiller sarro-lorrain, il a été procédé, en Septembre 1935, au tirage supplémentaire d'un second mille.

L'auteur a profité de cette circonstance, soit pour réparer des omissions (p. 24), soit pour incorporer des résultats nouveaux (p. 52) obtenus en Juillet 1935 par la Société de Sarre-et-Moselle dans l'analyse stratigraphique de son faisceau gras.

Lille, le 1^{er} Septembre 1935.

PREMIÈRE PARTIE

LES ROCHES du Terrain Houiller sarro-lorrain

CHAPITRE PREMIER

LES ROCHES DE L'ÉTAGE DE SARREBRÜCK

Le terrain houiller de la Sarre et de la Lorraine est formé de roches purement sédimentaires et d'origine continentale. Aucune venue éruptive, d'âge houiller, n'y a jamais été rencontrée, et on ne connaît, ni dans les régions profondes du bassin, ni à l'état de récurrences dans la masse du sédiment lacustre, aucune trace d'invasion marine. Sous ce rapport, c'est bien le type du bassin limnique.

Cependant, les veines de houille y sont nombreuses ; elles ont la régularité et l'étendue que l'on observe dans les bassins paraliques ; ceci dénote des affaissements successifs fréquents et de peu d'ampleur, suivis de périodes de remblayage, dans une région basse, où les eaux étaient peu profondes, mais où les phénomènes d'alluvionnement étaient intenses.

Les roches de l'étage de Sarrebrück, qui forment la partie inférieure des dépôts houillers de ce bassin, témoignent par leurs caractères du double phénomène que je viens d'invoquer. La houille, finement stratifiée, est comprise entre des dépôts de toits, bien lités, et un mur, sol de végétation fossile, sur lequel elle repose. Les stériles sont formés de schistes argileux, de grès et de conglomérats, avec quelques bancs très clairsemés d'une argile spéciale, désignée par les exploitants sous le nom de " Tonstein ". Nous les décrirons successivement.

I. — LES CONGLOMÉRATS ET LES GRÈS

Les conglomérats sont relativement fréquents. Ils le sont surtout dans l'assise inférieure (assise de St-Ingbert) et dans l'assise supérieure (assise de la Houve)

de l'étage de Sarrebrück (15 à 20 % des stériles). Ils le sont moins (6 % des stériles) dans l'assise moyenne (assise de Sulzbach ou des charbons gras). Il est à remarquer que la partie du terrain houiller où ils sont moins fréquents est celle qui renferme les veines, non point les plus épaisses, mais de l'allure la plus régulière.

De couleur gris clair ou jaunâtre, ils sont ordinairement formés de galets de quartz laiteux, bien arrondis et calibrés, cimentés par un grès, parfois une arkose, en proportion plus ou moins grande. Ils gisent en bancs formant avec eux des " stamps " de plusieurs dizaines de mètres de puissance.

Les galets de quartz filonien témoignent simplement de l'importance des décharges alluviales dans le bassin, mais renseignent peu sur leur point d'origine. Cependant on trouve dans la profondeur de l'étage de Sarrebrück, dans la masse du conglomérat de Rischbach, des galets disséminés de feldspath (orthoclase) frais et même de granite, indiquant dès le début de la formation houillère l'attaque, par l'érosion, de massifs granitiques. De même, en Lorraine, au sommet de la série de Sarrebrück, dans l'assise de la Houve, les conglomérats se chargent de galets exotiques très variés (conglomérat de Merlebach, conglomérat de Tritteling). Ces galets sont faits, les uns de quartzites lustrés du Taunus provenant du Dévonien inférieur, les autres, de micaschistes ou de schistes séricitiques, provenant de régions métamorphiques ; à côté d'eux, on trouve, en assez grand nombre, des galets de phtanites noirs à radiolaires ⁽¹⁾, et, plus rarement, des galets de granite, de

(1) Nous avons rapproché, en 1922, ces galets de silex à radiolaires de ceux que l'on trouve dans les poudingues houillers du Nord de la France et qui proviennent des phtanites de base du Namurien. Il est, en effet, impossible de les distinguer. Aussi leur avions-nous provisoirement attribué la même origine (CH. BARROIS, P. BERTRAND et P. PRUVOST, 1922, p. 380). Toutefois, il faut reconnaître que le transport de ces phtanites, depuis les aires de dépôt où le Namurien est connu, jusque dans la région sarro-lorraine était difficilement explicable. Mais, depuis, M. J. DE LAPPARENT a fait connaître et décrit avec grand soin, de la région de Schirmeck, des phtanites à radiolaires dont l'identité lithologique avec ceux des conglomérats houillers sarro-lorrains est aussi complète (J. DE LAPPARENT. Roches à radiolaires du Dévonien de la Vallée de la Bruche. *Bull. Serv. Carte géol. Alsace et Lorraine*, T. I. Fasc. 2 (1923), p. 47).

C'est dans des affleurements analogues que l'on peut chercher avec vraisemblance l'origine des galets de phtanites du bassin houiller. D'ailleurs, en 1928, M. J. JUNG attribuait aux couches à radiolaires de la Bruche un âge carbonifère et M. G. DUBOIS a apporté dernièrement la preuve paléontologique qu'elles sont d'âge viséen. Ceci les rapproche sensiblement, dans la chronologie géologique, des phtanites namuriens du Nord de la France (P. CORSIN et G. DUBOIS, Description de la flore dinantienne de Champenay, *ibid.*, T. II, Fasc. 1 (1933), p. 1 ; G. DUBOIS, Exposé sommaire de la géologie de l'Alsace et des Vosges, *Excurs. géol. interuniv.*, Strasbourg, 1934).

On peut donc supposer qu'à l'époque houillère, ces roches à radiolaires formaient des affleurements beaucoup plus étendus qu'à l'heure actuelle, sur le bord méridional du bassin, à en juger par la fréquence des débris que l'on en retrouve dans les conglomérats houillers. Cette assise, étant la plus récente de la série anté-houillère, fut la première attaquée par l'érosion.

Il est d'ailleurs possible que l'on rencontre un jour, dans la profondeur du bassin houiller, des témoins de ces couches marines à radiolaires, recouverts et protégés par les sédiments westphaliens.

pegmatite, d'aplite, etc... provenant de massifs cristallins analogues à ceux des Vosges.

Ces faits sont importants à différents points de vue. Ils indiquent, d'une part, que les granites hercyniens étaient mis en place, et le métamorphisme accompli, à l'époque où se déposait le houiller de Sarrebrück, et ceci rend l'histoire de ce bassin comparable à celle que M. Ch. Barrois ⁽¹⁾ a récemment décrite pour le bassin houiller du Nord, en mettant en relation la sédimentation houillère avec l'érosion des massifs granitiques. En second lieu, nous apercevons déjà que les décharges alluviales dans le bassin sarro-lorrain provenaient à la fois en grande abondance des hauteurs qui le bordaient au nord (quartzites taunusiens du Hunsrück), mais aussi, pour une part notable, des régions cristallines vosgiennes ou sédimentaires dévono-dinantiennes, qui devaient le dominer au sud (granites, phtanites à radiolaires). Enfin, tandis que, dans les poudingues houillers du Nord de la France, la matière la plus abondante des galets est fournie par les clayats (nodules de sidérose), par les schistes houillers et par le charbon lui-même, indiquant que ces dépôts détritiques y sont principalement le produit du remaniement du terrain houiller lui-même, et trahissant ainsi, à la fois, des émergences locales et contemporaines du dépôt et des phénomènes de transport moins lointains, ici, les galets de quartz filonien prédominant, de quartzites dévoniens, de phtanites, de roches granitiques, révèlent que les décharges alluviales ont été amenées en grande masse de régions extérieures au bassin lui-même ; le ravinement sur place des roches houillères est un phénomène relativement restreint dans les couches de Sarrebrück.

Les grès occupent dans l'étage de Sarrebrück 15 à 18 % des " stampes " stériles ; ce sont des grès gris clair ou blanchâtres, à grain de grosseur variable, mais bien calibrés ; ils sont parfois colorés en noir par des particules charbonneuses ou des grumeaux de schiste (grès de Stocken, en Lorraine) ; leur ciment est argileux, rarement siliceux, plus souvent kaoliniteux dans les arkoses ; ils renferment des bois flottés, carbonisés. Parfois, ils deviennent assez riches en grains de feldspath clastique. Souvent aussi ils contiennent, disséminés dans leur masse, de petits galets de quartz, passant ainsi aux conglomérats auxquels ils sont associés. Enfin, beaucoup sont micacés, et finement lités (psammites).

(1) CH. BARROIS. Discours présidentiel à la séance annuelle de l'Académie des Sciences, en 1927. *C. R. Ac. Sc.* t. 185 (1927), p. 1333 et sq.

II. — LES SCHISTES

Par l'intermédiaire des psammites et des schistes grossiers psammitiques, les sédiments houillers passent graduellement à des dépôts plus fins ; les schistes de l'étage de Sarrebrück sont argileux, gris foncé, presque toujours riches en belles empreintes végétales, bien étalées, dont une pellicule charbonneuse noire silhouette bien la forme sur le fond gris plus clair de la roche. On trouve ces schistes indifféremment au toit et au mur des veines. Ils représentent, suivant les assises, de 55 à 65 % des stériles. C'est dans les séries où ils dominent que se rencontrent les veines de houille les plus régulières.

Les schistes charbonneux, où l'argile alterne avec de minces lits de houille, sont très fréquents au toit des veines, formant une zone de transition entre la veine et son toit.

Les schistes gris, rubannés par des bandes de sidérose, contenant des coquilles d'eau douce et des végétaux flottés, si fréquents dans les bassins paraliques, sont inconnus dans les couches de Sarrebrück. Nous verrons plus loin cependant que des schistes noirs bitumineux à ostracodes y existent, mais sont rarissimes et localisés à un niveau de l'assise des charbons gras. On relève de temps en temps sur les coupes de petits bancs minces de sidérose impure (Barres de clayats ou "Toneisenstein") ; tandis que les nodules de sidérose lithoïde disséminés sont toujours fréquents dans les schistes et les grès du mur, plus rarement dans les toits.

III. — LE CHARBON

Les couches de houille, réparties en faisceaux que nous décrirons plus loin, sont faites d'un charbon bien stratifié, où la houille mate (durain) domine, alternant avec des lits plus minces de houille brillante et de fusain. D'après une première investigation faite au microscope métallographique par M. A. Duparque ⁽¹⁾, les charbons du bassin sarro-lorrain (et en particulier les houilles du faisceau gras) appartiennent au type qu'il a appelé "charbons de cutine" et sont formés principalement de l'accumulation de spores ou des cuticules des feuilles.

Des lits de durain pur, passant au gayet (cannelcoal), ne sont pas rares, intercalés au toit ou au mur des veines. Parfois sur les faces de clivage de la houille des pellicules de dolomie, de calcite ou de pyrite ont été déposées.

(1) A. DUPARQUE (1934). [Lorsque la référence donnée est incomplète, c'est qu'il s'agit d'un ouvrage cité dans la liste bibliographique placée en fin de ce mémoire et nous prions le lecteur de vouloir bien s'y reporter].

En ce qui concerne la composition chimique des charbons du bassin, une série de recherches et d'analyses ont été faites ces dernières années par M. J. Sainte-Claire Deville, Directeur des Laboratoires Centraux des Mines de la Sarre, dont M. E. Siviard a donné un résumé (op. cit., 1933, p. 20) (1).

L'ouverture des veines et ses variations. — Les couches de houille sont d'épaisseurs très diverses, oscillant entre quelques centimètres et plus de 10 mètres pour certaines veines des Flambants. La veine, si elle dépasse un mètre d'ouverture, est rarement d'une venue. On connaît cependant des couches (telles que la veine 13 des Gras à Dudweiler, qui a 3 m. 40 de puissance dans le champ occidental du siège) formées de plusieurs mètres de charbon en un seul sillon. La règle générale est qu'elles sont faites de plusieurs sillons de charbon, séparés par de minces bancs stériles ; ceux-ci sont ordinairement des schistes charbonneux de mur, à racines, mais parfois aussi des schistes de toit.

Une même couche varie latéralement d'ouverture et de structure, mais cette variation se fait très généralement de façon lente et continue et par un mécanisme simple : soit que le mur et le toit se rapprochent insensiblement, soit qu'un ou plusieurs bancs stériles intermédiaires prennent, de proche en proche, de l'importance ; dans ce cas, les sillons d'une même veine s'écartent et la veine se divise en deux ou plusieurs veinules.

On connaît cependant des exemples, très rares, de variations assez brusques dans la composition d'une veine et celui qu'ont observé MM. les Ingénieurs de Sarre-et-Moselle, dans le gisement des charbons gras de Sainte-Fontaine, est intéressant à signaler. J'ai pu l'étudier en 1934 sous leur direction.

Dans le champ nord-est de la fosse Ste-Fontaine, entre les 9^e et 11^e travers-bancs, plusieurs veines superposées du faisceau gras (veines E à H4 et veines J,M,Q,T), présentent des massifs bien limités, où le charbon est remplacé partiellement par des roches stériles.

La règle générale est que le toit et le mur demeurent parallèles ; la veine garde son ouverture, mais la houille fait place à des roches stériles. Une seconde loi de ces phénomènes est que ces enclaves stériles apparaissent dans les sillons de charbon du toit avant d'atteindre ceux du mur et que ceux-ci sont ordinairement respectés. Quant à la roche remplaçant le charbon, c'est un schiste charbonneux de mur, à radicelles, analogue à celui qui forme les bancs stériles entre les sillons des veines.

(1) C'est à cette documentation importante réunie aux Laboratoires Centraux que nous avons emprunté les renseignements fournis plus loin sur les caractères chimiques des différents charbons au cours du second chapitre de ce mémoire.

La disparition du charbon de la veine peut se produire par deux mécanismes qu'illustrent assez bien les deux croquis ci-joints (fig. 2), soit que, comme dans le cas de la veine J, le lit stérile intermédiaire s'épanouisse assez brusquement au détriment du sillon supérieur, dont il prend complètement la place, soit que, comme dans le cas de la veine T, une lentille de schiste charbonneux à racines, inconnue ailleurs, s'insère entre le toit de la veine et le sillon supérieur, prenant peu à peu la place de celui-ci et des sillons sous-jacents. Dans les deux cas, on passe assez brusquement, latéralement, du charbon pur à la roche stérile ; dans les deux cas, le phénomène apparaît comme le remplacement d'une roche par l'autre dans des petites cuvettes localisées : dans l'exemple de la veine J, dans une dépression du

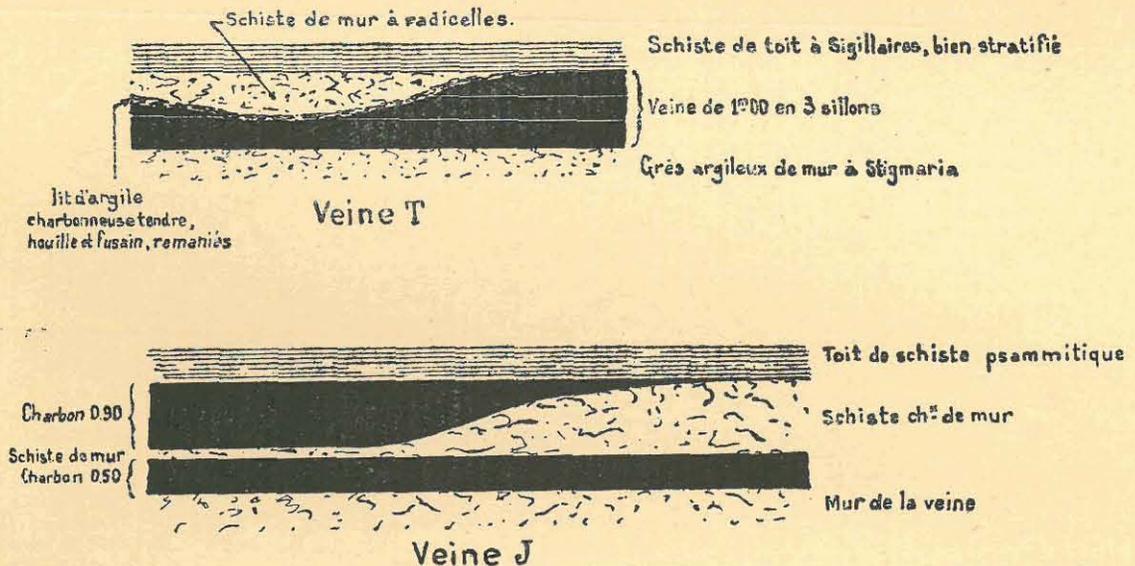


FIG. 2. — Coupes prises dans les travaux des veines T et J du puits Ste-Fontaine, de Sarre-et-Moselle (Champ nord-est, Étage 230, 11^e travers-banc).

schiste du mur, le charbon s'est déposé ; dans celui de la veine T, le charbon paraît raviné par la roche stérile. Ajoutons que, dans ce dernier cas, on observe, à la base du schiste ravinant la veine, un lit de quelques centimètres d'argile charbonneuse tendre, avec houille et fusain remaniés, ce qui appuie l'idée d'un léger ravinement de la couche de charbon.

Nos deux croquis montrent clairement qu'il s'agit de troubles locaux dans la sédimentation de la veine, et que ces phénomènes remontent à l'origine même du dépôt ; ils sont antérieurs à la formation du toit, contemporains de celle de la veine. Les zones stériles dessinent à Ste-Fontaine, à la surface des couches de

houille, des digitations qui diminuent d'importance suivant la pente actuelle des veines, c'est-à-dire vers le N.W.

Rapports de la couche de houille avec les roches encaissantes. — Les veines de charbon du bassin sarro-lorrain reposent toutes sur un mur à *Stigmaria*, ancien sol de végétation, fossilisé sur place, fait de schistes ou de grès perforés par les racines, où la stratification originelle a été oblitérée par le travail des plantes. Elles sont recouvertes d'un toit fait d'une roche stratifiée, ordinairement un schiste à plantes, plus rarement un grès ou un conglomérat.

Les cas où la veine repose brusquement sur un mur gréseux ou schisteux, par une limite bien tranchée, ne sont pas rares ; mais il est plus fréquent de voir le sillon inférieur de la veine passer à la roche stérile de mur par des alternances de petits lits de charbon et de lits de schistes charbonneux à racines.

Pour le toit (hors le cas où celui-ci est un grès ou un poudingue et alors la limite est nettement tracée), quand il est schisteux, on voit ordinairement, sur une certaine épaisseur au-dessus de la veine, alterner les minces feuillets de schiste avec de minces feuillets de charbon pouvant même s'épaissir et donner des veinules de plusieurs centimètres, puis peu à peu, quand on s'éloigne de la veine, le schiste domine définitivement et devient pur.

En même temps, on observe souvent, dans ces schistes charbonneux de toit, des racines en place les perforant, indiquant la recurrence immédiate et passagère de sols de végétation au-dessus de la veine.

Ceci montre que le phénomène d'inondation, ou l'affaissement du sol, qui a arrêté le dépôt du sédiment végétal pur dans un lac tranquille et provoqué l'apport d'alluvions minérales, n'a pas été ordinairement aussi important ou brutal que dans un bassin comme celui du Nord de la France. Des récurrences de dépôts charbonneux, le retour même de conditions permettant l'installation sur place de nouvelles générations de plantes, même peu aquatiques, comme les fougères, ont interrompu la formation du toit. En d'autres termes, les affaissements du sol, au lieu d'être brusques et peu nombreux, ont été lents, faibles et multiples, groupés seulement en périodes de paroxysme, qui correspondent au toit des veines. Et pratiquement, ceux-ci peuvent prendre des caractères de murs qui leur donnent un aspect moins tranché, vis-à-vis de ces derniers, que dans d'autres bassins. Ces toits avec lits perforés de racines sont toutefois toujours feuilletés et bien stratifiés, donc encore bien reconnaissables comme toits.

IV. — LES TONSTEIN

Dans la masse du terrain houiller de Sarrebrück, les roches appelées " Tonstein " par les mineurs sarrois n'occupent qu'une bien faible épaisseur ; on en connaît

5 à 6 bancs de quelques centimètres ; leur ouverture dépasse rarement le mètre. Mais leur régularité, leur étendue, leur couleur claire tranchant sur les schistes houillers foncés, leur position stratigraphique bien définie, leur rareté même, en ont fait, pour raccorder les coupes de terrain houiller, des roches d'élection d'autant plus précieuses qu'elles sont facilement observables, et qu'aucune connaissance spéciale de paléontologie ou de minéralogie n'est nécessaire pour les relever. Les tonstein ont été ainsi utilisés avec succès comme horizons-guides. La curiosité qu'ils engendrent s'étend également au domaine théorique, car une certaine hésitation règne dans les idées relatives à leur origine. Enfin, ils intéressent aussi directement l'industrie, étant d'excellentes terres pour la fabrication des produits céramiques, dont le point de fusion oscille entre 1400° et 1800°.

Les tonstein ont fait l'objet d'études chimiques et pétrographiques qui nous permettront d'en résumer les caractères (1). Nous y ajouterons les observations stratigraphiques que nous avons pu faire avec les ingénieurs français ces dernières années et quelques considérations sur leur origine.

Aspect macroscopique.

Les tonstein de la Sarre sont des roches assez dures, à clivage parallélépipédique et à cassure conchoïdale, de couleur grise ou beige, claires ordinairement, rarement brunes et foncées, intercalées en lits minces dans la masse sombre des sédiments houillers, le plus souvent au toit d'une veine, ou en sillon au sein même du charbon, plus rarement au mur. Tantôt la roche est d'une venue, tantôt elle est rubannée, finement zonaire, formée de minces lits parallèles. Elle contient assez souvent des fossiles qui sont des végétaux, et, à l'inverse de ce qu'elles sont dans les schistes, les empreintes de plantes des tonstein ne sont pas écrasées, mais conservées avec leur relief, à l'état de moules, revêtus d'une mince pellicule charbonneuse. Cette excellente conservation est comparable à celle que l'on observe dans les lits de carbonate de fer ; elle indique que la roche a résisté à la compression.

Certains de ces tonstein ont un grain si fin qu'il est invisible à l'œil nu ; à côté de ce type compact, on connaît un type grenu, dont la structure macroscopique est cristalline. Cet aspect peut être dû à des impuretés (rhomboèdres de calcite, dolomie, sidérose, grains de sable), comme il peut être rencontré chez des types chimiquement très purs (2). (Analyse I₁ du tableau de la page 22).

(1) Parmi celles-ci, citons les plus importantes :

W. ET G. SCHMITZ-DUMONT. Die Saarbrucker Tonsteine. *Tonindustrie Zeitung*, vol. 18, p. 871, 1894.

A. LEPLA, 1904, p. 16-18.

P. TERMIER, 1923, p. 45.

(2) L. VON AMMON avait proposé de désigner sous un nom différent (« Steintone ») les Tonstein purs et grenus (tels que ceux de Frankenholz, Nordfeld, etc.) ; il les reconnaissait en outre à leur couleur foncée. En réalité,

Composition chimique.

Les analyses chimiques donnent pour ces curieuses roches une composition assez définie. Dans le tableau de la page 22, sont reproduites, à côté d'une dizaine de ces analyses publiées par A. Leppla, treize autres analyses inédites, faites principalement par les laboratoires des Mines domaniales françaises de la Sarre, et nous y avons groupé à dessein des tonstein de tous les niveaux et de provenances diverses.

On voit que les tonstein typiques ont une teneur en silice qui oscille entre 42 et 54 %, une teneur en alumine de 30 à 38 %, qu'ils renferment toujours une proportion d'alcalis variant entre 0,25 et 2 %, et qu'ils contiennent une quantité d'eau normalement comprise entre 11 et 14 %. On pense ainsi immédiatement à un *silicate d'alumine hydraté, légèrement potassique et sodique*. Ils peuvent admettre, en outre, une faible quantité de fer (0 à 3 % de Fe^2O^3), de chaux et de magnésie (0 à 3 %), impuretés qui se présentent, verrons-nous, à l'état de carbonates ou de sulfure de fer.

A côté de ces types normaux purs (analyses B, F, I, J, L, M, P), on rencontre des tonstein siliceux, où les grains de sable sont souvent visibles à l'œil nu. Dans ces tonstein impurs, sableux (analyse K), la teneur en silice s'élève de 57 à 74 %, au détriment de l'alumine (16 à 18 %) et de l'eau (moins de 10 %). Mais la proportion d'alcalis demeure normale. L'introduction de silice anhydre étrangère, détritique, sous forme de sable, suffit à expliquer cette variation. Mais certains de ces tonstein à teneur en silice élevée (analyses G, R, S) ne renferment pas de quartz visible. En ce cas, on peut penser qu'il s'agit d'argiles pures, mais d'un anhydride plus riche en SiO^2 que l'anhydride 2Si O^2 , Al^2O^3 , et l'on reconnaît cette variété à ce que sa teneur en eau demeure supérieure à 10 % (analyses R et S).

Enfin, la proportion de la chaux, de la magnésie et du fer des carbonates peut s'élever au-dessus de 3 % (de 3 à 9 % dans nos analyses K, O) : il s'agit des tonstein dans lesquels s'aperçoivent les cristaux spathiques de dolomie et de sidérose ⁽¹⁾. Certains sont pyriteux et ceci se traduit dans les analyses par la présence du soufre

les Tonstein grenus sont indifféremment clairs ou foncés, forment des bancs alternant avec les types compacts, et, avec L. VAN WERWEKE, nous pensons qu'une désignation spéciale pour les Tonstein grenus est inutile et ne correspond à aucune indication minéralogique. Il serait plus logique, d'après ce que nous verrons plus loin, de séparer des Tonstein normaux, les Tonstein siliceux où la *silice des silicates* est en proportion plus élevée. Mais, comme il y a probablement tous les stades intermédiaires entre ces roches, ce serait une distinction difficile à établir et qui ne répondrait pas non plus à une urgente nécessité.

⁽¹⁾ Pour comparaison, on trouvera sur le tableau d'analyses, la composition d'un lit de sidérose lithoïde (Tonseisenstein), souvent confondue avec les vrais Tonstein. Dans ces « barres de clayat », la teneur en Fe^2O^3 dépasse 20 %, et la silice tombe à moins de 40 %. On les reconnaît à première vue à leur densité plus forte.

ANALYSES CHIMIQUES DE TONSTEIN ET DE ROCHES DE COMPARAISON.

	Tonstein zéro				Tonstein I		Tonstein II				Tonstein III					Tonstein IV			Tonstein V		T	U
	A	B	C	D	E	F	G	H	I ₁	I ₂	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
Silice (SiO ₂).....	46,08	42,11	49,74	41,88	50,70	44,98	59,40	54,40	48,04	42,80	47,33	72,55	48,99	47,41	53,44	45,00	51,10	65,52	73,10	57,20	48,52	37,40
Alumine (Al ₂ O ₃)...	32,43	30,85	24,92	39,05	31,88	38,43	23,92	28,86	36,04	37,02	34,16	17,79	37,45	38,60	26,90	18,04	35,42	19,86	17,47	29,10	30,49	28,20
Oxyde de fer (Fe ₂ O ₃)	3,05	2,46	5,80	4,37	3,42	1,44	3,15	2,34	0,48	2,78	1,54	0,85	—	—	5,46	1,12	—	5,32	1,34	0,60	14,01	21,09
Magnésie (MgO)...	0,71	0,30	1,74	1,83	0,61	0,46	2,06	0,72	0,14	0,28	0,88	1,71	0,06	0,02	1,28	5,88	0,05	0,14	0,16	0,32	1,40	Traces
Chaux (CaO).....	1,62	0,22	0,22	0,48	0,41	0,08	0,35	1,95	0,12	0,32	1,14	1,23	—	0,23	0,42	3,19	0,47	0,40	1,00	0,15	1,91	1,65
Soude (Na ₂ O).....	0,75	—	2,57	1,12	0,27	0,57	0,41	0,54	0,05	Traces	0,64	0,25	—	—	2,40	—	—	—	—	0,37	—	—
Potasse (K ₂ O).....	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27	—	—	—	0,73	0,49	—	0,71	0,56	—	—	0,67	—	—
Eau (H ₂ O).....	—	—	—	—	—	14,51	—	—	14,08	—	14,13	6,66	12,75	—	—	17,37	12,53	—	—	10,55	—	—
Perte au feu.....	16,08	20,02	13,58	9,84	13,72	—	11,47	12,00	—	16,24	—	—	—	—	9,66	—	—	8,41	6,30	—	—	11,56
Acidesulfuriqu. (SO ₃)	—	1,50	1,43	1,83	—	—	—	—	—	0,46	—	—	—	—	0,36	—	—	—	—	—	—	3,10

- A Tonstein en sillon de 0^m,06 dans la veine Wahlschied de Götteleborn (Analyse labor. Mines Domaniales françaises, 1924).
 B Tonstein en sillon de 0^m,05 dans la veine Wahlschied de Dilsburg (Analyse labor. Mines Domaniales françaises, 1924).
 C Schiste carbonneux gris en sillon de 0^m,13 dans veine Wahlschied de Griesborn (Anal. labor. Mines Doman. franç., 1924).
 D Lentille de Tonstein de 0^m,03 dans veine Schwalbach (= Lummerschied) de Griesborn (Anal. labor. Mines Doman. franç., 1924).
 E Tonstein de 0^m,15, puits Rudolf, 90 m. au N. du puits, bow. de Rudolf à Mathilde (An. Labor. Inst. Chimie appl. Lille, 1934).
 * F Tonstein au toit de veine Amelung, Burbach stollen, von der Heydt (Analyse Mines Dom. prussiennes, 1904)
 G Tonstein au toit de veine 6, puits Vouters, Merlebach (Analyse Labor. Inst. Chimie appl. de Lille, 1934).
 H Tonstein entre veines 8 et 9, puits Gargan, Petite-Rosselle, bow. S. 274 (Analyse Labor. Inst. Chimie appl. de Lille, 1934).
 * I₁ Tonstein de veine A (variété foncée et grenue) de Frankenholz (Analyse de A. Schwager).
 I₂ Tonstein de veine A, puits III de Frankenholz, 8^e étage (Analyse du D^r Seibel, de Sarrebrück, communiquée par les Mines de Frankenholz, 1924).
 * J Tonstein de veine 11 des gras, fosse König (Analyse des Mines Domaniales prussiennes, 1904).
 * K Tonstein sableux de veine 11, à Dudweiler (Analyse des Mines Domaniales prussiennes, 1904).
 * L Tonstein de veine 11 des gras, fosse König (Analyse de W. Schmitz-Aumont, 1894).
 * M Tonstein III, en affleurement sur la route de Neunkirchen à Wellesweiler (Anal. W. Schmitz-Aumont, 1894).
 N Tonstein au toit de veine 24 de Frankenholz, puits III, bow. principale, 9^e étage (Analyse du D^r Seibel, Sarrebrück, 1924).
 * O Tonstein au toit de veine 19 des gras, à Dudweiler (Analyse des Mines Domaniales prussiennes, 1904).
 * P Tonstein de veine Natzmer, fosse König, 4^e étage (Analyse de W. Schmitz-Dumont, 1894).
 Q Tonstein à 872 m. dans le sondage de Gross-Rosseln (Analyse des Mines Domaniales françaises, 1924).
 R Tonstein à 999 m. (banc de 3^m,85) dans le même sondage (Analyse des Mines Domaniales françaises, 1924).
 * S Tonstein de veine 36 1/2 des gras, fosse St-Ingbert (Analyse de A. Schwager).
 T Cendres (échant. sec et calciné) du charbon mat (durain) de veine Tauenzin, fosse Heinritz (Analyse des Mines Domaniales françaises, communiquée par M. R. Chandèsris, 1934).
 U Lit de siderose lithoïde (Clayat = Tonstein) au toit de veine 2, Frankenholz (An. des Lab. des Mines de Frankenholz, 1924).

Les neuf analyses marquées d'un * sont reproduites d'après A. Leppla (1904). Les autres sont inédites.

et l'augmentation de la teneur en fer (analyses A, C, D, I₂, N, Q). Dans d'autres, le charbon des empreintes végétales peut devenir abondant et s'ajouter à la liste de ces impuretés.

De ceci, il résulte que les tonstein ont la composition d'argiles, légèrement alcalines, mélangées d'un peu de quartz détritique et d'une proportion variable de sidérose lithoïde, de pyrite et de charbon, ce qui s'observe fréquemment dans les schistes houillers.

Composition minéralogique.

Pierre Termier a fait, en 1923, une remarquable étude pétrographique des tonstein, à laquelle nous renvoyons (1), et dont le principal résultat a été de signaler l'existence, dans ces roches, de la *Leverrierite*, développée *in situ*, et pouvant former les deux tiers de la masse, sous forme de cristaux écailleux nageant dans un fonds d'argile isotrope. Ce minéral, décrit dans les "gores" blancs, roches analogues aux tonstein, du bassin du Gard et de la Loire, est un silicate d'alumine hydraté et potassique répondant à la formule : $2 \text{Si O}^2, \text{Al}^2 \text{O}^3. (\text{H}, \text{K})^2 \text{O}$ et pouvant renfermer un peu de chaux et de magnésie. "A cette leverrierite s'associent, parfois la biotite, plus rarement le mica blanc, peut-être dans quelques cas la chlorite, tous ces minéraux développés *in situ*, comme la leverrierite".

Comme la teneur globale en silice des tonstein sarrois est toujours supérieure, même dans les types les plus purs, à celle qui correspondrait à l'anhydride $2 \text{SiO}^2, \text{Al}^2 \text{O}^3$ de la leverrierite, P. Termier en déduit que les cristaux de leverrierite seraient noyés dans une argile cryptocristalline, qui forme parfois les 9/10^{es} de la masse et pourrait correspondre à un silicate hydraté, plus riche en silice que la leverrierite, tel que le silicate de l'anhydride $4 \text{SiO}^2, \text{Al}^2 \text{O}^3$, ou même $6 \text{SiO}^2 \text{Al}^2 \text{O}^3$.

