

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 HOILLER
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 HOILLÈRES 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. DANÉL

—
MCMXXXIV

BASSIN HOULLER 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 HOULLER 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 HOULLER DE LA SARRE ET DE LA LORRAINE.	13
CHAPITRE I ^{er} . Les roches de l'Etage de Sarrebrück.....	13
CHAPITRE II. Les roches de l'Etage d'Ottweiler.....	32
II^e Partie. — LES ASSISES HOULLÈRES.....	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 HOULLER 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

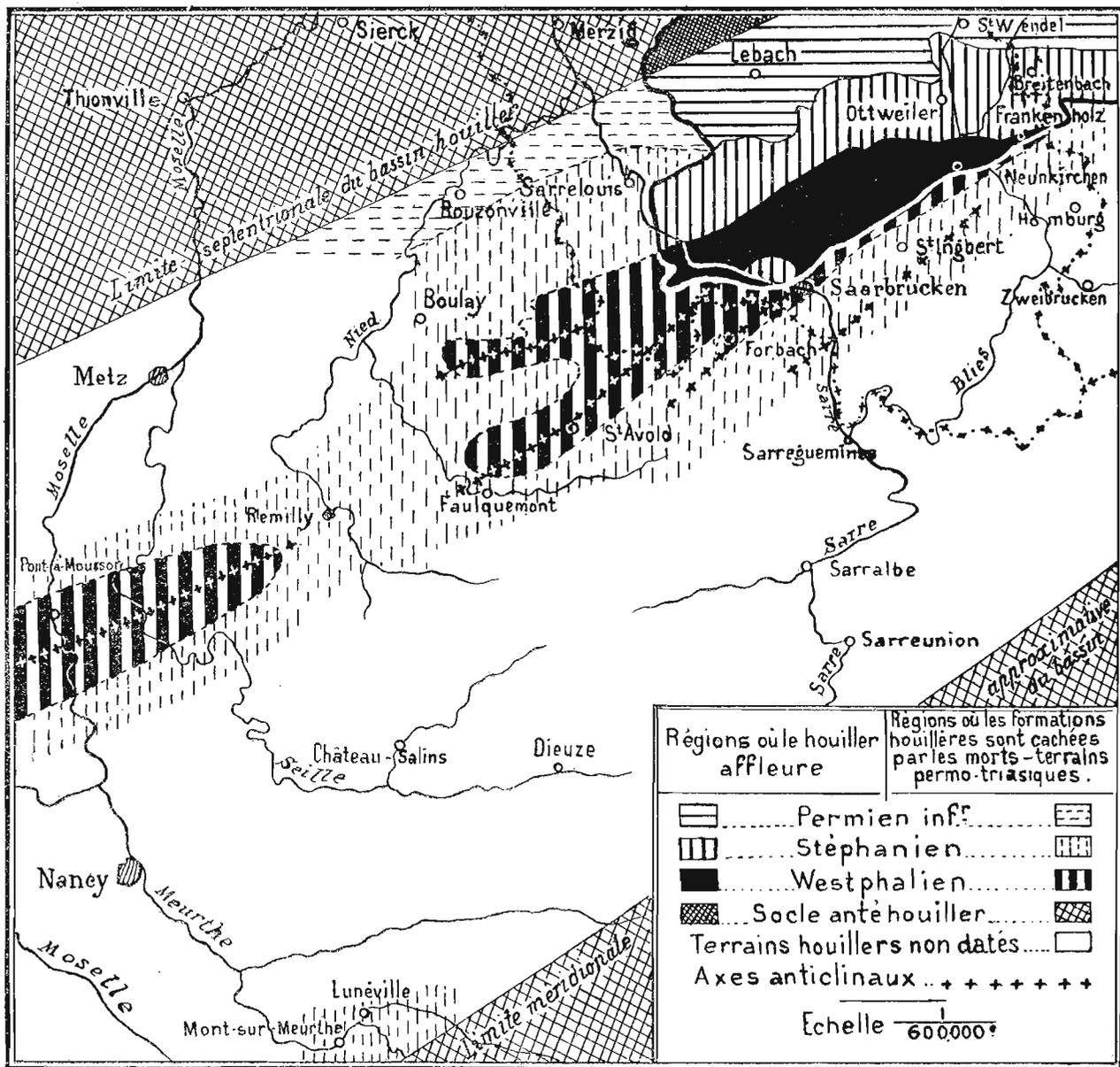


FIG. 1. — Carte géologique du gisement houiller de la Sarre et de la Lorraine, montrant la région où le terrain houiller affleure (figurés continus), celle où il a été reconnu sous le manteau de morts-terrains (figurés interrompus) et celles où il n'a pas été encore atteint par l'exploration souterraine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

INTRODUCTION

LES ÉTAPES DE LA PROSPECTION GÉOLOGIQUE DU GISEMENT HOUILLER 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 commencèrent 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,

(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.

qui décrivent pour la première fois de façon systématique les faunes et les flores recueillies dans le terrain houiller de Sarrebrück, le résultat 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 décrirons dans ce mémoire sous le nom de "Croupe de Boucheporne". 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. Deffline, 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. Chandesris, 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'École 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. Cuvelette, 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. Brumder, Ingénieurs, puis M. Marx, Ingénieur Divisionnaire, Chef du 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, suscitèrent 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 publié 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 de l'avenir 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.

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 "stampes" 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

(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 namuriennes 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.

granite, de 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 kaolineux 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 dans 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 radicales, 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

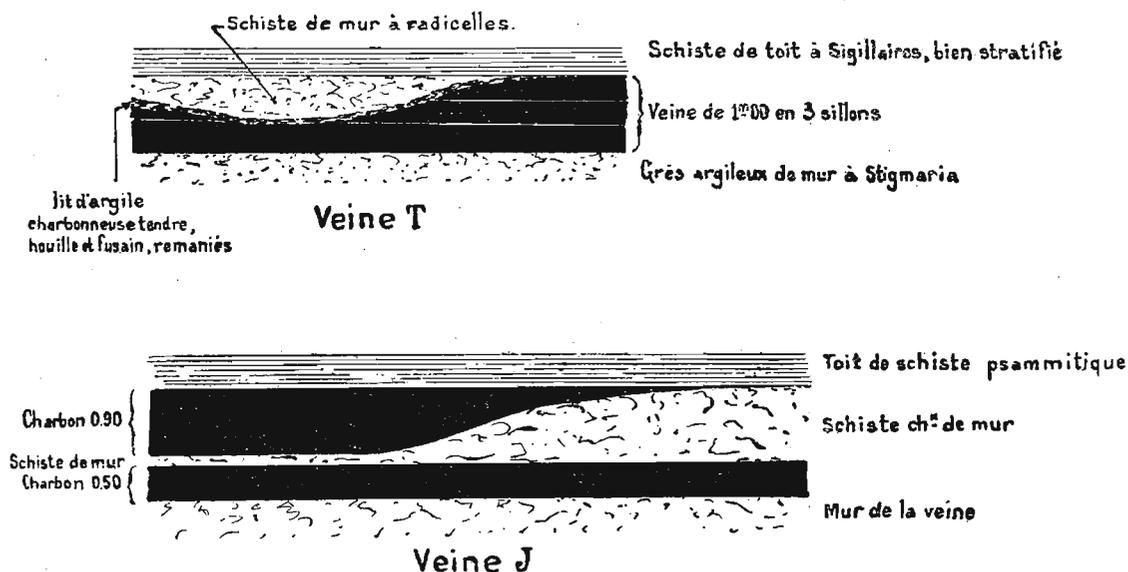


FIG. 2. — Coupes prises dans les travaux des veines T et J du puits Ste-Fontaine, de Sarre-et-Moselle (Champ nord-est, Étage 230, 11^e travers-banc).

schiste de 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 (rhomboédres 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. LEPPA, 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 Frankenholtz, Nordfeld, etc.) ; il les reconnaissait en outre à leur couleur foncée. En

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 $2 \text{Si O}^2, \text{Al}^2\text{O}^3$, 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

réalité, 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			D	Tonstein I		Tonstein II				Tonstein III					Tonstein IV			Tonstein V		T	U	
	A	B	C		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	—	—	—	—	—	—	—	—	0,37	—	
Potasse (K ₂ O)									0,27														0,73
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	
Acide sulfuriqu. (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 — — de 0^m,05 — — — — de Dilsburg (— — — —)
 C Schiste charbonneux gris en sillon de 0^m,13 dans veine Wahlschied de Griesborn (— — — —)
 D Lentille de Tonstein de 0^m,03 dans la veine Schwalbach (= Lummerschied) de Griesborn (— — — —)
 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 (— — — —).
 * L Tonstein de veine 11 des gras, fosse König (Analyse de W. Schmitz-Dumont, 1894).
 * M Tonstein III, en affleurement sur la route de Neunkirchen à Wellesweiler (Anal. W. Schmitz-Dumont, 1894).
 N Tonstein au toit de veine 24 de Frankenholz, puits III, bow. principale, 0^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-Roseln (Analyse des Mines Domaniales françaises, 1924).
 R Tonstein à 999 m. (bane de 3^m,65) dans le même sondage (Analyse des Mines Domaniales françaises, 1924).
 * S Tonstein de veine 36 1/3 des gras, fosse St-Ingbert (Analyse de A. Schwager).
 T Cendres (échant. sec et calciné) du charbon mat (durain) de veine Tauenzin, fosse Heintz (Analyse des Mines Domaniales françaises, communiquée par M. R. Chandèsris, 1934).
 U Lit de siderose lithoïde (Clayat = Tonsenstein) 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. Leppin (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 l'argile cryptocristalline dans laquelle sont noyés les cristaux de leverrierite et qui forme parfois les 9/10^{es} de la masse, 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 $6 \text{Si O}^2, \text{Al}^2 \text{O}^3$.

Et P. Termier conclut son étude de la façon suivante : "Le silicate d'alumine des tonstein de la Sarre oscillerait ainsi, quant à l'anhydride, entre les formules

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

2 Si O², Al ²O³, 4 Si O², Al ²O³ et 6 Si O², Al ²O³. Il prendrait le plus souvent la première forme et se constituerait à l'état de leverrierite. Dans des cas probablement plus rares, il se constituerait, comme dans les gores du bassin houiller de Lyon, à l'état d'une argile ayant pour anhydride 6 SiO², Al ²O³ et qui est peut-être une variété de termierite ”.

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 Götzelborn ; 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. 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 chimiquement pur 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.

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 19a de Dudweiler, au mur de la veine Nasse de Wellesweiler, au mur de la veine Natzmer (fosse König). 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 19a. 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 de " 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 Flamnants 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. Nous verrons aussi plus loin que le Tonstein IV pourrait faire défaut dans l'anticlinal de Merlebach.

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, 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

(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).

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 Wespalien 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 quartzueux 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° *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 et de biotite, cristallisées *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 doit 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 Ammon ont pensé que ces roches étaient des roches basiques, telles que des méla-phyres 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

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

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 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

(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.

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 calmées 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.

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

(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.

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	QUALITÉ DES CHARBONS	PRINCIPALES ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES	
Trias						
Permien supérieur.	Ober-Rothliegendes (<i>Couches de Sötern, de Wadern et de Creusnach</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</i> , <i>Walchia pini-formis</i> , <i>Estheria tenella</i> , etc.	
Stéphanien (Etage d'Ottweiler Weiss 1869) (1.800 m. max.)	Assise de Breitenbach (L. von Ammon, 1903). (200 m.)		Veine Hausbrand (= Urexweiler-Breitenbach)		<i>Odontopteris Reichi</i> , <i>O. Brardi</i> , <i>O. subcrenulata</i> , <i>Linopteris Kessleri</i> , <i>Callipteridium gigas</i> , etc.	
	Assise de Potzberg (L. von Ammon, 1903). (900 à 1.000 m.)		Veines Hirtel et Heusweiler	Houilles sèches à longue flamme (Magerkohle)	<i>Pecopteris arborescens</i> , <i>P. palaeacea</i> (associés à <i>P. unita</i> , <i>P. lamuriana</i> , apparus dans l'assise précédente), <i>Oo-pteris pecopteroides</i> , <i>Zygopteris erosa</i> , etc. Apparition du genre <i>Walchia</i> . <i>Anthracomya prolifera</i> , <i>Estheria lim-bata</i> , <i>Leaia Baentschi</i> .	
	Assise de Sarrelouis (550 m.)	— < limite = toit de veine Lummerschied > — <i>Zone de Dilsburg</i> (300 m.) (= Unt. Ottweiler Schichten de E. Weiss) <i>Zone de Götterborn</i> (250 m.) (= Obere Saarbrücker Schichten de E. Weiss)	Faisceau de Wahlschied Couches stériles à <i>Leaia Baentschi</i> Veine André Conglomérat de Holz (3 m. à 200 m.)			
— < 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.)	Assise de La Houve (Barr. Bertr. Pruv. 1922) = Westph. D (2.000 m. env.)	<i>Zone de Faulquemont</i> (600 m.)	Faisceau de Steinbesch (400 m.) Conglomérat de Tritteling (200 m.)	Flambants supérieurs (Obere Flammkohle)	Mélange de <i>Mixoneura sarana</i> et de <i>Pecopteris cyathéoides</i> ; <i>P. unita</i> et <i>P. Pluckenetii</i> (abondants, apparus dans la zone précédente). Disparition du genre <i>Mariopteris</i> . <i>Mixoneura sarana</i> , <i>Pec. sarasfolia</i> , <i>P. longifolia</i> ; disparition de <i>M. Cæmansii</i> , <i>O. Goldenbergi</i> .	
		<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.)	Flambants inférieurs (Untere Flammkohle)	<i>Pecopteridium Dejançei</i> , <i>Margaritop. Cæmansii</i> , <i>Oropt. Goldenbergi</i> , <i>Mariopteris carnosa</i> , <i>M. Leharlei</i> , <i>Anthracomya Weissi</i> .	
	Assise de Sulzbach (L. von Ammon 1903). = Westph. C (600 m. env.)		Faisceau de Neunkirchen (avec Tonstein III et IV)	Charbons gras (Fettkohle)	<i>Neuropteris tenuifolia</i> , <i>N. Scheuchzeri</i> , <i>Sphenopteris Sauveuri</i> , <i>Desmopteris longifolia</i> , <i>Mariopteris Siviardi</i> , <i>Carbonia jabulina</i> .	
		— < limite : Tonstein V > —				
	Assise de Saint-Inghert..... = Westph. B (450 m. env.) — ? —		Faisceau de Rothell (250 m.) Conglomérat de Rischbach (200 m.) — ? —	Charbons gras	<i>Neuropteris attenuata</i> , <i>N. aff. flexuosa-Cisti</i> , <i>Linopteris neuropteroides-major</i> , <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> , <i>Arthropleura Mailleuxi</i> .	
— < Lacune et discordance générale du terrain houiller sur le socle antécambrien fortement plissé (phase orogénique sudétienne de H. Stille) > —						
Devono-Dinantien	Quartzites du Taunus, schistes du Hunsrück, dévono-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

ÉTAGE 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. 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

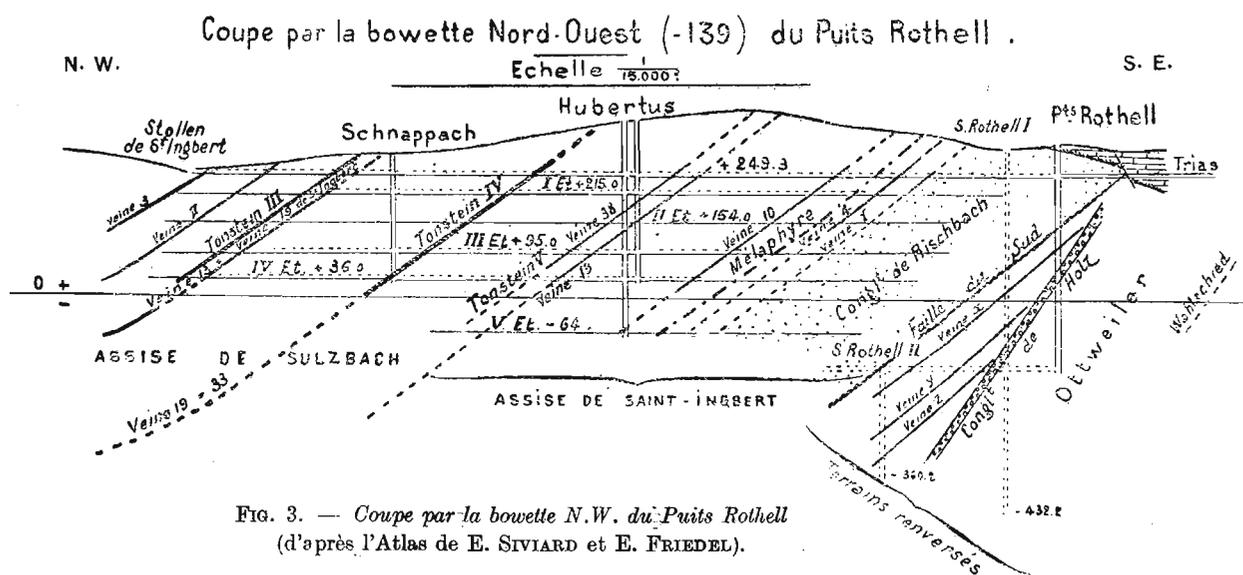


FIG. 3. — Coupe par la bowette N.W. du Puits Rothell (d'après l'Atlas de E. SIVIARD et E. FRIEDEL).

les couches de Rothell. Les traçages 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 Etage, 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 déductions, 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.

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 130 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

(1) Voir plus haut, p. 38.

à *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.

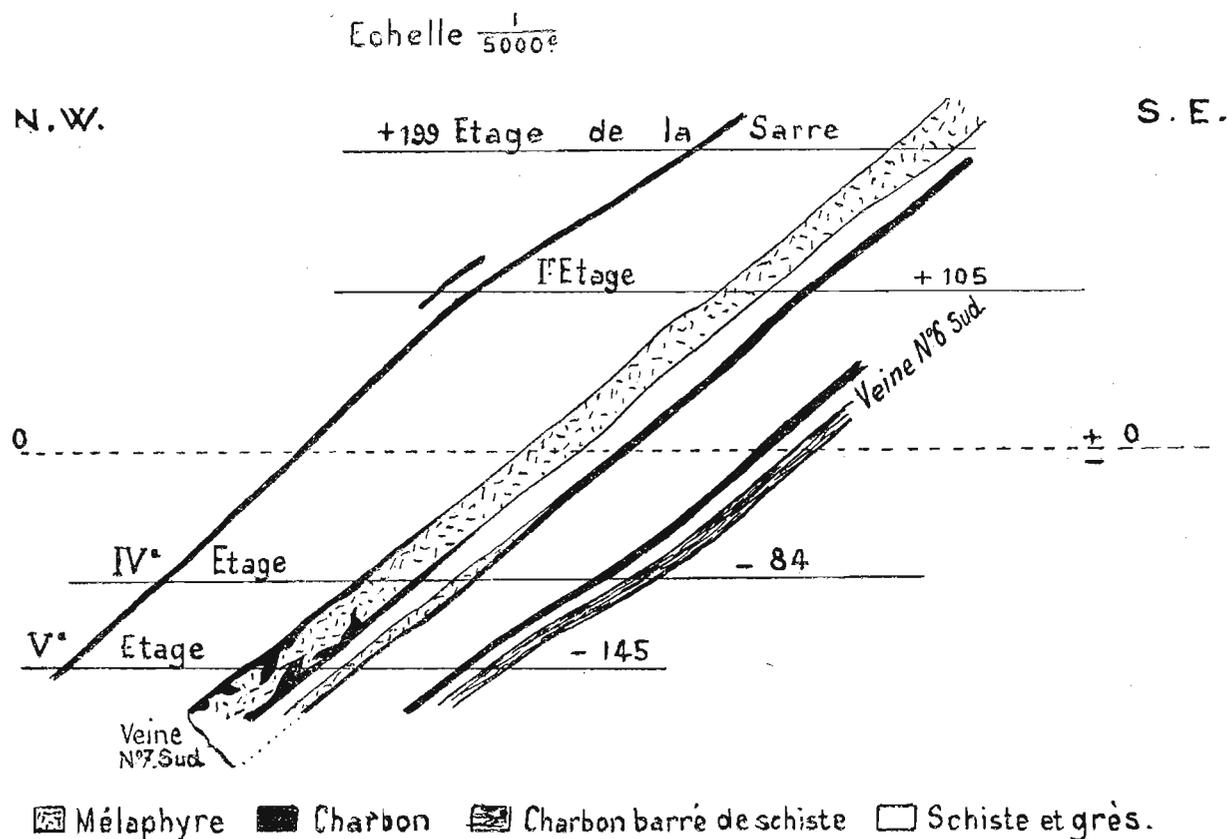


FIG. 4. — Allure en coupe du sill de « mélaphyre » dans les bowettes du siège d'Hirschbach.

Une venue éruptive, d'âge permien, mélaphyre des auteurs, représentée par un filon interstratifié dans le charbon de veine n^o 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 le 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 Etages), 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

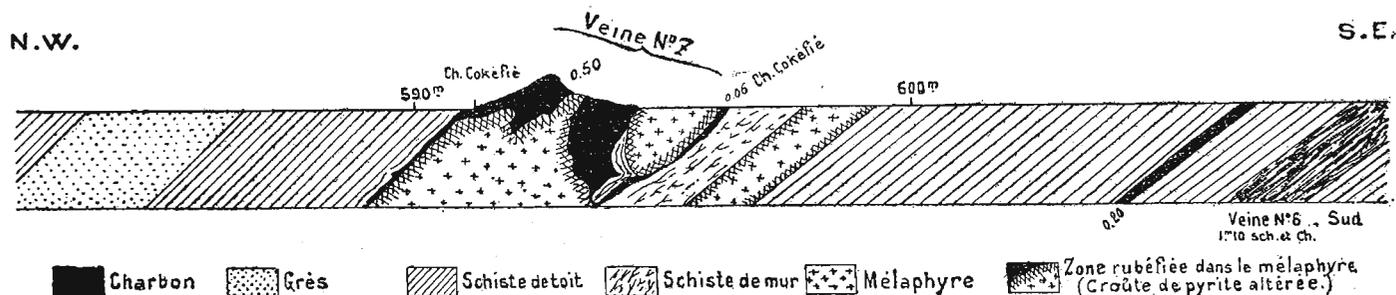


FIG. 5. — Coupe d'une portion de la bowette Sud d'Hirschbach (V^e Étage, — 144 m., paroi est). Ech. 1/150^e.

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. LEPPLA, *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. LEPPLA, 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 mélaiphyre.

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 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.