De plus, dans un tonstein très siliceux (Tonstein V, veine 23, fosse König, 5^e Et.), P. Termier n'a pas observé de leverrierite, et pas de quartz non plus. C'est une argile d'apparence isotrope, comme sont les gores du bassin de Lyon, où la teneur en silice dépasse 60 %. Il pense que ces tonstein siliceux, sans quartz, dont nous avons parlé plus haut à propos de l'analyse chimique, sont des argiles blanches peu transparentes, analogues à la *Termierite*, décrite par G. Friedel, et correspondant à l'anhydride $6 \text{Si O}^2, \text{Al}^2 \text{O}^3$.

Mais, tout récemment, M. J. de Lapparent (2) a fait faire un grand progrès à la question, par une analyse minéralogique plus approfondie de la leverrierite. Il a

(1) P. TERMIER, 1923, p. 45.

(2) J. de LAPPARENT, 1934.

montré qu'elle était, plutôt qu'une espèce minérale définie, une association, probablement orientée, de mica blanc muscovite et de kaolinite. Les différences de proportions dans ce mélange d'espèces élémentaires, qui sont, l'une (kaolinite), plus hydrique et moins potassique, que l'autre (mica blanc), expliquent les variations enregistrées par P. Termier dans les analyses chimiques et attribuées par lui à des mélanges de la leverrierite avec diverses argiles.

Concernant la genèse de la leverrierite, M. J. de Lapparent remarque que son point de départ est une phyllite détritique, qui fut primitivement un mica noir et qui s'est convertie en mica blanc par décomposition en milieu liquide, soit préalablement à son transport dans le bassin de sédimentation, soit dans le bassin même immédiatement avant le dépôt de la roche à leverrierite. Ainsi les observations de M. de Lapparent ont surpris sur le fait un mode d'altération de l'arène granitique en climat humide que nous invoquerons plus loin pour expliquer l'origine des tonstein.

Quant à l'édifice complexe de kaolinite et muscovite qui forme la leverrierite, il s'est évidemment réalisé au sein de la roche qui le renferme, lors de son dépôt, et c'est ce procédé que P. Termier avait voulu souligner, en désignant les tonstein comme des " argiles à cristallisations intimes ".

Répartition stratigraphique.

On connaît cinq bancs de tonstein dans les couches de Sarrebrück, numérotés de haut en bas de 1 à 5. Et il en existe un sixième dans les couches d'Ottweiler, non signalé jusqu'à présent et que nous désignerons sous le nom de " *Tonstein zero* ". Nous en parlerons ici quoiqu'il s'agisse d'une roche stéphanienne, pour éviter de revenir plus loin sur cette question. Voici les particularités de ces tonstein :

Tonstein Zero. — Sillon de 0 m. 05 à 0 m. 10 dans le charbon de la veine Wahlschied, connu à la Houve (veine n° 1), Dilsburg et Göttelborn ; prend à Griesborn l'aspect d'une argile gris clair charbonneuse, à plantes. Il a la composition chimique des tonstein typiques, et contient comme impuretés des carbonates (2 %), visibles à l'œil nu, en cristaux spathiques, et de la pyrite de fer.

Tonstein I. — Utilisé comme limite inférieure des Charbons Flambants supérieurs (base de la zone de St-Avold). D'après nos observations, il ne paraît pas être en relation directe avec des couches de charbon et semble généralement isolé dans des schistes ou des conglomérats. Son épaisseur oscille entre 0 m. 15 et 0 m. 40. A partir du Warndt, vers l'ouest, il se divise en 2 bancs de 15 à 25 cm. Il manque vraisemblablement à Merlebach et Petite-Rosselle, mais il est connu à Carling (puits II), à 40 m. environ de Veine n° 2. Les analyses montrent que le Tonstein I appartient au type le plus pur.

Tonstein II, ou Tonstein des Flambants inférieurs, situé dans le faisceau de Petite-Rosselle, au tiers inférieur de la zone de Forbach. Il forme un banc de 0 m. 25 d'ouverture en moyenne, ordinairement intimement associé au charbon, soit qu'il repose directement au toit d'une veine, soit qu'il se trouve en sillon dans sa masse. Comme le Tonstein I, il représente le type normal des tonstein.

Tonstein III, ou Tonstein supérieur des Gras, situé à la partie supérieure de l'assise de Sulzbach, à 200-225 m., sous la veine la plus élevée des Gras. C'est le tonstein de veine 11 de Dudweiler, formant un banc de 0 m. 50 à peu de distance *au mur* de cette veine et au toit d'une passée inférieure. C'est une roche compacte, gris clair ou noirâtre, à grain fin, mais elle peut passer au type grenu, avec cristaux de sidérose et addition d'impuretés sableuses, et à un schiste gréseux (Tonstein de veine 11 à Brefeld, champ médian). Il correspond à la variété impure fortement siliceuse, où l'excès de silice est dû à du quartz détritique (tonstein sableux).

Il est ordinairement situé au mur d'une veine exploitée, mais repose toujours sur un lit de charbon. C'est ainsi qu'au sondage de Gross-Rosseln, il forme le toit d'une couche de houille, qu'à la fosse König, il est au toit de la veine Bonin ; à Wellesweiler, au toit de la veine Heusler ; à Bexbach, au toit de la veine 14 ; à Sainte-Fontaine, au sein de la veine H₈.

Tonstein IV. — Situé à la partie inférieure de la zone de Sulzbach, c'est le Tonstein de la veine 19 des Gras, de Dudweiler, séparé du Tonstein III par 250 m. environ de terrains. Il est, comme le précédent, au mur de la veine qu'il caractérise, mais ordinairement sans contact direct avec le charbon : entre les veines 19 et 19 a de Dudweiler, au mur de la veine Nasse de Wellesweiler, au mur de la veine Natzmer (fosse König) ; à Sainte-Fontaine, au mur de veine T. A Dudweiler, il se présente en 2 bancs, le supérieur pouvant atteindre 2 m. d'ouverture et se tenant à quelque distance au mur de veine 19, tandis que l'inférieur, plus mince, forme un sillon au sein de la veine 19 a. Au sondage de Gross-Rosseln, le Tonstein IV est en 2 bancs de 0 m. 35, distants de 20 mètres, avec une veinule de 0 m. 40 au mur du supérieur, mais non en contact direct avec elle. Les analyses montrent que le Tonstein IV appartient au type normal. Il est souvent zonaire (Jägersfreude).

Tonstein V. — Distant d'une centaine de mètres en moyenne du précédent, le Tonstein V est à la limite entre l'assise de Sulzbach et celle de St-Ingbert ; il constitue donc la base du faisceau Gras de la Sarre. Il est situé au mur d'une passée sous la veine 21 des Gras de Dudweiler (au toit de la veine 21 de Sulzbach, au mur de la veine 36 3/4 de St-Ingbert). Ordinairement mince, en un seul banc, épais en moyenne de 0 m. 50, il atteint 3 m. 65 d'épaisseur au sondage de Gross-Rosseln, où il paraît être aussi au mur d'une couche.

D'après des analyses assez concordantes, ce tonstein, compact, clair, à cassure conchoïdale, le plus ancien qui soit connu dans le bassin sarro-lorrain, semble appartenir au type riche en silice, mais sans quartz détritique, c'est-à-dire à la variété considérée comme "Tonstein à termierite" de P. Termier.

Continuité des lits de Tonstein.

Le fait que l'on puisse suivre certains de ces lits de tonstein à travers toute la partie actuellement exploitée du bassin sarro-lorrain, comme, par exemple, le Tonstein II des Flambants inférieurs, connu de Frankenholz à Merlebach, c'est-à-dire à vol d'oiseau sur une distance de 45 kilomètres, est une preuve de la continuité de ces bancs, malgré leur faible épaisseur et justifie l'usage qui en est fait pour raccorder les coupes du terrain houiller de proche en proche.

Mais je pense qu'il serait imprudent de considérer cette continuité comme absolue et de se livrer sur elle à des extrapolations à trop grande distance. Cette réserve nous est dictée par un certain nombre d'observations : celle par exemple que certains tonstein se divisent en plusieurs bancs séparés par des roches détritiques, comme le Tonstein I à l'ouest du Warndt, comme le Tonstein IV, à Gross-Rosseln,

de sorte qu'au sondage d'Atton, dans la région de Pont-à-Mousson, où 3 tonstein, distants de 30 mètres, ont été trouvés vers la partie inférieure des Gras, il devient délicat d'identifier l'un ou l'autre de ces bancs au Tonstein IV ou au Tonstein V.

Un autre conseil de prudence est donné par le fait que certaines roches identiques aux tonstein ne forment que des lentilles très localisées. Par exemple, le lit de 3 centimètres inséré en sillon dans la veine Schwalbach (= Lummerschied) de Griesborn (siège d'Ensdorf) est bien un tonstein (voir l'analyse D, tableau p. 22) dont il a aussi toutes les apparences extérieures. Mais il n'est connu qu'à cet endroit à ce niveau. Tel est aussi le cas de la lentille de tonstein de 5 centimètres observée en 1930, dans les travaux de Sarre-et-Moselle, dans le schiste de toit de la veine Julie-Jacqueline des Flambants supérieurs.

Enfin, nous avons des raisons de croire qu'un lit de tonstein, suivi déjà sur une longue distance et par conséquent d'apparence régulière, peut disparaître localement. C'est le cas pour le Tonstein I, inconnu à Petite-Rosselle et Merlebach, connu en Sarre d'une part et dans les sondages de la Vallée de la Nied d'autre part.

Origine des Tonstein.

Si le rôle qu'ils jouent dans la prospection du terrain houiller sarro-lorrain les y met tout à fait en vedette, il ne faut pas oublier que les tonstein ne sont pas des roches spéciales à ce bassin. Ils sont connus, nous y avons fait allusion plus haut, sous le nom de "Gores blancs" dans les bassins de la Loire et de Lyon. C'est la raison pourquoi M. P. Bertrand a proposé de les appeler *gorlites*, afin de rappeler la désignation des mineurs locaux ; ils existent dans le Bassin houiller du Gard, où on les nomme des "Nerfs", sans doute à cause de leur aspect de minces filets blancs et durs dans la masse sombre et tendre des schistes houillers ; et, s'ils y sont plus rares, du moins ne sont-ils pas tout à fait inconnus dans le grand bassin franco-belge-westphalien, puisqu'à mon avis le "Banc de fer" situé au toit de la veine Renard, dans le gisement du Borinage, pourrait être un vrai tonstein, et que j'en ai observé un, bien caractérisé, dans les carottes d'un sondage du bassin du Limbourg néerlandais (1).

Des roches aussi particulières ont suscité la curiosité des géologues et des idées assez diverses ont été émises concernant leur origine. Sont-elles les produits directs,

(1) Sondage S. M. XL., à 570 m. de profondeur ; banc de Tonstein de 0 m. 08, intercalé entre une couche de charbon et son toit qui est un *schiste marin* à *Chonetes*, *Pecten*, etc..., représentant l'horizon de Petit-Buisson (base du Westphalien C).

très altérés, de l'activité éruptive, analogues aux "pierres-carrées" de la Loire-Inférieure, ou des dépôts sédimentaires issus de la chute de cendres volcaniques ? Ou bien sont-elles encore des cendres, mais produites par l'incendie des forêts houillères ? Sont-elles tout simplement des sédiments argileux un peu particuliers, dus à la nature des roches anciennes dont l'attaque par les eaux alimentait les dépôts du lac houiller ?

Disons immédiatement que l'hypothèse de dépôts volcaniques contemporains, coulées ou tufs, n'a pu résister à l'analyse pétrographique des tonstein, car on n'y reconnaît aucun des minéraux, aucune des formes de fragments, qui caractérisent de telles roches, pas plus qu'on ne connaît dans le bassin sarro-lorrain, comme dans aucun autre bassin houiller où les tonstein ont été observés, aucune trace d'une activité volcanique contemporaine du Wesphalien et du Stéphanien. En Sarre c'est seulement après le dépôt du terrain houiller, au Permien moyen, que de nombreuses bouches volcaniques se sont ouvert une voie à travers les roches houillères accumulées. D'ailleurs aucune de ces hypothèses : dépôts volcaniques directs, cendres d'incendies de forêt, ne s'accorde bien avec le fait de la grande étendue, sur des surfaces de plusieurs centaines de kilomètres carrés, et de la régularité relative de ces bancs.

Au microscope, l'étude de Pierre Termier a montré que les tonstein, comme les "gores" et les "nerfs", étaient de l'argile sédimentaire, mêlée en proportion variable à du sable quartzeux d'origine détritique et à des carbonates ou sulfures de précipitation chimique secondaire. Mais ce n'est pas une argile banale, en ce sens qu'elle a été le siège de cristallisations du silicate d'alumine après son dépôt. C'est, suivant l'expression de P. Termier, "une argile à cristallisations intimes", ayant tendance à donner de la leverrierite, quelquefois du mica noir, peut-être de la termierite. Ceci va nous aider à mieux préciser l'origine de ces roches.

1^o *Les Tonstein sont des argiles alcalines.* — La teneur en potasse et en soude, dont la proportion globale oscille entre 0,25 et 2 %, est un des résultats les plus constants de l'analyse chimique des tonstein.

La présence de leverrierite cristallisée *in situ*, que révèle de son côté l'analyse pétrographique, nous renseigne sur la manière d'être qu'adopte, dans le silicate d'alumine de ces argiles, l'entrée en combinaison de ces alcalis.

L'origine des substances alcalines mélangées au sédiment argileux peut être recherchée dans les feldspaths et les micas des roches cristallines qu'attaquaient les eaux de ruissellement sur les bords du bassin houiller. M. Kliver ⁽¹⁾ et L. Von

(1) M. KLIVER, *Zeitschr. f. Berg-Hütten- und Salinen-wesen*, 1892, p. 476.

Ammon ont pensé que ces roches étaient des roches basiques, telles que des méla-phyes ou des diabases, mais ces roches ont toujours des gisements trop localisés pour avoir fourni tant de matériaux, et celles que l'on connaît au pourtour du bassin sarro-lorrain ne sont venues au jour qu'après le dépôt des tonstein. D'ailleurs, la faible teneur en fer, magnésie, chaux et soude des tonstein ne permet pas de retenir cette idée, comme A. Leppla l'a fait justement remarquer. Il est beaucoup plus conforme aux observations géologiques d'invoquer, comme l'ont fait A. Leppla et P. Termier, l'attaque des roches granitiques. La présence de leurs débris dans les conglomérats et les grès apporte d'ailleurs la preuve qu'elles existaient au voisinage du bassin et qu'elles fournissaient les matériaux grossiers qu'y amenaient les eaux courantes. A côté d'eux les tonstein apparaissent simplement comme une forme, la plus fine, des dépôts minéraux accumulés dans le bassin houiller par l'érosion continentale de massifs granitiques hercyniens, précédemment mis en place et déjà décapés, dans les pays montagneux bordant la dépression sarro-lorraine. Et l'on pense naturellement à la région vosgienne.

2° *Les Tonstein sont des argiles qui ont été perméables.* — Les études récentes de Mac Kenzie Taylor (1) et de ses élèves, sur les propriétés physiques des argiles, jettent quelque lumière sur certaines particularités qu'offrent les tonstein. On sait d'abord que les argiles ont la faculté, qu'offrent les zéolithes, d'échanger avec la solution où elles se trouvent certains ions, tels que le sodium, le potassium, le calcium, le magnésium ; certaines argiles sont sodiques, d'autres, calciques ; de plus, les argiles sodiques actuelles sont perméables aux eaux salées ; elles flocculent et deviennent imperméables après un lessivage à l'eau douce.

Je pense que ces deux observations, qui ont été appliquées à la connaissance des séries sédimentaires pétrolifères par les savants américains, sont également applicables aux tonstein ; ceux-ci, à l'époque de leur dépôt, étaient des argiles alcalines (potassiques ou sodiques) ; elles ont donc dû rester perméables aux eaux dans lesquelles elles se déposaient, aussi longtemps que ces eaux demeuraient alcalines ; la circulation prolongée un certain temps des eaux mères alcalines dans les boues déposées par elles me paraît expliquer l'origine des " cristallisations intimes ", *in situ*, de silicates alcalins, si spéciales aux tonstein ; elle nous explique sans doute aussi pourquoi les tonstein sont des roches pâles, si singulièrement isolées par leur couleur claire au milieu du charbon et des schistes charbonneux foncés ; comme dans les grès également poreux, les eaux y circulaient, extrayant les matières

(1) MC. KENZIE TAYLOR, *Journ. of the Institute of Petroleum Technologists*, vol. XIV (1928), p. 825, XV (1929), p. 207 ; B. C. RENICK, *U. S. Geol. Survey. Water Supply* (1924), pap. 520 D. Voir aussi l'article de J. JUNG, *Ann. Comb. Liquides*, 1933, p. 291.

organiques colorantes, telles que les substances humiques, qui étaient retenues par contre dans les argiles non alcalines, imperméables, des schistes ordinaires ; ce lessivage aurait blanchi les tonstein jusqu'au moment où, des eaux carbonatées calcaires ou magnésiennes survenant, les cristaux spathiques de dolomie ou de sidérose impure se sont déposés dans la masse du tonstein devenu imperméable. Et ceci fournit en même temps une explication partielle de la *dureté* de ces argiles, dureté due non seulement à leur compacité originelle et à leur finesse et à la cristallisation d'une partie des silicates, mais aussi, pour une certaine part, à la trame de carbonates qui s'y est secondairement effectuée. Ce durcissement a dû être accompli peu après le dépôt de la roche, comme il le fut pour les nodules de sphérosidérite, puisque les empreintes végétales des tonstein, comme celles des clayats, ont gardé leur relief et n'offrent pas de traces de compression, comme c'est la règle, au contraire, dans les schistes ; les tonstein peuvent être finement zonaires, mais ne présentent pas le feuilletage des schistes (1).

3° *Les Tonstein sont des sédiments déposés dans des nappes d'eau calmes et relativement très étendues.* — Argiles très fines, en lits d'une grande continuité, les tonstein apparaissent, dans la gamme des sédiments houillers, comme formés lors d'un mouvement d'*affaissement maximum* de la région.

Pour bien saisir le mécanisme de l'érosion continentale par les eaux courantes de l'époque carbonifère, dans les régions où le granite affleurerait, le meilleur procédé n'est-il pas de prendre comme point de départ l'observation que l'on peut faire de nos jours dans un pays dont le sol est formé de roches analogues ? On y voit, pourvu que le niveau de base des torrents et des rivières soit stabilisé, que ces cours d'eaux sont encaissés dans le granite vif ; la rivière, par l'action mécanique des eaux, dénude, arrache et roule des morceaux de ce granite qu'elle transporte dans le lac voisin, sous forme de galets, sables et argile grossière, pour y déposer des alluvions détritiques analogues aux poudingues, aux grès, aux psammites houillers. Mais hors des thalwegs, la surface des plateaux voisins est soumise à la seule action chimique de l'atmosphère et se couvre d'une très épaisse arène granitique, milieu d'élection pour la formation du kaolin ; aussi abonde-t-il dans l'arène, mélangé cependant au quartz.

(1) C'est ici le moment de signaler que dans le bassin du Limbourg néerlandais, la seule couche de tonstein observée est insérée entre une veine de charbon, sur laquelle repose le lit de 0,08 de tonstein blanc, et le schiste marin à brachiopodes du niveau de Petit-Buisson. Ce cas particulier, où l'argile blanche alcaline (d'origine continentale, puisqu'elle ne contient pas de fossiles marins), a été recouverte quelque temps d'une nappe d'eau salée, vient singulièrement appuyer notre hypothèse que les tonstein pourraient devoir leur couleur claire si singulière et leur structure d'« argiles à cristallisations intimes », à ce qu'ils sont demeurés *un certain temps* perméables à des eaux alcalines d'imprégnation.

Imaginons à l'heure actuelle, dans une telle région, un relèvement du niveau de base et que les rivières, lors de cette crue anormale, parviennent à immerger les arènes granitiques kaolineuses. Elles se troubleront aussitôt en se chargeant, avant tout autre chose, de ces particules argileuses fines qu'elles iront transporter au loin, dans tout le domaine couvert par les eaux du lac agrandi, et elles les déposeront dès que le calme y régnera.

A l'époque houillère, c'est donc normalement lors d'une montée exceptionnelle du niveau des eaux, lorsqu'elles atteignaient les grandes surfaces couvertes d'arène granitique, c'est-à-dire au moment des plus grandes subsidences du bassin, que devait se produire le dépôt des tonstein. C'est ainsi qu'ils sont la trace d'*inondations* exceptionnellement *étendues* et ceci explique à notre avis leur grande extension horizontale.

Ceci explique aussi qu'en Limbourg hollandais, on trouve un tonstein associé à un banc marin et pourquoi, dans le bassin sarro-lorrain, où la mer ne pénétra point, ils jouent par leur continuité le même rôle que les horizons marins des bassins paraliques et servent comme eux de niveaux-guides dans les comparaisons stratigraphiques.

Mais ce sont aussi des sédiments dont l'extrême finesse accuse en même temps des conditions de *calme* complet dans les eaux qui les déposaient.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici, à l'appui de cette idée, l'association fréquente des tonstein, soit avec des schistes bitumineux à ostracodes, soit surtout avec le charbon lui-même ; tantôt ils forment des lits au toit ou au mur des veines, tantôt ils constituent de minces sillons au sein même de la houille. Ainsi ces sédiments minéraux très fins paraissent s'être accumulés dans les mêmes aires de dépôt que le charbon et dans des conditions très analogues à celles qui présidaient à la formation de la couche de houille, sédiment végétal exigeant lui aussi des eaux très calmes.

Mais cette association de tonstein au charbon est, en réalité, plus intime encore que nos observations le laissent entrevoir. M. R. Chandesris a eu, en effet, l'idée de comparer à l'analyse chimique des tonstein, celle des cendres des durains, c'est-à-dire des lits de houille mate de cutine, si abondants dans les veines du bassin sarro-lorrain. Une de ces analyses (durain de la veine Tauenzin, de la fosse Heinitz, faisceau gras) est portée sur le tableau de la page 22 (analyse T), en regard des analyses de tonstein. En tenant compte qu'il s'agit d'un échantillon déjà calciné, et enrichi en fer par les pyrites du charbon, on constate que ces cendres sont aussi riches en alcalis que les tonstein et que le silicate d'alumine légèrement alcalin, qui constitue la masse de ces dépôts minéraux associés au charbon, a une composition chimique semblable à celle des tonstein. Ainsi les apports minéraux,

qui, purs, formaient les lits de tonstein, se mélangeaient aussi intimement aux charbons de cutine et se déposaient avec lui.

Mais il ne faut pas perdre de vue, d'autre part, que certains tonstein sont insérés au milieu de roches détritiques grossières et de conglomérats, ce qui ôte à l'association du tonstein et du charbon, le caractère d'une relation constante et nécessaire. Ces exceptions n'infirmement d'ailleurs pas l'enseignement que donne la grande majorité des cas observés.

Ainsi, par leurs caractères de dépôts privilégiés, rares dans l'espace vertical, continus dans l'espace horizontal, les tonstein jouent, pour la prospection du bassin sarro-lorrain, le rôle des niveaux marins dans les bassins paraliques. Ils se reconnaissent les uns des autres par les caractères paléontologiques des schistes houillers qui les encadrent, exactement comme les niveaux marins, quand ils n'ont pas de fossiles spéciaux caractéristiques. L'étude de la flore environnante permet de les dater, une fois trouvés, et M. P. Bertrand a fait de cette méthode une application brillante aux sondages lorrains de Laudrefang et de Stocken. Une fois datés, ils fournissent des horizons-repères d'une précision absolue, avec cette seule réserve possible qu'à grande distance leur continuité peut être prise en défaut.

L'analyse stratigraphique du gisement sarro-lorrain, qui est exposée dans la seconde partie de ce mémoire et résumée dans la Planche III, est fondée sur cette double méthode, paléontologique et géométrique, d'identification et de tracé des Tonstein-horizons.

CHAPITRE II

LES ROCHES DE L'ÉTAGE D'OTTWEILER

La série supérieure du terrain houiller sarro-lorrain, qui représente l'étage stéphanien et que l'on désigne dans le bassin sous le nom de " Couches d'Ottweiler ", se distingue aisément des Couches de Sarrebrück, qui sont uniformément grises ou noires, par sa couleur plus claire et plus vive, où le rouge domine, alternant avec le vert ou panaché par lui ; des bancs jaunes, gris clair, sont fréquents aussi, les couches noires ayant un développement réduit. Cette série bariolée a bien l'aspect des dépôts que les géologues anglais désignent sous le nom de " Barren Measures " par opposition aux " Coal Measures " et qui dans leurs bassins houillers se signalent par leur pauvreté en charbon. C'est aussi le cas pour les séries d'Ottweiler, où la houille est limitée à quelques couches, concentrées ordinairement dans les zones grises de la série. Elles sont peu épaisses, insérées entre un mur à *Stigmaria* et un toit bien stratifié, comme les veines de l'étage de Sarrebrück, et leur charbon, riche en matières volatiles, est désigné sous le nom de " Mager Kohle " ou " Houille sèche à longue flamme ", recherché pour les foyers domestiques. Il y a à peine 9 mètres d'épaisseur totale de charbon dans les 1.800 mètres que mesure à peu près l'étage d'Ottweiler, ce qui fait une densité de 0,5 % ; cependant les deux meilleures veines (faisceau de Wahlschied), dans la zone de Dilsburg, ne sont séparées que par une centaine de mètres de stampe stérile.

Nous ne décrirons pas en détail ici la série des roches de l'étage d'Ottweiler, car ceci ferait double emploi avec l'étude stratigraphique que l'on trouvera plus loin. Il nous suffira d'insister pour le moment sur les ressemblances et les différences entre les dépôts des deux étages houillers.

Les roches détritiques grossières sont abondantes et représentent plus de 60 % des dépôts. Dans les conglomérats, depuis le conglomérat de Holz qui forme la base de la série, on constate, à l'est de la Sarre, la présence de galets exotiques (quartzites du Taunus, schistes métamorphiques, feldspaths des pegmatites, granites, etc...), indiquant l'apport des matériaux lointains et la continuation dans la région orientale du bassin, à l'époque stéphanienne, des décharges alluviales grossières qui prédominèrent en Lorraine dès l'époque du Westphalien supérieur (assise de la Houve). L'apport de matériel granitique se révèle encore dans les grès grossiers, très souvent feldspathiques, qui alternent avec ces conglomérats.

Avec ces sédiments grossiers, indices de transports sur des pentes rapides,

alternent des roches plus fines, des schistes, avec toutes les variétés intermédiaires, psammites, schistes micacés. Les schistes, ordinairement rouges, bariolés de vert, provenant, sans doute du lessivage de surfaces continentales désertiques, renferment, quand ils sont fins, très souvent des coquilles lacustres (mollusques, crustacés) ou des débris de plantes fragmentaires et flottés. Les dépôts prennent donc une allure plus franchement lacustre que dans l'étage inférieur. Ce n'est qu'au voisinage des couches de houille que l'on trouve les belles empreintes végétales bien étalées. Nous venons de voir que les tonstein sont connus dans l'étage d'Ottweiler, mais seulement à sa base (zone de Dilsburg) et toujours associés au charbon ⁽¹⁾.

Des veines de schistes noirs, bitumineux, à rayure brune, renfermant des débris de poissons, existent aussi à la base et au sommet de l'étage, et elles y sont bien plus fréquentes que dans la série de Sarrebrück, où leur présence est une exception.

Enfin, signalons l'une des grandes différences lithologiques entre les deux étages houillers : la présence de dépôts calcaires et dolomitiques dans les couches d'Ottweiler, alors que ces formations sont inconnues plus bas. Sans doute sont-ils en relation avec le régime de lacs plus profonds et plus permanents, où les coquilles de mollusques arrivaient à pulluler.

Ces bancs calcaires, presque toujours magnésiens, sont ordinairement minces, en plaquettes, de couleur jaune clair, parfois bitumineux, ils alternent avec des schistes à coquilles, et renferment parfois des *Estheria*. Ils sont disséminés de la base jusqu'au sommet des couches d'Ottweiler, mais fréquents surtout dans la zone inférieure (de Göttelborn) et l'assise culminante (de Breitenbach).

Si le calcaire en bancs réguliers est relativement rare, par contre le calcaire magnésien est très répandu dans les schistes bariolés sous forme de petits noyaux irréguliers de couleur jaunâtre ou grise, à contours imprécis, se fondant peu à peu sur les bords avec le schiste. Ces schistes rouges et verts à "noyaux calcaires", se rencontrent dans toute la série d'Ottweiler et en sont tout à fait caractéristiques.

(1) Il semble qu'au Stéphanien moyen et supérieur le manteau d'arène granitique, dont le lessivage par les eaux courantes est à l'origine des dépôts d'argiles alcalines, ait disparu de la surface des plateaux dominant le bassin. Des roches fraîches ou rubéfiées y affleuraient et ceci laisse supposer, soit un changement assez sensible dans les conditions climatiques de ces régions élevées, devenues moins humides, soit un travail plus actif de l'érosion mécanique. En tous cas, il semble bien que la formation des tonstein soit incompatible avec le dépôt des sédiments rouges et calcaires.

DIVISIONS STRATIGRAPHIQUES DU BASSIN HOILLER DE LA SARRE ET DE LA LORRAINE

ÉTAGES	ASSISES	ZONES	FAISCEAUX HOILLERS	QUALITÉS DES CHARBONS	PRINCIPALES ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES
Trias					
Permien supérieur	Ober-Rothliegendes (<i>Couches de Sötern, de Wadern et de Kreuznach.</i>)		Morts-terrains		
< Discordance générale. — Plissement de l'ensemble du bassin (phase orogénique terminale : phase saalienne de H. Stille) >					
Permien inférieur (Autunien)	Assise de Tholey (E. Weiss, 1888) Assise de Lebach (E. Weiss, 1888) Assise de Cusel (E. Weiss, 1868-72)				<i>Callipteris conferta, Walchia pini-formis, Estheria tenella, etc.</i>
Stéphanien (Etage d'Ottweiler Weiss 1869) (1.800 m. max.)	Assise de Breitenbach (L. von Ammon, 1903). (200 m.)		Veine Hausbrand (= Urexweiler-Breitenbach)	Houilles sèches à longue flamme (Magerkohle)	<i>Odontopteris Reichi, O. Brardi, O. subcrenulata, Linopteris Kessleri, Callipteridium gigas, etc.</i>
	Assise de Potzberg (L. von Ammon, 1903). (900 à 1.000 m.)		Veines Hirtel et Heusweiler		
		< limite = toit de veine Lummerschied >			
	Assise de Sarrelouis (550 m.)	<i>Zone de Dilsburg</i> (300 m.) (= Unt. Ottweiler Schichten de E. Weiss)	Faisceau de Wahlschied		
		<i>Zone de Götterborn</i> (250 m.) (= Obere Saarbrücker Schichten de E. Weiss)	Couches stériles à <i>Leaia Baentschi</i> Veine André Conglomérat de Holtz (3 m. à 200 m.)		<i>Pecopteris arborescens, P. palaeacea</i> (associés à <i>P. unita, P. lamuriana</i> , apparus dans l'assise précédente), <i>Ovopteris pecopteroides, Zygopteriserosa, etc.</i> Apparition du genre <i>Walchia</i> . <i>Anthracomya prolifera, Estheria limbata, Leaia Baentschi.</i>
< Première surrection de la Selle Palatine (phase orogénique asturienne de H. Stille). — Discordance du Conglomérat de Holz sur la Selle Palatine >					
Westphalien (Etage de Sarrebrück Weiss, 1869) = Westph. B, C et D (3.000 m. max.)		<i>Zone de Faulquemont</i> (600 m.)	Faisceau de Steinbesch (400 m.) Conglomérat de Tritteling (200 m.)	Flambants supérieurs (Obere Flammkhole)	Mélange de <i>Mixoneura sarana</i> et de <i>Pecopteris cyathéoides; P. unita</i> et <i>P. Pluckeneti</i> (abondants, apparus dans la zone précédente). Disparition du genre <i>Mariopteris</i> . <i>Mixoneura sarana, Pec. sarasfolia, P. longifolia; disparition de M. Cœmansii, O. Goldenbergi.</i>
	Assise de La Houve (Barr. Bertr. Pruv. 1922) = Westph. D (2.000 m. env.)	<i>Zone de Saint-Avold</i> (800 m.)	Faisceau de Laudrefang (600 m.) Conglomérat de Merlebach (= Tonstein I) (200 m.)		
		< Limite : Tonstein I >			
		<i>Zone de Forbach...</i> (650 à 800 m.)	Faisceau de Petite-Rosselle (avec Tonstein II) Stérile de Geisheck (300 m. en moy.)		
	Assise de Sulzbach (L. von Ammon 1903) .. = Westph. B (450 m. env.)		Faisceau de Neunkirchen (avec Tonstein III et IV)	Charbons gras (Fettkohle)	<i>Neuropteris tenuifolia, N. Scheuchzeri, Sphenopteris Sauveuri, Desmopteris longifolia, Mariopteris Siviardi, Carbonia fabulina.</i>
	< limite : Tonstein V >				
	Assise de Saint-Ingbert..... = Westph. B (600 m. env.)		Faisceau de Rothell (250 m.) Conglomérat de Rischbach (200 m.)	Charbons gras	<i>Neuropteris attenuata, N. aff. flexuosa-Cisti. Linopteris neuropteroides-major, Sphenophyllum myriophyllum, Arthropleura Maillieuxi.</i>
< Lacune et discordance générale du terrain houiller sur le socle antéhouiller fortement plissé (phase orogénique sudétienne de H. Stille) >					
Devono-Dinantien	(Quartzites du Taunus, schistes du Hunsrück, devono-dinantien de Schirmeck, granite vosgien) formant le substratum du bassin.				