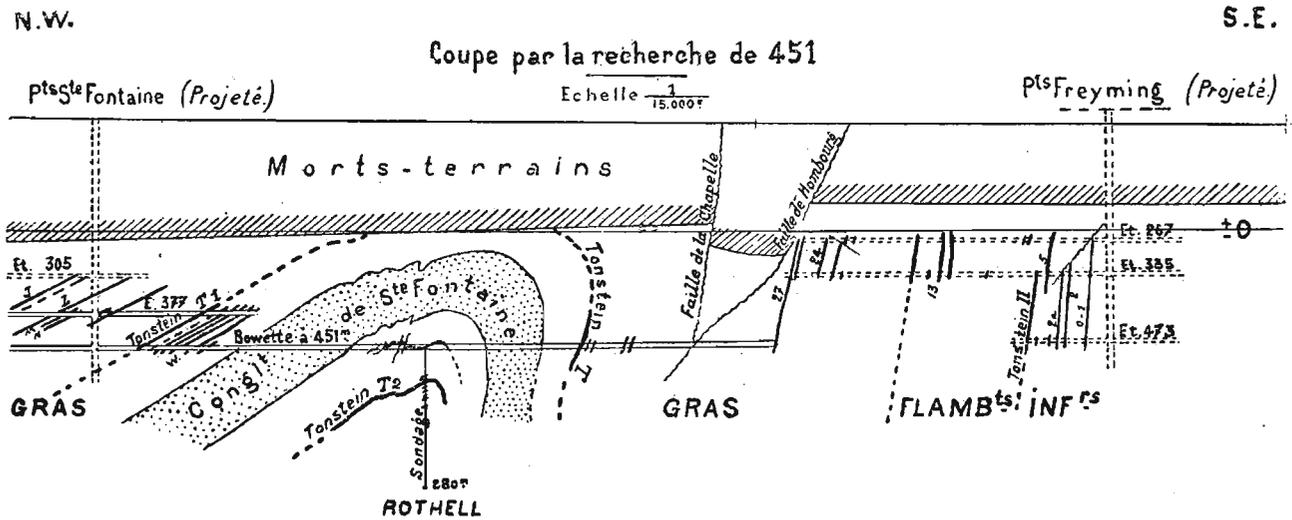


FIG. 6. — Coupe prise à Sarre-et-Moselle, à travers l'anticlinal de Merlebach.

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, n'aurait pas été reconnu à Sarre et Moselle, soit qu'il y fasse défaut, soit qu'il ait échappé à l'observation dans les terrains situés entre le Conglomérat de Sainte-Fontaine et le Tonstein T_2 .

3° 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° 18 (à St-Ingbert) : *Neur. linguaeifolia*, *Pecopteris pennaeformis* Br.

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

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

Veine n° 13 (à Hirschbach, 402 m. au S. de V. n° 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° 12 (à Hirschbach, 420 m. au S. de V. n° 21) : *Neuropteris linguaeifolia*, *Neur. attenuata*, *Pecopteris pennaeformis*, *Sphenophyllum myriophyllum*, *Lepidodendron obovatum*, *Ulod. ophiurus*, *Sigillaria scutellata*, *Calamites* cf. *varians*.

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

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

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

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

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

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

4^o 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 banc, 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 niveaux 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 Étage, 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 Ste-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 au Tonstein III.

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 Sauveuri*, *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 (Nos 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 nos 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 grenu, 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, verrons-nous, au conglomérat de Ste-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 Sawveuri*. 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 une légère réserve est à introduire ici 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. L'argument paléontologique semble 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. M. P. Bertrand, en effet, a observé que le *Pecopteridium De فرانței*, 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. De فرانței* 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. Nous ferons une observation comparable un peu plus loin, concernant la flore du sommet des Gras de Ste-Fontaine. Si cet argument tiré de la présence du *P. De فرانței* possède une valeur que nous n'oserions pour le moment présenter comme absolue, la partie tout à fait supérieure des Gras en Lorraine serait contemporaine des couches de Geisheck dans la Sarre.

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 H1 à H11, puis un intervalle stérile formé de grès, épais de 100 mètres, entre H11 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^o 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 Dejrancei* et *Pecopteridium Cuvelettei*) a été observée au toit de veine B, comme au voisinage de Veine St-Jean. Ainsi 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. Ce dernier pourrait être situé légèrement plus bas dans l'échelle stratigraphique.

2^o Le Tonstein de Veine T (Tonstein T₁) s'assimile sans difficulté avec celui de Veine n^o 20 de Petite-Rosselle, et selon toute vraisemblance, quoique moins certainement, avec le Tonstein III de la Sarre. Le Conglomérat de Ste-Fontaine représente bien le stérile au mur de veine x₄, peut-être aussi le stérile au mur de Veine 14 de Jägersfreude. Le stérile entre veines H et J peut trouver son équivalent dans les 20 mètres de grès séparant veines n^{os} 10 et 11 du puits St-Charles, et l'épaississement de ce stérile à Ste-Fontaine donnerait une explication partielle de l'augmentation excessive de puissance des terrains compris d'une part entre St-Jean et le Tonstein de veine 20 à Petite-Rosselle, d'autre part, entre veine A et le Tonstein T₁, à Sarre-et-Moselle (225 mètres à Petite-Rosselle, 525 mètres à Ste-Fontaine).

3^o 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. En ce cas, le Tonstein IV n'aurait pas été reconnu en Lorraine. De toutes façons, si le Tonstein T₂ était l'équivalent du Tonstein IV, il manquerait en Lorraine le Tonstein V. Cette lacune peut être due à une observation insuffisante ; mais étant donné le soin mis à la recherche des tonstein par les Compagnies lorraines, je pencherais plutôt à admettre que les tonstein ne sont pas des dépôts indéfiniment continus. Nous aurons d'ailleurs une autre indication en faveur de cette conclusion, lorsque nous essaierons de suivre le Tonstein I des Flambants.

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 T₁ 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 27 et 28	125 m.
200 m.	Veine J à Veine T	Veine 28 à Veine 35	200 m.
	← Tonstein T ₁ →		
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, après les incertitudes que nous avons déjà rencontrées pour essayer de raccorder ceux de Sarre-et-Moselle avec ceux de Dudweiler. 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 de 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 Chandèsris, 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 Cuvelettei* P. B. De cette observation, on peut conclure, comme nous l'avons dit plus haut, soit que le faisceau gras en Lorraine s'élève davantage qu'en Sarre dans l'échelle des terrains westphaliens, soit que ces espèces du Westphalien D ont leur point d'apparition un peu plus bas que la limite inférieure de cette assise. Il est difficile de prendre actuellement parti entre ces deux alternatives.

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 les deux niveaux de schistes bitumineux à ostracodes (*Carbonia fabulina*) que nous avons signalés, 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 dominent, 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 DeFrancei* à la base, de *Mixoneura sarana* au sommet, par la présence de *Margaritopteris Coemansi*, *Ovopteris Goldenbergi*, *Pecopteris saraefolia*, *P. longifolia*, par l'apparition vers le haut de *Pecopteris* cyathéoides, d'affinités stéphaniennes : (tels que *P. pectinata*, affine à *P. hemiteloides*, 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. carnososa*, *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 à 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,

de veine B à Ste-Fontaine, et c'est pour cette raison que nous incorporons ce groupe pauvre en charbon, de Geisheck, à la zone des Flambants inférieurs.

2° 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 de 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 Frankenholtz, 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° 1, au mur de veine A, vient la veine H, puis la veine n° 1 ⁽²⁾, puis la veine n° 2 que nous plaçons au sommet des Geisheck. Du conglomérat de Holz à la veine n° 2, l'ensemble du “ faisceau de Petite-Rosselle ” ne dépasse pas 150 mètres, à Frankenholtz. 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 (=Mötz 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° 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 veines 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. Derancei* 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 Gargan, 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 (à 35 m. au toit de la veine 1 de l'Hôpital). Mais nous n'avons pu le vérifier directement, la région étant inaccessible et nous devons laisser ce point dans le doute. 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 revision des carottes faite par M. Bertrand, a pénétré dans la même zone à *P. Defrancei*.

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. Defrancei* 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 Defrancei*, 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 carnosa* 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 la 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 saraeifolia-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. DeFrancei*, 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-Avoid*(ou Charbons flambants supérieurs)*

La zone de St-Avoid 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-Avoid 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 qui représente le niveau du Tonstein I en Lorraine ⁽¹⁾. Paléontologiquement cette limite se reconnaît aisément parce qu'elle correspond

⁽¹⁾ *Gisements du Tonstein I.* — Le Tonstein I, pris comme limite inférieure de la zone de St-Avoid (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 n^{os} 5, 7, 9 et 12) nous possédons les échantillons de toutes ces localités :

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

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

5^o Dans le sondage de Josepha (n^o 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^o Dans le puits Davy (Inspection II), à la cote + 160. Épaisseur 0 m. 18.

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

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

9^o Dans le sondage de Ludweiler n^o 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^o Au sud de l'anticlinal de Sarrebrück, dans la bowette S. d'Hirschbach (V^e Étage), à la distance 1.287 m.

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 n^{os} 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 n^{os} 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 Göttelborn, la série est très semblable, mais les veines portent des noms différents : Eilert (= Colonie), 80 cm, 55 cm, 65 cm, Kohlbach, Beust (= Alexander), Elisabeth, 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 Deffinei*, *Odontopteris Reichi*,

12° A Carling, fosse l'Hôpital, à 35 m. au toit de veine n^o 1.

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 mur 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

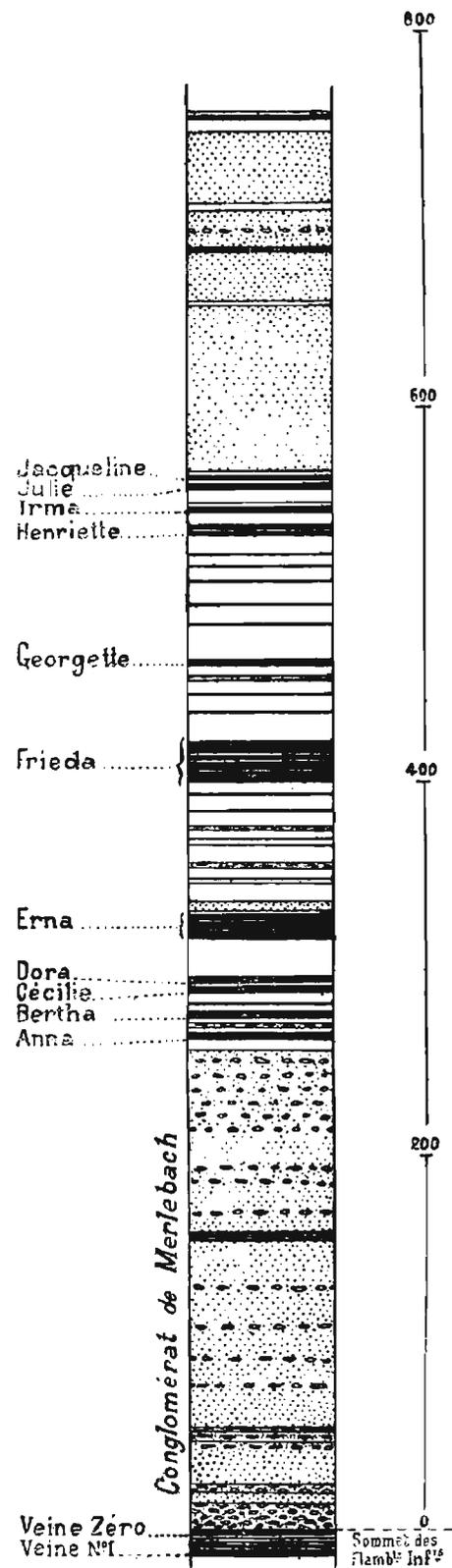


FIG. 7. — Les Flambants supérieurs (*faisceau de Laudrejung*), dans la région des dressants de Merlebach.

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 (496m. 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. DeFrancei* 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 décrivons 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^o 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^o 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^o 310) et de *Pontpierre* (N^o 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^o 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 *Greney* (n^o 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^o 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 saraeifolia-Röhli*, *P. longifolia*, *P. micro-Miltoni* P. B. ; *Mixoneura Deflinei* P. B. est plus rare.

Apparition d'espèces stéphaniennes ou d'affinités stéphaniennes : *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. Dejrancei* : *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, depuis les charbons gras, citons une petite forme d'*Arthropleura* : *A. cf. Moysseyi* 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 stéphaniennes.

(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 stéphaniennes, 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.

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 n^{os} 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 lonchitijolia-Serli*, plantes communes dans la zone de St-Avoid, 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^o 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-Avoid), série schisteuse avec grès grossiers à points noirs (grumeaux de schiste) et riche en charbon. Elle contient 8 veines (couches n^o 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-Avoid sur 240 mètres.

M. P. Bertrand a bien reconnu à ce niveau les plantes de la zone de St-Avoid : grande abondance du *Mixoneura sarana*, associé à des *Mariopteris*, à *Aleth. lonchitijolia-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 (observés 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° 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 stéphaniena*, *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 celle des Flambants supérieurs et celle de l'Ottweiler, mais encore étroitement voisine de celle des Flambants (épaisseur 300 à 400 m.).

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

3° *Zone de St-Avoid*, 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° 2 (N° 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 nos 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*, *Lepidostrobis 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° 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 Gottelborn), 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 ; nos 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.; nos 10 et 11 (2 m. 60 et 2 m.) à 1.034-1.043 m. ; nos 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 Cæmansii*. 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* cyathéoïdes, 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 Coemansi* 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 Sarrebrück 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 Smison (1934), on peut caractériser l'assise de Sarrelouis de la façon suivante:

1° 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° Présence de *Ovopteris pecopteroides*, *Zygopteris erosa*, divers *Sphenopteris* décrits par E. Weiss, *Sphenophyllum oblongifolium*.

3° 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° 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 l'étude détaillée de ses galets, qui nous permettra 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 Frankenhölz et au sondage de Wiebelskirchen n° 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 la 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'ennoe 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'ennoe 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 phthanite 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 siderose. 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 wemmetzweilerensis* 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 Göttelbron, 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 rouge du Alzberg (Erläuter. zu B1. 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 Frankenholtz, 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 Frankenholtz 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 Frankenholtz ; 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 du 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, Hirschbach au sondage Furth et Frankenholtz, mais l'épaisseur des couches intermédiaires diminue, passant de 235 à 135 m., de Differten à Frankenholtz.

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 Göttelborn, 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 *Leaia*, 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 pro-pijera* 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 débris charbonneux. 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 Frankenholtz (puits 1, 8^e Etage) 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 Göttelborn : *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 Frankenholtz (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 kilm. 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, a 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 : *Levia 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 stéphanienues 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'Edith 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 permienues : *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. Launayi* 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 au *P. arborescens*, permet d'attribuer les couches de Kusel au Permien.

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

exploités comme minerais). 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., *Gamptonyx 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 piniiformis*, 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 émergence 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 recourent 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 Rothliegendes 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 de la surface du terrain houiller (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.

CHAPITRE II

LA DISCORDANCE DU CONGLOMÉRAT DE HOLZ

Vis-à-vis des couches de Sarrebrück, le changement assez marqué dans la nature lithologique des dépôts continentaux, qui survient à la base des couches d'Ottweiler (couleur rouge, apport général en grand nombre de galets exotiques dans les conglomérats, abondance de sédiments argileux à coquilles d'eau douce, précipitations calcaires, etc.) ; celui, non moins tranché, observé dans la population végétale (hiatus paléontologique, souligné par la disparition brutale de plantes précédemment abondantes, telles que le *Mixoneura sarana* et le genre *Mariopteris*), laissent entrevoir que, dans le territoire sarrois, entre les derniers dépôts westphaliens des Flambants supérieurs, et la formation du Conglomérat de Holz existe une discontinuité et qu'à la base de ce conglomérat doit correspondre une certaine *lacune stratigraphique*.

Les explorations et les travaux miniers effectués ces dernières années dans le gisement sarro-lorrain, apportent, non seulement la preuve de l'existence de cette lacune dans la majeure partie du bassin, mais établissent, bien plus, ce fait que le *Conglomérat de Holz* y est par places *discordant* sur les formations antérieures du Westphalien.

Nous exposerons successivement les observations sur lesquelles cette conclusion s'appuie :

1° **Coupe de Frankenholtz** (Fig. 20, p. 130)

C'est à Frankenholtz qu'une étude paléontologique des couches exploitées immédiatement sous le Conglomérat de Holz, jusqu'alors attribuées aux Flambants supérieurs, nous a démontré qu'en réalité tout ce faisceau houiller (zone de St-Avold) y était absent et celui des Flambants inférieurs (zone de Forbach), lui-même réduit. Ainsi, pour la première fois, notre attention fut attirée sur le fait que le Conglomérat de Holz pouvait, suivant les points, reposer en Sarre sur des couches d'âge différent.

La lacune relevée à Frankenholtz est importante, puisque, paléontologiquement, le Tonstein de la veine A, situé à cinquante mètres en moyenne sous le conglomérat de Holz, doit être assimilé au Tonstein II, le *Mixoneura sarana* n'apparaissant

pour la première fois et en faible proportion qu'au-dessus du Tonstein (au toit de la veine de 0 m. 65), tandis que ce Tonstein repose sur des couches qui ont livré *P. De فرانței*, la plante des Flambants inférieurs. Or, on sait que les *Mixoneura* font leur apparition en Sarre et en Lorraine entre le Tonstein II et le Tonstein I (veines Amelung, Wohlwert). D'après ceci, il manque à Frankenholz, outre la zone de St-Avold, la partie supérieure du faisceau de Petite-Rosselle (veines Kallenberg, Amelung, Anna-Sophie-Max) et la lacune, comparée aux faisceaux flambants qui sont développés dans la région de Louisenthal ou à Faulquemont (voir pl. III), dépasse mille mètres de terrains.

L'examen des travaux miniers de Frankenholz montre que le phénomène d'érosion des couches inférieures au Conglomérat de Holz peut y être directement observé, car il s'est traduit par des ravinements de détail. C'est ainsi que les couches de Sarrebrück sont d'autant plus entamées que l'on se dirige vers le sud : la veine de 0 m. 65, connue aux puits III-IV à 50 m. environ sous le conglomérat de Holz, et à 50 mètres environ sur le Tonstein de veine A (1), disparaît, rabotée par la transgression stéphanienne, avant d'atteindre le champ des puits I-II, où à peine 30 mètres de terrain sont conservés entre le conglomérat de Holz et la veine A. Ceci représente sur une coupe passant par les puits IV et I, 70 mètres de terrain westphalien érodés, en direction du S. W., sur une distance horizontale de 1 km. 5.

Frankenholz est le seul point du bassin situé sur la voûte même de l'anticlinal de Sarrebrück, où le terrain houiller westphalien soit exploité, sous la couverture conservée de terrain stéphanien, c'est à cette particularité que nous devons de pouvoir y constater nettement les effets d'une érosion antéstéphanienne qui paraît ici avoir eu son paroxysme au point culminant du pli.

2° Sondage de Wiebelskirchen

Aussi, dès qu'on s'en éloigne, vers le N. W. par exemple, ces effets s'atténuent. Mais ils sont encore sensibles. Au sondage de Wiebelskirchen n° 3 (N° 277 du Répertoire Siviard) exécuté en 1901 à 4 kilomètres à l'ouest du puits I-II de Frankenholz, d'après les observations de Potonié et de Schlicker, sous les couches à *Leaia* qui affleurent au voisinage et sous le Conglomérat de Holz, qui a été rencontré à 97-106 m. de profondeur, on a bien recoupé les charbons flambants, mais le faisceau gras apparaît déjà à 610 m. de profondeur, avec le Tonstein III, à 826 m., ce qui laisse l'assise de la Houve, réduite à moins de 500 mètres, compte tenu de l'inclinaison. Il manquerait encore près de 500 mètres de terrains.

(1) Le puits IV a recoupé la couche à *Leaia* (schiste noir) à 280 m., le conglomérat de Holz à 415 m., la veine de 0 m. 65 à 470 m., et la veine A à 520 m. de profondeur.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

De plus, vers le sud-est, dans les exploitations de Bexbach et de Wellesweiler (voir fig. 19), il semble que le conglomérat de Holz se rapproche de plus en plus de la tête des charbons gras, mais la disparition complète de l'assise de la Houve, si elle est vraisemblable au sommet de l'anticlinal de Sarrebrück en cette région, ne peut être démontré aussi clairement qu'à St-Ingbert.

3° A Burbach

Sur la rive droite de la Sarre, à Burbach, à la faveur d'une ondulation synclinale, dans le compartiment affaissé au nord de la faille de la Sarre, affleure un petit bassin stéphanien, formé du Conglomérat de Holz et de la zone de Göttelborn; on peut observer ces terrains dans la tranchée du chemin de fer de Burbach à la fosse Von der Heydt. Les couches de Sarrebrück sont connues sous le Stéphanien où elles ont été suivies souterrainement par les travaux du puits Pasteur dans la veine Amelung. La zone de St-Avoid (faisceau de Laudrefang) y est présente, mais incomplète, d'après les renseignements du sondage de Rastpfuhl (n° 286, du Répertoire Siviard), exécuté en 1898 depuis la surface (cote + 253), sur la rive gauche du vallon de Burbach. Ce sondage, parti certainement des couches d'Ottweiler qu'il peut avoir traversées sur une quarantaine de mètres, a recoupé la veine Beust à 143 m., et la veine Amelung à 486 mètres. Ainsi la veine Beust est à 100 mètres au plus sous la base de l'Ottweiler, alors que normalement, aux puits Victoria, elle s'en trouve à 300 mètres. Il manque donc, sous le synclinal de Burbach, situé immédiatement sur la retombée occidentale de l'anticlinal de Sarrebrück, les deux cents mètres supérieurs de la zone de St-Avoid, comprenant le groupe des veines Aspen, Heinrich et Maria. La coupe de la figure 9 passant par le synclinal de Burbach, montre l'allure de la transgression stéphanienne.

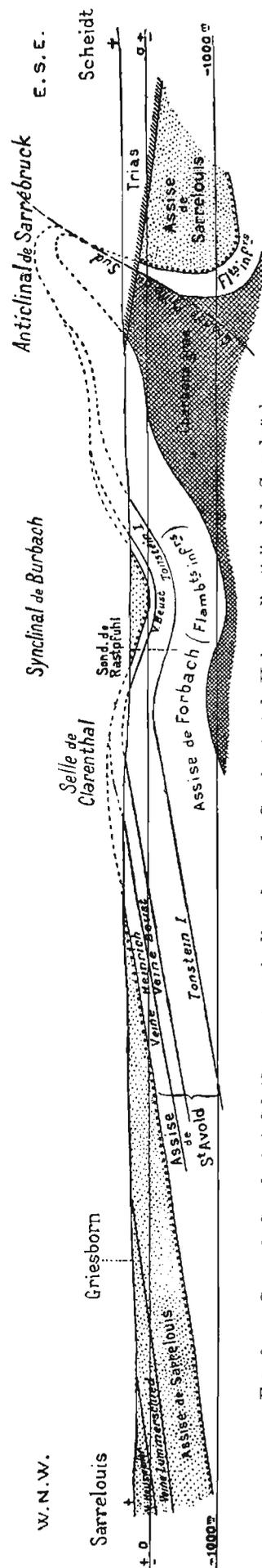


FIG. 9. — Coupe de Sarrelouis à Scheidt, montrant la discordance du Conglomérat de Holz sur l'anticlinal de Sarrebrück.