II^e PARTIE

LES ASSISES HOUILLÈRES

CHAPITRE PREMIER

CARACTÈRES, SUCCESSION ET VARIATIONS DES FAISCEAUX HOUILLERS

ETAGE WESTPHALIEN

(ou Couches de Sarrebrück)

La partie la plus ancienne des dépôts houillers, dans le bassin sarro-lorrain, qui est désignée sous le nom de " Couches de Sarrebrück " et appartient à l'étage westphalien, peut atteindre près de trois mille mètres d'épaisseur. Nous y distinguerons trois assises :

1^o *L'assise de St-Ingbert*, à la base, représentant (au moins en partie) le Westphalien B de la classification stratigraphique générale (1) (assise d'Anzin du Nord de la France) et renfermant le faisceau des *veines de Rothell*.

2^o *L'assise de Sulzbach* (2), au-dessus, correspondant par ses caractères paléontologiques au Westphalien C de la classification générale (assise de Bruay du Nord de la France). Elle renferme les veines de *charbons gras* cokéfiabiles.

3^o *L'assise de la Houve*, au sommet, correspondant au Westphalien D et renfermant les couches de *charbons flambants* ; cette dernière assise, de beaucoup la plus puissante, comporte une subdivision en trois zones ou faisceaux.

I. — ASSISE DE SAINT-INGBERT

(Faisceau de Rothell)

Les progrès des recherches paléontologiques, effectuées ces dernières années dans le bassin sarro-lorrain, nous ont montré que l'ensemble des dépôts houillers

(1) Adoptée en 1927 par le Congrès international de Heerlen pour la Stratigraphie du Carbonifère.

(2) Le terme de " Sulzbacher Schichten " a été appliqué par L. von Ammon au seul faisceau des Charbons gras, à l'exception de celui des Rothell ; par Prietze, à la partie supérieure des Gras seulement au-dessus du Tonstein IV. Nous reprenons le terme dans le sens indiqué par Von Ammon, qui correspond à une série paléontologiquement bien définie.

qui, dans l'étage de Sarrebrück, sont inférieurs aux Charbons flambants et que l'on désigne ordinairement sous le nom de " Charbons gras " (Fettkohle) devait être subdivisé, en réalité, en deux assises. La supérieure, groupant les " Charbons gras " proprement dits, représente stratigraphiquement, verrons-nous, l'assise supérieure (Assise de Bruay ou du Flénu) du bassin houiller franco-belge, tandis que la partie inférieure, que l'on distinguait jusqu'à présent simplement comme un faisceau de veines " les Rothell " subordonné aux veines grasses, a comme M. P. Bertrand l'a montré, des caractères paléontologiques qui, en la mettant en équivalence, au moins en partie, avec l'assise moyenne (d'Anzin) du bassin du Nord, lui confèrent également la valeur d'une assise. C'est pourquoi nous désignons ces couches sous le nom d'*Assise de Saint-Ingbert*.

Nous y distinguerons deux formations superposées : le *conglomérat de Rischbach* à la base, et le *faisceau houiller de Rothell*, au-dessus.

1° LE CONGLOMÉRAT DE RISCHBACH. — Le dépôt houiller le plus ancien qui soit connu actuellement dans le bassin de la Sarre est le conglomérat de Rischbach. Il a été rencontré dans le travers-banc de Rischbach (puits Rothell ⁽¹⁾, bowette N. W., à la cote — 139) et son épaisseur peut être évaluée à un minimum de 200 mètres (voir fig. 3). Elle est complètement stérile en charbon : c'est un ensemble de schistes, de grès arkosiques durs et surtout de bancs de conglomérats dominants à ciment kaolineux ; ils occupent la moitié de l'épaisseur totale de la formation, en plusieurs massifs, dont l'un a près de 50 m. de puissance ; ils renferment des galets de quartz et quelques galets de feldspath et de roches granitiques, de taille variant de 1 cm. à 5 cm. Ce sont les seuls conglomérats à matériel granitique qui soient connus à l'est de la Sarre dans le Westphalien. Nous verrons que les galets d'origine granitique deviennent de plus en plus fréquents vers l'ouest dans les conglomérats du sommet de l'étage de Sarrebrück (assise de la Houve).

Il semble bien que le sondage de Jägersfreude (N° 9 de J. Schlicker ⁽²⁾, n° 283 du Répertoire E. Siviard) ait atteint, sous les charbons gras entre les profondeurs 1.166 et 1.377 m., l'étage stérile de Rischbach. D'après la description qu'en donne Leppla, on y a retrouvé les conglomérats à galets granitiques (1.323 m.) recoupés par le travers-banc de Rischbach. Enfin, la bowette de recherches d'Hirschbach, Ve étage, exécutée en 1923-1927, a traversé ce stérile de Rischbach fait de grès et conglomérats, entre les distances 680 et 970 m. au sud de veine n° 21 des Gras (voir fig. 17, p. 125).

(1) L. VON AMMON, 1903, p. 64.

(2) J. SCHLICKER, 1906, p. 72.

On ignore à l'heure actuelle quel est le substratum de ce conglomérat. C'est par erreur qu'on a admis, d'après le sondage Rothell I et d'après la coupe du puits Rothell et de sa bowette N. W., l'existence d'un faisceau de veines *x, y, z*, géologiquement inférieures au Conglomérat de Rischbach (fig. 3). Ce faisceau rencontré, effectivement, géométriquement sous le conglomérat, a été reconnu par nous en 1926, grâce aux échantillons conservés dans les archives de la Division Saint-Ingbert et que M. R. Chandesris nous pria d'examiner, comme étant en *dressants renversés*, et, par conséquent, sans liaison directe avec la série en place, régulièrement inclinée au nord, qui commence avec le conglomérat de Rischbach et supporte

Coupe par la bowette Nord-Ouest (-139) du Puits Rothell.

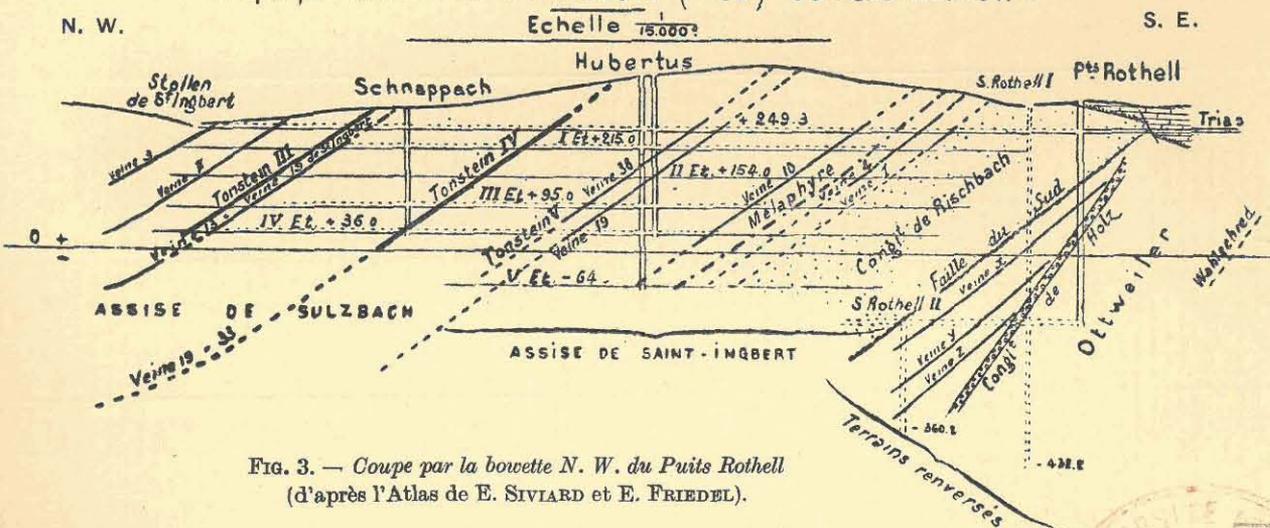


FIG. 3. — Coupe par la bowette N. W. du Puits Rothell (d'après l'Atlas de E. SIVIARD et E. FRIEDEL).

les couches de Rothell. Les tracages d'exploration faits dans la veine *z* en 1898 avaient déjà révélé que ces couches étaient d'allure irrégulière, et plus fortement inclinées que les couches de Rothell. Ce faisceau, dit "de Rischbach", est plus jeune que le conglomérat de Rischbach, plus récent aussi que le faisceau de Rothell, et représente une partie des Gras ⁽¹⁾ formant le flanc inverse, renversé, de l'anticlinal de Sarrebrück. La coupe de la bowette sud d'Hirschbach, V^e Étage, effectuée en 1924-1926 par l'Administration française des mines domaniales a jeté, nous le verrons plus loin, une lumière décisive sur la structure de cette région méridionale du gisement (voir fig. 17).

(1) Nous avons pu l'établir d'après les caractères paléontologiques et en apportons la preuve ci-dessous (voir : Coupe de la bowette du Puits Rothell).

Cette structure explique pourquoi, à l'heure actuelle, nous ne pouvons dire si le conglomérat de Rischbach représente effectivement le premier dépôt houiller qui se soit formé dans le bassin de la Sarre et de la Lorraine, reposant, immédiatement sur le socle préhouiller, ou bien s'il se trouve en profondeur d'autres faisceaux houillers plus anciens. C'est une des grandes inconnues de l'histoire de ce bassin. La transgression des assises houillères et permienes vers le nord enlevant tout espoir de pouvoir résoudre le problème par l'étude du bord septentrional de la cuvette, c'est dans la profondeur du gisement que se trouve actuellement ensevelie la réponse à cette importante question.

Nous en sommes réduits à des présomptions, dont nous ne dissimulerons pas la nature incertaine. L'observation, en effet, que l'on pourrait tirer de l'abondance des conglomérats et sédiments grossiers dans la zone de Saint-Ingbert, qui pourrait laisser supposer la proximité du fond de la cuvette, se révèle à la réflexion comme dénuée de portée, les conglomérats étant également fréquents dans l'assise des Flambants, située au sommet de la série westphalienne. Et nous devons même ajouter que le conglomérat de Rischbach n'est pas de nature essentiellement différente des autres conglomérats intercalés dans les dépôts westphaliens de la région. Il n'est donc pas démontré qu'il représente la base de la série houillère.

ANNEXE : Coupe de la bowette du Puits Rothell

Voici le résultat de l'examen des échantillons de la bowette du puits Rothell (bow. N. W. à la cote — 139), étude effectuée en 1926 par MM. Ch. BARROIS, P. BERTRAND et moi-même.

Les distances indiquées ont le puits Rothell pour origine et la description est faite du S. au N., c'est-à-dire, du toit au mur, la série étant renversée (voir fig. 3).

- de 0 m. à 97 m. *Couches d'Ottweiler inférieures* (Assise de Sarrelouis). Schistes gris verdâtre, psammites, grès gris clair, arkoses blanches, alternants, minces bancs calcaires (à 12 m. du puits), lits de carbonate de fer (inclinaison 60 à 70° Nord).
- de 98 m. à 140 m. *Conglomérat de Holz* (42 m.).
 - 98 m. Conglomérat hétérogène à galets de quartz, de *quartzite lustré* et de *tonstein*.
 - de 99 m. à 119 m. Schistes gris verdâtre, ou vert clair, à noyaux calcaires, souvent glissés, fins ou grossiers.
 - de 119 m. à 123 m. Conglomérat à petits galets de quartz et quartzite.
 - de 123 m. à 310 m. Conglomérat à gros galets (5 cm.) de *quartzite* bien roulés, de *tonstein* très abondants ; (vers 129-130 m. les éléments deviennent plus fins).
 - de 130 m. à 140 m. Schistes gris vert clair, à noyaux calcaires, psammites à *Stigmaria* et conglomérat (136-140 m.) à galets de quartz très petits (pisaires).
- à 140 m. *Couches de Sarrebrück* (faisceau dit " de Rischbach ").
 - 140-142 m. Schiste noir grossier, de toit, avec débris de plantes, quelques racines.
 - 143 m. Veine de charbon en 3 sillons (renversée).
 - 144-145 m. Mur à *Stigmaria*.

- 146-148 m. Schiste grossier et grès.
- 149 m. Schiste de toit à plantes : *Neuropteris tenuifolia*, *Zeilleria Frenzli*, *Alethopteris Serli*, *Sphenopteris (Diplomema) Coemansi* Stur.
- 157 m. Veine Z (renversée) : 1 à 2 m. de charbon (incl. 60° N.).
- à partir de 160 m. Mur de la veine Z, puis grès, souvent arkosiques, formant le toit d'une veine située à 170 m., également renversée.
- à 240 m. Toit de la veine Y, schiste à plantes, à *Neuropteris linguaeifolia* P. B.
- de 240 à 250 m. Veine Y (renversée) en 4 sillons.
- à 250 m. Mur de la veine Y (0,60 de charbon en 2 sillons).
- puis à 279 m. Veine X, dont nous n'avons pas vu d'échantillons.

Puis on traverse, de 317 m. à 345 m., une zone brouillée, inclinée à 45° au nord et la bowette entre ensuite dans le " stérile de Rischbach " décrit plus haut, supportant le faisceau de Rothell.

CONCLUSIONS :

1° *Les terrains sont renversés.* — Malgré le pendage nord, on passe successivement (du S. au N.), des couches d'Ottweiler aux couches de Sarrebrück. De plus le faisceau des veines *x, y, z*, est lui-même renversé, avec une inclinaison forte (60° N.).

2° *Le faisceau des veines x, y, z*, renferme la flore caractéristique des " Gras " (assise de Sulzbach, faisceau de Neunkirchen), y compris l'espèce relativement rare dans la Sarre : *Zeilleria Frenzli* qui n'a été signalée en Sarre que par M. P. Bertrand dans la veine Z et par E. Simson Scharold (*Palaeontographica*, Bd. LXXIX, B, 1934) dans les charbons gras de Friedrichstal (Helenaschacht).

La présence du *Neuropteris tenuifolia* au toit de veine Z, plante inconnue dans les couches inférieures de Rothell, permet de placer ce faisceau entre les Tonstein III et V. Il n'est pas plus ancien que l'assise de Sulzbach ; il n'est pas non plus plus récent ; ce qui indique, dans la coupe de cette bowette, une importante lacune entre ces veines et le conglomérat de Holz, lacune correspondant à l'ensemble de l'assise de la Houve.

3° La bowette a traversé, de 317 m. à 345 m., une zone fortement brouillée, au S. de laquelle se trouve la série renversée, en dressants inclinés à 60° N, que nous venons de décrire et au N. de laquelle les terrains prennent une inclinaison au Nord plus douce, jamais supérieure à 45°. Cette zone brouillée est le passage de la *Grande faille du Sud*, inclinée ici à 45°, au N. W. (voir fig. 3).

2° LE FAISCEAU DE ROTHELL : SES CARACTÈRES STRATIGRAPHIQUES. — Le faisceau de Rothell, reposant sur le stérile de Rischbach, est donc le groupe des veines les plus anciennes qui aient été atteintes par l'exploration ou l'exploitation dans le bassin de la Sarre et de la Lorraine. Cet étage affleure au point culminant de l'anticlinal de Sarrebrück, au Nord de St-Ingbert, et il y est exploité par les fosses de St-Ingbert (Puits I, II et III) et par un tunnel à flanc de coteau (St. Ingberter-Stollen).

Dans le même anticlinal de Sarrebrück, le même étage houiller a été atteint par la bowette de recherches d'Hirschbach située un peu à l'ouest de la région précédente.

Le sondage de Jägersfreude ⁽¹⁾ semble avoir recoupé ce faisceau, relativement pauvre, entre 1.057 m. et 1.166 m. de profondeur avant d'atteindre le stérile de Rischbach.

De plus, le sondage de Gross-Rosseln (S. N° 31, Répertoire Siviard n° 305), effectué en 1920 par l'Administration française des Mines Domaniales, a pénétré en profondeur, sous les Gras, d'environ 300 mètres dans le faisceau de Rothell, sous l'anticlinal de Merlebach ; sous le même anticlinal, des couches de même âge ont été atteintes par un sondage intérieur fait au puits Sainte-Fontaine de Sarre-et-Moselle.

1° *Le faisceau de Rothell, sous l'anticlinal de Sarrebrück.* — Ce faisceau mesure 250 m. d'épaisseur de la veine 1 à la veine 19 de Rothell. Sa limite inférieure est le stérile de Rischbach, qui commence au mur de la veine 1. On peut prendre pour sa limite supérieure, le stérile d'environ 40 mètres qui sépare la veine 19 des Rothell de la dernière veine des gras (veine 38 de St-Ingbert) située à 60 mètres sous le Tonstein V.

Nous avons étudié ce faisceau de Rothell, dans le gisement de St-Ingbert, en 1922, en compagnie de M. R. Chandesris ; il comprend des alternances de schistes, grès, conglomérats et veines de houille. Les conglomérats sont relativement abondants, surtout à la partie supérieure du faisceau (toit de veines 11, 17 et 18) et ils entrent pour 10 % dans la composition de l'étage, alors qu'ils sont rares dans le faisceau des Gras et redeviennent de nouveau fréquents dans celui des Flambants. Ils sont assez homogènes et formés de petits galets (dépassant rarement 5 cm. de diamètre) de quartz filonien, bien arrondis et calibrés, très rarement de schiste, de quartzite et de phtanite noir (toit de veine 12 Sud de St-Ingbert), cimentés par un grès kaolineux.

Les schistes, très abondants, forment la masse du faisceau : ils sont gris, noir, argileux, souvent charbonneux, riches en plantes, et les grès gris, souvent charbonneux, passant à des psammites, alternent avec eux.

On ne connaît dans le faisceau de Rothell, ni tonstein, ni schistes bitumineux à faune limnique.

Les veines de houille, assez fréquentes (densité en charbon de l'étage environ 7 %), mais relativement minces ou divisées en nombreux sillons, sont régulières et au nombre de 19, avons-nous vu. On les appelle : Veines du Sud, et elles sont numérotées du sommet à la base de 19 à 1 (c'est-à-dire en sens inverse de la numérotation adoptée pour les Gras). Elles reposent régulièrement sur des murs à

(1) Voir plus haut, p. 36.

Stigmaria. Le charbon est cokéfiable. Sa teneur en matières volatiles est légèrement inférieure à celle des Gras ; son rapport : $\frac{O + Az}{H} = 1$; il titre 88 à 89 % de carbone total (cendres déduites). Il est moins riche en oxygène et fournit à la distillation un culot de coke aggloméré, plus boursoufflé que celui des Gras.

Echelle $\frac{1}{5000}$

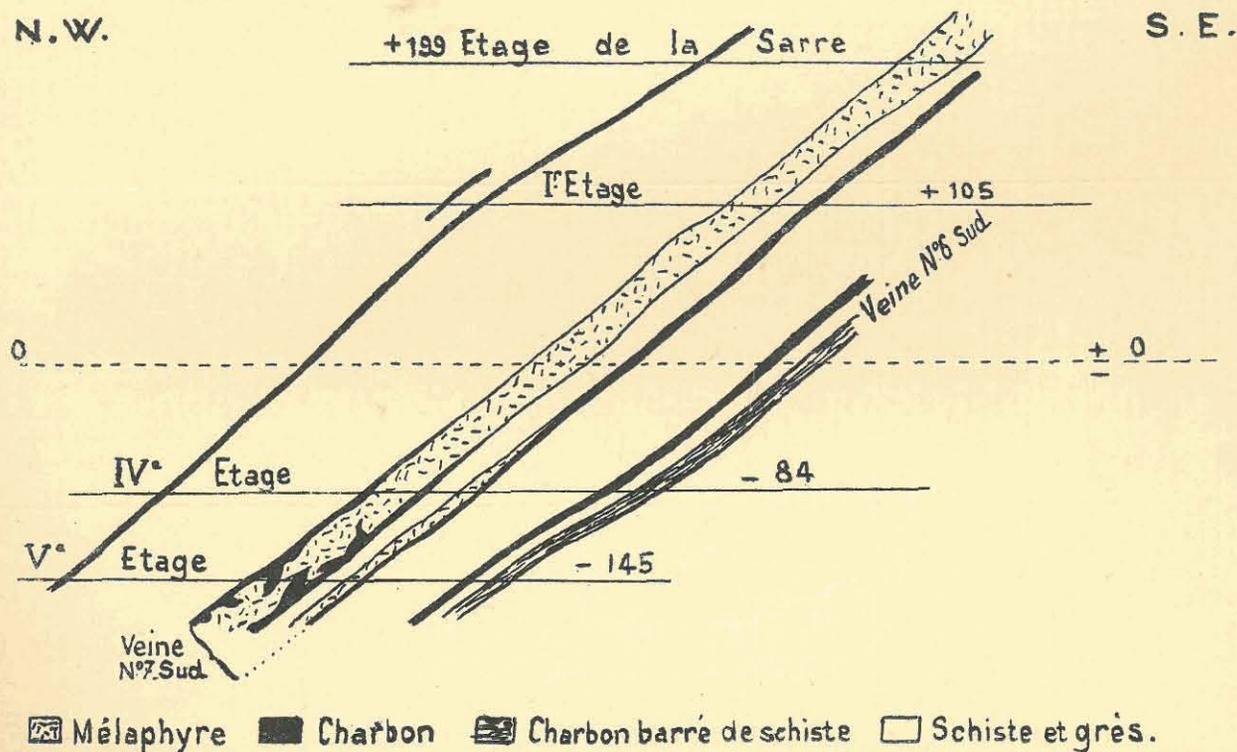


FIG. 4. — Allure en coupe du sill de « mélaphyre » dans les bowettes du siège d'Hirschbach.

Une venue éruptive, d'âge permien, mélaphyre des auteurs, représentée par un filon interstratifié dans le charbon de veine n° 7, ou à son voisinage, est visible dans la bowette des Rothell. Comme E. Weiss, von Gümbel et A. Leppla l'ont reconnu, ce filon, en apparence régulièrement interstratifié, suivi en surface sur près de 8 kilomètres, recoupe, en réalité, les terrains, mais à angle très aigu, de sorte que dans les travaux miniers, il apparaît comme un *sill* remarquablement parallèle à la veine : les chantiers d'exploitation l'ont suivi sur une grande surface et les travers-bancs Sud d'Hirschbach (IV^e et V^e étages) l'ont également recoupé

dans la même veine n° 7, à près de 3 kilomètres au sud-ouest de la bowette des Rothell, à peu près à la même altitude. Mais tandis qu'aux deux étages de St-Ingbert, il se présentait comme un petit banc de 0 m. 30 intercalé dans la charbon, au S. W., à Hirschbach (IV^e et V^e étages), il acquiert plus d'importance, et peut atteindre 4 mètres d'épaisseur. Comme le montre la figure 4, l'injection de la roche éruptive s'est ouvert un chemin suivant la couche de charbon de la veine n° 7 du Sud, qu'elle remplace ici plus ou moins complètement. Dans les étages profonds de la fosse (IV^e et V^e étages), le sillon du mur de la veine n° 7, d'environ 0 m. 60 d'ouverture, a également servi de voie à la montée de la lave, tandis que cette apophyse du filon n'atteint pas les étages supérieurs où le charbon du sillon de mur est intact. Par contre la masse principale de l'injection s'insinue à travers le sillon

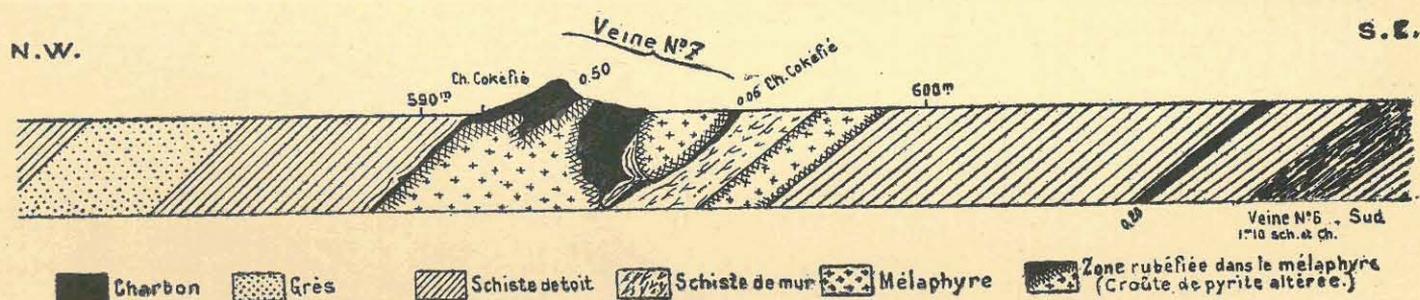


FIG. 5. — Coupe d'une portion de la bowette Sud d'Hirschbach (V^e Étage, — 144 m., paroi est). Ech. 1/150^e.

principal de la veine, sur les 350 mètres de hauteur que représente la coupe. Au IV^e étage et surtout à l'étage inférieur (V^e étage), on retrouve sur les parois du dyke et de son apophyse une couche de charbon, irrégulière, en paquets (1), et ce charbon y est cokéfié sur quelques centimètres. De plus (voir fig. 5), la roche ignée présente au contact de la roche encaissante une mince zone rubéfiée due à l'altération de la pyrite formant une croûte de quelques centimètres qui imprègne la roche éruptive au voisinage de toutes ses épontes. Le schiste encaissant le filon du mur ne paraît pas modifié (2).

(1) Comparer notre figure 5 à la fig. 1, p. 19, donnée par A. LEPLA, *op. cit.* 1904.

(2) D'après H. Laspeyres, L. von Ammon et A. Leppla, qui ont décrit en détail les caractères pétrographiques du "mélaphyre" de St-Ingbert, c'est, en réalité, une roche finement grenue, très altérée, où l'on reconnaît des feldspaths en touffes, dans un amas de chlorite et de serpentine, provenant de l'altération, soit de l'augite, soit de l'olivine. Un peu de mica noir biotite et de quartz secondaire. Tout ceci est insuffisant pour déterminer la roche et les nouveaux échantillons que nous en avons recueillis ne sont pas mieux conservés. (H. LAPEYRES, *Verh. des naturhist. Vereins für Rheinland-Westfalen*. 50 Jahrg. Bonn, 1893, p. 47. — A. LEPLA, 1904 p 18-19, fig. 1).

2° *Le faisceau de Rothell sous l'anticlinal de Merlebach.* — On n'a touché ce niveau jusqu'à présent qu'en deux points sous l'anticlinal de Merlebach : en territoire sarrois, au sondage de Gross-Rosseln, et dans la concession de Sarre-et-Moselle, au puits Sainte-Fontaine.

1° Le Sondage de Gross-Rosseln (n° 305 du Répertoire Siviard), exécuté en 1921-1922 par les Mines Domaniales françaises de la Sarre, a recoupé, sous le Tonstein V, 300 mètres de terrains entre 1.000 m. et 1.300 m. de profondeur (voir pl. III, colonne n° 8).

Un conglomérat, épais de 50 m., traversé entre 1.050 et 1.105 m. de profondeur, semble séparer le faisceau des Gras de la série de Rothell, qui a été recoupée sur 200 mètres environ. Elle renferme de nombreuses couches de houille ordinairement minces, dépassant rarement 0 m. 40 d'ouverture (à 1.116 m., 1.118 m., 1.125 m., 1.138 m., 1.141-42 m., 1.158-59 m., 1.165 m., 1.184 m., 1.195-96 m., 1.202-03 m., 1.216-17 m., 1.128 m., 1.231 m., 1.246 m., 1.248 m., 1.256 m., 1.297 m.). Elles sont disposées en trois groupes, dont celui du toit (1.116 m., 1.118 m.) peut être rapproché du groupe : 19^e et 18^e Veines de Rothell, celui du milieu (de 1.158 m., à 1.256 m.), du groupe des veines 17 à 8^e de Rothell, tandis que celui du mur, à partir de 1.256 m., comportant un banc de conglomérat à 1.272 m., est plus pauvre et rappelle le train inférieur des veines de Rothell. On n'a pas rencontré de mélaphyre.

2° La Société houillère de Sarre-et-Moselle a entrepris, en 1926-1927, un sondage intérieur au puits Sainte-Fontaine, à partir de la bowette de l'étage 454, qui a son origine au mur de la veine W et est dirigée vers le puits Cuvelette, à Freyming. Ce sondage vertical, profond de 280 m., a été placé à peu près au sommet de l'anticlinal de Merlebach, en un point de la bowette situé à 475 m. environ de distance horizontale de la veine W (voir fig. 6). Il a traversé des couches qui sont inférieures au conglomérat de Sainte-Fontaine, dont nous parlerons plus loin, et a recoupé à 75 m. de profondeur un banc de tonstein de 0 m. 10 d'épaisseur, situé, d'après ce qui précède, à 300 ou 350 m. de distance, calculée normalement aux couches, du tonstein de la veine T. Ce petit banc de tonstein, que nous appellerons T₂ pour ne pas préjuger de son assimilation, est encadré de quelques couches de charbon, que le sondage a rencontrées aux profondeurs respectives de 59 m., 62 m., 83 m., 93 m. et 120 m., puis on est entré dans un stérile formé de grès et conglomérats, entre 120 m. et 280 m., dans lequel il a été arrêté. On peut estimer que ce sondage a exploré environ 150 m. de terrains au mur du tonstein T₂ en tenant compte de la pente des terrains et du fait qu'à

partir de 260 mètres, où les couches prennent une inclinaison à 70° , la sonde pourrait avoir franchi l'axe du pli de Merlebach et pénétré dans son flanc renversé.

La coupe des terrains encadrant ce tonstein T_2 n'est pas sans présenter de grandes analogies avec celle des terrains renfermant le Tonstein V, rencontré à la profondeur de 1.000 mètres dans le sondage de Gross-Rosseln et le stérile où il s'est arrêté rappelle celui qu'a recoupé ce même sondage entre 1.050 m. et 1.110 m.

De plus la flore recueillie dans le sondage de Sainte-Fontaine est celle de l'Assise de St-Ingbert, si l'on en juge par les espèces qu'a déterminées M. P. Bertrand et que nous citons plus loin.

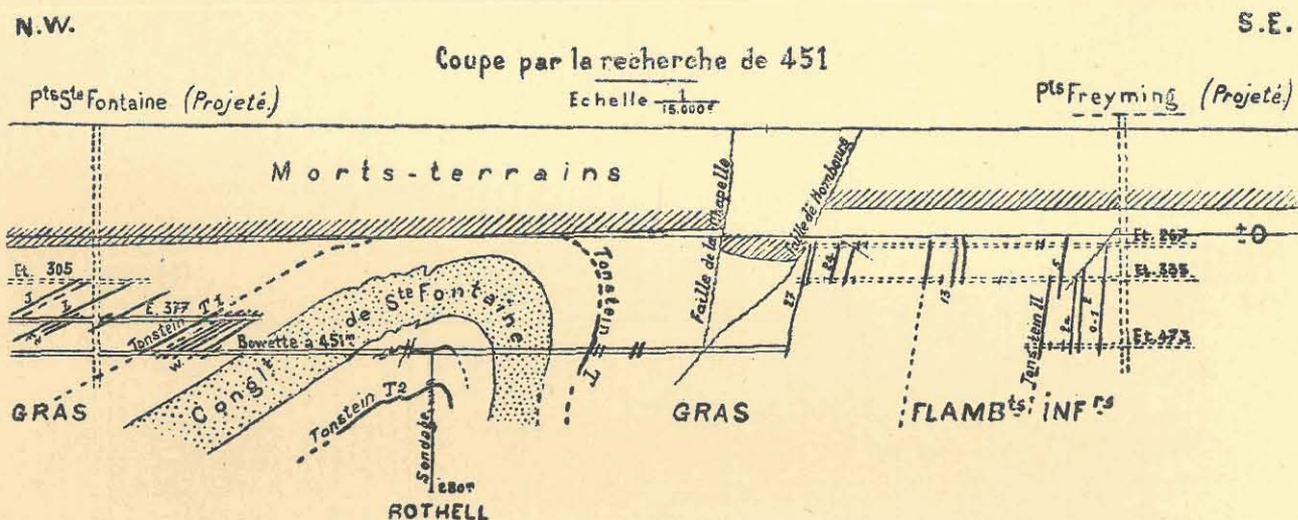


FIG. 6. — Coupe prise à Sarre-et-Moselle, à travers l'anticlinal de Merlebach.

Enfin notons que nous avons observé, dans le conglomérat recoupé à 280 mètres, avec des galets de quartz, de quartzite et de phanites à radiolaires, quelques petits galets de granite, comme il s'en trouve à St-Ingbert dans cette assise.

En nous appuyant sur les caractères paléontologiques, nous pouvons conclure qu'il existe à Sainte-Fontaine dans l'anticlinal de Merlebach, à la cote — 500, un noyau de terrains appartenant au faisceau de Rothell et dans ce cas le Tonstein T_2 doit se placer au niveau du Tonstein V. S'il en est ainsi, le Tonstein IV, situé normalement à moins de 100 m. au toit du Tonstein V, dans le sondage de Gross-Rosseln, serait représenté par le Tonstein T_1 de la veine T situé ici à une distance anormale du T. V., distance que la présence du Conglomérat de Sainte-Fontaine aurait triplée. Nous en verrons plus loin (p. 51) la confirmation.