4° Travers bancs de St-Ingbert et d'Hirschbach

Au sud de l'accident anticlinal de Sarrebrück, les grandes bowettes qui ont exploré la retombée méridionale du pli, au delà de la grande faille du Sud, ont mis en évidence des faits analogues.

D'abord, l'ancienne bowette du Puits-Rothell ⁽¹⁾ (bow. N. W., à la cote — 139), dont nous avons donné plus haut (p. 38) la coupe détaillée (voir fig. 3) a traversé à la distance de 98 à 140 m., un conglomérat de Holz renversé (incliné 60 à 70° Nord), dont la nature lithologique est assez spéciale. Il contient de gros galets de quartz et de quartzite lustré bien roulés, à côté de blocs anguleux, très abondants de tonstein remanié. Et les couches de son substratum immédiat (distance 140 à 317 m.) qui le recouvrent en réalité, à cause du renversement, sont le faisceau des veines *x, y, z*, en dressants renversés, dites "faisceau de Rischbach", dont nous avons démontré plus haut, paléontologiquement, l'âge westphalien C (Assise de Sulzbach) (charbons gras). Ici toute l'assise de la Houve fait défaut. C'est une lacune de 1.500 mètres. On pourrait être tenté de l'attribuer à un laminage des couches sur le flanc couché du pli de Sarrebrück, et ceci peut être vrai dans une certaine mesure. Mais cependant, la présence de galets de tonstein dans le conglomérat de Holz indique clairement que l'érosion préstéphanienne avait bien entamé les couches de Sarrebrück jusqu'au niveau des Tonstein. Ceci représente, s'il s'agit du Tonstein I, une épaisseur de 700 mètres de terrains déblayés, chiffre minimum, et s'il s'agit du Tonstein III, une épaisseur de 1.500 mètres, chiffre maximum.

Le travers-banc d'Hirschbach (bowette sud, V^e Étage), exécuté en 1925 par l'Administration française des Mines Domaniales, à la cote — 148, est venu confirmer ces observations (voir fig. 17, p. 125). Dans la même série verticale formant le flanc méridional renversé du pli de Sarrebrück, le Conglomérat de Holz, recoupé entre les distances 1.288 m. et 1.328 m., renferme, alternant avec des arkoses et des schistes gris, des bancs de poudingue (surtout à la base et au sommet) ; les éléments de ce poudingue sont des galets hétérogènes de quartz, quartzite, phtanite noir. Mais le banc de base (1.288 m.) est fait surtout de petits galets de quartz et de gros blocs anguleux de tonstein, et de paquets de schistes, cimentés par un grès verdâtre arkosique, grossier. Il repose directement sur un banc de tonstein (à 1.287 m.), qui a vraisemblablement fourni les galets du poudingue, et au nord de ce tonstein, vient un faisceau de veines contenant le *Pecopteridium DeFrancei* et *Mixoneura sarana* associés, ce qui indique que le tonstein est assimilable au Tonstein I.

Ici toute la zone de St-Avold (Flambants supérieurs) représentant 700 mètres

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

environ de terrain, est absente. Et ici encore le phénomène de remaniement du substratum westphalien est inscrit dans les galets du poudingue stéphanien.

5° La Houve

Dans le gisement de la Houve, éloigné cette fois du pli anticlinal de Sarrebrück, situé à l'ouest de Sarrebrück, à mi-chemin entre l'axe de ce pli et le bord septentrional du bassin, on observe à la base du conglomérat de Holz, les mêmes faits, que les travaux miniers ont pu mettre en évidence de façon positive. C'est d'abord la présence de galets de tonstein dans le conglomérat. Ce poudingue, qui,

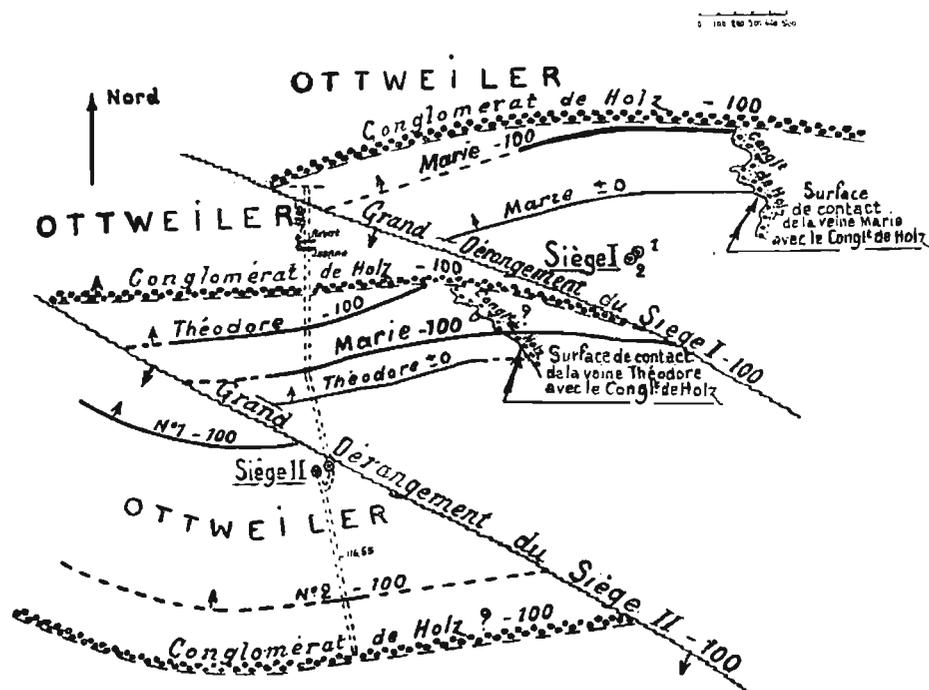


FIG. 10. — Carte représentant l'allure du gisement de La Houve, en courbes de niveau, par E. SIVIARD.

normalement à la Houve, se présente avec ses galets souvent énormes de quartz et de quartzite dévonien, avec ciment de grès grossier feldspathique, peut passer latéralement, comme le cas a été observé dans le travers-banc du puits I, à l'étage 210, à une sorte de brèche à pâte schisteuse, contenant des blocs anguleux de tonstein, et, disséminés dans la masse, de rares petits galets de quartz. Comme le tonstein le plus proche du Conglomérat de Holz est le Tonstein I, cela autorise à supposer, les galets étant à peine dégrossis, que non loin de là, la zone de Forbach affleurerait au début de l'époque stéphanienne.

D'ailleurs, comme à Frankenholz, on constate par le lever géométrique des travaux d'exploitation que les veines des Flambants supérieurs les plus élevées sont ravinées par le conglomérat de Holz, sous lequel elles viennent successivement se terminer en pointe, quand on va du S. W. au N. E. Les figures ci-jointes, établies par M. E. Siviard, illustrent le phénomène à la fois en plan et en coupe (fig. 10 et 11). Dans le champ nord du siège n° II, la veine Théodore, couche la plus élevée de la zone de St-Avold dans cette région, disparaît coupée par le poudingue stéphanoisien avant d'atteindre la faille normale appelée "Grand Dérangement du Siège I". Au nord de cette faille, la première veine que l'on trouve, au siège n° I, sous le conglomérat de Holz est la veine Marie située normalement à plus de 50 mètres

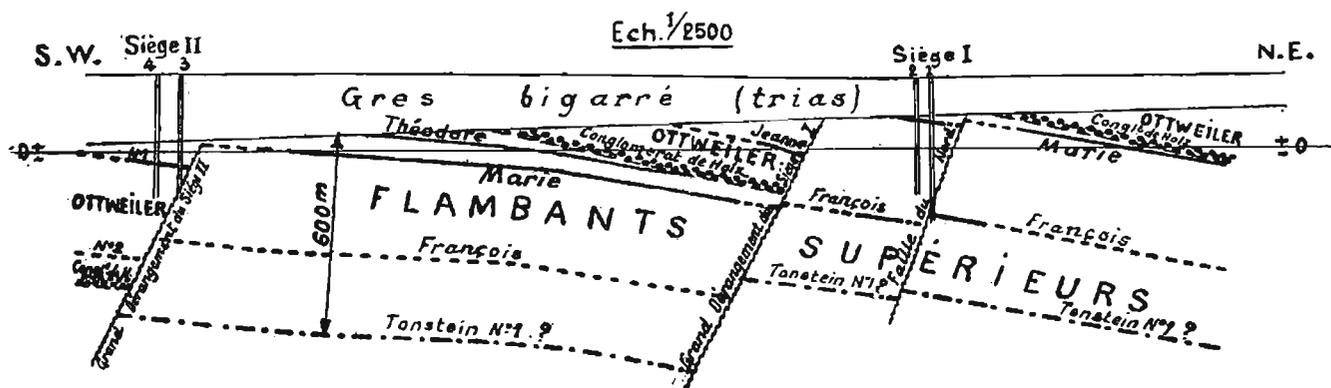


FIG. 11. — Coupe par les sièges I et II de La Houve, par E. SIVIARD.

sous Théodore ; elle disparaît à son tour sous le conglomérat de Holz au nord du siège n° I. Une centaine de mètres de terrains appartenant à l'assise de la Houve sont ainsi rabotés, dans la direction du nord-est, par le conglomérat de Holz, sur une distance horizontale de moins de 2 kilomètres. Si cet angle de discordance, d'environ 5° comme à Frankenholz, se maintenait constant dans la même direction, on peut calculer que le Tonstein I viendrait au contact du Conglomérat de Holz à une dizaine de kilomètres à l'est ou au nord-est du siège n° I et c'est là qu'il conviendrait peut-être de rechercher la source des galets de tonstein du conglomérat.

Mais hâtons-nous d'ajouter que nous n'avons actuellement aucune donnée permettant d'appuyer cette extrapolation et qu'il suffirait d'un ridement local inconnu des couches westphaliennes pour rapprocher encore de la Houve ce point d'origine.

6° Région de Faulquemont

La découverte récente, en Lorraine, par les sondages d'exploration de la région de la Nied, d'une série puissante de charbons flambants supérieurs ; la présence

en cette région au-dessus des veines connues en Sarre, d'un faisceau plus élevé (faisceau de Steinbesch) que nous avons décrit plus haut (voir page 72) et désigné sous le nom de *zone de Faulquemont*, possédant des caractères paléontologiques et lithologiques de transition entre ceux de l'assise la Houve et ceux de l'Ottweiler; la rencontre des couches d'Ottweiler et du Conglomérat de Holz, reposant directement sur cette zone de Faulquemont, au sondage de Hautes-Vigneulles n° 2; tout cet ensemble d'observations est venu apporter une base, d'un ordre différent et positif, à l'idée d'une transgression stéphanienne que nous venons d'exposer.

En effet, d'après les coupes de ces sondages, on doit conclure que :

1° Au point de vue simplement *géométrique*, 1.300 mètres de terrains séparent, au méridien de la Nied, le Tonstein I de la base du conglomérat de Holz, c'est-à-dire 600 mètres de plus qu'au méridien de la Sarre, 1.250 mètres de plus qu'à l'est de la Blies. Ceci permet d'évaluer l'importance de la lacune stratigraphique et laisse supposer qu'en Lorraine centrale, s'il en existe encore une, elle est réduite à un minimum.

2° D'ailleurs, au point de vue *géologique*, le fait que l'hiatus paléontologique, si marqué en Sarre, entre les couches de Sarrebrück et celles de l'Ottweiler, s'atténue

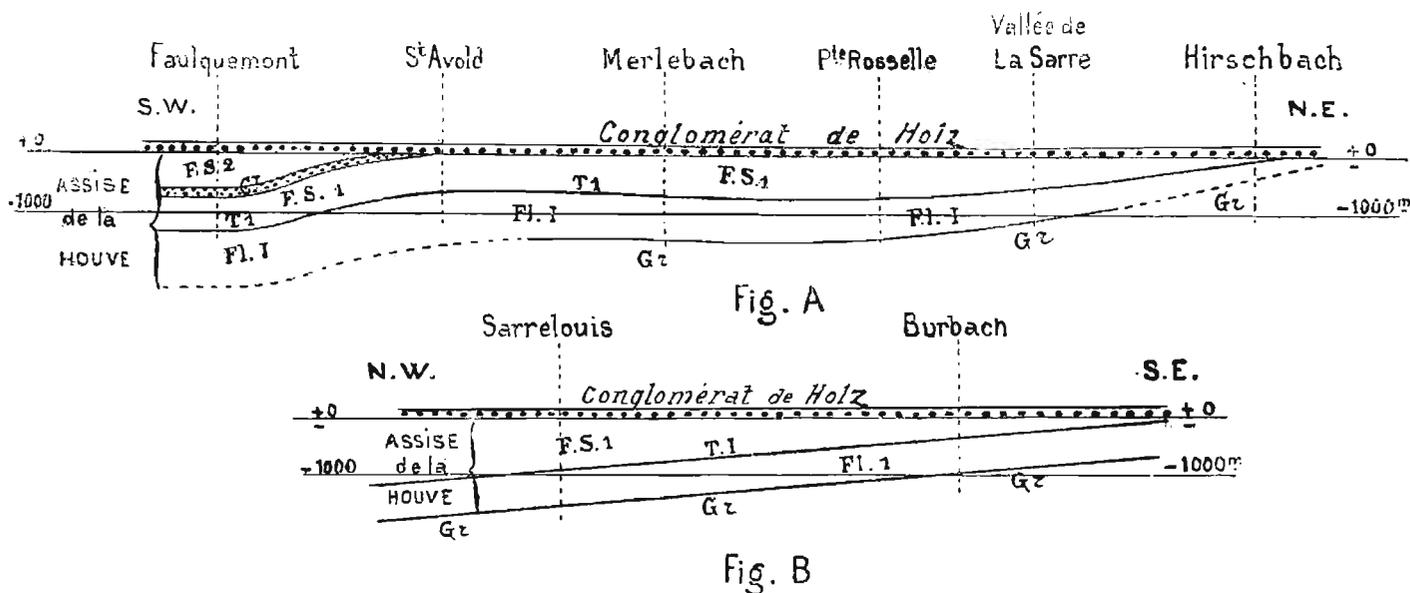


FIG. 12. — Coupes-diagrammes montrant l'épaississement de l'assise de La Houve, sous le Conglomérat de Holz: en A: lorsqu'on se déplace du N.E. au S.W., dans le sens de la longueur du bassin; en B: lorsqu'on se déplace, transversalement, du S.E. au N.W.

(Les épaisseurs connues des assises westphaliennes ont été comptées par rapport à la base du Conglomérat de Holz, pris comme horizon).

F. S. 2, zone de Faulquemont; Ct., stérile de Tritteling; F. S. 1, zone de St-Avoid; Fl. I., zone de Forbach; Gr., assise de Sulzbach.

en Lorraine centrale, au point qu'une série de passage (zone de Faulquemont) s'intercale à son niveau, autorise à conclure qu'en Lorraine centrale les couches stéphanienues sont à peu près concordantes sur le Westphalien. L'opposition entre cette continuité probable dans la sédimentation, à Faulquemont et Rémilly, et la lacune progressivement de plus en plus marquée qu'on observe vers l'est, en Lorraine orientale et en Sarre, à la base du Conglomérat de Holz, achève de nous définir le phénomène de transgression en nous donnant une idée de sa direction et de sa valeur. Les deux diagrammes de la figure 12, le traduisent graphiquement sur une coupe transversale et longitudinale du bassin, où l'on a pris comme horizon la base du conglomérat de Holz, et le tableau ci-joint le résume schématiquement.

LA LACUNE PRÉSTÉPHANIENNE DANS LE TERRAIN HOILLER DE LA SARRE

	Région de la Nied	Région de la Sarre	Région de la Blies (et bowette d'Hirschbach)	Saint-Ingbert (bowette de Rothell)		
Assise de Sarrelouis	Zone de Dilsburg (faisceau de Wahlschied)				Stephanien A	
	Zone de Götterborn					
< Conglomérat de Holz >						
Assise de La Houve	Zone de Faulquemont (= faisceau de Steinbesch)	○	○	○	Westphalien D	
	Zone de Saint-Avold (= faisceau de Laudrefang = Flambants supérieurs)		○	○		
< Tonstein I >						
	Zone de Forbach (= faisceau de Petite-Rosselle = Flambants inférieurs)				○	
Assise de Sulzbach (= faisceau de Neunkirchen = Charbons gras)						Westph. C

7° Conclusions

Nous n'avons à dessein choisi, dans ce qui précède, que les faits d'observation directe, de façon à ce que le phénomène de la transgression stéphanienne en apparaisse comme la conclusion nécessaire, dégagée de toute interprétation inutile.

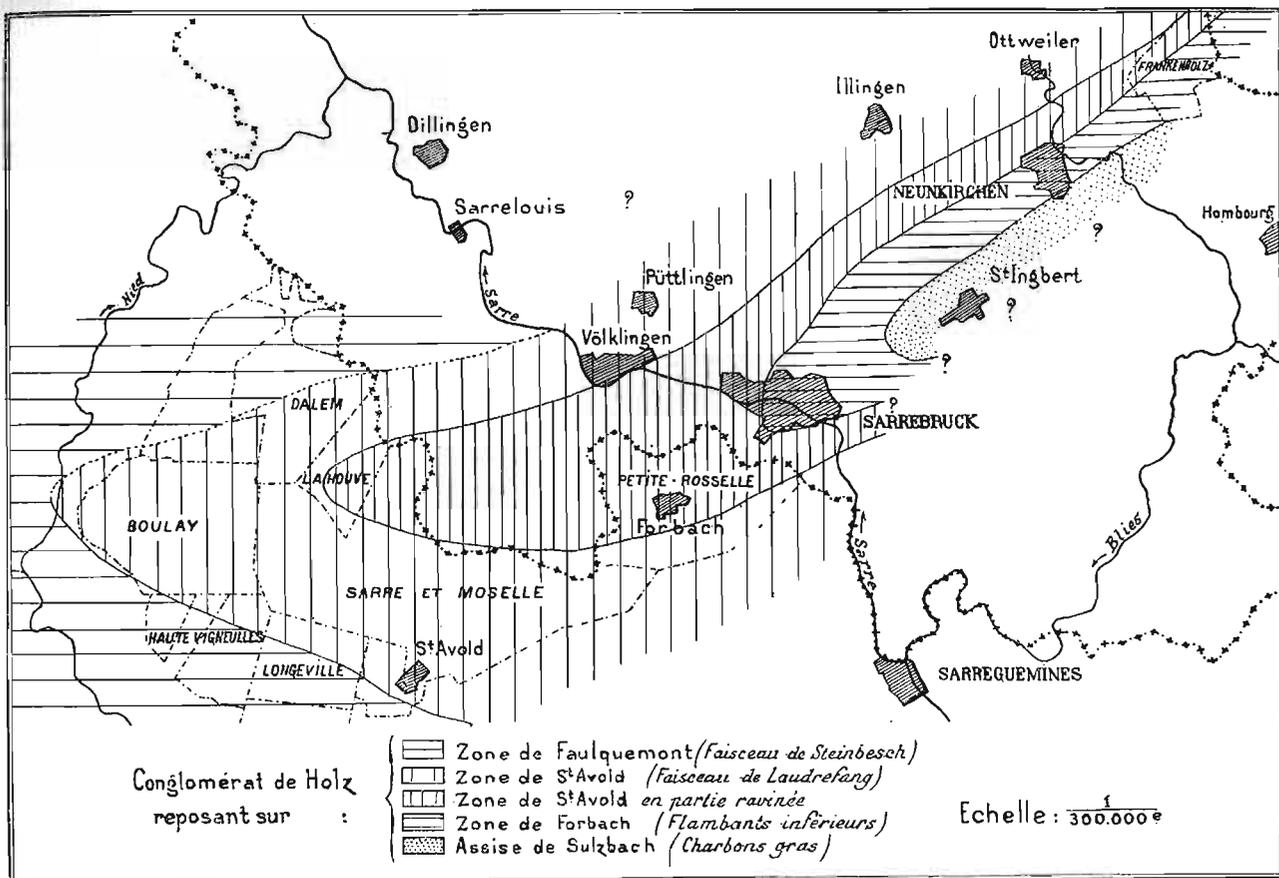


FIG. 13. — Carte géologique du substratum du Conglomérat de Holz, dans le bassin sarro-lorrain.

On peut résumer maintenant ces faits d'un point de vue plus général, de la façon suivante (voir le tableau) :

Les dépôts du Westphalien D (assise de la Houve), complets, ou à peu de chose près, en Lorraine centrale, où leur puissance doit atteindre deux kilomètres, sont amputés, à l'est du méridien de St-Avold, de toute leur zone supérieure (zone de Faulquemont) épaisse de 600 mètres. Bien plus la zone moyenne (zone de St-Avold) est entamée à sa tête, à la Houve et à Burbach. Elle est complètement disparue à Frankenholz et dans la bowette d'Hirschbach. Enfin, dans la bowette du puits Rothell à St-Ingbert, la zone inférieure (zone de Forbach) fait elle-même défaut, et, en ce point, c'est toute l'assise de la Houve qui manque. St-Ingbert, par conséquent, correspond à la région où la lacune du sommet du Westphalien est la plus importante. Notons, en passant, que c'est aussi le point culminant de l'anticlinal de Sarrebrück.

Or ces lacunes sont imputables à une érosion antéstéphanienne, car, dans toutes les coupes invoquées, on voit le conglomérat de Holz reposer sur des niveaux différents du Westphalien, et parfois emballer dans son matériel des roches westphaliennes, telles que les tonstein, les schistes et les grès houillers.

La carte de la figure 13 représente ce phénomène. C'est la carte géologique du bassin sarro-lorrain, lors de la transgression du conglomérat de Holz. Elle a été obtenue en groupant sous le même figuré les régions connues du bassin où la lacune préstéphanienne a la même importance. En d'autres termes, elle représente le substratum actuel du conglomérat de Holz, là où il est connu. Si imparfaite soit-elle, car les points d'observation sont peu nombreux, du moins met-elle en évidence le fait que les couches de Sarrebrück ont été déformées, au cours d'une phase orogénique antérieure au Stéphanien, postérieure à la zone de St-Avold, puis soumises à l'érosion et inégalement abrasées, suivant que le soulèvement avait été faible ou plus fort.