3^o CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES DE L'ASSISE DE SAINT-INGBERT (FAISCEAU DE ROTHELL). — La flore de ce faisceau, que nous avons étudiée à la fois à St-Ingbert et dans les sondages de Gross-Rosseln et de Sainte-Fontaine, présente, d'après les déterminations de M. Paul Bertrand, d'une part, une grande analogie avec la flore des Gras (faisceau de Neunkirchen), et, d'autre part, un certain nombre de caractères la différenciant de ces couches plus élevées, et permettant de la rapprocher du Westphalien B (= Assise d'Anzin du Nord de la France).

Elle se distingue de la flore des Gras par l'absence du *Sphenopteris Sauveuri*, par la présence de *Neuropteris attenuata* L. et H. (= *N. rarinervis* Zeiller = *Nikolausi* Gothan), de *Linopteris neuropteroides*, forme *major*, de *Neuropteris* aff. *flexuosa* et *Cisti* (1), par l'abondance de *Sphenophyllum myriophyllum*, qui s'éteint vers le milieu de l'assise de Sulzbach. Le *Neuropteris tenuifolia* est très rare.

Les plantes suivantes, communes dans les charbons gras, y sont déjà abondantes : *Neuropteris linguaeifolia*, *Pecopteris pennaeformis*, *P. plumosa-dentata*, *Sigillaria mamillaris*, *Lepidodendron aculeatum-obovatum*.

Une forme de Bohême, *Nöggerathia* sp., a été récoltée par M. G. Haas, à St-Ingbert.

Voici d'ailleurs des listes établies par M. P. Bertrand, d'après des prélèvements systématiques, faits au toit des veines et organisés en 1922 par M. l'Ingénieur R. Chandesris, Directeur technique.

Veine n^o 18 (à St-Ingbert) : *Neur. linguaeifolia*, *Pecopteris pennaeformis* Br.

Veine n^o 17 (à St-Ingbert) : *Neuropteris linguaeifolia*, *Pecopteris pennaeformis*.

Veine n^o 15 (à St-Ingbert) : *Sigillaria* cf. *rugosa* Br.

Veine n^o 13 (à Hirschbach, 402 m. au S. de V. n^o 21 dans la bow. S.) : *Neuropteris linguaeifolia*, *Neur. attenuata* L. et H. *Pecopteris plumosa-dentata*, *P. abbreviata*, *P. pennaeformis*, *Sphenophyllum myriophyllum*, *Ulodendron ophiurus*, *Lepidophyllum majus*, *Asterophyllites equisetiformis*.

Veine n^o 12 (à Hirschbach, 420 m. au S. de V. n^o 21) : *Neuropteris linguaeifolia*, *Neur. attenuata*, *Pecopteris pennaeformis*, *Sphenophyllum myriophyllum*, *Lepidodendron obovatum*, *Ulod. ophiurus*, *Sigillaria scutellata*, *Calamites* cf. *varians*.

Veine n^o 12 (à St-Ingbert) : *Discopteris Karwinensis* Stur.

Veine n^o 11 (à St-Ingbert) : *Neuropteris linguaeifolia*, *Pecopteris plumosa-dentata*, *P. pennaeformis*, *P. abbreviata*, *Sphenopteris (Renaultia)* cf. *principalis*, *Sphen.* cf. *nummularia*, *Sphen.* cf. *quadridactylites*, *Alloiopteris saraepontana* Potonié, *Sphenophyllum myriophyllum*, *S. majus*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Calamites Cisti*, *Lepidodendron obovatum*, *Lepidophyllum* cf. *missouriense*.

Veine n^o 8 (à St-Ingbert) : *Sigillaria mamillaris*, *Lepidodendron aculeatum*.

Veine n^o 4 (à St-Ingbert) : *Calamites undulatus*, *Bothrodendron*, *Cordaites*.

Passée au mur de V. n^o 4 (St-Ingbert) : *Neuropteris tenuifolia*, *Sphenophyllum myriophyllum*.

La flore rencontrée dans les couches correspondantes du sondage de Gross-Rosseln, et étudiée par M. P. Bertrand, est ainsi composée :

Neuropteris linguaeifolia (à 1.168 m. et 1.182 m.), *Neuropteris tenuifolia* (1.143 m., 1.220 m., 1.300 m.), *Linopteris neuropteroides* f. *major* Potonié (à 1.236 m., 1.238 m., 1.300 m.), *Neuropteris* aff. *flexuosa* et

(1) Voir P. BERTRAND, 1930, p. 23.

Cisti (1.168 m., 1.204 m.), *Pecopteris abbreviata* (1.143 m., 1.271 m.), *Sphenopteris aff. macilenta* (1.075 m.), *Sphenophyllum myriophyllum* (1.290 m.).

Celle trouvée par le sondage du puits Sainte-Fontaine est tout à fait comparable :

Neuropteris linguaeifolia (prof. 91 m.), *Linopteris neuropteroides f. major* (30 m., 82 m., 97 m., 177 m.), *Neuropteris aff. flexuosa* et *Cisti* (105 m.), *Neuropteris attenuata* (fréquent de 22 m. à 183 m.), *Sphenophyllum myriophyllum* (trouvé jusqu'à 180 m.), etc...

Enfin, dans la bowette Sud d'Hirschbach, V^e Etage, nous avons saisi l'occasion de la traversée du " Conglomérat de Rischbach " par ce recoupage, pour vérifier si les caractères paléontologiques de cette formation étaient différents de ceux du faisceau de Rothell qu'elle supporte. Des échantillons ont été recueillis par M. Blaise, géomètre, dans les lits schisteux entre les bancs de grès et conglomérats et déterminés par M. P. Bertrand :

1° A 25 m. (distance calculée normalement aux couches) au mur de veine 1 du Sud : *Pecopteris abbreviata*, *Sigillaria cf. elongata-Davreuxi*, *Neuropteris linguaeifolia*.

2° A 112 m. 50 : *Calamites Cisti*, *Linopteris neuropteroides, f. major*.

3° A 126 m. 50 : *Linopteris neuropteroides, f. major*, *Pecopteris Volkmanni*, *Sphenophyllum cuneifolium*, *Lepidodendron cf. rimosum*, *Annularia microphylla* Sauveur, *Dorycordaites palmaeformis*.

4° A 178 m. et à 205 m. : *Linopteris neuropteroides f. major*.

La flore du stérile de Rischbach ne semble donc pas différente de celle des veines de Rothell, ce qui justifie la réunion de l'une et l'autre formation en une seule assise, celle de St-Ingbert.

Quant à la *faune continentale*, ses débris sont rarissimes dans l'assise de St-Ingbert. Aucun reste d'insecte ou de mollusque n'a encore été recueilli dans ces niveaux inférieurs ; le seul représentant, actuellement connu, de la faune vient d'être trouvé tout dernièrement par M. Ch. Haas, Directeur des Aciéries à tubes de la Sarre, au toit de la veine 12 du Sud de St-Ingbert, et décrit par M. G. Waterlot. C'est un *Arthropleura* que ce dernier auteur a identifié à l'espèce *A. Maillieuxi*. Son intérêt est grand sous le rapport de la stratigraphie comparée : il s'agit, en effet, d'une forme assez cosmopolite, mais curieusement cantonnée dans le Westphalien A et B de Belgique, des Pays-Bas, de Grande-Bretagne et de Silésie. Sa présence dans le faisceau de Rothell, alors que l'espèce *Arthropleura armata* abonde plus haut dans l'assise de Sulzbach et dans l'assise de la Houve, fournit, à côté des renseignements donnés par la flore, une autre indication paléontologique formelle que l'assise de St-Ingbert correspond bien à une formation plus ancienne que le Westphalien C.

II. — ASSISE DE SULZBACH

(ou des Charbons gras)

Les formations houillères que nous désignons sous le nom d'*assise de Sulzbach*, correspondent au beau faisceau des Charbons gras ou faisceau de Neunkirchen, exploité sur le flanc nord-ouest de l'anticlinal de Sarrebrück (anticlinal Simon) et compris entre la veine n° 1 des Gras et le Tonstein V. La veine n° 1 des Gras qui forme la limite supérieure de la zone est la première veine située au mur d'une série pauvre en charbon appelée *stérile de Geisheck*, dont nous parlerons plus loin.

1° CARACTÈRES LITHOLOGIQUES. — 1° *L'assise de Sulzbach dans l'anticlinal de Sarrebrück*. — C'est une zone assez dense en charbon (environ 6 1/2 %), comprenant, à Dudweiler et à Sulzbach, 21 veines numérotées de 1 à 21 du haut en bas ; à partir de la fosse Heinitz, vers l'est, ces couches de charbon sont désignées, non par des numéros, mais ordinairement par des noms locaux ou un numérotage différent. Les coupes stratigraphiques de la planche III indiquent leurs équivalences. Ces veines sont relativement plus régulières que dans les faisceaux plus élevés, et assez régulièrement espacées. Leur ouverture dépasse rarement 1 mètre, sauf lorsque localement elles se fusionnent. Le charbon titre de 30 à 38 % de matières volatiles ; son pouvoir calorifique est de 8.000 à 8.500 calories ; sa teneur en carbone total (cendres déduites) oscille entre 84 et 88 %. La valeur du rapport $\frac{O + Az.}{H}$

d'après les analyses de M. Jean Sainte-Claire-Deville, est comprise entre 1 et 2. Ces houilles grasses sont directement cokéfiables, sauf celles des veines les plus élevées du faisceau. Leur pouvoir cokéfiant qui est d'environ 64 %, avec un rendement en coke de 70 %, augmente du haut en bas de la série.

Les veines de houille alternent avec des schistes, souvent charbonneux au voisinage des veines. Ces schistes sont la roche dominante de la zone ; entre eux s'intercalent des bancs de grès, plus rarement de conglomérats à petits galets de quartz ; ces roches détritiques ne représentant que le tiers de l'épaisseur des terrains.

Trois bancs de *Tonstein* se suivent assez régulièrement dans la masse du faisceau de Neunkirchen, sur le flanc de l'anticlinal de Sarrebrück. Leur continuité a permis d'identifier les couches le long de ce pli dans les divers centres d'exploitation. La planche III (coupes 1 à 6) donne une idée de ces assimilations avec la position des Tonstein. On peut prendre l'inférieur ou Tonstein V, comme limite inférieure de l'assise. Il est situé au mur de la veine 21 des Gras de Dudweiler (au toit de la veine 21 de Sulzbach), au mur de la veine 36 ³/₄ de St-Ingbert, Il est ordinairement mince et en un seul blanc, épais en moyenne de 0,50.

Le Tonstein IV est situé à peu de distance au-dessus du Tonstein V : 75 m. à 125 m. de terrains les séparent. Il est au mur de la veine 19 des Gras (entre 19 et 19a), au mur de la veine Nasse à Wellesweiler. Il se présente à Dudweiler en deux bancs, dont le supérieur, pouvant atteindre 2 m. d'ouverture, se trouve à une certaine distance au mur de veine 19, tandis que l'inférieur, plus mince, peut former un sillon à l'intérieur même de la veine 19a.

Quant au Tonstein III, son gisement est plus haut, à peu près à la base du tiers supérieur de l'assise de Sulzbach, en moyenne à 250 m. au-dessus du Tonstein IV, à 200-225 m. au-dessous de la tête des Gras (veine n° 1). C'est le Tonstein de veine n° 11, formant un banc de 0 m. 50 à peu de distance au mur de cette veine, (= veine Braun d'Heinitz, veine 24 de Wellesweiler, veine 13 de Bexbach, veine 24 de Frankenholz) (1). A Brefeld (champ médian), il est très riche en siderose, devient impur et sableux, et renferme de nombreux débris végétaux.

Les *schistes bitumineux* à faune d'eau douce existent dans l'assise de Sulzbach, mais ils sont rarissimes. Nous n'en avons observé qu'en deux occasions. L'un de ces gisements est situé au voisinage immédiat et au mur du Tonstein IV, entre les veines 19 et 19a des Gras, dans la bowette de Jägersfreude (Étage 150, recherche-sud, II^e Etage, par la voie de veine 6/7) ; c'est un schiste très fin à ostracodes (*Carbonia fabulina*), macrospores, végétaux flottés, fusain, épais de plusieurs mètres, recoupé par la bowette à la distance 102 m. de son origine.

L'autre se trouve dans la fosse Sainte-Fontaine de la Société de Sarre-et-Moselle formant dans le toit de la veine T, toit de schiste à plantes, une mince couche de schiste brun à *Carbonia fabulina*. De même, la passée au toit de veine T (étage 377) présente un toit de schiste bitumineux à macrospores et *Guilielmites*. Comme on le verra plus loin, au mur de veine T est un banc de Tonstein, que nous assimilons justement au Tonstein IV. Il est curieux de noter la localisation, au voisinage de ce Tonstein, de ces formations bitumineuses.

L'épaisseur de l'assise de Sulzbach va en augmentant régulièrement du N. E. au S. W., le long du pli de Sarrebrück (voir les coupes, planche III). A Frankenholz, où sa moitié supérieure seule est connue (veines nos 12 à 27) (2), cette moitié n'atteint que 150 mètres de puissance (soit 300 mètres pour l'ensemble). A Bexbach, l'assise a 400 mètres, à Friedrichsthal 500 mètres, à St-Ingbert 600 mètres. Nous verrons que cette augmentation de puissance s'accuse encore en Lorraine dans la même direction.

(1) Ce tonstein, épais de 0 m. 40, en 3 bancs, de structure grenue, est situé au toit de la veine 24 de Frankenholz. La présence de la flore des Gras supérieurs à *Sphenopteris Sauweuri*, *Neuropteris tenuifolia* au toit des veines 24 et 25 permet d'assimiler ce tonstein en toute certitude au Tonstein III.

(2) Le *Neuropteris tenuifolia*, espèce caractéristique des Gras, se trouve au toit des veines 14, 24, 25 et 27.

2° *L'Assise de Sulzbach dans l'anticlinal de Merlebach.* — Dans la région du bassin où s'amorce la ride anticlinale de Merlebach, la tête des charbons gras a été atteinte, sous les Flambants inférieurs, par l'exploration et l'exploitation, dans la selle de Clarenthal. Les étages du puits Calmelet sous la cote — 300 y pénètrent, ainsi que le sondage de Stangenmühle (n° 15) qui a recoupé le Tonstein IV (Veine n° 11) à la profondeur de 1.074 m. Au sud-ouest de ce sondage, les sondages de Velsen, I, II, et III (N^{os} 302, 303 et 304 du Répertoire Siviard), et le sondage de Gross-Rosseln, ont également exploré l'assise de Sulzbach. Ce dernier sondage (N° 305 du Répertoire Siviard) est une recherche fondamentale pour la connaissance de cette assise dans cette partie du gisement, car, contrairement à ceux de Velsen, les carottes ont pu, au point de vue géologique, en être étudiées avec soin. Il est entré, à la profondeur de 241 mètres, dans les veines de la partie supérieure des Gras, exploitées aux sièges voisins de Velsen en Sarre, de St-Charles et St-Joseph des Houillères de Petite-Rosselle en Lorraine. Il offre l'intérêt d'avoir recoupé les Tonstein-repères des Gras : le Tonstein III (veine n° 11) à 536 mètres (banc de 0 m. 45), le Tonstein IV (en deux bancs de 0 m. 30) aux profondeurs de 869 et 898 mètres, le Tonstein V, épais de 3 m. 25, à 999 mètres. Nous avons vérifié toutes ces observations sur les carottes et M. P. Bertrand a déterminé la flore des couches traversées. Nous avons vu plus haut que ce sondage a pénétré ensuite dans l'assise de St-Ingbert où il s'est arrêté à 1.300 m. de profondeur (voir planche III, colonne 8). Ce sondage nous donne donc l'épaisseur de l'assise de Sulzbach à Gross-Rosseln : elle est de 760 mètres. La distance entre les Tonstein III et IV est de 340 mètres. La puissance des Gras supérieurs au Tonstein III est de 300 mètres. On voit par ces chiffres que l'ensemble de l'assise est déjà notablement plus épais qu'à Dudweiler.

En territoire lorrain, l'assise de Sulzbach est exploitée dans la voûte anticlinale de Merlebach par les puits St-Charles et St-Joseph de Petite-Rosselle. Les veines de houille formant le flanc N. W. de l'anticlinal, portent des noms et des numéros d'ordre qui sont du toit au mur : Veines St-Jean, Désirée, Trompeuse, Alice, Caroline, James-Vincent, veines n^{os} 10, 11, 12, etc... à veines n° 22. La flore des "Gras supérieurs" y est très caractérisée. La veine n° 20 repose sur un tonstein, ordinairement zonaire, souvent greuvé, en deux sillons, que nous assimilons au Tonstein III. De veine St-Jean à ce tonstein, le faisceau mesure 225 m. d'épaisseur. Sous la veine n° 22, vient une zone brouillée, correspondant au passage d'une faille inverse, sur laquelle nous reviendrons dans la seconde partie de ce mémoire. Sous cette zone brouillée les travaux du puits St-Charles, de même qu'un sondage intérieur (sondage n° IV) du puits St-Joseph, ont mis en évidence un nouveau groupe de couches appelées veines x , x_1 à x_4 . La veine x est en relation avec un

tonstein et est assimilable à la veine n° 20, ce qui donne la valeur du rejet de l'accident inverse (environ 200 m.). Sous x_4 vient un stérile (grès arkose) de 60 m. d'épaisseur comparable à celui qui a été rencontré sous le Tonstein III, au sondage de Gross-Rosseln (entre 556 m. et 622 m.), au stérile entre Veines 14 et 15 de Jägersfreude et qui équivaut, vraisemblablement, au stérile entre veines H_{11} et J, à Sainte-Fontaine, son prolongement au S. W. Sous ce stérile, on a recoupé un train de couches, mis en évidence aussi par le sondage de Gross-Rosseln, qui correspondent à la partie des Gras située entre les Tonstein III et IV, et contiennent encore la flore des Gras à *Neuropteris Scheuchzeri* et *Sphenopteris Sauvouri*. C'est cette dernière observation d'ailleurs qui permet d'affirmer que la Veine x est la répétition de la Veine 20, par un accident de jeu inverse.

Cependant un léger doute subsiste encore concernant l'assimilation, admise provisoirement dans notre planche III, entre la veine St-Jean, tête de ce faisceau et la veine n° 1 des Gras. M. P. Bertrand, en effet, a observé que le *Pecopteridium Defrancei*, plante caractéristique des Flambants inférieurs, se rencontre communément dans les terrains immédiatement supérieurs à veine St-Jean (Beurtia entre 440 et 500 m., au puits St-Joseph, champ est : Nouvelle veine et passées voisines), alors que dans la région de Sarrebrück le *P. Defrancei* semble ne faire sa première apparition que dans la veine D des Flambants inférieurs, c'est-à-dire à 200 mètres au-dessus de la tête des Gras. L'argument paléontologique semblerait donc indiquer que la veine St-Jean et ses voisines seraient un peu plus élevées dans la série que la veine n° 1 des Gras de Dudweiler. Nous ferons une observation comparable un peu plus loin, concernant la flore du sommet des Gras de Ste-Fontaine. Mais cet argument tiré de la présence du *P. Defrancei* possède une valeur que nous n'oserions pour le moment présenter comme absolue, car l'absence du *Pecopteridium Defrancei* à la tête du faisceau gras de la Sarre peut être due au hasard des récoltes.

L'assise de Sulzbach forme dans la concession de Sarre-et-Moselle la charnière du pli anticlinal de Merlebach (v. fig. 6, p. 44). Elle est exploitée sur le flanc nord-ouest du pli par les puits Ste-Fontaine et Peyerimhoff, sur le flanc S. E., par les puits Cuvelette et Barrois. Les veines, sur le versant nord, sont désignées par les lettres de l'alphabet en partant du toit. On a un premier groupe assez dense de couches, épais de 225 m. allant des veines A à H, de H_1 à H_{11} , puis un intervalle stérile formé de grès, épais de 100 mètres, entre H_{11} et J, puis un faisceau inférieur (250 m.), allant de veine J à veine W, et comportant un tonstein (T^1) finement zonaire, au mur de veine T. Au-dessous de veine W, vient le Conglomérat de Ste-Fontaine, puissant de 100 à 150 mètres, formé de grès et poudingues à galets de quartz. Sous ce conglomérat, qui dessine le noyau du pli anticlinal au niveau de 305 m., on a recoupé, dans la bowette de l'étage 451, une nouvelle série renfermant

des veines et passées, épaisse d'une centaine de mètres et reposant sur le Tonstein T₂ rencontré par le sondage intérieur dont nous avons parlé plus haut. Au mur de ce Tonstein, la flore présente les caractères de l'assise de St-Ingbert.

Ceci donne à l'assise de Sulzbach (Gras) à Ste-Fontaine une puissance de 700 à 800 mètres, comparable à celle qu'elle présente au sondage de Gross-Rosseln.

Mettons en évidence les faits qui nous paraissent les mieux établis, sous le rapport des assimilations :

1° La veine A de Ste-Fontaine se place bien au niveau de la veine St-Jean de Petite-Rosselle. La présence d'espèces végétales annonciatrices des Flambants inférieurs (*Pecopteridium DeFrancei* et *Pecopteridium Cuvelettei*) a été observée au toit de veine B, comme au voisinage de Veine St-Jean. Aussi la même réserve doit être faite ici que pour Petite-Rosselle, au sujet de l'assimilation exacte de la tête du faisceau gras de Lorraine, avec celui de la Sarre, où la présence du *Pec. DeFrancei*, n'a pas encore été constatée.

2° Le tonstein de Veine n° 20 de Petite-Rosselle s'assimile sans difficulté avec le Tonstein III de la Sarre et avec le tonstein à 536 m. de profondeur du sondage n° 305 de Gross-Rosseln, d'après les données paléontologiques invoquées ci-dessus.

3° Le Tonstein T₂ de Ste-Fontaine, qui n'a pas été atteint à Petite-Rosselle, paraît bien, d'après les caractères de la flore, représenter le Tonstein V de la Sarre.

4° Mais le tonstein de Veine T de Ste-Fontaine (Tonstein T₁), pouvait être indifféremment assimilé au Tonstein III ou au Tonstein IV, car il manquait, dans la série de Ste-Fontaine, l'un des tonstein de la Sarre. Nous avons fait d'abord l'hypothèse la plus simple, qui était de l'assimiler à celui de Veine n° 20 de Petite-Rosselle (T. III) (Pl. III du premier tirage de cet ouvrage). Après une étude comparative approfondie des deux faisceaux, M. E. Siviard, concluait, en Juin 1935, que, le tonstein de Veine T étant situé très bas dans l'assise de Sulzbach, il devait plutôt correspondre au Tonstein IV. Cette assimilation réclamait comme preuve décisive la découverte du tonstein manquant (T. III), plus haut et aux environs de la veine H. Dès Juillet 1935, les recherches effectuées par la Société de Sarre-et-Moselle aboutirent à retrouver effectivement ce tonstein manquant, au sein de la Veine H₃ ; il y forme dans le charbon un banc de 0 m. 30 environ. Ce résultat, en même temps qu'il fournit le raccordement précis du faisceau gras de la Lorraine orientale avec celui de la Sarre, donne un nouvel exemple d'une application heureuse des méthodes de paléontologie stratigraphique à la prospection du terrain houiller.

Sur le flanc S. E. de l'anticlinal de Merlebach, l'assise de Sulzbach dans la région de Sarre-et-Moselle se présente en dressants : les veines, à partir du puits Vouters, sont numérotées, du toit au mur, de 0 à 35. Dans cette série dense et continue, les

caractères paléontologiques ont permis de fixer les limites entre Gras et Flambants ; les veines 0 à 15 contiennent la flore des Flambants inférieurs (zone de Forbach). La flore des Gras (assise de Sulzbach) commence, d'après les observations de M. Paul Bertrand, à la veine 16. La zone comprend un premier train de couches assez rapprochées, allant de la veine 16 à la veine 27. Il correspond bien au groupe des veines A à H de l'autre versant du pli. Au mur de veine 27, un stérile de 125 mètres d'épaisseur (grès) est l'équivalent du stérile entre H et J.

Sous ce stérile, un nouveau faisceau de couches : Veines 28 à 35, équivaut à la série veines J à T de Ste-Fontaine ; le Conglomérat de Ste-Fontaine lui fait suite, et le Tonstein III de la veine T a été retrouvé ici au mur de la veine 35 (à la distance 1.145 m. dans la bowette 335). Deux veines et 6 passées séparent ce tonstein du Conglomérat de Sainte-Fontaine ; elles correspondent aux veines U à W, de Ste-Fontaine : tous les détails se répètent donc bien symétriquement sur les deux ailes du pli.

L'épaisseur de terrains, entre veine 16, prise comme tête des Gras, et le Tonstein de veine 35, est de 500 mètres sur ce flanc en dressant de l'anticlinal, compte tenu d'accidents locaux (faille de Hombourg), donc sensiblement la même que sur le versant N. W. (525 m.).

Le tableau ci-dessous résume la correspondance parfaite des couches constituant l'assise de Sulzbach des deux côtés de l'anticlinal de Merlebach.

ÉPAISSEURS	VERSANT N.W. (Ste-Fontaine)	VERSANT S.E. (Merlebach)	ÉPAISSEURS
225 m.	Veine A à Veine H ¹¹	Veine 16 à Veine 27	175 m.
100 m.	Stérile entre H ₁₁ et J	Stérile entre 17 et 28	125 m.
200 m.	Veine J à Veine T	Veine 28 à Veine 35	200 m.
	< Tonstein T ₁ >	< Tonstein de V. 35. >	
115 m.	Veine U à Veine W	2 veines et 6 passées	95 m.
170 m.	Conglomérat de Ste-Fontaine		110 m.
100 m.	Environ 100 mètres de terrain avec veines et passées		100 m.
	< Tonstein T ₂ >		

3° *L'Assise de Sulzbach en Lorraine occidentale.* — A partir de cette région de Sainte-Fontaine, l'axe de l'anticlinal s'ennoyant, les charbons gras prennent vers le S. W. davantage de profondeur. Ils ne sont plus exploités et les sondages faits dans le prolongement de cet anticlinal, aux environs de St-Avold, pénètrent, sous les morts-terrains, dans les Flambants inférieurs. L'ennoyage du pli semble avoir son maximum dans la région de Remilly. Plus au S. W., sur les rives de la Moselle, aux environs de Pont-à-Mousson, les recherches exécutées de 1900 à 1914 ont mis en évidence l'existence sous le Trias d'un relèvement anticlinal dont le noyau est fait de charbons gras.

Le sondage d'*Eply*, entré dans le houiller à 659 mètres (cote — 480), a recoupé de 691 à 1.486 m. onze veines de houille, inclinées de 8° à 15°, dont la flore, déterminée par R. Zeiller, à *Linopteris neuropteroides*, *Sphenopteris Sauveuri*, *Sphenophyllum myriophyllum*, *Pecopteris pennaeformis*, est celle de la moitié inférieure de l'assise de Sulzbach. On n'y a pas signalé de tonstein.

Le sondage d'*Atton* a trouvé le houiller à 749 m. (cote — 569) ; il l'a recoupé jusqu'à la profondeur de 1.501 m., avec des veines à 793 m., 930 m., 1.001 m., 1.286 m., 1.338 m., 1.353 m. L'inclinaison est de 12° à 15°. La flore, d'après l'étude de R. Zeiller, fournit les mêmes espèces que le sondage d'*Eply*, en particulier, l'association du *Sphenopt. Sauveuri* et du *Sphenophyll. myriophyllum*, le premier se raréfiant vers 1.100 m., le second devenant de plus en plus abondant vers le bas. Ce sont les caractères de l'assise de Sulzbach sous le Tonstein III. Précisément plusieurs lits de Tonstein ont été signalés dans le sondage et pour ne tenir compte que de ceux qui sont certains, citons l'un à 863 m. et un autre, en 2 bancs, à 905-910 m. Il serait fort téméraire d'assurer que ces tonsteins sont absolument synchroniques de ceux de la Sarre, car la distance est grande et les jalons intermédiaires font encore défaut. Cependant, les deux tonstein d'*Atton*, distants de 42 mètres, rappellent le tonstein IV du sondage de Gross-Rosseln, formé de deux bancs distants de 30 mètres, situé comme lui dans la zone d'association des deux plantes *S. Sauveuri* et *S. myriophyllum*.

Le sondage d'*Atton*, comme celui d'*Eply*, a donc exploré la moitié inférieure de l'assise de Sulzbach et mis en évidence l'existence d'un noyau anticlinal des charbons gras exploitables, sur la rive droite de la Moselle, à l'est de Pont-à-Mousson.

2° CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES DE L'ASSISE DE SULZBACH. — Nous avons exploré les niveaux fossilifères du faisceau gras en de nombreuses occasions et récolté en compagnie de MM. Ch. Barrois et P. Bertrand un grand nombre d'échantillons que MM. P. Bertrand et P. Corsin ont déterminés,

lorsqu'il s'agissait d'espèces végétales, et M. G. Waterlot pour ce qui concerne la faune.

Dans le bassin de la Sarre, nos recherches, organisées pour la plupart par M. René Chandesris, ont porté sur toutes les fosses exploitant les Gras, à savoir d'ouest en est : les sièges de Velsen, Steinbach (Von der Heydt), Jägersfreude, Camphausen et Hirschbach (Dudweiler), Brefeld et Mellin (Sulzbach), Altenwald, Heinitz, Wellesweiler, Bexbach. De plus, nous avons étudié en détail le gisement de Frankenholz. Partout, des prélèvements ont été faits au toit des veines et nous avons exploré, au fond, des coupes continues dans le faisceau de Neunkirchen, comme les bowettes de recherches de Jägersfreude et de Hirschbach. Enfin, les carottes des sondages de Carlsbrunn (n° 35) et Gross-Rosseln (n° 31) nous ont fourni une importante documentation paléontologique sur cette assise.

En Lorraine, les veines grasses exploitées aux Puits St-Charles et St-Joseph de Petite-Rosselle ont été explorées, de même que les nombreux sondages intérieurs de ces puits. Enfin, à Sarre-et-Moselle, les grands travers-bancs, recoupant l'anticlinal de Merlebach à Sainte-Fontaine, ainsi que les toits des veines exploitées sur ses deux flancs, ont fourni des riches matériaux de la plus grande importance.

Il serait fastidieux d'énumérer ici les listes, trop nombreuses, de ces prélèvements, niveau par niveau. Nous nous bornerons à donner les conclusions générales de ces recherches, en nous appuyant sur les indications déjà publiées par M. P. Bertrand et sur d'autres inédites, qu'il nous a obligeamment communiquées.

La flore de l'assise de Sulzbach, ou "flore des Gras" présente, d'après M. Paul Bertrand des caractères que l'on peut grouper de la façon suivante :

1° Espèces caractéristiques de l'assise de Sulzbach (faisceau des Gras proprement dits) : ce sont principalement : *Sphenopteris Sauveuri* Crepin, très fréquent, qui apparaît au niveau du Tonstein IV et est inconnu dans les Flambants et les Rothell, *Neuropteris tenuifolia* qui foisonne dans toute l'assise, depuis le Tonstein V, et *Neuropteris Scheuchzeri*, qui apparaît au Tonstein IV, et qui, dans le bassin sarro-lorrain, devient très rare dans l'assise de la Houve ; sa zone de fréquence est entre le Tonstein III et la tête des Gras.

A ces espèces-guides, ajoutons : *Mariopteris Siviardi* Corsin (commun), *Desmopteris longifolia*, *Alethopteris ingbertensis* (rare) *Diplotmema Coemansi* Stur, *D. Richthofeni* Stur, *Palmatopteris geniculata* G et K. (forme typique et forme *linearis*), *Hymenophyllites quadridactylites* Gutb., *Oligocarpia Brongniarti* Stur, *Renaultia* cf. *chaerophylloides* Br. (= *Hapalopteris typica* Stur), *R. principalis* P. B. (= probablement *R. stipulata* Gutb.), *Rhodea* cf. *acutiloba* Andrae (non Sternb.), *Ovopteris*

carolensis P. B., *Sphenopteris crenulata* Br. (rare), *Sphenopteris* cf. *macilenta* (L. et H.) Potonié, *Sphenophyllum majus*, *S. emarginatum*.

Les Sigillaires cannelées et les Ulodendrons (*U. ophiurus*, *U. lycopodioides*) sont fréquents.

2° Certaines espèces, rares, sont caractéristiques aussi de l'assise de Sulzbach, mais cantonnées à sa partie inférieure ; citons : *Lonchopteris Chandesrisi* P. B. (Tonstein IV), *Neuropteris linguaenova* P. B. (veine W. de Sainte-Fontaine).

3° Voici des espèces qui par contre sont abondantes dans l'assise de Sulzbach, mais persistent dans l'assise de la Houve : *Mariopteris Guillaumei*, *M. hirsuta*, *M. nervosa*, (le premier ayant sa zone d'abondance dans la division supérieure des Gras), *Alethopteris Friedeli*.

4° Notons d'autre part la fréquence d'espèces caractéristiques à la fois des assises de Sulzbach et de St-Ingbert (Gras et Rothell). Ce sont : *Neuropteris linguaefolia* P. B., *Pecopteris pennaeformis*, *Sphenopteris nummularia*, *Sigillaria mamillaris*, *S. Davreuxi*, *S. scutellata*, *Asolanus camptotænia*, *Lepidodendron aculeatum-obovatum*, *Ulod. ophiurus*, *Lepidophloios laricinus*, *Annularia stellata*, *Ann. sphenophylloides*, *Sphenophyllum myriophyllum*.