Notre carte met en évidence l'existence d'une voûte dirigée en Sarre à peu près comme l'anticlinal de Sarrebrück du N.E. au S.W., mais qui prend en Lorraine une inflexion à l'W. pour se diriger vers la Houve et Boulay ⁽¹⁾, accusant en ce point une indépendance très nette vis-à-vis du pli de Sarrebrück. Nous en tirerons dans la seconde partie de ce mémoire les conséquences théoriques.

(¹) L'assise de St-Avold semble complète, en effet, au sondage de Cocheren, à Petite-Rosselle, et à Merlebach, ce qui rejette vers le nord l'axe de cette voûte préstéphanienne.

CHAPITRE III

**RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE
DU TERRAIN HOULLER SARRO-LORRAIN**

Parmi les faits exposés dans la première partie de ce mémoire, rassemblons brièvement ici ceux qui ont une portée géologique un peu générale :

1° Le substratum du bassin houiller

Le socle antéhouiller du bassin sarro-lorrain n'a jamais été atteint dans la profondeur même du gisement.

Sur sa bordure méridionale, il est dissimulé à l'observation par un manteau de terrains triasiques qu'aucun sondage profond n'a encore traversé de part en part. Il faut aller jusqu'à Neustadt, à Weiler, près de Wissembourg, à Schirmeck, à Senones, à Raon-l'Étape, pour voir dans les vallées, sous les déchirures de ce Trias, apparaître, suivant les points, des schistes, des grauwackes, des calcaires, des phtanites, des granites, des roches métamorphiques hercyniennes, soit un complexe d'âge principalement dévono-dinantien, pour ne parler que des roches les plus récentes. Ces affleurements lointains de roches préhouillères nous ont servi à tracer sur la carte schématique de la figure 1, p. 2) une limite méridionale souterraine, extrême, mais approximative, au gisement houiller sarro-lorrain.

Sur le bord nord du bassin, les roches anciennes, schistes et quartzites du Dévonien inférieur, qui supportent le gisement houiller, affleurent plus près de lui, à Sierck dans la vallée de la Moselle, et à Düppenweiler, plus au sud, à la lisière même du bassin. Mais tandis qu'à Sierck ⁽¹⁾ les quartzites taunusiens, inclinés au S., qui forment de curieux pointements au fond de la vallée, sont recouverts directement par le Trias horizontal, et ne nous renseignent pas mieux que nous ne le sommes au bord méridional du bassin, sur le contact de la série permo-houillère avec son socle, à Düppenweiler, au contraire, on peut voir les schistes et quartzophyllades hunsruckiens verticaux, servir de substratum aux grès rouges et conglomérats autuniens de l'assise de Cusel, accusant ainsi une transgression du Permien inférieur sur le rivage septentrional du bassin houiller (voir fig. 33). Il semble que le sondage

⁽¹⁾ Voir L. VAN WERVEKE, 1906, p. 21, fig. 15. Ces affleurements ont été réétudiés en détail, plus récemment, par M. N. THEOBALD, de Strasbourg.

d'Alzing (n° 225 du Répertoire Siviard) au sud du confluent de la Nied et de la Sarre, ait traversé un conglomérat analogue à celui de Cusel, reposant, à la profondeur de 610 mètres, sur des phyllades du Dévonien : la coupe y serait comparable à celle de Düppenweiler.

C'est tout ce que l'on sait de positif sur le substratum de ce bassin houiller. Malgré la pauvreté des documents, on peut en conclure qu'il est formé de roches éodévoniennes au nord (schistes et quartzites), et au sud : de roches dévono-dinantiennes (grauwackes, schistes, calcaires, phanites à radiolaires, diabases, tufs volcaniques), toutes plissées, fortement inclinées, ordinairement au sud, localement métamorphosées par les granites hercyniens, dont d'importants massifs affleuraient au jour au moment du dépôt des premiers sédiments houillers continentaux.

2° L'accumulation des dépôts houillers

C'est dans une large dépression à fond plat, dirigée du N. E. au S. W., comprise entre ces deux rives élevées livrées à l'attaque de l'érosion, que les sédiments houillers se sont accumulés.

Le même défaut de renseignements sur le tréfonds du gisement, qui nous a empêchés de préciser la nature du socle ancien dans la région centrale du gisement, nous laisse dans l'incertitude concernant le moment précis où ce bassin lacustre a pris naissance. Nous savons seulement que les couches houillères les plus anciennes atteintes par l'exploration du bassin, à l'heure actuelle, sont d'âge westphalien B, sans pouvoir affirmer qu'au-dessous d'elles le Westphalien A n'est pas présent.

Le remplissage du bassin houiller a donc débuté *au moins* à l'époque de l'assise d'Anzin du bassin du Nord. Les dépôts se sont accumulés ensuite dans le bassin, toujours avec le même faciès continental lacustre, admettant des couches de houille, à travers tout le Westphalien supérieur (C et D), le Stéphanien, jusqu'au Permien inférieur inclus. Ceci représente, là où la série est complète et revêt son maximum d'épaisseur, un total dépassant 5.000 mètres de couches superposées. Cinq kilomètres, telle est la valeur de la subsidence globale qui affecta la région.

Mais comme il s'agit de dépôts formés toujours à faible profondeur, sous une mince couche d'eau, où à tout instant les végétaux terrestres pouvaient prendre racine (sols de végétation fossiles), il est évident que le phénomène d'affaissement du bassin qui permettait et entretenait cette accumulation de matériaux, fut non pas unique et continu, mais réalisé par saccades fréquentes et de faible amplitude. Et chacun de ces stades de la subsidence est marqué dans le terrain houiller par la formation d'une couche de charbon et de son toit. C'est avec chaque couche de

houille que débute une nouvelle période d'alluvionnement, tandis que l'apport de matériaux, en un point donné, était interrompu, lorsque les eaux devenaient suffisamment basses pour que la forêt houillère implantât ses racines.

Au phénomène de subsidence correspond donc, en contrepartie, un phénomène d'alluvionnement intense. Dans le bassin sarro-lorrain, outre les sédiments vaseux fins, arrivaient des sables, des graviers, des pierrailles, tout un ensemble détritique grossier, où le matériel granitique et ses débris joue un rôle important. Ces dépôts nous renseignent sur la nature géologique des rivages du bassin, sièges de l'érosion continentale. Les Vosges hercyniennes au sud, le massif dévonien du Hunsrück au Nord, étaient les sources conjuguées des matériaux accumulés. Et la texture souvent grossière des dépôts nous indique que le régime des eaux qui charriaient ces décharges était torrentiel, et par conséquent les pentes, rapides, les reliefs dominant le bassin, jeunes et accusés.

Dans cette série houillère, on peut distinguer, grâce à la paléontologie, les assises B, C et D du Westphalien, surmontées par un Stéphanien en apparence complet et par l'Autunien. Ce sont les divisions C (charbons gras) et D (charbons flambants) du Westphalien qui renferment les plus beaux faisceaux houillers et présentent le plus beau développement. Mais toutes ces assises sont d'épaisseurs variables suivant les points. D'une façon générale leur puissance, à l'époque westphalienne, allait assez régulièrement en augmentant du N.E. au S.W., les épaisseurs minima observées étant dans la région de la Blies, les plus grandes en Lorraine occidentale et centrale (voir Pl. III). Il semble au contraire que les couches d'Ottweiler moyennes et supérieures augmentent d'épaisseur à la fois vers le N.E. et le S.W., de part et d'autre de la région de Dilsburg, c'est-à-dire de part et d'autre de la crête préstéphanienne (voir fig. 13). Enfin notons que l'ensemble du Westphalien, considéré en lui-même, a sa puissance accrue par addition de couches à son sommet, vers la vallée de la Nied, mais que ceci est dû à l'abrasion des strates supérieures, de plus en plus marquée vers le N. E., par suite de l'érosion préstéphanienne, que nous rappelons ci-dessous.

3° Interruptions dans la formation houillère

La formation du terrain houiller a été continue pendant tout le Westphalien. Mais à la fin de cette période, toute une partie du bassin correspondant à la future voûte anticlinale de Sarrebrück et à son prolongement vers l'ouest, dirigé en gros de Sarrebrück à Boulay, a été, par suite d'une *émersion locale*, soumise à l'érosion continentale et décapée avant le Stéphanien. Le conglomérat de base de cet étage est en *discordance*, dans cette région, sur les zones successives du Westphalien D, avec une *lacune* d'importance variable suivant les points. Ce mouvement d'inter-

		Sarre et Lorraine	Bassin du Gard (1)	Centre de la France (Saint-Étienne) (1)
Permien inférieur (Autunien)	Unt.-Rothlieg	Couches de Tholey Couches de Lebach Couches de Cusel	○	Couches d'Autun
C	Étage d'Ottweiler	Assise de Breitenbach	○	Assise d'Avaize
B		Assise de Potzberg	Couches de Champclauson Grand'Combe et Ricard	Assise de St-Étienne
A		Assise de Sarrelouis (Charbons secs à longue flamme)	Zone de Dilsburg Zone de Göttelborn < Conglomérat de Holz >	Couches supérieures de Molières (= couches de St-Jean-de-Valerisde)
D	Étage de Sarrebrück	Assise de La Houve (Charbons flambants)	Zone de Faulquemont Zone de Saint-Avold Zone de Forbach	Anthracites de Molières (= stérile de Gagnières) ○
C		Assise de Sulzbach (Faisceau de Neunkirohen) (Charbons gras)	< Tonstein V >	○
B		Assise de Saint-Ingbert (Faisceau de Rothell)		○
A		?		○
Namurien		○ ?	○	○

(1) D'après P. Bertrand. — (2) D'après les révisions de Emily Dix, A.E. Trueman, R. Crookall.

Nord de la France(4)	Belgique (4)	Westphalie (4)	N. Staffordshire (2)	Somerset (2)	Pensylvanie (3)
○	○	○	○	○	Dunkard
○	○	○	○	○	Monongahela (= Upper product. C. M.)
○	○	○	○	○	
○	○	○	○	○	Conemaugh
○	○	○ Groupe de Piesberg	Upper C. M. Keele group Newcastle group Etruria Marl Blackband series	Radstock series Farrington series Pennant sandstone	Allegheny (Mammoth Coal)
Assise de Bruay — < niv. marin de Rimbert >	Assise du Flénu — < Petit-Buisson >	Obere Flammkohle — < Aegir >	Middle C. M. supérieures — < Bay Mine >	Yorkien Pinchin series — < Crowngorse > Lower Coal series	Clarion Upper intermediate division
Assise d'Anzin — < niv. marin de Poissonnière >	Assise de Charleroi supérieure — < Quaregnon >	Untere Flammkohle Gaskohle — < Katharina >	Middle C. M. inférieures — < Gin Mine >		Pottsville supérieur (Upper Lykens Coals)
Assise de Vicoigne	Assise de Charleroi inférieure Assise de Chatelet	Fettkohle Magerkohle	Lower C. M.		Postville inférieur (Lower Lykens Coals)
Assises de Flines et Bruille	Assises d'Andenne et Chokier	Magerkohle sous veine Sarnsbank Flotzleeres	Millstone grit	Lamarquien Millstone grit	Mauch Chunk

(3) D'après David White et P. Bertrand. — (4) Corrélations adoptées par le Congrès de Heerlen.

ruption ne s'est pas fait sentir, du moins aussi longuement, en Lorraine centrale, où continuaient à se déposer les formations houillères de la zone de Faulquemont, qui font un passage graduel vers le haut aux sédiments stéphanien. La transition est d'autant plus frappante qu'elle contraste avec le changement brusque que l'on constate, dans la nature des dépôts et des organismes, à la base du Stéphanien, en territoire sarrois.