Parmi ces espèces, *Neuropteris linguaefolia*, caractéristique des Gras par sa fréquence, persiste aussi dans les Flambants inférieurs (zone de Forbach).

Sphenophyllum myriophyllum disparaît à environ 300 m. au-dessus du Tonstein IV et sa présence caractérise donc à la fois la moitié inférieure de l'assise de Sulzbach, où il coexiste avec *Sphenopteris Sauveuri*, et l'assise de St-Ingbert d'où *Sphen. Sauveuri* est absent. Cette dernière espèce est, avons-nous vu, spécifiquement une plante de l'assise de Sulzbach.

5° Enfin, il y a lieu d'ajouter à cet ensemble, recueilli dans les Gras, la présence d'un certain nombre d'espèces communes dans tout le Westphalien du bassin, c'est-à-dire du haut en bas de l'étage de Sarrebrück. Parmi ces espèces à grande répartition verticale, signalons *Alethopteris lonchitifolia-Serli* et *Linopteris neuropteroides*.

Une remarque est à faire ici pour ce qui concerne la flore de la partie supérieure du faisceau des Gras en Lorraine. On y voit apparaître, à la fois dans les terrains immédiatement superposés à la veine St-Jean de Petite-Rosselle et dans la veine B de Sainte-Fontaine, le *Pecopteridium DeFrancei*, plante caractéristique de la zone de Forbach. Dans la veine B de Sainte-Fontaine, deux autres plantes, plus rares, mais qui par leurs affinités appartiennent déjà au Westphalien D, accompagnent

cette espèce : *Odontopteris Barroisi* et *Pecopteridium Cuveletti* P. B. Des faits comparables n'ont pas été observés en territoire sarrois.

Enfin il n'est pas sans intérêt de constater que, pour les seules fougères et ptéridospermées, plus d'une dizaine d'espèces citées sont communes à l'assise de Sulzbach et à l'assise de Bruay du Bassin houiller du Nord à laquelle nous assimilons ces couches. Ce sont en particulier : *Neur. tenuifolia*, *Neur. Scheuchzeri*, *Sphen. Sauveuri* (moins fréquent toutefois dans les couches de Bruay), *Palmatopt. geniculata*, *Ren. chaerophylloides*, *Olig. Brongniarti*, *Dipl. Coemansi*, *Rhod. cf. acutiloba*, *Hym. quadridactylites*, *Ovopt. carolensis*.

La faune de l'assise de Sulzbach se compose principalement des formes d'arthropodes continentaux que l'on rencontre dans les couches à plantes du Westphalien. A part le niveau de schistes bitumineux à ostracodes (*Carbonia fabulina*) que nous avons signalé, les représentants de la faune lacustre sont extrêmement rares et les lamellibranches d'eau douce sont encore inconnus.

Nous résumerons ci-dessous les observations de M. G. Waterlot :

Citons d'abord les *Arthropleura*, dont les débris, abondants dans cette assise, se trouvent disséminés dans les schistes de toit à végétaux : surtout *A. armata* Jordan, qui s'élève depuis l'assise de Sulzbach jusque dans toute l'assise de la Houve ; par contre les espèces plus rares. *A. robusta*, *A. Pruvosti* Waterl., semblent localisées au sommet des Gras.

Dans l'assise de Sulzbach on connaît aussi un arachnide (*Anthracophrynus tuberculatus* André). Ajoutons que l'annelide *Spirorbis pusillus* Martin s'y rencontre, mais très rarement, fixée sur les feuilles ; et aussi des pontes de poissons : *Palaeoxyris helicteroides* Morris et *Fayolia ornata* Goldenberg, également en association avec les plantes.

Ce sont les insectes qui forment la masse la plus riche de ce monde organique. D'après la révision qu'en a faite M. G. Waterlot, les Palaeodictyoptères dominant, surtout à la partie supérieure de l'assise de Sulzbach : ils se répartissent dans les genres : *Goldenbergia*, *Polioptenus*, *Anagestes*, *Eumecoptera*, *Dictyoneura*, *Stilbocrocis*, *Merlebachia*, *Orthocosta*, avec *Kliveria* (Mixotermite) et *Thoromysis* (Protorthoptère). Quelques Blattes, plus rares, appartenant surtout aux genres *Phyloblatta* et *Soomylacris* (genre du Westphalien C du Nord de la France et de l'Angleterre) les accompagnent, soit en tout une trentaine d'espèces différentes d'insectes.

Il est bien difficile de baser des comparaisons stratigraphiques avec d'autres gisements d'après cette faune qui paraît surtout régionale, spéciale au bassin sarro-lorrain. Ce fait, ne comporte que de rares exceptions, parmi lesquelles relevons *C. fabulina*, abondante dans les couches de Bruay du Nord de la France, et la blatte *Soomylacris*, également caractéristique du Westphalien C.

III. — ASSISE DE LA HOUVE

(ou des Charbons flambants)

L'assise de la Houve, ou des " Charbons flambants ", qui forme le sommet du terrain westphalien, d'épaisseur très variable suivant les points, peut atteindre 1.000 mètres en Sarre et le double en Lorraine occidentale.

La densité moyenne en charbon des faisceaux flambants est de 3 à 7 %. En certains points privilégiés (par exemple, le faisceau des Flambants supérieurs, à Merlebach), elle s'élève à 18 %. Ceci nous indique que les couches de houille, dans cette assise, ont, comparativement à l'assise de Sulzbach, tendance à varier rapidement de puissance et que les sédiments houillers y sont moins réguliers. Les veines y sont d'ailleurs groupées en trois faisceaux, séparés par des masses de stériles où les conglomérats sont très fréquents et parfois très épais.

Le charbon flambant a une teneur de 35 à 42 % en matières volatiles, un pouvoir calorifique de 7.500 à 8.000 calories ; sa teneur en carbone total, cendres déduites, oscille entre 81 et 84 % ; le rapport $\frac{O + Az}{H}$, entre 2 et 2,5. Il n'est pas directement cokéfiable, son pouvoir cokéfiant n'est que de 59 à 60 %.

Au point de vue paléontologique, l'assise de la Houve, type du Westphalien D, se signale par la disparition complète du *Neuropteris tenuifolia*, plante des Charbons gras, par l'apparition et la fréquence de *Pecopteridium Derancei* à la base, de *Mixoneura sarana* au sommet, par la présence de *Margaritopteris Coemansi*, *Ovopteris Goldenbergi*, *Pecopteris sarafolia*, *P. longifolia*, par l'apparition vers le haut de *Pecopteris* cyathéoides, d'affinités stéphaniennes : (tels que *P. pectinata*, affine à *P. hemitelioides*, par exemple), associés à *Pecopteris unita*, *P. Pluckeneti*, *P. lamuriana*, *P. polymorpha*, *Odontopteris* cf. *Reichi*, et d'autre part par la présence de nombreux *Mariopteris*, plantes westphaliennes, dont *M. nervosa*, *M. hirsuta*, *M. carnosa*, *M. Leharlei*, *M. rotundata*.

Le *Linopteris neuropteroides* et l'*Alethopteris lonchitifolia-Serli*, espèces répandues dans tout le Westphalien sarro-lorrain, sont naturellement communes dans l'assise de la Houve.

Nous reviendrons plus loin en détail sur cette flore.

D'après la répartition de ces espèces, on peut diviser l'assise de la Houve en trois zones, qui correspondent d'ailleurs à trois faisceaux de veines superposés, séparés par des stériles. Nous les désignons sous les noms suivants, de haut en bas :

3^o *La zone de Faulquemont*, avec le faisceau de Steinbesch ;

2^o *La zone de St-Avold*, avec le faisceau de Laudrefang ;

1^o *La zone de Forbach*, avec le faisceau de Petite-Rosselle.

L'inférieure correspond à ce qu'on appelle communément les " Flambants inférieurs ". La moyenne représente les " Flambants supérieurs ". La supérieure renferme aussi des charbons flambants, plus élevés encore que ceux désignés comme Flambants supérieurs. Nous les décrirons à tour de rôle, en commençant par les dépôts les plus anciens.

A. — Zone de Forbach.

(ou Charbons flambants inférieurs)

1^o STÉRILE DE GEISHECK. — *La zone de Forbach* ou des " Flambants inférieurs ", épaisse d'environ 650 à 800 mètres, est séparée de la 1^{re} veine des Gras par une stampe très généralement stérile (" Flotzarmes Mittel "), dont l'épaisseur, réduite à 175 mètres à Frankenholz, peut atteindre 400 mètres à Steinbach. Ce stérile renferme en réalité quelques veines, situées surtout à sa partie supérieure et désignées en Sarre sous le nom de " Veines de Geisheck ". Trois sont exploitées par exemple au siège Heinitz.

D'après leurs caractères paléontologiques, à Frankenholz le groupe des veines nos 2 et 11 doit être rangé à ce niveau ; à Bexbach les veines 1 à 6 ; les trois veines de Heinitz, ayant respectivement 0 m. 80, 0 m. 90 et 1 m. 25 d'ouverture ; à Jägersfreude (Camphausen) les veines *d*, *c*, *b*, *a* ; à Petite-Rosselle, les veines 15 à 21 du puits Simon, Nouvelle-Veine, du puits St-Joseph ; à Sarre-et-Moselle, une série de passées au mur de la veine n^o 8 de l'Hôpital, situées entre cette veine et les veines A et B de Ste-Fontaine ; tels sont les représentants de cette série pauvre, intermédiaire entre les Gras et les Flambants. Les grès et les conglomérats à galets de quartz y sont abondants et les veines sont clairsemées et peu puissantes, souvent réduites à des passées.

La flore montre l'apparition des espèces caractéristiques de la zone de Forbach. C'est ainsi que le *Pecopteridium DeFrancei* existe au toit de la veine *d* de Jägersfreude, de la veine 10 de Frankenholz, aux environs de Nouvelle Veine à Petite-Rosselle ; il est déjà connu au toit de veine B à Ste-Fontaine, qui fait partie du faisceau gras.

D'après les caractères de la flore, il faut donc incorporer ce groupe pauvre en charbon, de Geisheck, à la zone des Flambants inférieurs.

2^o FAISCEAU DE PETITE-ROSSELLE (ou des *Flambants inférieurs*). — Mais la zone de Forbach est surtout représentée par le faisceau des veines dites “ Flambants inférieurs ”, dont la limite supérieure est le Tonstein I et qui contient vers sa partie inférieure le banc du Tonstein II. C'est le faisceau que nous désignons ici sous le nom de “ Faisceau de Petite-Rosselle ”.

En Sarre, ce faisceau est très réduit à Frankenholz, raviné qu'il est, verrons-nous plus loin, par le Conglomérat de Holz. Il comprend, au puits IV, où il est le plus complet, la veine de 0 m. 65, située à 50 m. sous le Conglomérat et la veine A, distante de 50 mètres de la veine de 0 m. 65 ; la veine A contient en son sein un banc de Tonstein qui représente le Tonstein II, ainsi que nous avons pu l'établir paléontologiquement (1). Au puits n^o 1, au mur de veine A, vient la veine H, puis la veine n^o 1 (2), puis la veine n^o 2 que nous plaçons au sommet des Geisheck. Du conglomérat de Holz à la veine n^o 2, l'ensemble du “ faisceau de Petite-Rosselle ” ne dépasse pas 150 mètres, à Frankenholz. Il est amputé de ses veines les plus élevées, du groupe de Kallenberg, Meter Flötz, en Sarre.

Plus à l'ouest, dans la région de Reden, Itzenplitz, Friedrichsthal, le faisceau de Petite-Rosselle prend plus d'ampleur. Il est complet, non raviné, et couronné par les Flambants supérieurs. Le Tonstein I séparant la zone de Forbach de celle de St-Avold est situé ici entre la veine de 33 pouces et la veine de 130. Le faisceau des Flambants inférieurs comprend à Itzenplitz : veine de 130, veine Kallenberg (= Mötzt de Friedrichsthal = Henri de Petite-Rosselle), veine de 42 pouces, Meterflötz, et la distance entre les Tonstein I et II est de 150 mètres. Sous le Tonstein II, on exploite encore les “ 2^e et 3^e Liegende flötze ” au niveau des veines 5 et 6 des Flambants de Jägersfreude.

Dans la région de Von der Heydt et Jägersfreude, le faisceau comprend sous le Tonstein I : la veine Amelung (en trois sillons), Charlotte, les veines 3 et 4, la veine Tull, la veine de 1 m. 40, le Tonstein II, les veines 5 et 6 des Flambants. Il y a 170 mètres environ entre les Tonstein I et II, et le faisceau de Petite-Rosselle atteint ici 200 mètres de puissance. Le *Pec. Defrancei* est abondant dans toute la série.

(1) Le *P. Defrancei* abonde au toit de veine n^o 2 ; le *Mixoneura sarana* n'apparaît, très rare, qu'au toit de veine de 0 m. 65. Or, on sait qu'il apparaît au niveau de la veine Wohlwert de Petite-Rosselle, au toit d'Amelung en Sarre, c'est-à-dire à une centaine de mètres au-dessus du Tonstein II.

(2) C'est au toit de cette veine qu'un Tonstein a été signalé entre veine 1 et 2. Il s'agit d'un lit de carbonate de fer, d'après nos vérifications.

Enfin notons que, sur la retombée sud de l'anticlinal de Sarrebrück, les Flambants inférieurs ont été recoupés par la bowette sud d'Hirschbach (V^e Etage), en renversés au sud de la Grande faille du Sud. Le Conglomérat de Holz les limite au sud ; et les Flambants supérieurs manquent donc. Cependant c'est la partie supérieure de la zone de Forbach qui se trouve ici, car le *P. Defrancei* y abonde à la distance 1.271 mètres, associé à *Mixoneura sarana*, au voisinage d'un banc de tonstein (à 1.287 mètres) qui pour cette raison doit être assimilé au Tonstein I. Sans doute la zone est-elle étreinte mécaniquement dans cette région renversée, car elle n'a dans cette bowette que 75 mètres de puissance. Elle renferme des veines de houille, dont une à 1.277 mètres serait assimilable à Amelung.

Si nous suivons maintenant l'anticlinal de Sarrebrück en Lorraine (anticlinal Simon), nous retrouvons les Flambants inférieurs sous la ville de Forbach, et c'est la raison pour laquelle nous avons désigné cette série de couches sous le nom de " Zone de Forbach ". Ils sont exploités au puits Simon, sur l'aile nord-ouest du pli, et y renferment, sous le Tonstein I que l'on situe entre veines 1a et 1b ⁽¹⁾, des veines qui sont de haut en bas ; veine 1b, veine n^o 2, veine Henri (8 mètres d'ouverture), veine Wohlwert (Couche de 5 mètres en 2 sillons), veines n^o 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13. Les veines 8 et 9 sont très voisines, distantes de moins d'un mètre, et le Tonstein II des Flambants est situé entre ces deux couches ; plus exactement il forme ordinairement un banc de 0 m. 25, au toit de la veine n^o 9, intercalé dans son charbon. Il renferme, au puits Vuillemin, étage 457, de belles empreintes de fougères. Ce faisceau de Petite-Rosselle a 375 mètres d'épaisseur et la distance entre les deux Tonstein I et II est de 300 mètres.

Notons que dans l'intervalle entre veine 2 et Henri, se développe une zone de conglomérats massifs, épais de 115 mètres, très aquifères (ils alimentent la ville de Forbach en eau potable). Cette zone conglomératique est l'équivalent du conglomérat de Merlebach dont nous parlerons plus loin.

En territoire sarrois, au sud-ouest de la Sarre, la zone de Forbach enveloppe la selle de Clarenthal, entre les failles de la Sarre et de Geislautern, formant l'amorce de l'anticlinal de Merlebach. C'est le gisement de Louisenthal. Le faisceau atteint 350 mètres de puissance et la distance entre les Tonstein I et II est ici de 300 mètres. Il comprend, du toit au mur, le groupe des trois veines Anna, Sophie et Max, Anna étant à 100 mètres sous le Tonstein I ; et plus bas, au voisinage du Tonstein II : la veine Coecilia.

(1) En réalité quelque incertitude règne sur la position du Tonstein I dans la Lorraine orientale. La roche appelée Tonstein I et située entre les veines 1a et 1b, n'est, d'après nos observations, qu'un lit de sidérose, et il se pourrait que ce repère soit inconnu à Petite-Rosselle, comme il l'est à Merlebach. Cependant le sommet de la zone de Forbach est ici bien marqué par l'excellent repère que forme le conglomérat d'Henri (= Conglomérat de Merlebach).

Nous passons, ainsi, en suivant le pli de Merlebach, en territoire lorrain : le faisceau de Petite-Rosselle, sur le flanc sud-est du pli, se poursuit, sous le champ des puits Gargat, Wendel et Vuillemin de Petite-Rosselle, où il est séparé par le synclinal de Marienau du même faisceau exploité au puits Simon. Il s'y présente avec les mêmes caractères généraux qu'au puits Simon.

A Sarre-et-Moselle, sur le même flanc du pli, ces couches sont en dressants renversés dans la région de Merlebach. Le Conglomérat de Merlebach en forme le toit et le faisceau de Petite-Rosselle, assez dense, comprend le groupe des veines numérotées de 0, 1, etc... à 15 ; le groupe 0 et 1 étant assimilable aux veines Henri et Wohlwert de Petite-Rosselle, le groupe 5 et 6 aux veines 8 et 9 de Petite-Rosselle, car le Tonstein II a été reconnu précisément entre les veines 5 et 6 de Merlebach. Il arrive parfois à ce tonstein d'adhérer au charbon de la veine 6 en reposant directement sur elle, comme c'est le cas pour la veine n° 9 de Petite-Rosselle. Les veines 10 à 15 seraient les équivalents des veines de Geisheck. Dans l'ensemble du faisceau, les stériles sont faits surtout de grès et de conglomérats qui dominent sur les schistes. L'épaisseur de la zone de Forbach, comptée depuis la base du conglomérat de Merlebach, mesure 425 mètres dans cette région, où elle est en dressants.

Sur le versant nord-ouest de l'anticlinal, où les couches sont plus plates, le faisceau de Petite-Rosselle passe dans le champ de la fosse l'Hôpital (puits II) de Sarre-et-Moselle. Le Conglomérat de Merlebach y est réduit à un banc de 25 mètres, au toit duquel le Tonstein I a été signalé. La présence du tonstein a été vérifiée par M. E. Siviard, en Juillet 1935. Il se trouve à 40 m. environ au-dessus de la veine n° 2 (puits II). Les veines du puits II sont numérotées de haut en bas de 1 à 8, elles sont plus minces, plus clairsemées qu'à Merlebach. Le Tonstein II a été reconnu par nous, en Janvier 1924, à l'étage 451, à 5 mètres au toit de veine n° 7. Il y forme un banc de 0 m. 20 de tonstein blanc, grenu, inséré au sein d'une passée de charbon. Sous la veine n° 8, vient une formation stérile, de près de 400 m., composée de schistes, grès et passées de charbon qui correspond au stérile de Geisheck et repose sur la veine A de Ste-Fontaine. Au total la zone de Forbach atteint ici une épaisseur qui dépasserait 750 mètres.

A partir des exploitations de Sarre-et-Moselle vers le sud-ouest, les Flambants inférieurs ne sont plus connus que par sondages et nous citerons seulement ceux où leur présence a pu être établie paléontologiquement.

1° Dans le voisinage immédiat de St-Avold, le *sondage de Dourdal 3* (n° 109 du Répertoire Siviard) exécuté en 1907, a rencontré un terrain rubéfié à sa tête sur une quarantaine de mètres, avec un conglomérat épais de 50 m. entre 850 et 904 m. de profondeur. Cette partie avait été attribuée à l'Ottweiler, mais il s'agit en réalité

de couches plus anciennes, car l'étude des échantillons conservés à l'Institut des Sciences Géologiques de Strasbourg a révélé à M. P. Bertrand la flore des Flambants inférieurs. Ils ont été recoupés par le sondage sur trois cents mètres, et sont, en ce point, pauvres en charbon.

De même, le sondage de Moulin-Neuf I (n° 111 du Répertoire Siviard), d'après la révision des carottes faite par M. Bertrand, a pénétré dans la même zone à *P. Derancei*.

2° Plus à l'ouest le *sondage de Stocken*, exécuté en 1930, s'est arrêté, à la profondeur de 1.516 mètres, à la tête de la zone de Forbach qu'il n'a pas explorée.

3° Enfin, parmi les sondages de la région de Pont-à-Mousson, le *sondage de Lesmenil* a atteint la même zone, sous le Trias, à la cote —558. Le *P. Derancei* y a été reconnu par R. Zeiller entre les profondeurs 800 m. et 1.100 m., c'est-à-dire à la tête de ce terrain houiller, qui a été exploré sur 750 mètres. Ici également le faisceau de Petite-Rosselle paraît pauvre.

Le *sondage de Martincourt*, qui a atteint les Flambants, semble avoir traversé l'intervalle entre les zones de St-Avold et de Forbach, mais le fait est mal établi par les fossiles.

D'une façon générale, on peut admettre que la zone de Forbach, qui atteint son maximum de richesse dans la Lorraine orientale, à Petite-Rosselle, diminue d'épaisseur vers le nord-est, en Sarre, où elle contient cependant toujours un faisceau de veines bien régulières et exploitables. Elle augmente au contraire de puissance en Lorraine occidentale, mais semble s'y appauvrir en charbon.

3° CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES DE LA ZONE DE FORBACH. — La flore de la zone de Forbach est caractérisée par l'espèce-guide *Pecopteridium Derancei*, fréquente à travers toute la zone. Cette plante apparaît, avons-nous vu, dès le stérile de Geisheck, et on la connaît déjà au toit de la veine B de Sainte-Fontaine, au niveau de Nouvelle-Veine de Petite-Rosselle. Le niveau le plus élevé où elle ait été observée (dans les sondages de Faulquemont) est à quelques mètres au-dessus du Tonstein I.

A cette espèce dominante, s'ajoutent d'après les révisions récentes de M. P. Bertrand : *Margaritopteris Coemansi* Andrae et *Ovopteris Goldenbergi* Andrae (qui persisteront sur 200 m. au-dessus du Tonstein I, dans la zone de St-Avold), *Zeilleria Damesi* Stur, *Z. Kayi* Arber, *Z. avoldensis* Stur (ces deux dernières espèces se trouvant plutôt vers le bas de la zone, dans le stérile de Geisheck), *Renaultia integralis* P. B. (= ? *R. rutaefolia* Gutb.), *Diplotmema spinosum* G. Schmitz, *D. palmatum* Schimp., *Sphenopteris spinosa* Goepp.

D'après les recherches de M. P. Corsin, on peut ajouter à ces espèces, un certain nombre de *Mariopteris*, également caractéristiques des Flambants inférieurs : *Mariopteris hirsuta* Corsin, *Mariopteris rotundata* Huth, *Mariopteris carnosus* Corsin, *Mariopteris Leharlei* Corsin.

Un caractère négatif est fourni par la disparition totale des deux espèces des Gras : *Neuropteris tenuifolia* et *Sphenopteris Sauveuri*.

Mariopteris Guillaumei Corsin, *Mar. nervosa* Brong., espèces déjà fréquentes dans l'assise de Sulzbach, survivent dans les Flambants inférieurs et sont encore plus abondantes. Le *Neuropteris Scheuchzeri* Hoffmann semble disparu du bassin.

A la partie supérieure de zone, on voit apparaître des espèces qui deviendront très abondantes dans les Flambants supérieurs. Citons : *Mixoneura sarana* P. B., qui apparaît au toit de veine Wohlwert et de veine Amelung, mais se trouve dans cette zone d'une manière sporadique. Par contre *Pecopteris saraefolia-Rohli*, et *P. longifolia* Brongn., sont déjà fréquents dans la moitié supérieure de la zone de Forbach (à partir de la veine 10 de Merlebach).

Ajoutons, pour finir, que les espèces, communes à tout l'étage de Sarrebrück, *Alethopteris lonchitifolia-Serli*, *Alethopteris Friedeli* et *Linopteris neuropteroides* sont toujours très fréquentes à ce niveau.

Pour ce qui concerne la faune, dont M. G. Waterlot a effectué la révision, notons que les formations de schistes bitumineux à ostracodes sont, à ce niveau, inconnues, que l'on a signalé une seule espèce de lamellibranche limnique, particulière au Westphalien D, l'*Anthracomya Weissi* Geinitz, au toit de la veine de 49-pouces de Friedrichsthal, où elle est d'ailleurs très rare. Le *Spirorbis pusillus* a été observé à Jägersfreude sur une pinnule de *P. Derancei*, et un *Eurypterus* indéterminé a été trouvé dans le tunnel de Bildstock (Friedrichsthal).

L'*Arthropleura armata*, fréquent dans les Gras, est toujours abondant dans la zone de Forbach. C'est une espèce banale dans les assises de la Houve et de Sulzbach.

Le monde des insectes fournit de plus intéressantes indications. Les genres *Polioptenus* et *Dictyoneura*, parmi les Paleodictyoptères, déjà fréquents dans les Gras, subsistent dans toute la zone de Forbach, tandis que *Saarlandia*, *Dictyoneurula*, *Sagenoptera*, *Cleffia*, semblent caractéristiques des Flambants inférieurs, avec le Protorthoptère : *Prototettix* et les blattes : *Platyblatta* et *Etoblattina*.

Notons, enfin, que deux espèces d'arachnides, formes assez rares dans la faune houillère de la Sarre, ont été trouvées dans la zone de Forbach : *Anthrocosiro elongatus* Waterlot et *Opiliotarbus Kliveri* Waterlot, de même que deux *Eurypterus* (*E. raniceps* Golden. et *E. granosus* Jordan).

Cette faune continentale est trop régionale pour fournir de sérieux éléments de comparaison stratigraphique avec d'autres bassins.

B. — Zone de Saint-Avold.

(ou Charbons flambants supérieurs)

La zone de St-Avold correspond à la partie des dépôts westphaliens les plus élevés du territoire de la Sarre, que l'on y désigne sous le nom de " Charbons Flambants supérieurs ". Elle comprend un important faisceau de couches qui est appelé dans ce mémoire " Faisceau de Laudrefang ", à cause du sondage lorrain de ce nom (sondage 312), qui l'a exploré dans sa totalité, et a permis d'en fixer la position sous le " faisceau de Steinbesch ".

L'épaisseur de la zone de Saint-Avold est variable pour deux raisons. Elle peut être en effet, incomplète, même là où le terrain stéphanien repose sur elle, par suite d'une érosion antéstéphanienne. Là où elle est complète en apparence, son épaisseur varie en raison de l'épaississement progressif des assises houillères d'est en ouest. Elle oscille entre 500-600 mètres à Reden-Göttelborn, et 700-800 mètres à Hostenbach et en Lorraine. Les conglomérats y sont très fréquents, disséminés dans toute la formation. Ils forment en Lorraine, à sa base, un important stérile de l'ordre de 100 à 200 mètres de puissance : le *Conglomérat de Merlebach*. La limite inférieure de la zone est constituée, soit par le Tonstein I en Sarre, soit par la base du Conglomérat de Merlebach au sein duquel on connaît le Tonstein I en Lorraine centrale (1). Paléontologiquement cette limite se reconnaît aisément parce qu'elle

(1) *Gisements du Tonstein I.* — Le Tonstein I, pris comme limite inférieure de la zone de St-Avold (Flambants supérieurs) semble, avons-nous vu, n'être pas présent dans toutes les coupes qui ont traversé cette limite. Nous avons fait une enquête spéciale à ce sujet et M. René Chandèsris, Directeur technique des Mines domaniales françaises, a bien voulu organiser les recherches en territoire sarrois. Voici le résumé de ses observations :

Absent à Frankenholz par abrasion du faisceau le renfermant, inconnu dans le sondage de Wiebelskirchen, où ce faisceau a été traversé, le Tonstein I a été effectivement reconnu, en allant d'est en ouest, aux emplacements suivants, et (sauf pour les points nos 5, 7, 9 et 12) nous possédons les échantillons de toutes ces localités :

1° Dans la tranchée de chemin de fer de Schleifmühle, à la cote + 220 et à environ 700 m. au Nord de la gare du même nom. Épaisseur 0 m. 20.

2° Dans le puits de retour d'air Pasteur (Inspection III), foncé en 1923, à la cote + 141. Épaisseur 0 m. 18.

3° Dans le Burbach-Stollen, à la cote + 235 et à environ 400 m. à l'ouest du puits Steinbach (Inspection III). Épaisseur 0 m. 30.

4° Dans les deux puits du siège Amelung (Inspection III), à la cote — 35. Épaisseur 0 m. 30.

5° Dans le sondage de Josepha (n° 14), foré en 1889 par l'Administration prussienne, près du puits du même nom (Inspection II), à la cote — 345. Épaisseur 0 m. 40 (c'est le maximum d'épaisseur observé en Sarre).

6° Dans le puits Davy (Inspection II), à la cote + 160. Épaisseur 0 m. 18.

7° Dans le sondage de l'Alsbach n° 13 (Inspection II), exécuté en 1897, à la cote — 213. Pas d'indication sur l'épaisseur.

8° Dans le puits Rudolf (Inspection II), à la cote — 74. Épaisseur 0 m. 10. Ainsi qu'à la bowette du Ve Étage de ce siège, à 90 m. au N. du puits. Épaisseur 0 m. 15.

9° Dans le sondage de Ludweiler n° 18 (Inspection XII), à la cote — 350, en deux bancs de 0 m. 15. Ce sondage a été exécuté au sud du village du même nom par l'Administration prussienne en 1897.

10° Au sud de l'anticlinal de Sarrebrück, dans la bowette S. d'Hirschbach (Ve Étage), à la distance 1.287 m.

correspond à l'époque où le *P. DeFrancei* disparaît et où le *Mixoneura sarana* commence à envahir les sédiments fossilifères.

Quant à la limite supérieure de la zone, là où elle est complète, c'est-à-dire en Lorraine dans la région de Faulquemont, elle est formée par le " *Stérile de Tritteling* ".

1° LES FLAMBANTS SUPÉRIEURS EN TERRITOIRE SARROIS. — La zone fait entièrement défaut à Frankenholz, à l'extrémité orientale de l'anticlinal de Sarrebrück, où le Conglomérat de Holz repose sur la zone de Forbach.

Elle commence à apparaître, réduite à sa partie inférieure, dans la région de Wiebelskirchen où des sondages (Wiebelskirchen nos 2 et 3) l'ont recoupée sur 250 m., sous le Conglomérat de Holz.

Dans la région de Reden-Heiligenwald (siège d'Itzenplitz), elle se développe sur une puissance normale de 500 mètres et renferme un faisceau de veines exploitables, appelées du toit au mur : Colonie nos 1 et 2, 45-pouces, Landsweiler, Grubenwald, Alexander, Sophie, Jacob, 46-pouces, Léopold ; sous celle-ci vient un conglomérat de 35 mètres, puis une zone plus pauvre avec des veines de 38, 35, 37 et 33 pouces. Les conglomérats sont de nature hétérogène : à côté des galets de quartz filonien dominants, on rencontre des galets plus rares de grès, de quartzites lustrés, de phtanites, de psammites, ainsi qu'on peut l'observer, au jour, dans la tranchée du chemin de fer au sud de la fosse d'Itzenplitz.

Plus à l'est, à Götzelborn, la série est très semblable, mais les veines portent des noms différents : Eilert (= Colonie), 80 cm, 55 cm, 65 cm, Kohlbach, Beust (= Alexandre), Élisabeth, et la partie inférieure de la zone est stérile.

A Püttlingen (siège Victoria), les veines s'appellent, du haut en bas : Aspen, Meter-Flötz (= Eilert), Heinrich, Carl, Maria, Traugott, Wilhelm, Beust, Constanz et Josepha et la moitié inférieure de la zone est également stérile.

Aspen est la veine la plus élevée des Couches de Sarrebrück en Sarre : son toit est riche en *Mixoneura sarana*, associé à *Mixoneura Deflinei*, *Odontopteris Reichi*,

12° A Carling, fosse l'Hôpital, à 40 m. au toit de veine n° 2.

13° Dans le sondage de Laudrefang, au sein du Conglomérat de Merlebach (à la cote — 746), à 1.100 m. et 1.105 m. de profondeur. Tonstein en 2 bancs de 0 m. 25 d'épaisseur.

14° Dans le sondage de Stocken, à 1.237 m. (cote — 935). Tonstein en 2 bancs.

D'après ces observations, les limites de l'extension certaine du Tonstein I, sont, à l'est le méridien de Sarrebrück, à l'ouest le méridien de Faulquemont.

Il existe une région, entre ces limites, celle de Petite-Rosselle et de Merlebach, sur la retombée sud-est de l'anticlinal de Merlebach, où le Tonstein I est inconnu jusqu'à présent dans le conglomérat de Merlebach. Le Tonstein I se divise en deux bancs en Lorraine à partir du Warndtwald vers le sud-ouest.

D'après tous les échantillons que nous en avons vu, le Tonstein I est un tonstein typique, pur, peu carbonaté, pauvre en fer, ordinairement compact, très fin, rarement grenu, souvent riche en débris de plantes.

Pecopteridium Armasi, etc.... Les *Pecopteris* cyathéoides, stéphaniens, apparaissent dans ces veines de la tête de la zone de St-Avold, où *Pecopteridium Devillei* P. B. est également très commun.

Enfin à Hostenbach, le même faisceau comprend, sous le conglomérat de Holz, les veines 1 et 2, Heinrich, Carl (= Emil de Geislautern), Pulverrauch, mais il s'y présente déjà moins riche et moins dense. Les conglomérats sont toujours fréquents et dans la tranchée du chemin de fer au N. E. de la station de Geislautern, on voit qu'ils forment des lentilles dans les grès, et renferment des galets divers de quartz, grès, psammites.

Le sondage de Differten, exécuté par les Mines Domaniales françaises, en 1922, dans la Vallée de la Bist, est situé entre les gisements d'Hostenbach et ceux de la Houve. Il a recoupé, sous le Trias, sous les couches stéphaniennes de l'assise de Sarrelouis, et sous le conglomérat de Holz (reconnu entre 412 et 417 m. de prof.), le faisceau des Flambants supérieurs, bien caractérisé par sa flore, richement représentée, étudiée par M. P. Bertrand. Il a été exploré sur 580 mètres d'épaisseur (jusqu'à 1.000 m. de prof.) et s'est révélé dépourvu de couches exploitables, sauf une passée recoupée à 678 m. Ceci souligne bien le caractère irrégulier des veines de houille dans la zone de St-Avold.

2° LA ZONE DE ST-AVOLD EN LORRAINE. — En territoire lorrain, la partie inférieure de la zone des Flambants supérieurs est stérile, comme en Sarre, mais cette masse stérile est ordinairement représentée par un dépôt de conglomérat, le *Conglomérat de Merlebach*, que traversent les puits Vouters et Reumaux, de Sarre-et-Moselle, Simon, de Petite-Rosselle (Conglomérat d'Henri). Le Tonstein I est inconnu dans ces régions, mais nous avons dit que, pour des raisons paléontologiques, le Conglomérat doit être placé au niveau de ce Tonstein, et le fait a été confirmé dans la région de Faulquemont, où les sondages de Laudrefang et de Stocken ont recoupé un tonstein dans la masse même du Conglomérat de Merlebach.

Le *Conglomérat de Merlebach* est épais de 250 mètres à Merlebach. Il admet en sa partie moyenne une petite passée de charbon. Il renferme, cimentés par un grès arkosique, des galets assez bien calibrés et arrondis, parmi lesquels ceux de quartz dominant. Mais nous avons fréquemment observé (puits Vouters et puits Reumaux) des galets, plus rares, de phtanites noirs à radiolaires, de quartzite, et de *roches cristallines* : feldspaths orthoclases, granites, aplites des granulites, leptynites). Cet apport d'éléments étrangers au bassin, d'origine probablement lointaine, peut-être vosgienne, est un caractère que nous retrouverons en Lorraine dans tous les conglomérats du westphalien supérieur, à partir de celui-ci, c'est-à-dire dans les zones de St-Avold et de Faulquemont.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

Le Conglomérat de Merlebach, que l'on retrouve, avons-nous vu, au toit de Veine Henri de Petite-Rosselle, n'y a plus qu'une centaine de mètres de puissance. Il est connu, verrons-nous plus loin, au sud-ouest dans la région de Faulquemont, mais vers le nord-ouest sur le flanc nord de l'anticlinal de Merlebach, à la fosse de l'Hôpital, il n'est plus guère représenté que par un banc de quelque 25 mètres, au voisinage du Tonstein I.

Le *faisceau des Flambants supérieurs* à Petite-Rosselle, exploité principalement aux puits Simon, Gargan, Vuillemin et Wendel, comprend, au-dessus du Conglomérat d'Henri, en allant de bas en haut : les veines 2, 1b, 1a, Robert, A, B, C, etc..., G.). Le Tonstein I a été signalé entre les veines 1b et 1a, mais nous avons déjà dit que nous n'avons pu le confirmer. La bowette sud du puits Vuillemin a exploré tout le faisceau, entre le conglomérat d'Henri et le Conglomérat de Holz ; sa puissance atteint près de 600 mètres et un beau groupe d'une douzaine de veines supérieures à la veine G a été reconnu à la tête du faisceau jusqu'immédiatement sous le conglomérat de Holz.

A Merlebach, les flambants supérieurs sont formés, de la base au sommet, par le groupe des veines en dressant : Anna, Bertha, Cécilie, Dora, Erna, Frieda, Georgette, Henriette, Irma, Julie, Jacqueline, faisceau célèbre par sa densité. Entre la tête du Conglomérat de Merlebach et un stérile conglomératique (épais de 200 mètres) qui coiffe la veine Jacqueline, s'étend une série schisteuse, épaisse de 300 mètres, renfermant les veines ci-dessus nommées, et l'épaisseur totalisée du charbon y atteint près du cinquième de l'épaisseur totale (fig. 7). La veine Erna, en 3 sillons, a 12 mètres d'ouverture, Frieda, en 4 sillons, 22 mètres. Richesse extraordinaire de la zone de Faulquemont à Merlebach, pauvreté excessive de cette même zone dans le sondage de Differten, distant de 10 kilomètres, mais sur l'autre flanc du pli de Merlebach : voilà deux observations

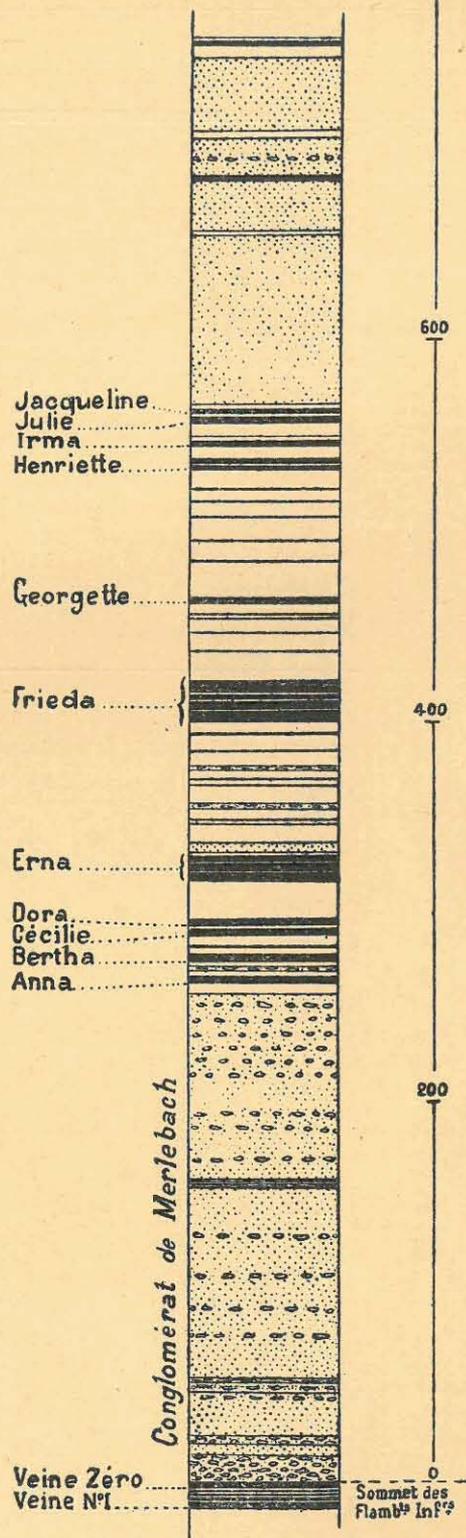


FIG. 7. — Les Flambants supérieurs (faisceau de Lauferfang), dans la région des dressants de Merlebach.

Coupe stratigraphique normale (Le sablé indique les grès ; les galets, les poudingues ; le blanc, les schistes ; le noir, le charbon).

qui indiquent combien le faisceau des Flambants supérieurs est irrégulier.

D'ailleurs à Carling (fosses III, VI et VIII, de Sarre-et-Moselle), où passe le même faisceau sur le flanc nord-ouest de l'anticlinal de Merlebach, et où la pente des couches est très faible, la même zone, reconnue sur 600 mètres d'épaisseur, renferme des veines relativement peu épaisses, nombreuses et disséminées. Du toit au mur (voir Pl. III, colonne 9), elles sont désignées sous les lettres de l'alphabet de T à B, puis par des chiffres de 1a à 10a et le faisceau est surtout riche à sa partie supérieure, les 200 mètres inférieurs (au mur de la veine 5a) ne renfermant plus que 5 petites veines. Cette composition du faisceau est comparable à celle que nous avons signalée en Sarre, entre Göttelborn et Hostenbach.

A la Houve, c'est la tête du faisceau qui est exploitée. Comme à Carling et à Petite-Rosselle, elle est riche en charbon dès immédiatement sous le Conglomérat de Holz. Les veines sont, à partir du haut, appelées : Théodore (4 à 6 m. d'ouverture), Henri, Albert, Marie (ouverture 1 m. 35), Pierre, Jules, Hilfe et Georges, puis vient un banc de 40 mètres de conglomérat, en dessous duquel se trouvent les veines : Charles, Fritz et François (ouverture 1 m. 10). Toute cette série productive mesure 370 mètres d'épaisseur. Sous la veine François, on a reconnu encore 300 mètres de terrain, pauvre en charbon (veinules ou passées) et cette coupe rappelle aussi la composition de la zone des Flambants supérieurs à Carling et dans la Sarre.

En somme, on peut résumer ce qui précède en disant que la zone des Flambants supérieurs en Sarre et en Lorraine orientale, épaisse de 500 à 800 mètres, se subdivise en deux parties à peu près égales, l'inférieure pauvre, et la supérieure riche en charbon. Le stérile inférieur est parfois représenté par une masse de conglomérat (conglomérat de Merlebach). En ce cas (Merlebach-Petite-Rosselle) de belles veines apparaissent immédiatement au toit du conglomérat. Riche en conglomérats sur toute son épaisseur, très irrégulière dans l'ouverture de ses veines, tels sont les deux caractères de la zone qui, suivant les points, présente le maximum ou le minimum de la densité en charbon reconnue dans l'étage de Sarrebrück.

Dans la région de Faulquemont, la zone de St-Avold a été bien explorée par les sondages, et à l'heure actuelle les deux puits en creusement de St-Avold et de Faulquemont sont destinés à la mettre en valeur. De nombreux sondages (plus d'une centaine), effectués pendant la période d'occupation allemande et après la restitution de la Lorraine, ont atteint cette zone. Nous n'en ferons pas la liste, qui a été répertoriée par MM. Langrogne et Bergerat (1920) et par M. Siviard et nous n'analyserons ici que ceux qui ont pu être étudiés géologiquement et paléontologiquement par MM. G. Friedel et P. Bertrand, et dont l'attribution à la zone de St-Avold peut être considérée comme établie.

Parmi les sondages antérieurs à 1914, dont les échantillons ont pu être revus, citons dans les concessions de St-Avold et de Tetting, les trois sondages de Folschwiller (n^{os} 115, 117 et 121) où le faisceau de Laudrefang a été identifié par sa flore. Dans la région de Boulay, le sondage n^o 32 a reconnu le même faisceau. De tous les autres il est impossible de préciser quel niveau des Flambants ils ont atteint. Parmi les sondages récents, ceux de Laudrefang (312), Stocken, Tritteling, Steinbesch (311), Longeville et Pontpierre (314) ont pénétré dans la zone de St-Avold. Seuls les deux premiers l'ont explorée dans toute son épaisseur, les autres l'ayant atteinte sous la zone de Faulquemont.

Le sondage de *Laudrefang* (Quatre-Vents) exécuté en 1923-24 (voir fig. 8, p. 73), est entré à la cote — 142 (496 m. de profondeur) dans un terrain houiller formé d'une série schisteuse comprenant de nombreuses veines de houille, et de rares bancs de grès blanc à points noirs. En voici la structure résumée : de 496 m. à 580 m., un premier groupe d'une dizaine de couches (couches n^{os} 1 à 10) régulièrement espacées, dont l'ouverture dépasse souvent 1 mètre, puis après un intervalle schisteux, moins riche, de 70 mètres, un nouveau train de 8 couches (couches n^{os} 11 à 18) de la profondeur 647 m. à la profondeur 740 m., ensuite un nouvel intervalle de 70 mètres pauvre en charbon et de 810 m. à 952 m. une dernière série avec veines de houille plus minces et plus clairsemées (couches n^{os} 19 à 21).

Enfin, on entre à 952 m. dans un conglomérat qui s'étend de 952 m. à 1.182 m. 50, épais de 230 m. au moins, dans lequel, outre quelques passées de charbon, on trouve à 1.100 m. et 1.105 m. un tonstein en 2 bancs de 25 cm., le supérieur grenu, l'inférieur compact.

La flore, étudiée par M. P. Bertrand, est très riche et a permis de fixer l'âge de la série ; c'est la flore à *Mixoneura sarana* de la zone de St-Avold (Flambants supérieurs) ; à 1.091 m. 50, c'est-à-dire à 15 mètres au-dessus du tonstein, se trouve le *P. Dejrancei* de la zone de Forbach. Il est ainsi bien démontré paléontologiquement : 1^o que le tonstein est bien le Tonstein I des Flambants, inconnu à Merlebach et Petite-Rosselle, retrouvé dans la région de la Nied ; 2^o que le conglomérat de 952 m. à 1.182 m. 50 est le conglomérat de Merlebach, renfermant ici en son sein le Tonstein I ; 3^o que le " faisceau de Laudrefang ", si dense dans la coupe du sondage, est bien l'équivalent des Flambants supérieurs de la Sarre. Il mesure ici 475 mètres pour la série schisteuse riche en charbon, 600 mètres en prenant pour sa base le Tonstein I et en y incorporant la masse supérieure du Conglomérat de Merlebach.

C'est cette précision fournie par la coupe de ce sondage qui nous a conduit à désigner les Flambants supérieurs sous le nom de " Faisceau de Laudrefang ".

Le sondage de *Stocken*, exécuté en 1930 (fig. 8.) a trouvé le terrain houiller à la

cote — 78 (profondeur 380 m.). Sous un stérile de plus de 200 mètres que nous décrirons plus loin sous le nom de “ *Conglomérat de Tritteling* ”, il a recoupé le faisceau de Laudrefang sur toute son épaisseur de 599 m., à 1.108 m., soit la même série schisteuse épaisse ici de 500 mètres, riche en charbon. La flore, étudiée par M. Bertrand, est toujours la riche flore à *Mixoneura sarana* de la zone de St-Avold. La 1^{re} couche est située à 612 mètres.

A la tête du faisceau se trouve sous cette couche, de 635 à 654 m., une masse de grès arkosique, argileux, grossier, blanc, à points noirs, dont les points noirs sont des grumeaux de schiste, que nous appellerons “ grès de Stocken ” et qui se retrouve, grâce à son aspect caractéristique, dans la même position en d'autres sondages. Le même grès à points noirs en bancs plus minces, s'observe ici dans toute la série schisteuse productive de Laudrefang, comme à Laudrefang d'ailleurs.

Sous le faisceau de Laudrefang, de 1.108 m. à 1.500 m., le sondage a recoupé 400 mètres d'un conglomérat qui contient, à 1.237 m. (— 935), un tonstein en deux bancs. On y reconnaît le Tonstein I du sondage de Laudrefang. Le sondage s'est arrêté à la tête des Flambants inférieurs.

La zone de St-Avold, de la base du Conglomérat de Tritteling au Tonstein I, mesure ici 600 mètres, comme à Laudrefang.

Notons que le sondage de *Steinbesch*, exécuté en 1924-1926 (N° 311 du répertoire Siviard), a pénétré de 916 m. (—546) à 1.150 m. dans la tête du faisceau de Laudrefang ; que celui de *Tritteling* (1930) (fig. 8) l'a atteinte de 950 m. (—595) à 1.246 mètres également sous le conglomérat de Tritteling, et qu'ils ont recoupé tous deux à la tête du faisceau de Laudrefang le même grès à points noirs qu'à Stocken. La “ couche n° 5 ” rencontrée à 959 m. dans le sondage de Tritteling, est l'équivalent de la couche 9-10, rencontrée à 923 m. dans le sondage de Steinbesch. C'est la veine la plus élevée du faisceau de Laudrefang. Enfin les sondages de *Longeville* (N° 310) et de *Pontpierre* (N° 314 ; voir fig. 8) dont nous parlerons plus loin en détail, se sont arrêtés respectivement, le premier entre 1.005 m. et 1.100 m., le second entre 1.080 et 1.250 m. à la tête du même faisceau de Laudrefang.

En Lorraine occidentale (voir planche I), le sondage du *Château de Dombasle* (1) (N° 236) des Sociétés lorraines de Charbonnages réunies, d'après l'étude paléobotanique qu'en fit R. Zeiller, a rencontré de 893 m. à 1.204 m. le faisceau de Laudrefang. Celui de *Grenney* (n° 240) (de la même Société) paraît avoir touché de 995 à 1.150 m., un terrain houiller qui doit être au niveau du Conglomérat de

(1) Dans la carte générale du Bassin sarro-lorrain que j'ai publiée en 1928 (P. Pruvost, *Rev. Univers. des Mines*, sér. 7, t. XVII, n° 2, fig. 7, p. 79), l'emplacement du sondage de Dombasle a été à tort indiqué entre Nancy et Lunéville. Je remercie mon collègue le Prof. Joly, de la Faculté des Sciences de Nancy, qui a bien voulu aussitôt me signaler cette erreur.

Merlebach, à en juger par la flore, et par la présence à 1.135-1.147 m. d'un tonstein en 3 bancs qui représente probablement le Tonstein I. Il en est peut-être de même du sondage de Jezainville (n° 244), quoique avec moins d'évidence.

3° CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES DE LA ZONE DE SAINT-AVOLD. — M. P. Bertrand, à plusieurs reprises, a insisté sur la flore très particulière de ce faisceau des Flambants supérieurs. Nous en résumerons les caractères, d'après ses études :

Extraordinaire abondance du *Mixoneura sarana*, qui se rencontre à tous les niveaux de l'assise, associé à *Margaritopteris Coemansi*, *Pecopteris saraefolia-Röhli*, *P. longifolia*, *P. micro-Miltoni* P. B. ; *Mixoneura Deftinei* P. B. est plus rare.

Apparition d'espèces stéphanienues ou d'affinités stéphanienues : *Pecopteris unita* Brong., *P. Pluckeneti* Schl. (1), *P. lamuriana* (ou *lamurensiformis*), *Odontopteris Reichi*, *Od. Jeanpauli* P. B., *Od. Peyerimhoffi*, *Pecopteris cyatheoides* (principalement *P. pectinata* P. B.), surtout au sommet de la zone.

Présence de plusieurs *Pecopteridium*, autres que le *P. Defrancei* : *P. Bidoni*, P.B., *P. Jongmansii* P.B. (= *Aleth. rubescens* Stern.), *P. Devillei* P.B., *P. Armasi* Zeiller.

Abondance des *Mariopteris* qui confèrent à cette flore un caractère encore bien westphalien : *M. Leharlei*, *M. hirsuta*, *M. nervosa*, sont des survivants de la zone de Forbach. Les deux premiers franchissent à peine le Tonstein I, mais le troisième persiste dans toute la zone de Saint-Avold.

Les grands *Lepidostrobus* (*L. gallicus-goldenbergi*), *Lepidophyllum missouriense* et *Lepidophloios macrolepidolus* sont ici à leur apogée, mais les Sigillaires cannelées sont en décroissance.

Enfin, ajoutons la présence des espèces banales du Westphalien sarro-lorrain, toujours abondantes : *Alethopteris lonchitifolia-Serli* et *Linopteris neuropteroides* ; *Alethopteris Friedeli* devient moins fréquent.

La faune de la zone de St-Avold, telle qu'elle nous est connue depuis la révision de M. G. Waterlot, est peu variée ; en dehors de l'*Arthropleura armata*, encore fort abondant, à tous les niveaux, connu depuis les charbons gras, citons une petite forme d'*Arthropleura* : *A. cf. Moyseyi* et un insecte : *Hemimylacris ampla* Waterlot, trouvé à 710 m. de profondeur dans le sondage de Stocken. Cette blatte est intéressante, car elle appartient à un genre caractéristique du sommet du Westphalien, et souligne, comme l'*Arthropleura armata*, comme les *Mariopteris*, l'âge encore westphalien de la zone de St-Avold, en dépit du mélange de quelques plantes stéphanienues.

(1) Ces deux premières espèces se montrent dès le Tonstein I.

C. — Zone de Faulquemont.*(ou Faisceau de Steinbesch)*

Cette zone supérieure de l'assise de la Houve n'est actuellement connue qu'en Lorraine centrale, dans la région de la Nied, et seulement d'après les résultats des sondages profonds, mais elle y sera bientôt mise en valeur. Son existence n'est apparue que grâce à l'étude comparative des coupes relevées au voisinage de Faulquemont, ces toutes dernières années.

On s'est alors aperçu que les caractères lithologiques sur lesquels on avait déterminé la présence des couches d'Ottweiler, sous le Trias, dans les sondages lorrains effectués avant 1914, étaient dépourvus de valeur. Les résultats de ces sondages, tels qu'ils sont consignés dans les répertoires, sont sujets à de sérieuses réserves quand ils accusent, simplement d'après des conglomérats et des couches rouges, la présence de l'étage d'Ottweiler. Seul l'argument paléontologique, fourni par la flore ou la faune stéphanienne, peut actuellement apporter la certitude.

On avait pris, en effet, l'habitude, d'abord de rapporter à l'Ottweiler le terrain houiller rouge : or il est démontré depuis longtemps, par les sondages de Sarre et de Lorraine orientale, que la teinte rouge du Trias a pénétré dans le houiller, entraînée par les eaux d'infiltration et que le terrain houiller noir de l'étage de Sarrebrück peut être ainsi complètement rubéfié, sous le Trias, sur une épaisseur qui peut atteindre 100 mètres (1).

La présence d'un conglomérat hétérogène à ciment rouge et à galets de quartz mélangés de quartzites, phtanites et roches cristallines, avait été jusqu'en ces dernières années considérée comme un second caractère lithologique des couches d'Ottweiler. On reconnaissait le conglomérat de Holz, base du Stéphanien, à l'apparition de ces galets exotiques, surtout des gros galets de quartzite du Taunus. Or, en réalité, le conglomérat de Merlebach présente déjà ces caractères, nous l'avons vu, ainsi que tous les conglomérats de l'assise de la Houve en Lorraine. Le contraste dans la nature des galets, qui permet si facilement, en territoire sarrois, de distinguer les conglomérats de l'étage de Sarrebrück du conglomérat de Holz, n'existe plus en Lorraine.

Il peut donc se trouver des couches rouges et des conglomérats à galets hétérogènes dans l'étage de Sarrebrück et ceci conduit à n'invoquer, pour fixer l'âge des dépôts, que le seul argument, en réalité, digne de confiance : celui que fournit la paléontologie, auprès d'une étude géologique détaillée. Ces conditions furent réalisées

(1) Par exemple, au sondage d'Emmersweiler (n° 308 du Répertoire Siviard), la zone de St-Avold est rubéfiée depuis la tête du Houiller (prof. 187) jusqu'à la profondeur 264 m.

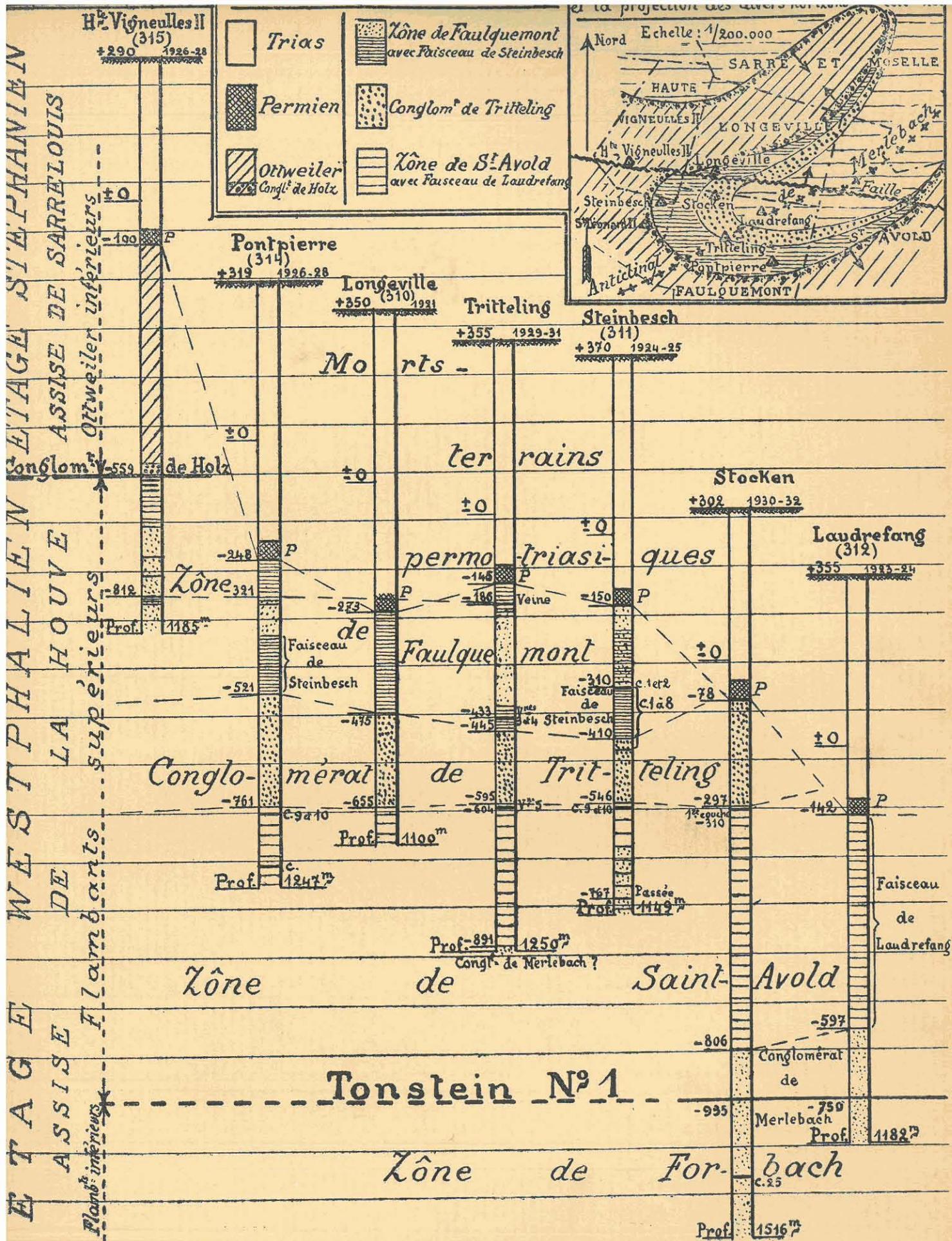


FIG. 8. — Interprétation des sondages de Lorraine. Coupes des sondages rapportées au Tonstein I.

pour les récents sondages exécutés dans la région de St-Avold et de Faulquemont, depuis 1921, et dont la surveillance géologique fut confiée au regretté G. Friedel, tandis que M. P. Bertrand en examinait les fossiles. Grâce à ces deux savants, une documentation importante a pu être consignée, et à côté des résultats de la prospection purement minière, un progrès considérable a été fait dans la connaissance géologique du bassin lorrain.

En comparant les résultats des sondages, M. A. Viaud, Directeur technique des Charbonnages de Faulquemont, était arrivé à dresser une coupe d'ensemble des Flambants supérieurs lorrains, qui révélait un épaissement considérable de l'assise de la Houve dans la région de la Nied ; les observations paléontologiques ont confirmé ces résultats inattendus, qui s'imposèrent à mes conclusions, lorsque j'ai pour ma part abordé l'étude des roches de ces sondages et en particulier des conglomérats, et rapproché leurs coupes géologiques.

Ce sont ces interprétations des sondages récents de la région de Faulquemont, basée sur les rapports de MM. G. Friedel et P. Bertrand, et en accord avec les idées générales de M. Viaud, que je présente dans la figure 8, que M. E. Siviard a bien voulu dresser sur mes indications.

Voici les arguments sur lesquels cette interprétation est fondée ; ils sont de deux ordres : les uns purement géométriques, qui sont les superpositions de zones mises en évidence par les coupes des sondages, reçoivent l'appui des autres, les arguments paléontologiques, fournis par les études de M. Paul Bertrand.

I. — Sur le faisceau de Laudrefang, équivalent des Flambants supérieurs (zone de St-Avold) exploités en Sarre et en Lorraine orientale, repose un stérile de 200 mètres environ, formé de conglomérats ayant les caractères lithologiques du conglomérat de Holz, que nous appellerons *Conglomérat de Tritteling* et sur ce conglomérat une série productive épaisse d'au moins 300 mètres (*Zone de Faulquemont*) renfermant le *faisceau* des couches flambantes de *Steinbesch*. Or cette série qui continue vers le haut, sans hiatus, ni discordance, la zone de St-Avold, est encore *westphalienne* d'après sa flore, mais d'un caractère un peu *plus récent* que la zone de St-Avold, car aux espèces guides de cette zone, se mélange un bon nombre de plantes stéphaniennes.

Le sondage de Steinbesch a fourni la preuve de cette superposition, confirmée par la coupe des sondages voisins de : Tritteling, Pontpierre (n° 314), Longeville (n° 310) et Stocken.

Sondage de Steinbesch (n° 311). Exécuté en 1924-1925, il a atteint, à 516 m. de profondeur (cote — 145), le terrain houiller formé à la tête d'alternances de

conglomérats versicolores, de grès fins ou grossiers, de schistes gréseux, brunâtres, traversés de 516 m. à 679 m. ; puis vient de 679 à 783 m. une série de schistes argileux, gris, charbonneux, admettant encore des grès fins et de conglomérats plus rares à sa partie supérieure, et renfermant 7 couches de houille qui constituent le " *Faisceau de Steinbesch* ". Le charbon est flambant et titre de 37 à 45 % de matières volatiles ; les sept couches ont toutes plus de 1 mètre de puissance, les couches nos 3, 6, et 7, plus de 2 mètres.

M. Paul Bertrand en a étudié la flore ; on y trouve, à côté du *Mixoneura sarana*, très abondant dès 684 m. jusqu'au fond, et d'*Alethopteris lonchitifolia-Serli*, plantes communes dans la zone de St-Avold, des *Pecopteris* nombreux : *P. pectinata* P. B., *P. Pluckeneti*, *P. unita*, qui sont des formes stéphaniennes. Ils sont ici en grande abondance.

Au-dessous, de 783 m. à 916 m., on est entré dans le *Conglomérat de Tritteling*, stérile épais de 140 mètres, formé de grès et de poudingues, ces derniers contenant des galets souvent gros et bien arrondis de quartzite gris, de quartz blanc, de phtanite noir, de phtanites blancs (altérés), de roches kaolonisées blanches, et des grains abondants de feldspath orthose, cimentés par un grès kaolinique grossier. Dans la masse de ce conglomérat se trouve une veine de houille en 4 sillons (couche n° 8) entre les profondeurs 832 et 834 mètres, et dans un lit schisteux à 897 m., on a pu reconnaître *Mixoneura sarana* et *Linopteris neuropteroides*, forme *minor*.

Sous le conglomérat de Tritteling, à partir de 916 m., on entre dans le " faisceau de Laudrefang " (zone de St-Avold), série schisteuse avec grès grossiers à points noirs (grumeaux de schiste) et riche en charbon. Elle contient 8 veines (couches n° 9 à 17) atteignant ou dépassant 2 mètres d'ouverture, qui doivent correspondre au train supérieur des veines de Laudrefang (couches 1 à 10).

On observe de 1.053 à 1.102 mètres des bancs de conglomérats toujours hétérogènes, à galets de quartzite gris, de phtanites à radiolaires, de feldspath rose, de psammites. Le sondage s'est arrêté à la profondeur de 1.149 m., ayant recoupé la zone de St-Avold sur 240 mètres.

M. P. Bertrand a bien reconnu à ce niveau les plantes de la zone de St-Avold : grande abondance du *Mixoneura sarana*, associé à des *Mariopteris*, à *Aleth. lonchitifolia-Serli*, *Sphenophyllum majus*, *Pecopteris* cf. *lamuriana* et au *Pecopteris unita*.

Le sondage de *Tritteling*, exécuté en 1930, offre une coupe très comparable. Il a pénétré dans le houiller à 496 m. (cote — 141) et dans des formations analogues à celles de la tête du sondage de Steinbesch. La zone de Faulquemont y a plus de 300 mètres d'épaisseur. Comme à Steinbesch, les stériles y sont faits principalement de conglomérats et nous avons pu vérifier que les galets de ces poudingues dans la zone de Faulquemont sont de provenances très variées : quartz, quartzite

(souvent énormes), phtanites zonaires à radiolaires, roches porphyriques kaolinisées, feldspaths orthoses, chloritoschistes, psammites, le tout cimenté par un grès grossier arkosique. Il y a des veines à 516 m. et 541 m. et surtout à 788 et 798 m. (couches 3 et 4), représentant le faisceau de Steinbesch, plus pauvre toutefois qu'à Steinbesch. La même flore les accompagne : *Mixoneura sarana*, *Linopteris neuropteroides*, *Pecopteris unita*, *Pecopteris pectinata*, *Sphenophyllum majus*, *S. emarginatum*.

Puis de 800 m. à 950 m., vient la masse du *conglomérat de Tritteling*, épais de 150 m., conglomérat gris, à galets (1 à 4 cm. de diamètre) de quartz, quartzite vert et gris, phtanite noir, feldspaths roses, roches feldspathiques altérées, voire même de granite (observé à 871 et 928 m.).

A 950 m., on entre dans le faisceau de Laudrefang, série de schistes à *Mixoneura*, alternant avec des grès grossiers à points noirs, et riche en charbon. (Couches n° 5 et 6 à la tête : la veine n° 5 (à 962 m.) à 7 m. 10 d'ouverture ; on peut les assimiler aux couches 9 et 10 de Steinbesch). Douze couches ont été recoupées de 950 à 1.246 m. (fond du sondage) avec la flore à *Mixoneura sarana* (sans les *Pecopteris* stéphaniens abondants.)

La coupe du *sondage de Pontpierre* (Mine de Faulquemont, n° 314 du répertoire Siviard) donne une succession identique. Le houiller rencontré à la profondeur 567 m. (cote—248), est une série riche en conglomérats, à galets exotiques semblables à ceux de Tritteling, renfermant 7 couches de houille (la couche n° 3 à 715 m. de profondeur, et la couche n° 7 (à 841 m.) ont respectivement 2 m. 35 et 3 m. 25 d'ouverture). On y reconnaît le faisceau de Steinbesch, dense surtout, comme à Steinbesch, à la partie inférieure de la zone de Faulquemont. La flore à *Mixoneura sarana*, *Linopteris neuropteroides*, *Pecopteris abbreviata*, *Sphenopteris cf. nummularia*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Odontopteris sp.*, etc... est celle des Flambants supérieurs auxquels s'adjoint le *Pecopteris Pluckeneti*, très commun. La zone de Faulquemont a été recoupée ici sur près de 300 mètres.

De 841 m. à 1.080 m. s'étend le Conglomérat de Tritteling, épais de 240 mètres ici, très hétérogène, à gros éléments, de quartz, quartzite gris, phtanites noirs, feldspaths roses, porphyre, roches kaolinisées, schistes micacés verts.

En dessous, commence le faisceau de Laudrefang (Couches n° 9 à 1.080 m. (traversée sur 6 mètres, mais l'inclinaison est forte : 70°), n° 10 à 1.103 m. (traversée sur 3 m. 40), n°s 11 et 12, respectivement à 1.140 m. et 1.144 m.). Le sondage a exploré ce faisceau sur 160 mètres. C'est une série schisteuse, avec grès blancs à points noirs et conglomérats intercalés. La flore recueillie est presque uniquement représentée par le *Mixoneura sarana*, très abondant.

Du *sondage de Longeville* n° 1 (N° 310 du répertoire Siviard) foré en 1921, nous devons donner une interprétation nouvelle, à la lumière des faits précédents.

Entré dans le houiller à 623 m. (cote — 273), il a traversé une zone de schistes et conglomérats à galets hétérogènes, où la présence du *Pecopteris arborescens* avait conduit à rapporter l'ensemble au Stéphanien. En réalité la coupe est la même que dans les sondages précédents : de 623 m. à 825 m., zone de Faulquemont, traversée sur 200 mètres, avec 1 veine en 3 sillons reconnue à 760 m., puis de 825 à 1.005 m., le *Stérile de Tritteling*, formé de conglomérats (primitivement considérés comme Conglomérat de Holz), de schistes et de grès ; enfin, de 1.005 m. à 1.100 m., on est entré dans le faisceau de Laudrefang, riche en charbon, mais en veinules minces (13 couches recoupées), avec *Mixoneura sarana* abondant, *Ovopteris Goldenbergi* et *Margaritopteris Coemansi*.

Le sondage de Stocken ⁽¹⁾, à sa tête, de 380 à 599 m. de profondeur, a traversé le *stérile de Tritteling* épais de 200 m. avec 3 masses de conglomérats hétérogènes, à galets de granite et de pegmatite et reposant sur le faisceau de Laudrefang, dont nous avons parlé plus haut. Entre les bancs de conglomérat, à 476 m., 488 m. et 532 m., la présence de *Mariopteris nervosa*, confirme l'âge westphalien du stérile de Tritteling, qui par son aspect lithologique ne se différencie pourtant pas du Conglomérat de Holz.

Enfin, les sondages nos 121 et 122 (groupe de Folschwiller de la concession de Tetting), exécutés en 1907-1908, ont trouvé un terrain houiller productif, avec veines flambantes, qui a été attribué à l'époque à la partie moyenne des Flambants. En réalité, d'après la révision, faite par M. Paul Bertrand, des échantillons conservés à l'Université de Strasbourg, on y reconnaît maintenant, grâce à la présence des *Pecopteris lamuriana*, *P. pectinata*, associés à l'*Alethopteris lonchitifolia-Serli* et à la rareté ou à l'absence de *Margaritopteris Coemansi* et du *Mixoneura sarana* les caractères de la zone de Faulquemont. C'est bien le faisceau de Steinbesch qui aurait été atteint par les sondages 121 et 122.

Ainsi par l'ensemble des coupes relevées dans tous ces sondages, s'établit la succession suivante, de haut en bas :

1° *Zone de Faulquemont*, riche en conglomérats à galets exotiques, contenant vers la base un faisceau de couches (une douzaine) de charbons flambants (faisceau de Steinbesch).

(1) Du sondage de Teterchen IV (Sond. n° 21 Rép. Siviard, Langrogne et Bergerat), qui a fait, lors de son exécution en 1906, l'objet d'un examen approfondi de A. Leppla et Kessler, il est assez difficile de donner une interprétation certaine, à la lumière des observations ci-dessus. Cependant, d'après la liste très minutieuse des espèces végétales qu'a dressée le Dr Kessler, on reconnaît entre 935 m. et 1.371 m. (fond du sondage), les caractères paléontologiques de la zone de Faulquemont, qui contient d'ailleurs une dizaine de veines ou passées : association avec le *Mixoneura sarana* (= *Neuropteris heterophylla* de Kessler), de *Pecopteris* stéphanien *P. Pluckeneti*, *P. arborescens*. Mais un doute subsiste sur l'attribution à l'Ottweiler des couches de la tête du sondage (de 430 m. à 900 m.).

Flore de transition entre celles des Flambants supérieurs et celle de l'Ottweiler, mais encore étroitement voisine de celle des Flambants (épaisseur 300 à 400 m.).

2^o *Stérile de Tritteling*, formé de conglomérats à galets exotiques rappelant le conglomérat de Holz, mais renfermant des *Mariopteris nervosa* (épaisseur 200 m.).

3^o *Zone de St-Avold*, renfermant le riche faisceau de Laudrefang et correspondant aux Flambants supérieurs de la Sarre. Flore à *Mixoneura sarana*, *Pecopt. longifolia*, *P. saraefolia* et *Margaritopteris Coemansi* (épaisseur 600 m.). A sa tête, fréquence de grès blancs à points noirs (grès de Stocken).

Il reste à établir maintenant que cette série supporte bien les couches d'Ottweiler.

II. — Sur la zone de Faulquemont que nous venons de définir, repose, dans la région de la Nied, l'étage stéphanien d'Ottweiler (assise de Sarrelouis) avec le conglomérat de Holz à la base.

Le sondage de Hautes Vigneulles n^o 2 (N^o 315) en a fourni l'évidence (voir fig. 8). La tête du houiller, à 395 m. de profondeur (cote — 106), est faite de schistes et grès rouges ou verts, avec bancs de conglomérats, jusqu'à 816 m. Dans ces couches la flore est purement stéphanienne : *Pecopteris cyathea*, *Alethopteris Grandini*, *Callipteridium pteridium*, *Walchia imbricata*, *Cordaites lingulatus* (sans mélange avec les *Mixoneura*) ; de 816 à 849 m., 20 mètres de conglomérat à gros galets de quartz, quartzite et de phtanites, représentent bien le conglomérat de Holz. C'est en dessous qu'apparaît seulement la zone de Faulquemont avec ses caractères : série schisteuse admettant de nombreuses masses de conglomérats et des couches de charbon (couches n^{os} 1, 2 et 3, à 849 m., 900 m. et 907 m. ; couches 4 à 8 : de 942 à 1.113 m.). Les conglomérats sont riches en galets de quartzites, de feldspaths roses, de phtanites noirs, de roches kaolinisées (à 883 m., 954-996 m., 1.022, 1.034, 1.076, 1.116, 1.117 et 1.134 m.). La flore à *Mixoneura sarana*, *Alethopteris lonchitifolia-Serli*, *Pecopteris abbreviata*, *Linopteris neuropteroides*, *Sphenophyllum majus*, *Lepidostrobos gallicus*, associés aux *Pecopteris* stéphanien, *P. Pluckeneti*, *P. pectinata*, très abondants, est tout à fait typique, et la différence des flores entre les couches supérieures à la profondeur 849 m. et les couches inférieures souligne ici la limite des couches westphaliennes de Sarrebrück et de l'assise stéphanienne de Sarrelouis, confirmant que le conglomérat de 816 m. est bien celui de Holz.

Le sondage de Saint-Léonard n^o 2, entrepris par la Société de Hautes-Vigneulles, en 1932-33, à 250 m. au S. de la Chapelle de St-Léonard et à 1.300 m. au S. S. W. du sondage de Steinbesch, a été suivi par M. P. Bertrand. Il apporte les mêmes

preuves que le sondage de Hautes-Vigneulles n° 2, de la superposition des couches d'Ottweiler sur le faisceau de Steinbesch.

Son orifice est à 349 m. 50. La tête du houiller, vers 525 m. 50 de profondeur (— 176). A partir de 525 m., il a traversé le Stéphanien (zone de Göttelborn), fait d'alternances de schistes argileux bruns, rouges et verts, et de grès verts ou bruns devenant plus abondants vers le bas et passant à 770 m. à un conglomérat avec galets de quartz et de quartzite jusqu'à la profondeur de 794 m. On n'a pas trouvé d'empreintes dans ces terrains supérieurs, mais le sondage de St-Léonard n° 1, très voisin, avait recoupé la même série avec une flore stéphanienne bien caractérisée (voir page 80). Le Conglomérat de 770 à 794 m. est donc le conglomérat de Holz.

En dessous, on est entré directement dans le faisceau de Steinbesch très riche en couches de houille : (Couches n° 1 (3 m. 25) à 794 m. 10 ; n°s 2 et 3 (3 m. 45 et 1 m. 70) à 835-841 m. ; n° 4 (1 m. 85) à 879 m. ; n° 5 (2 m. 40) à 891 m. ; n° 6 (1 m. 35) à 907 m. ; n° 7 (5 m. 25) à 912 m. ; n° 8 (1 m. 30) à 939 m. ; n° 9 (2 m. 60) à 964 m. ; n°s 10 et 11 (2 m. 60 et 2 m.) à 1.034-1.043 m. ; n°s 12, 13, 14 et 15 (4 m., 2 m. 10, 1 m. 20, 2 m. 25) de (1.074 à 1.104 m.) et le sondage s'est arrêté à 1.133 m. de profondeur, sans qu'il semble avoir atteint le stérile de Tritteling.

Les grès et conglomérats hétérogènes forment la majorité des stampes entre ces couches. La flore rencontrée comprend : *Mixoneura sarana* (887 m., 889 m., 905 m., 1.032 m., 1.039 m., 1.090 m.), assez abondant, associé à *Sphenophyllum majus* (887, 906, 1.032 m.), à *Linopteris neuropteroides* (941, 1.023, 1.072 m.) et *Pecopteridium Devillei* P. B. (1.088 m.). Elle est surtout très riche en *Pecopteris*, dont certains stéphanien : *P. Pluckeneti* (887 m., 906 m., 1.024 m.), *P. pectinata*, *P. aff. unita* et elle renferme aussi *Odontopteris Reichi-minor* (888 m.) ; peu de *Mariopteris*, pas de *Margaritopteris Coemansi*. On reconnaît bien les caractères de la zone de Faulquemont : ces couches sont supérieures au faisceau de Laudrefang (zone de St-Avold).

III. — *Sondages de la région de la Nied ayant rencontré l'étage d'Ottweiler.* — Puisqu'il est démontré que sur le seul caractère lithologique (couleur rouge, galets hétérogènes et exotiques) le poudingue de Holz ne peut plus être distingué, en Lorraine, des autres conglomérats de l'assise de la Houve, il convient de réviser les anciennes déterminations attribuant à l'Ottweiler un grand nombre de sondages lorrains. Certaines resteront toujours douteuses, puisqu'on ne peut désormais fonder la présence du Stéphanien que sur l'argument paléontologique et que beaucoup de ces sondages n'ont pas été étudiés paléontologiquement. A cet égard, deux seulement des sondages récents et un seul des anciens résistent actuellement

à la critique. Les autres devront être considérés comme ayant rencontré du houiller d'âge indéterminé.

Le sondage n° 10 (groupe de Teterchen : concession de Oberdorf I) a trouvé sous le Permien inférieur éruptif, les couches d'Ottweiler bien caractérisées, d'après le Dr Kessler, par leur flore et leur faune (*Anthracomya prolifera* Waterl.).

Le sondage de Hautes-Vigneulles n° 2 (n° 315 du répertoire Siviard), dont la coupe est décrite au paragraphe précédent, a traversé, à sa tête, la partie inférieure de l'assise de Sarrelouis et à sa base le conglomérat de Holz, épais de 20 mètres, dont l'âge est bien établi, car il sépare une flore nettement stéphanienne au-dessus, de la flore à *Mixoneura* de la zone de Faulquemont, au-dessous.

Le sondage de St-Léonard n° 1 (1929-1930) de la Société de Hautes-Vigneulles, a rencontré le houiller à 528 m. de profondeur ; c'est de l'Ottweiler certain, car à côté des caractères lithologiques de l'assise (grès et schistes bariolés rouges et verts), M. P. Bertrand y a reconnu, à 586 m., *Walchia piniiformis* ; à 621 m., *Pecopteris Pluckeneti* ; à 632 m., *Odontopteris cf. obtusa*. Il a été arrêté par un accident à 652 m.50, en Octobre 1930. On a vu plus haut que le sondage de remplacement, St-Léonard n° 2, est entré dans le faisceau de Steinbesch sous ces formations stéphanienues.

CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES DE LA ZONE DE FAULQUEMONT. — A côté des plantes caractéristiques de la zone de St-Avold (Flambants supérieurs), dont le *Mixoneura sarana*, qui est toujours très abondant jusqu'au sommet de la zone, *Pecopteris micro-Miltoni* P. B. et *Mariopteris nervosa*, qui ont été reconnus dans le stérile de Tritteling, c'est-à-dire à la partie inférieure de la zone, on trouve communément les deux espèces qui abondent dans tout l'étage de Sarrebrück : *Alethopteris lonchitifolia-Serli* et *Linopteris neuropteroides*, qui, au contraire, disparaissent brusquement au niveau du poudingue de Holz. Ceci souligne les affinités encore profondément westphaliennes de ces dépôts, de même que la présence des *Sphenophyllum emarginatum* et *majus*.

Mais, d'autre part, ainsi que l'a montré M. P. Bertrand, ces couches supérieures des Flambants offrent des caractères de transition avec le Stéphanien, par suite de l'abondance extraordinaire de certains *Pecopteris* des couches d'Ottweiler, dont quelques-uns avaient fait d'ailleurs leur apparition dans la zone précédente : ce sont : *Pecopteris unita*, *P. pectinata* P. B., *P. lamuriana*, et surtout *P. Pluckeneti* qui foisonne brusquement. Les *Pecopteris* cyathéoides, du type *pectinata* se montrent pour la première fois tout à fait au sommet de la zone de St-Avold (veines Aspen et Heinrich). De plus la disparition totale de *Margaritopteris Camansi* et d'*Ovopteris Goldenbergi*, plantes des parties inférieures de l'Assise de la Houve, fournit un trait négatif, mais frappant.

Ainsi cette flore offre des caractères de transition entre le Westphalien D et le Stéphanien, tout en conservant une large majorité de caractères la reliant aux Flambants supérieurs. La base du Stéphanien, si bien marquée par le conglomérat de Holz, en Sarre et en Lorraine orientale, où nous verrons qu'il est discordant sur son substratum, et par le brusque changement des flores qui l'encadrent, est tracée ici par continuité, grâce aux résultats du sondage de Hautes-Vigneulles n° 2, où l'Ottweiler et le poudingue de Holz ont été bien reconnus au-dessus de la zone de Faulquemont.

CONCLUSIONS. — Mais il n'en reste pas moins établi, qu'en Lorraine centrale, il existe des couches de passage du Westphalien au Stéphanien, constituées par cette zone de Faulquemont, dont l'épaisseur peut atteindre 600 mètres, zone constituée par une série stérile conglomératique à la base (*Conglomérat de Tritteling*, à galets de granite) et par un faisceau productif (*Faisceau de Steinbesch*) avec veines de charbons flambants (au moins 8 couches exploitables) et stampes riches en conglomérats au sommet. Aucun tonstein n'y est connu.

Tous les conglomérats ont les caractères lithologiques du poudingue de Holz, et, sous ce rapport, le caractère de transition avec le Stéphanien est également revêtu par la nature même des dépôts.

Ainsi dans la région de la Nied, la succession du terrain houiller sarro-lorrain, présentant une coupure moins tranchée qu'à l'est entre les étages de Sarrebrück et d'Ottweiler, se rapproche de celle des bassins de l'Amérique du Nord (Pensylvanie, Kansas) et de certains bassins de Grande-Bretagne (N. Staffordshire), où des séries continues entre les deux étages houillers rendent difficile la désignation exacte de la limite. Cette difficulté n'existe pas ici à cause du repère que fournit le poudingue de Holz.

Ajoutons qu'il nous paraît impossible de dire, d'après les résultats des sondages de la région de Pont-à-Mousson, si cette zone de transition de Faulquemont existe ou non sous la vallée de la Moselle ; les sondages n'y sont pas encore assez nombreux ou assez profondément enfoncés dans le houiller, pour que nous puissions en juger.

ÉTAGE STÉPHANIEN

(ou Couches d'Ottweiler)

La division supérieure du terrain houiller dans le Bassin sarro-lorrain, se distingue à première vue de celle que nous venons de décrire, par la couleur rouge et verte dominante de ses roches, qui tranche facilement sur la tonalité grise et noire des

sédiments de l'étage de Sarrebrück, par la présence de lits calcaires ou dolomitiques, par sa pauvreté en charbon, cinq veines (ou groupes de couches) de houille étant disséminées dans les 1.800 mètres d'épaisseur de tout l'étage, par la nature de ce charbon (houille sèche à longue flamme), par la flore et la faune de ces dépôts, qui sont d'âge stéphanien.

Nous admettrons, d'accord avec les géologues L. Van Werweke (1906) et A. Leppla (1904) qui ont donné, à la suite de E. Weiss, de bonnes descriptions de cet étage, trois subdivisions dans les couches d'Ottweiler, que nous appellerons respectivement, de haut en bas :

3^o *Assise de Breitenbach* (Leppla 1904, = Obere Ottweiler Schichten).

2^o *Assise de Potzberg* (= Höchener Schichten, Leppla 1904, = Mittlere Ottw. Sch.).

1^o *Assise de Sarrelouis* (= Untere Ottw. Sch., Leppla 1904, = Obere Saarbr. Sch., E. Weiss 1872 + Unt. Ottw. Sch., E. Weiss 1872).

I. — ASSISE DE SARRELOUIS

(*Ottweiler inférieur*)

Cette assise, épaisse d'environ 600 mètres, contient à sa partie supérieure les veines de "Magerkohle" : Wahlschied et Lummerschied, exploitées en Sarre. Sa limite inférieure est le *Conglomérat de Holz* ; pour sa limite supérieure, plus conventionnelle, nous proposons le toit de la veine Lummerschied.

L'assise de Sarrelouis admet une subdivision, assez naturelle, en deux zones. L'inférieure, ou *zone de Göttelborn*, correspond aux dépôts de transgression du Conglomérat de Holz, avec les couches limniques à lamellibranches et crustacés, qui les surmontent. Une petite veine (veine André) peut s'y trouver. Mais d'une façon générale, c'est une zone de couleur rouge, stérile au point de vue combustible. Notre zone de Göttelborn (ainsi appelée parce que les travaux de recherches au N. du puits de ce nom l'ont recoupée dans sa totalité), correspond exactement à ce que E. Weiss appelait : "couches de Sarrebruck supérieures". A Leppla a fait observer avec raison que ces couches se reliaient naturellement mieux à l'Ottweiler qu'à l'étage de Sarrebrück. Et depuis que nous savons à quel phénomène de transgression important correspond le conglomérat de Holz, il ne peut plus être question de tracer la limite des deux étages houillers à 300 mètres au-dessus de ce poudingue en pleine série stéphanienne.

La division supérieure, que nous appelons : *zone de Dilsburg* (et qui correspond aux "Untere Ottweiler Schichten" de E. Weiss), comprend les 300 mètres de

terrains productifs qui renferment les veines Wahlschied et Lummerschied et représente des dépôts plus marécageux, où la sédimentation végétale devenait plus abondante. Ces sédiments productifs sont de couleur plutôt grise.

Au point de vue paléobotanique, d'après les observations de M. P. Bertrand, et la révision qu'il a faite des travaux de E. Weiss, Kessler, Hemmer (1920), Edith Simson (1934), on peut caractériser l'assise de Sarrelouis de la façon suivante :

1^o Fréquence de *Pecopteris arborescens*, *P. palaeacea*, *P. lamuriana*, auxquels il faut ajouter *P. Pluckeneti* et *P. unita*, apparus dans l'assise de la Houve.

2^o Présence de *Ovopteris pecopteroides*, *Zygopteris erosa*, divers *Sphenopteris* décrits par E. Weiss, *Sphenophyllum oblongifolium*.

3^o Disparition complète des *Mariopteris*, extinction à la base de l'assise des derniers *Mixoneura sarana*, apparition au sommet (faisceau de Wahlschied) des premiers *Walchia*.

4^o Coexistence des Sigillaires cannelées relativement rares et de *Sigillaria Brardi*.

La faune (voir la révision qu'en a faite M. G. Waterlot) est très particulière : c'est une faune lacustre de crustacés, mollusques, poissons : *Estheria limbata*, *Leaia Baentschi*, *Candona elongata*, *Anthracomya prolifera*, *Elaveria Barroisi*.

A. — Zone de Göttelborn

Le *Conglomérat de Holz*, base du Stéphanien en Sarre et Lorraine, affleure bien dans les vallées entre la Blies et la Sarre et est exploité pour ses galets aux environs de Holz et de Göttelborn.

Au contact avec son substratum, on n'observe ordinairement, ni discordance angulaire, ni phénomènes massifs de ravinement et c'est seulement l'étude d'ensemble de ce contact à travers tout le bassin et la nature de ses galets, qui nous permettront plus loin d'établir la réalité de cette discordance.

De couleur rouge, gris-rougeâtre ou grise, il rappelle beaucoup, comme l'a fait remarquer L. Van Werveke, les conglomérats du grès bigarré triasique, dont les galets ont en général la même origine.

Dans le type le plus classique du conglomérat de Holz, les galets parfois énormes (20 cm.) sont constitués, en ordre de fréquence décroissante, par du quartzite lustré dévonien, du quartz filonien laiteux, des schistes, rarement des phtanites, tous bien arrondis et cimentés dans un grès argileux tendre, parfois feldspathique, d'où ils se dégagent facilement. Les bancs de conglomérat alternent d'ailleurs avec des arkoses où les galets sont clairsemés.

Son épaisseur est très variable, et varie rapidement : une dizaine de mètres dans les puits de Frankenholz et au sondage de Wiebelskirchen n^o 3, 3 mètres

seulement à la Tuilerie de la gare de Wellesweiler, où il est vertical, quelques mètres aussi aux puits Rothell et d'Hirschbach, sur le flanc sud de l'anticlinal de Sarrebrück; il atteint par contre 40 mètres sur sa retombée nord, aux affleurements au sud de la gare de Püttlingen, de nouveau 3 mètres à peine dans le sondage de Differten (Rep. Siviard n° 307), 20 mètres dans le sondage d'Ensdorf 5 (n° 298 du répertoire Siviard), près de Griesborn; il s'épaissit jusqu'à 68 mètres au sondage de Marienau (Petite-Rosselle), jusqu'à 120 mètres au sondage de Cocheren n° 2 (de Sarre-et-Moselle) et à 200 mètres, au moins, au sondage d'Alsting (c'est le maximum observé), pour retomber à quelques mètres à la Houve et à 20 mètres en Lorraine centrale (sondage de Hautes-Vigneulles n° 2). C'est donc aux environs de Forbach, au point où s'ennoie l'anticlinal de Sarrebrück, sous l'Ottweiler, que le Conglomérat de Holz accuse la plus grande puissance connue.

La nature de ses éléments admet aussi quelques variations qui ne sont pas négligeables et renseignent sur les phénomènes de dénudation de cette époque. Le type général que nous avons décrit, avec énormes galets de quartzite du Taunus, est celui que l'on observe sur le versant nord de l'anticlinal de Sarrebrück et révèle que les décharges pierreuses y provenaient du bord nord du bassin. Mais sur le flanc méridional du même pli, on voit apparaître, dans la bowette du puits Rothell à St-Ingbert ⁽¹⁾, ou encore dans la bowette S. E. d'Hirschbach (V^e Etage), des galets de tonstein, abondants et mal roulés, qui témoignent d'un ravinement local des couches de Sarrebrück. C'est encore le cas à la Houve, où le conglomérat ordinairement typique, avec énormes galets de quartzite dévonien, passe latéralement (travers banc du puits I, Etage 210) à une roche, dont la pâte est un schiste noir, contenant des blocs lenticulaires, ou anguleux, de tonstein, associés à de petits galets, plus rares, de quartz.

Au sondage de Cocheren n° 2, effectué en 1930, par la Société de Sarre-et-Moselle, dans la région où le pli de Sarrebrück (anticlinal Simon) s'ennoie au S. W., le conglomérat de Holz forme une assise, puissante de 120 mètres (entre les profondeurs 557 et 687 m.), faite d'alternances de grès grossiers feldspathiques et micacés avec morceaux de charbon (bois flottés) et de poudingues à petits galets de quartz, de quartzite, de phtanite noir, de grès rouges, de *roches cristallines* altérées (dont un galet de granite à 624 m.). C'est la composition des conglomérats de la zone de Faulquemont en Lorraine centrale: les galets de tonstein sont absents de ce type lorrain du poudingue de Holz.

On ne connaît pas d'autres restes organiques dans le conglomérat de Holz, que des morceaux de bois flottés carbonisés.

Au-dessus de cette formation grossièrement détritique, la zone de Göttelborn

(1) L. VON AMMON, 1903, p. 64.

est formée d'alternances, d'une part de grès très souvent feldspathiques, fins, rouges, bruns, vert clair, jaunes, de grès micacés et de psammites, de conglomérats subordonnés, avec petits galets de quartz souvent disséminés dans des arkoses grossières, et d'autre part, de schistes versicolores, rouges, lie de vin, violets, s'altérant en jaune ou brun, à clivage feuilleté ou conchoïdal.

Dans les schistes s'observent très fréquemment de petits noyaux calcaires jaunâtres, ou des concrétions de sidérose. Enfin de véritables bancs calcaires, en plaquettes minces (0 m. 20 d'épaisseur au plus), souvent dolomitiques ou ferrugineux, alternent avec les schistes, tout à fait au sommet de la zone.

Ces schistes renferment des débris végétaux flottés, souvent très fragmentaires : *Pecopteris unita*, *P. lamuriana*, *P. arborescens*, *Sphenophyllum majus*, *Annularia stellata*, *Sphenopteris macilenta*, *Odontopteris Reichi* rare, *Cordaites* et *Eusigillaires*. Ajoutons *Mixoneura sarana* très rare (observé une fois à la Houve).

Les débris animaux sont fréquents et les ostracodes (*Candona elongata*) dominant, ainsi que les lamellibranches d'eau douce (*Anthracomya prolifera*) qui pullulent dans certains lits avec leurs terriers (*Guilielmites*) ; des schistes rouges ou vert foncé, ou violets, renferment aussi des phyllopoïdes : *Estheria limbata* et *Leaia Baentschi*, formant plusieurs lits très caractéristiques. On observe ainsi un horizon à *Leaia* très constant vers le haut de la zone, à 200 mètres environ au-dessus de la base ; mais il en existe un second plus élevé, dans la région de la Blies ⁽¹⁾.

Les ailes d'insectes ne sont pas rares dans ces sédiments fins, et ce sont surtout des blattes : *Hermatoblattina wemmetsweilerensis* Gold., *Phyloblatta robusta* Kliver, *Sysciophlebia intermedia* Gold., *S. Weissi* Gold., *Megablattina Scudderi* Gold., ou des Protorthoptères : *Strephocladus subtilis* Kliver.

Enfin des lits plus sombres, légèrement bitumineux, contiennent, outre les crustacés, des débris de poissons, écailles, os, dents et coprolithes : *Acanthodes*, *Diplodus*, *Coelacanthus elegans* Newb., *Elaveria Barroisi* Waterlot, *Elonichthys*.

L'abondance et la variété de la faune lacustre, la coloration claire et variée des roches, la rareté du charbon, donnent à tous ces sédiments de la zone de Göttelborn un caractère bien tranché, qui permet de la reconnaître facilement dans les sondages.

Si le charbon est rare dans la zone de Göttelborn, il n'en est pas tout à fait absent. C'est ainsi qu'au sondage de Cocheren n° 2, deux petites passées de quelques centimètres y ont été recoupées, l'une à la profondeur 272 m., l'autre à 511 m.,

(1) D'après les observations de E. Weiss à Hangard, sur la route du Alzberg (Erläuter. zu Bl. Neunkirchen, p. 10), il y aurait en cette région deux niveaux à *Leaia*, séparés par quelques mètres de grès et de schistes à *Estheria* et couronnés par des schistes et bancs calcaires à faune limnique (*Candona*, *Estheria*, *Anthracomya*). De même, au sondage Furth (n° 275 Rép. Siv.), on a signalé des schistes à *Leaia* à 150 m. et 350 m. au-dessus du conglomérat de Holz.

à 45 m. au-dessus de la tête du conglomérat de Holz, la même, sans doute, que le sondage d'Alsting a rencontrée à 496 m. 20 de profondeur. Sur la rive droite de la Sarre, on connaît une véritable veine dans cette série, la veine André qui peut atteindre 1 m. 20 d'ouverture au voisinage des puits Victoria, et est située à 110 mètres environ au toit du Conglomérat de Holz. Le sondage de Differten (n° 307 du répertoire Siviard) a recoupé cette veine (0 m. 70 d'ouverture) à 100 m. environ au-dessus de la base de l'assise de Sarrelouis.

Un certain nombre de travaux miniers d'exploration, effectués en ces dernières années, nous permettent d'apporter quelques précisions sur la composition de la zone de Göttelborn, en dehors de ses affleurements qui forment une bande continue de la vallée de l'Oster jusqu'à la Sarre et remplissent en outre, un peu au sud, le petit bassin synclinal de Burbach, au nord de la Sarre.

A Frankenholz, où les couches à *Leaia Baentschi*, *Estheria limbata*, avec poissons (*Coelacanthus elegans*), affleurent sur les carreaux des puits I-II, la bowette de recherches vers le sud, au 8^e Etage du puits I a fourni une bonne coupe de l'assise de Sarrelouis, au toit du Conglomérat de Holz, et la zone de Göttelborn en couches régulières a été traversée depuis l'origine jusqu'à la distance 600 mètres. Les terrains sont verticaux ; ils avaient été à tort attribués autrefois au Permien. Nous avons refait l'étude de cette bowette en 1920 (voir fig. 20, p. 130).

Les terrains visibles dès l'entrée de la bowette sont des schistes rouges, des grès arkoses et des psammites alternants, jusqu'à la distance 308 mètres dans la bowette. A 308 m. est un banc de schiste noir, fin, bitumineux, à écailles de poissons. A 350 m. vient la première couche à phyllopoïdes : c'est un schiste noir à *Leaia Baentschi*. A partir de ce point, alternant avec des psammites et de rares conglomérats, se succèdent des schistes noirs à *Estheria limbata* et *Anthracomya prolifera* (396 m.), des schistes verts ou gris à *A. prolifera* (à 403 m. et 430 m.), jusqu'à la distance 560 m., où l'on atteint un faisceau de veinules qui doit représenter la zone de Dilsburg.

Le puits IV de Frankenholz a traversé la couche à *Leaia* à 280 m. de profondeur et le poudingue de Holz à 415 m., ce qui fait 135 m. de distance verticale entre les deux horizons. Cette distance atteint environ 200 m. au puits I.

Une recherche au puits I de Bexbach, effectuée en 1927, dans le prolongement, vers le sud-est, de la bowette nord-ouest (Etage + 53) a atteint dans les mêmes formations, assez disloquées, des grès micacés, des schistes rouges et verts à noyaux calcaires, des arkoses, des schistes noirs bitumineux à poissons, quelques bancs de sidérose.

La bowette de recherches S. E. (V^e Etage) d'Hirschbach (voir fig. 17, p. 125) a arrêté son front, en 1927, dans des schistes noirs bitumineux à *Leaia Boentschi*, *Estheria limbata*, *Candona elongata*, *Guilielmites*, écailles de poissons (distance

1.465 m. 60) ; ce niveau à *Leaia* peut être identifié à celui de Frankenholz ; il est situé à 175 m. environ au-dessus de la base du Conglomérat de Holz (recoupée à la distance 1.277 m.).

Au puits de Göttelborn, la bowette N. du II^e Etage, dirigée vers la veine Wahlschied, a traversé la zone de Göttelborn sur toute son épaisseur. Signalons, à 570 m. au S. de veine Wahlschied et 777 m. au N. du Conglomérat de Holz (distances horizontales dans la bowette), un niveau de schiste gris à *Leaia Baentschi*, écailles de poissons (*Elaveria*, *Elonichthys*), *Pecopteris lamuriana*, qui se situe ainsi à environ 225 m. au toit du conglomérat de Holz. Plus bas dans la zone de Göttelborn, la bowette a recoupé, environ 150 m. au-dessus du poudingue de Holz (810 m. au S. de Wahlschied et 535 m. au N. du Conglomérat de Holz), un passage de schistes rouges, lie de vin, avec panachures vertes, beau niveau fossilifère, comprenant des *Anthracomya prolifera* Waterl. en grande abondance, avec leurs *Guilielmites*, *Candona elongata*, *Estheria limbata*.

Le sondage de Differten (n^o 307 du Répertoire Siviard), exécuté en 1921, a traversé la zone de Göttelborn sur 280 m. d'épaisseur, avant d'atteindre les Flambants supérieurs. La coupe, que nous avons étudiée, est la suivante pour la partie de sondage intéressant l'Ottweiler :

Tête du houiller à 138 m. de profondeur (= cote + 52).

De 138 à 150 m. : Schistes rouges à *Anthracomya prolifera*.

De 150 à 182 m. : Schistes et grès rouges.

A 182 m. : Niveau à *Leaia* : schistes lie de vin et gris, légèrement bitumineux, à *Leaia Baentschi*, *Candona elongata*, *Anthracomya prolifera*, *Elaveria Barroisi*.

De 182 à 327 m. : Schistes et grès.

A 327 m. : Veine de houille (0 m. 70 ?) (= veine André).

De 327 m. à 417 m. : Alternances de schistes, grès rouges et conglomérats, dont un banc de 3 m. à la base, avec galets de quartz et de phtanite (= Conglomérat de Holz).

Le premier niveau où les *Leaia* abondent est donc ici à 235 m. au-dessus de la base de la zone, et à 145 m. au toit de la veine André. Il occupe bien la même position qu'à Göttelborn, à Hirschbach, au sondage Furth et à Frankenholz, mais l'épaisseur des couches intermédiaires diminue, passant de 235 à 135 m., de Differten à Frankenholz.

Le sondage de Marienau (n^o 179, Rép. Siviard) des Houillères de Petite-Rosselle (exécuté en 1896) a recoupé le conglomérat de Holz, de 416 m. à 484 m. 20. Au-dessus, la sonde avait traversé la zone de Göttelborn, depuis la tête du houiller (196 m. = cote + 26), soit sur 220 mètres, représentée par des grès et schistes, rouges ou verts. Nous avons examiné en détail les carottes de ce sondage au Bureau central de Petite-Rosselle, y recherchant sans succès les *Leaia* ; entre 250 et 260 m. (230 m. au-dessus de la base de l'Ottweiler), nous avons observé un niveau de schistes

lie de vin très fin à *Candona elongata* et *Elaveria Barroisi* qui pourrait le représenter. Notons qu'il n'y a aucune trace dans cette coupe d'une couche de charbon assimilable à la veine André.

Le sondage de *Béning* (n° 313, Rep. Siviard), exécuté en 1924, a pénétré dans l'Ottweiler, sous le Trias, à 505 m. et en a recoupé 247 mètres, formés de grès rouges micacés, arkoses à orthoclase très fraîche, schistes rouges et verts avec noyaux calcaires ; bien qu'il ne nous ait guère fourni de fossiles caractéristiques, on peut cependant attribuer ces terrains à la zone de Göttelborn.

Le sondage de *Cocheren* n° 2, de la Société de Sarre-et-Moselle, a certainement traversé cette zone. Depuis la tête du houiller (prof. 258 m., cote — 53), jusqu'au conglomérat de Holz, recoupé de 557 m. à 687 m., il a reconnu au sommet des alternances de grès et de schistes panachés, gris rouges et verts, avec noyaux calcaires, renfermant *Pecopteris unita*, *P. lamuriana*, *P. arborescens*, avec une passée de 0 m. 15 à 272 m. et une autre de 0,05 à 511 m. Sous cette dernière, viennent, de 511 à 557 m., des grès micacés, schistes gréseux gris et conglomérats à petits galets de quartz qui passent insensiblement au conglomérat de Holz. Nous n'avons pu trouver dans les carottes aucun horizon à *Leaia* ou mollusques d'eau douce. Cependant on peut admettre, car on a traversé 430 m. de Stéphanien, que le sommet de la série appartient déjà à la zone de Dilsburg, avec une veinule (272 m.) du faisceau de Wahlschied, et que toute la zone de Göttelborn, avec un représentant de la veine André (511 m.), a été recoupée.

Le sondage d'*Alsting*, effectué en 1930 par la Société française de Prospection, sur un emplacement ⁽¹⁾ choisi par M. Emile Brumder, Docteur-Ingénieur, et sous sa surveillance géologique, a trouvé le terrain houiller à 395 m. de profondeur (cote — 187). Nous avons pu établir par l'examen paléontologique des carottes, M. P. Bertrand et moi, qu'il s'agissait de la zone de Gottelborn, constituée par des grès rouges et gris, feldspathiques et micacés, des schistes verts ou lie de vin à noyaux calcaires, contenant *Estheria limbata* (441 m. 50 et 447 m.), *Anthracomya prolifera* (de 445 m. à 465 m.) avec *Guilielmites*, *Pecopteris arborescens* (427 m.), *P. abbreviata* (414-415 m.), *Sphenophyllum majus* (415 m.), *Annularia stellata* (429 m., 494 m.), *Dorycordaites sp.* (446 m.). De 440 à 465 m., se trouve une formation de schistes fins avec les coquilles d'eau douce ; à 494-495 m., un schiste à plantes formant le toit d'un mince lit charbonneux (496 m. 20), (= veine André), dont le mur à *Stigmaria* est reconnaissable au-dessous, de 496 m. 20 à 497 m. 50. Les terrains inclinés de 10 à 20° ne sont donc pas renversés. A 510 m. on est entré dans un conglomérat (alternant avec des schistes bariolés à noyaux calcaires), dont le

(1) Sur la rive gauche du Simbach, à 1 kilom. à l'Est du village d'Alsting.

ciment est un grès feldspathique et les galets sont du quartz, du quartzite, du phtanite noir, du schiste vert, du psammite, du granite à mica noir ((spécialement de 610 à 670 m.) ; on reconnaît le conglomérat de Holz, épais en ce point de 200 mètres au moins. Mais on ne l'a pas percé de part en part, car ce conglomérat, incliné à 10° jusque 640 m., passe à 45° et s'est ensuite maintenu vertical (70° à 90°) de 680 m. à 1.000 m., profondeur où le sondage s'est arrêté, faute de recouper du terrain nouveau.

A la Houve, nous n'avons pu faire d'observations directes sur la structure détaillée de la zone de Göttelborn, dans laquelle les puits 3 et 4 du siège n° II avaient été établis. Ni l'horizon à *Levia*, ni les niveaux à lamellibranches limniques n'y ont été signalés à l'époque de leur creusement. On sait seulement que la zone de Göttelborn est à la Houve constituée surtout par des schistes et grès rouges.

Indiquons toutefois que la *veine n° 2* (bow. S. siège II), située à 100 mètres environ au-dessus du Conglomérat de Holz, et son équivalent probable, le couple de veines Jean-Robert (Bow. N. à 275, Siège II), semblent bien représenter la veine André de la Sarre. Un intervalle stérile de 200 à 300 mètres environ, constitué principalement par des schistes rouges et gris, sépare cette veine inférieure de la *veine n° 1*, qui appartient à la zone de Dilsburg (faisceau de Wahlschied). Au toit de veines Jean-Robert, M. P. Bertrand a reconnu *Pecopteris arborescens*, *P. Pluckeneti*, *P. unita*, *Odontopteris Reichi*, *Mixoneura sarana*. C'est le seul point où nous connaissions cette dernière espèce au-dessus du conglomérat de Holz.

Rappelons qu'en Lorraine centrale, le sondage de Hautes-Vigneulles N° 2 a traversé la zone de Göttelborn, entre 536 m. et 816 m., niveau où il est entré dans le conglomérat de Holz. Les terrains sont formés de schistes et grès bariolés rouges et verts, avec quelques conglomérats. Deux filets charbonneux rencontrés aux profondeurs de 460 m. et de 536 m., étant situés à 300 mètres au-dessus de la base de l'Ottweiler, peuvent être considérés comme représentant le faisceau de Wahlschied.

Enfin, le sondage n° 10 de Teterchen a touché les niveaux à *Anthracomya prolifera* de cette même zone de Göttelborn, et celui de Mont-sur-Meurthe, en Lorraine occidentale, a atteint les mêmes lits à coquilles de 1.250 m. à 1.264 m.

B. — Zone de Dilsburg

(Faisceau de Wahlschied)

Avec la zone supérieure de l'assise de Sarrelouis, qui renferme un faisceau houiller exploitable (faisceau de Wahlschied), réapparaît la tonalité grise des terrains due à l'abondance des dépôts humiques. Elle tranche ainsi sur les formations versicolores, rouges et vertes, de la zone de Göttelborn.

L'épaisseur de la zone de Dilsburg peut atteindre 300 mètres : elle est composée de grès gris verdâtre, fins, parfois feldspathiques et micacés, rarement rouges, de schistes gréseux, feuilletés ou à cassure conchoïdale, gris verdâtre, rarement rouges, souvent riches en plantes ; et de quelques lits de schistes noirs, bitumineux, à *Candona* et poissons. Les schistes renferment souvent des noyaux calcaires, et, vers le bas de la zone, de petits bancs de calcaire lacustre, souvent bitumineux ou dolomitiques, avec empreintes d'*Estheria*.

A la partie supérieure de la zone se trouve le faisceau des veines de houille sèche à longue flamme (= Magerkohle ou Hangender Flözzug) ; il contient deux veines, l'une au mur, *Wahlschied*, l'autre au toit, *Lummerschied*, qui atteignent parfois et dépassent 1 m. d'ouverture, en plusieurs sillons, et sont séparées par un stérile d'environ 150 mètres.

Leur charbon peut atteindre 39 à 40 % de matières volatiles : il est donc plus riche en gaz que les charbons gras. Sa teneur en cendres est de 9,8 % et il titre de 57 à 81 % de carbone total, cendres déduites ; le rapport $\frac{O + Az}{H} = 2 \text{ à } 3 \%$; il est encore moins directement cokéfiable que les flambants (pouvoir cokéfiant 60 %), et son pouvoir calorifique est de 7.600 calories. C'est une houille plus riche en cendres et en eau que celles de l'étage de Sarrebrück, à teneur en carbone et pouvoir calorifique plus faibles, mais elle fournit de belles gaillettes recherchées pour l'usage domestique.

Les *Tonstein*, inconnus dans la zone de Faulquemont et dans celle de Göttelborn, font ici une réapparition ; ils y sont en association étroite avec la houille, comme souvent dans l'étage de Sarrebrück. On en connaît un, en effet, (*Tonstein zéro*), formant un sillon dans la veine *Wahlschied*, et nous avons vérifié le fait sur place avec M. R. Chandesris : à Dilsburg et à Göttelborn, c'est un sillon intercalaire de 0 m. 05 à 0 m. 10 ; à Griesborn (Ensdorf), ce sillon a 13 cm. et passe à un schiste gris clair à débris de plantes ; à la Houve : on connaît un sillon de *tonstein* de 3 cm. au milieu du charbon de la veine n° 1 ; mais il y en a autant dans la veine Jean-Robert qui lui est inférieure. Enfin, dans la bowette sud de Frankenholz (puits 1, 8^e Étage) un sondage au front, a traversé un petit banc de *tonstein*, au toit d'une petite passée dans les terrains que nous assimilons à la zone de Dilsburg.

Le faisceau de *Wahlschied* est actuellement exploité, sur la rive gauche de la Sarre, à la Houve, sur la rive droite, à Ensdorf, Dilsburg et Göttelborn. Voici quelques détails sur ces couches et leurs variations.

Au siège d'Ensdorf, près de Sarrelouis (régions de Schwalbach et Griesborn), la veine du toit s'appelle *Schwalbach* (= *Lummerschied*). Elle a un toit de schiste gris charbonneux à plantes, épais de plus d'un mètre, dans lequel nous n'avons

trouvé que des Calamites. La veine a 1 m. 60 de charbon environ, en 4 ou 5 sillons. Un stérile de 135 mètres de schiste et grès gris la sépare de la veine du mur, *Wahlschied* (0 m. 90 à 1 m. 10 de charbon en 4 ou 5 sillons), dont le toit, riche en espèces, a fourni à M. P. Bertrand : *Pecopteris crenata*, *Pecopteris arborescens*, *Dorycordaites affinis*, *Sigillaria Brardi*, *Asolanus camptotænia*, *Calamites cf. cruciatus*, *Asterophyllites viticulosus*, *Annularia sphenophylloides*.

Plus à l'est, la fosse de Dilsburg exploite les deux veines : Lummerschied (= Dilsburger Floz, = Schwalbach), veine de 2 mètres quand elle est régulière, et Wachlschied, veine de 1 m. 50, séparées par 130 à 140 mètres de stérile.

La veine Lummerschied est irrégulière ; elle subit de curieux étranglements, le charbon s'amincissant localement en un petit lit de 1 cm. de schiste charbonneux, le mur se rapprochant du toit qui, lui, passe presque plan. Le phénomène n'est pas tout à fait comparable à celui que nous avons décrit (voir page 18) dans les veines de charbon gras du puits de Ste-Fontaine, car ici le mur se rapproche du toit, tandis qu'à Ste-Fontaine, ils demeurent parallèles. Notons d'ailleurs qu'à Dilsburg, la veine Wahlschied, exploitée en dessous, ne présente pas ces étranglements, tandis qu'à Ste-Fontaine, le phénomène se répète dans le faisceau gras, en plusieurs veines superposées, dans le même champ de la fosse.

Le toit de Lummerschied a fourni à M. P. Bertrand, à Dilsburg : *Sigillaria Brardi*, des Sigillaires cannelées, *Calamites cruciatus*, *Pecopteris polymorpha* ; à Gottelborn : *Pecopteris lamuriana*, *P. polymorpha*, *Asterophyllites viticulosus*, *Annularia stellata*, *Calamites Cisti*. Le toit de la veine Wahlschied, à Göttelborn : *P. polymorpha* et *P. lamuriana* ; à Dilsburg : en plus de ces deux espèces, *P. Pluckeneti* et *P. abbreviata*.

Les deux veines ont été recoupées, avec leur épaisseur normale, par le sondage de Wemmetsweiler, mais plus à l'est, elles s'amincissent et deviennent des passées. Il en est ainsi dans la région de Frankenholz (fig. 20). La bowette de recherches au sud du puits 1, au 8^e étage, vers la distance de 600 mètres, a pénétré, au sud des couches de la zone de Göttelborn, décrites ci-dessus, dans une série qui représente la zone de Dilsburg et contient plusieurs passées minces de charbon sale, groupées en 2 faisceaux, l'un à la base (distance 587-604 mètres), l'autre au sommet (675-700 m.). Les roches sont des grès micacés, des schistes gris et noirs à plantes (*Pecopteris cyathea* et *P. Pluckeneti* à 604 m.), des schistes noirs bitumineux à *Estheria limbata* et écailles de poissons (700 m.), des schistes verts à *Anthracomya prolifera* et *Candona elongata* (747 m.). Les couches qui étaient verticales à la distance 600 m., s'aplatissent, et un sondage sullivan de 50 mètres, pratiqué au front de la bowette (distance 752 m.) a recoupé un petit banc de tonstein, vers le milieu de son parcours.

C'est le seul renseignement que l'on ait actuellement sur le faisceau de Wahlschied au sud de l'anticlinal de Sarrebrück.

A l'ouest de la Sarre, il est exploité à la Houve. La veine n° 1 (Siège II), qui a 1 m. 30 d'ouverture, paraît bien représenter la veine Wahlschied ; comme dans la veine Wahlschied, on observe, avons-nous dit, un sillon de tonstein (3 cm.) au sein de son charbon. Son toit est un beau schiste à plantes et M. P. Bertrand y a reconnu la flore suivante, riche en *Pecopteris* : *Pecopteris lamuriana*, *P. arborescens*, *P. Pluckeneti*, *P. unita*, *P. cf. cyathea*, *P. polymorpha*, *Odontopteris cf. Reichi* (= *minor-Zeilleri*), *Annularia stellata*, *A. sphenophylloides*, *Sphenophyllum oblongifolium*.

En Lorraine centrale et occidentale, nous n'avons, d'après les sondages, que des indications incertaines sur le passage de ce faisceau. Il n'y a guère que le sondage de Hautes-Vigneulles n° 2, qui ait rencontré aux profondeurs de 460 m. et de 536 m., des filets charbonneux dont le second a un toit riche en plantes : *Pecopteris cyathea*, *Cordaites lingulatus*, *Alethopteris Grandini*, *Walchia imbricata*. Par leur position à 300 m. au-dessus du conglomérat de Holz et par la présence de charbon, ces couches paraissent bien appartenir à la zone de Dilsburg. Mais ce sondage nous semble indiquer que le faisceau de Wahlschied s'appauvrit considérablement en Lorraine centrale, comme il s'appauvrit dans la direction du N. E., vers Frankenholz.

Par contre, il n'en serait pas de même dans le prolongement sud-ouest du synclinal de Sarreguemines, sous le département des Vosges. En effet, si le terrain houiller rencontré par le sondage de Gironcourt-sur-Vraine, effectué en 1909, à 15 kilom. à l'ouest de Mirecourt, par le Syndicat vosgien de Recherches minières, est bien du houiller stéphanien, comme il est probable, deux veines de houille grasse y ont été recoupées, l'une de 0 m. 70 à la cote — 472, l'autre de 0 m. 60 en deux sillons. à 150 mètres plus bas.

II. — ASSISE DE POTZBERG

(Ottweiler moyen)

Les couches moyennes de l'étage d'Ottweiler (assise de Potzberg) tranchent sur la couleur grise du faisceau de Wahlschied, sur lequel elles reposent, par leur teinte rouge bariolée, qui rappelle celle de la zone de Göttelborn. De plus l'assise renferme des dépôts plus grossièrement détritiques où les grès et les conglomérats dominent.

Les grès tendres, à ciment argileux, en lits bien stratifiés, en masses de 1 à 40 mètres, de couleur rouge, violette, verte ou gris-bleu, sont souvent feldspathiques.

Les conglomérats renferment des petits galets de quartz et de quartzite, plus rarement de phtanite, granite, gneiss et porphyre, d'après A. Leppla. En somme, on observe en Sarre la continuation à ce niveau des phénomènes de dénudation inaugurés dès l'époque de la Houve, en Lorraine.

Ces roches alternent avec des psammites, schistes grossiers, schistes fins, rouges, bruns, parfois verts, avec noyaux calcaires ; quelques minces bancs de calcaire, jaune ou gris, et de rares petites veines de charbon sont connus dans l'assise. Des bois silicifiés y ont été signalés.

L'épaisseur moyenne de l'assise de Potzberg, d'après les évaluations de A. Leppla et L. Van Werveke, serait d'environ 900 mètres. Ces couches se développent en surface sur l'axe de l'anticlinal sarrois, au mont d'Höchern, et forment une bande passant par Ottweiler et Illingen et s'enfonçant à l'ouest sous le Trias de la rive gauche de la Sarre. Au sud de l'anticlinal, les quelques sondages qui ont été faits au delà de la Grande faille du Sud ont peut-être atteint l'Ottweiler moyen, mais personne ne peut actuellement l'affirmer.

Vers le milieu de l'assise, de petites veines de houille sont connues. La dernière qui ait été exploitée est la veine *Hirtel*, dont nous avons pu étudier le gisement en 1923, M. P. Bertrand et moi, guidés par M. Rheinhardt, concessionnaire de la mine, à Heusweiler, près de Hirtel.

Il y a dans cette mine deux veines dénommées *Hirtel*. La supérieure, qui était la seule exploitée en 1923, à 2 m. 90 d'ouverture à Heusweiler. Son charbon tient 40 % de matières volatiles, est très finement stratifié, riche en fusain qui forme des lits ou des amas. C'est un charbon sec à longue flamme, qu'on extrayait à flanc coteau. La veine repose sur un mur à *Stigmaria* typique.

Quant à la veine *Hirtel* inférieure, qui n'a que 40 à 50 cm. d'ouverture et se trouve au mur, nous n'avons pu l'étudier. Il se pourrait d'ailleurs qu'elle soit la répétition de la veine supérieure, doublée en ce point par une faille, qui est connue à Dilsburg dans la veine Lummerschied. Quoiqu'il en soit, ces deux veines sont incluses dans des grès rouges et verts, exploités dans des carrières voisines.

Le toit de la veine *Hirtel* supérieure est un schiste gris noir, charbonneux, riche en plantes, où nous avons recueilli :

Alethopteris Grandini, *Pecopteris arborescens*, *P. polymorpha*, *P. unita*, *Dorycordaites affinis*, *Sphenophyllum oblongifolium*, *Annularia stellata*, *Calamites Cisti*, *Asterophyllites viticulosus*, et des sigillaires cannelées, genre *tessellata*.

En somme, cette flore ne diffère de celle des veines Wahlschied et Lummerschied que par des caractères négatifs (absence de *P. lamuriana* et de *P. Pluckeneti*, par exemple).

Notons qu'un insecte a été décrit de ce niveau par Goldenberg (*Archimylacrida labachensis* Gold.).

Si nous ajoutons que A. Leppla (Geolog. Skizze, *op. cit.* 1904, p. 42) a recueilli, en 1892, vers le milieu de l'assise de Potzberg, dans une carrière sur la rive gauche de l'Oster, à 1 km. à l'est de Steinbach : *Leaia Baentschi* et *Candona elongata*, espèces de l'assise de Sarrelouis, nous nous trouvons ainsi désarmés pour asseoir sur des arguments paléontologiques positifs la distinction de l'assise moyenne d'Ottweiler, qui n'est reconnaissable en Sarre que par ses caractères lithologiques et par sa position stratigraphique.

Une grande incertitude règne sur le raccordement entre elles des petites veines incluses vers le milieu de l'assise de Potzberg. Cette imprécision tient à ce qu'elles n'ont donné lieu qu'à des explorations éphémères et clairsemées. Les travaux miniers renseignent mal sur leur parcours. Prietze considère que la veine *Hirtel* est à 400 mètres environ au mur de la veine Breitenbach de l'Ottweiler supérieur. Mais on connaît d'autre part un peu plus à l'est, à Heusweiler et à Mangelhausen, une veine *Heusweiler* (veine de 20-pouces, d'Hahnenwald), qui pourrait être identique à celle que A. Leppla a signalée en 1904 dans la tranchée de chemin de fer d'Illingen (veine de 1 m. 50), accompagnée, à 7 m. à son mur, de deux petites passées. Nous avons admis que la veine Heusweiler se trouve à environ 300 m. au mur de la veine Hirtel et que 300 m. environ la séparent aussi de la veine Lummerschied ⁽¹⁾.

III. — ASSISE DE BREITENBACH

(*Ottweiler supérieur*)

Ici encore le changement de couleur trace des limites faciles, quoique conventionnelles, aux couches d'Ottweiler supérieures. L'assise de Breitenbach se distingue, entre les sédiments rouges de l'assise de Potzberg et ceux de l'assise permienne de Cusel, qui l'encadrent, par la couleur grise, noire et verte de ses dépôts. Ajoutons qu'un ensemble de caractères paléontologiques permet cette fois d'établir d'une façon rationnelle l'entité de cette division stratigraphique.

L'assise est faite de grès gris fins, micacés, tendres, à ciment argileux ; de conglomérats à galets de quartz et de quartzite, sans roches cristallines ; et surtout de schistes, de beaucoup la roche dominante, gris clair ou foncé, rarement rougeâtres, feuilletés, fins ou grossiers, parfois noirs, bitumineux et pyriteux, avec écailles

(1) Voir l'Atlas de E. SIVIARD et E. FRIEDEL, pl. VIII au 1/25.000^e, coupe 19.

de poissons et coprolithes. Des petits bancs de calcaires magnésiens au sommet de l'assise font le passage au Rothliegende.

Une veine de houille, la veine *Hausbrand* (= Breitenbach = Urexweiler) se trouve intercalée dans ces dépôts. Elle est mince, mais très régulière et fut exploitée activement autrefois pour l'usage domestique, comme son nom l'indique. Connue depuis Labach à l'ouest, où elle a 1 m. d'ouverture, elle a été suivie, par Urexweiler, jusqu'en Palatinat bavarois, à Breitenbach, où, malgré sa réduction à 23 cm. de puissance, elle fut encore mise en valeur, à cause de sa régularité. D'après A. Leppla, son toit est un schiste à *Anthracomya* ; des schistes bitumineux à poissons et coprolithes l'accompagnent.

L'épaisseur de l'assise de Breitenbach est plus faible que celle des deux autres assises stéphanienne en Sarre (200 mètres au maximum). Elle diminue d'est en ouest et n'aurait plus 100 mètres à Labach, où elle disparaît sous le Trias. C'est le point le plus occidental, où elle soit connue.

Nous n'avons pas à apporter de renseignements nouveaux sur cette assise que les travaux miniers de ces dernières années n'ont pas intéressée. Aussi nous bornerons-nous à ce court résumé des observations anciennes, faites par les géologues locaux, A. Leppla en particulier, et à une étude critique de la flore, faite par M. P. Bertrand, d'après les travaux de E. Weiss (1872), Kessler, Hemmer (1920) et la révision récente d'Édith Simson-Scharold (1934).

Les couches supérieures d'Ottweiler se peuvent caractériser par les espèces suivantes : *Odontopteris* cf. *Reichi* Gutb. (= *minor-Zeilleri*), (apparu dès l'assise de la Houve), *O. Brardi* Br., *O. subcrenulata* Rost., *Linopteris Kessleri* Hemmer, *Callipteridium gigas* Gutb., *Pecopteris Bucklandi* Brongn., *Diplotmema Busqueti* Zeiller, *Sphenophyllum Thoni* Mahr.

C'est un cortège d'espèces cette fois nettement différent de la flore du faisceau de Wahlschied et de la veine Hirtel. L'ensemble est toujours nettement stéphanien, mais notons l'apparition dans l'assise de Breitenbach, de *Pecopteris* à affinités permienne : *P. pinnatifida* Gutb. et *P. leptophylla* Bunbury.

Ajoutons, sur la foi de A. Hemmer, qu'un certain nombre d'espèces de Commentry (*Pecopteris Daubreei* Zeill., *P. Monyi* Zeill., *P. Lounayi* Zeill., *P. densifolia* Gœpp., *Sphenopteris Decorpsi* Zeill., *S. Picandeti* Zeill., *S. Casteli* Zeill.) se trouveraient dans l'assise de Breitenbach et ceci mériterait confirmation.

En ce qui concerne la faune, A. Leppla et L. Van Werweke citent, en dehors d'écailles de poissons, de coprolithes, d'*Anthracomya*, d'ailes d'insectes, indéterminés, deux espèces : *Anthracomartus palatinus* von Ammon, arachnide, et *Estheria tenella* Jordan. Cette dernière espèce caractérise l'Autunien (couches d'Autun et de Lebach.) Sa présence dans l'assise de Breitenbach serait intéressante à vérifier.

ÉTAGE PERMIEN

Les formations supérieures au Stéphanien ne seront évoquées ici que de façon succincte et dans la mesure où elles nous aideront à mieux comprendre et achever l'histoire des phénomènes géologiques qui ont façonné le bassin houiller sarro-lorrain.

Le Permien se divise très nettement en deux parties, reconnaissables à la fois à leurs caractères lithologiques et aux conditions différentes de leur gisement : l'inférieure (= Unter-Rothliegendes = Autunien), qui peut être concordante sur le Stéphanien supérieur, est un dépôt continental, dépourvu de roches éruptives contemporaines ; la supérieure (= Ober-Rothliegendes), formation également continentale, est discordante sur l'ensemble des roches plus anciennes, concordante au contraire vers le haut avec le grès bigarré du Trias ; elle se reconnaît à la présence de coulées, contemporaines, de roches éruptives, et de galets provenant de leur remaniement.

I. — PERMIEN INFÉRIEUR

(= *Unter-Rothliegendes*)

L'*assise de Cusel* (E. Weiss, 1868-72) débute ordinairement par un banc de conglomérat de 1 m. 50, à galets de quartz et quartzite, et se continue par des arkoses, des schistes rouges, avec bancs de calcaire dolomitique, pour se terminer par des alternances de grès gris feldspathiques, conglomérats, schistes rouges et gris où se trouvent de petits lits de charbon inexploitable. Son épaisseur atteint 130 mètres, là où elle est complète ; elle repose en concordance, sur l'*assise de Breitenbach*, dans la région au sud de la Prims.

Sur ce versant nord-ouest de l'anticlinal de Sarrebrück, la limite entre Stéphanien et Permien est ainsi beaucoup moins tranchée que celle que fournit le Conglomérat de Holz entre le Stéphanien et le Westphalien ; l'*assise de Cusel* est par contre transgressive sur le bord nord du bassin, où ses couches supérieures reposent directement sur les roches anciennes (Dévonien).

La flore des schistes, où domine : *Callipteris conferta*, *Walchia piniformis*, associés à *P. arborescens*, permet d'attribuer les couches de Cusel au Permien.

Mais c'est surtout l'*assise de Lebach* (E. Weiss, 1888) qui est fossilifère. Reposant sur les couches rouges de Cusel, elle est faite d'une masse de schistes gris et noirs, souvent bitumineux, à nodules de sidérose contenant des empreintes (et autrefois

exploités comme minéral). Ces schistes noirs (30 m. d'épaisseur) sont accompagnés de grès micacés et feldspathiques, gris ou jaunes.

Les nodules des schistes de Lebach ont livré la faune et la flore autuniennes : faune lacustre de crustacés : *Estheria tenella* Jord., *Gamponyx fimbriatus* Jord., poissons nombreux (écailles et coprolithes), sauriens, tel le célèbre *Archegosaurus Decheni* Goldf., et quelques insectes. Les plantes sont, d'après Potonié, *Callipteris conferta*, *C. praelongata*, *Taeniopteris multinervis*, *Pecopt. arborescens*, *Odontopt. subcrenulata*, *Walchia piniformis*, etc...

Enfin, le Permien inférieur est couronné en Sarre par l'assise de Tholey (E. Weiss, 1888), qui groupe 100 mètres environ de dépôts détritiques : grès très feldspathiques, conglomérats et schistes rouges, dont les seuls fossiles connus sont des bois silicifiés.

II. — PERMIEN SUPÉRIEUR

(= *Ober-Rothliegendes*)

C'est au milieu de l'époque permienne que se termine dans le bassin sarro-lorrain, la période d'accumulation continue de sédiments lacustres, qui a débuté au Westphalien et fut seulement interrompue par places au début du Stéphanien. La dépression houillère cessant maintenant de s'enfoncer se trouve entièrement comblée. Au contraire d'importants mouvements du sol président à son émerision définitive, accompagnés par des éruptions volcaniques. Le remplissage du bassin houiller est achevé.

On voit, en effet, reposer sur les couches précédentes, en discordance générale, les dépôts du Permien supérieur qui appartiennent à un cycle sédimentaire nouveau, celui du Trias. Mais auparavant des venues éruptives massives se produisent, dont les filons recoupent les terrains plus anciens (dévonien, houiller, permien inférieur, y compris l'assise de Tholey) et dont les coulées s'épandent en masses, principalement sur le bord nord du bassin sarrois, mais aussi au centre et au sud, formant la base du Rothliegende supérieur. Ces roches sont des porphyres quartzifères, des porphyrites, des mélaphyres, associées à des brèches et des tufs porphyriques (improprement appelés : Tonstein) : et cet ensemble représente l'Assise de Sötern (H. Grebe, 1881). L'injection rapportée au mélaphyre dans le houiller de l'anticlinal de Sarrebrück, à St-Ingbert et Hirschbach, que nous avons décrite plus haut, se rattache à cette époque d'activité volcanique. Et le sondage de Mont-sur-Meurthe a rencontré sur le Houiller des roches éruptives de même âge.

Quant aux sédiments du Permien supérieur, ce sont des conglomérats, de couleur rouge foncé, violacée, renfermant à côté des galets de quartz et de quartzite, des galets de mélaphyre et de porphyre. C'est ce que l'on désigne en Sarre, sous le

nom d'*Assise de Wadern* (E. Weiss, 1888). Son âge, postérieur aux éruptions de Sötern, est bien établi par la présence des galets provenant du remaniement des roches ignées ; et ceci fournit le meilleur caractère pour reconnaître ces conglomérats. Ils supportent des grès rouges, brunâtres, feldspathiques, à ciment dolomitique et des schistes argileux rouges, que l'on désigne, avec H. Grebe (1881), sous le nom d'*Assise de Kreuznach*. Ces grès passent insensiblement vers le haut au grès bigarré du Trias inférieur. Aucun fossile ne permet, dans la région qui nous occupe, d'établir positivement l'âge permien supérieur de cette formation de poudingues à galets de roches éruptives et de grès rouges. Mais leur position, *sous le Buntsandstein*, indique qu'ils sont plus anciens et justifie leur attribution à l'Ober-Rothliegendes, par analogie avec d'autres régions.

Ces grès rouges violacés, à ciment magnésien, et ces conglomérats à galets de roches éruptives, sont connus sous le Grès bigarré, en concordance avec lui, et en discordance sur le Houiller, dans les puits et les sondages de Lorraine. Ce sont eux qui sont désignés comme " Permien " dans les coupes de ces travaux. On les distingue bien du Trias par leur couleur plus violette et leur ciment spathique. Leur épaisseur est très variable, leur présence sporadique. Ils semblent combler des dépressions irrégulières, parfois profondes, de la surface du terrain houiller (Sondages de Velsen I, II, III, dans le Warndt ; champ sud du Puits Ste-Fontaine, de Sarre-et-Moselle). Leur ciment carbonaté les rend relativement imperméables⁽¹⁾ ; ainsi ils protègent en partie les travaux miniers contre les infiltrations de la nappe aquifère du grès bigarré.

(1) Ceci atténue le danger qu'offrirait pour le mineur de passer de façon inopinée, au fond de la mine, du terrain houiller dans une de ces poches de Permien.