On ne connaît pas dans le bassin d'hiatus aussi marqué dans la sédimentation à la limite du Stéphanien et du Permien. Les dépôts autuniens couronnent en concordance et en continuité, là où on les observe, ceux du Stéphanien supérieur. Cependant à cette époque (couches de Cusel), une transgression s'est produite sur le bord septentrional du bassin où l'Autunien déborde les aires de dépôts du houiller, comme à Düppenweiler. Il est possible qu'il en soit de même au sud, mais nous n'avons pas encore de documents pour l'affirmer.

Enfin, au Permien moyen, l'histoire du remplissage du bassin houiller est terminée; son émergence est générale et il est livré aux ultimes déformations orogéniques qui lui donnent les grandes lignes de son allure actuelle.

4^o Comparaison de la série houillère sarro-lorraine, avec celle d'autres bassins

Le tableau ci-joint (p. 112) résume, mieux que toute description, les rapports entre les divisions du houiller sarro-lorrain et celles de gisements comparables.

Nous attirons seulement l'attention sur certaines équivalences chronologiques, mises en lumière par les études comparatives de M. Paul Bertrand : celle des Charbons flambants sarro-lorrains, par exemple, avec les couches d'Allegheny en Pensylvanie, qui renferment les fameuses veines d'anhracite de Mammoth et Buck Mountain ; celle de l'assise de Sarrelouis, avec les couches de Rive-de-Gier, dans le bassin de la Loire, appuyée sur les caractères de la flore et de la faune ; ajoutons aussi que si la base du Stéphanien est bien marquée en Sarre, au poudingue de Holz, par contre les couches de transition de Faulquemont, avec mélange d'espèces végétales stéphanien et westphalien, ont leur analogue dans d'autres bassins, avec les mêmes caractères. Ainsi en Angleterre dans le bassin du Somerset (Bristol), les séries de Radstock les représentent. Dans le bassin du North-Staffordshire les couches de Newcastle-under-Lyme ont la même position et les mêmes caractères paléontologiques.

Évidemment l'Allegheny (Westphalien D) de Pensylvanie est une assise dont l'épaisseur comprise entre 100 et 200 mètres est fort réduite en comparaison des 2.000 mètres de l'assise de la Houve. Mais les séries de Radstock, de Farrington

et de Pennant du Bassin de Bristol, ensemble de même âge Westphalien D, totalisent déjà plus de 1.500 mètres. Et nous ne devons pas perdre de vue que l'épaisseur d'un sédiment est fonction de l'amplitude des subsidences. Or l'assise de la Houve, riche en couches de houille et en conglomérats, accuse de fréquents affaisements et une grande intensité du phénomène d'alluvionnement.

L'épaisseur du Westphalien D en Lorraine, sa présence bien reconnue, dans tous les bassins où le passage du Westphalien au Stéphalien est observable, sont, en même temps que les arguments fournis par sa flore et sa faune si bien individualisées, trois preuves différentes que cette assise n'est pas une subdivision de valeur purement locale et spéciale à la Sarre et la Lorraine, mais correspond à une importante période, nettement définie, de l'histoire des continents, aux temps carbonifères.

Enfin, pour ce qui concerne la limite à adopter entre les étages stéphanien et westphalien, dans les régions où, comme en Lorraine centrale, la sédimentation paraît à peu près ininterrompue d'un étage à l'autre, notons que la transgression locale du Poudingue de Holz est un événement précis susceptible de fournir cette limite, aisément applicable en d'autres régions. Cette transgression couronne les couches de passage de l'assise de la Houve, qui renferment un mélange de la flore stéphanienne et de la flore westphalienne, où dominant encore les espèces les plus abondantes du Westphalien supérieur. En d'autres bassins où ces couches de passage existent, elles ont été attribuées, tantôt à l'un, tantôt à l'autre étage. Le Poudingue de Holz permet de lever ces hésitations, en traçant la limite au-dessus des dépôts de transition du Westphalien D. Le fait paléogéographique de la transgression, joint aux arguments paléontologiques, tels que la disparition du genre westphalien *Mariopteris* qui s'est accomplie à l'époque de cette transgression, permet de retenir cette limite comme applicable à la classification générale des dépôts carbonifères continentaux. Elle coïncide, verrons-nous d'ailleurs, avec l'un des paroxysmes orogéniques les plus importants dans l'histoire de la chaîne hercynienne.

III^e PARTIE

LES DISLOCATIONS du Bassin houiller sarro-lorrain

Les veines de houille qui affleurent sur la rive droite de la Sarre, en territoire sarrois, y dessinent, avons-nous vu, une voûte anticlinale, dont l'axe est dirigé du N.E. au S.W. Sur le versant septentrional, en pente très douce, de ce pli, les différents faisceaux houillers sont exploités en allure très régulière, les plus récents recouvrant et enveloppant successivement les plus anciens, à mesure qu'on se dirige vers le nord-ouest. Par contre, au sud de l'axe de la voûte, à la faveur d'un accident brutal, dénommé "Sudliche Hauptsprung" ou Grande faille du Sud, le terrain houiller disparaît dans la profondeur, enseveli sous les morts-terrains triasiques, et n'est plus exploité (¹).

Cet anticlinal dissymétrique, ou "selle palatine" (Pfälzer Sattel) de H. Lapeyres (1867), est bien, à première vue, le trait le plus frappant de la structure du gisement sarrois, à tel point que ce "bassin" est souvent considéré, de façon simpliste, comme ayant la forme d'une voûte de terrain houiller, et non d'une cuvette.

A vrai dire ce n'est là qu'un des traits élémentaires d'une structure qui, dans ses détails, est beaucoup plus compliquée. Ceci n'est apparu qu'en date récente, à mesure que la mise en valeur du bassin développait en surface et en profondeur les travaux miniers, en même temps qu'une analyse stratigraphique détaillée des formations houillères pouvait être réalisée. Appuyés par les méthodes paléontologiques, les travaux de recherches effectués par les ingénieurs français dans ces quinze dernières années, en tenant compte des observations faites par leurs devanciers, ont permis d'élaborer une interprétation tectonique, sinon aussi simple, du moins plus positive.

(¹) "Noch nach dem Krieg erschien das Saarkohlengbiet als ein einfaches, flaches, wenig gefaltetes, wenn auch unsymmetrisches Becken, das im S. O. von einem späten Hauptsprung abgeschnitten wird.... und so ging es durch alle Lehrbücher", constate justement le prof. H. Cloos de Bonn (*Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch.*, Bd 85, 1933, p. 309). Nous allons voir comment ces idées ont dû peu à peu se modifier.

C'est pourquoi, après avoir exposé dans les deux premières parties de ce mémoire l'histoire des dépôts houillers et le mécanisme normal de leur succession chronologique, nous nous trouvons logiquement amené maintenant à reconstituer les déformations qu'ils ont subies après leur accumulation, c'est-à-dire, la structure actuelle du gisement.

Nous allons d'abord soumettre à un examen approfondi l'allure du grand accident de la Faille du Sud et du pli anticlinal de Sarrebrück. On constatera ensuite que ce pli n'est pas unique dans le gisement ; après avoir décrit et classé les principaux accidents actuellement reconnus, nous pourrons présenter des conclusions sur la structure générale du bassin et entrevoir les répercussions des connaissances acquises sur sa mise en valeur, dans le présent et l'avenir.

CHAPITRE PREMIER

L'ACCIDENT DE LA GRANDE FAILLE DU SUD

L'existence d'un gros accident au sud de l'anticlinal de Sarrebrück est connue depuis longtemps des mineurs sarrois.

La première trace que l'on ait de lui sur les documents miniers remonte à l'année 1810. Beaunier et Calmelet ont, en effet, figuré sur la planche I de leur Atlas, dans la coupe de la " Montagne Brûlante ", une surface de contact brutale, inclinée à 45° au N.W., entre les charbons gras pendant plus lentement au N.W. d'un côté, et le Trias, en bancs plus horizontaux, mais inclinés au S., de l'autre. Le dessin ne laisse place à aucun doute : c'est celui d'une *faille inverse et post-triasique*, le houiller formant un coin poussé sur le grès rouge. Cette première mention de la Grande Faille du Sud, non encore baptisée à l'époque, introduit donc aussitôt sur sa nature, une hypothèse non équivoque.

De 1846 à 1852 fut creusée la Grande galerie de St-Ingbert (Rischbach Stollen), à la cote + 244, dirigée au N.W. vers Schnappach, pour évacuer sur St-Ingbert les charbons des sièges bavarois. C'est ce travers-banc qui recoupa pour la première fois la Grande faille du Sud et confirma son existence (voir fig. 3, page 37).

D'après les rapports de l'époque, l'accident était très incliné et semblait plonger dans la direction du S.E., affrontant d'un côté, vers le sud, les assises du grès bigarré, et vers le nord les assises houillères situées au mur du faisceau de Rothell. On en déduisit que c'était une faille normale, renfonçant au sud-est tout le houiller productif et avec un rejet important, puisque sa lèvre nord était faite de couches houillères supposées à l'époque les plus anciennes du bassin (faisceau de Rischbach) et que sa lèvre méridionale était constituée par le Trias. *Faille normale et post-triasique*, telle est la seconde hypothèse expliquant cet accident. M. Kliver, à la suite de ces observations, traça pour la première fois son parcours sur une carte du bassin, lui attribuant une direction au N.E., un pendage au S.E. et un rejet vertical de l'ordre de 3.000 mètres. Ces idées ont prévalu verrouillés-nous, très longtemps.

M. E. Siviard, en consultant les archives des Mines Domaniales, a réuni une documentation sur tous les points où la faille du Sud a été touchée par l'exploration du bassin, dans la période comprise entre 1850 et 1920. Je transcris ici le résultat

de son enquête, qu'il a bien voulu mettre à ma disposition. Les travaux y sont signalés dans l'ordre chronologique :

1° 1846-1852. — *Grande galerie de St-Ingbert* (voir plus haut).

2° 1894. — *Mine de Nordfeld*. — *Puits Fortuna*. — Une bowette de recherches vers le S.E. fut entreprise au 1^{er} Etage (cote — 171) sur une longueur de 390 m. Cette recherche recoupa une large zone broyée, à laquelle succédèrent, des terrains verts et rouges stériles, *très inclinés* et assimilés à l'Ottweiler inférieur.

3° 1895. — *Sondage Jung Elmersberg* (n° 261 Rep. Siviard). — Ce sondage recoupa d'abord 43 m. de grès bigarré et entra ensuite dans une zone faillée. Il fut arrêté à la profondeur de 59 m., sans être sorti de cette zone. On admit qu'il avait recoupé la faille du Sud.

4° 1897-1898. — *Sondages d'Elversberg I et II* (nos 279-280 du Répertoire Siviard). — Dans le sondage I on signale des terrains houillers brouillés, *très pentés*, à partir de 334 m. de profondeur et ensuite une zone faillée. Le sondage II signale des terrains brouillés, *très pentés*, vers 500 m. de profondeur.

5° 1901. — *Mine de Nordfeld*. — *Puits Wilhelmine*. — Une bowette de recherches vers le S.E., entreprise au II^e Etage (cote — 300) sur une longueur de 1.160 m., a recoupé une grande zone faillée, à laquelle succédèrent des terrains stériles, *inclinés à 80°*, en moyenne, *vers le N.W.*

6° 1904. — *Puits Schiedenborn*. — Une bowette de recherches creusée au niveau du 1^{er} Etage (cote + 151), vers le S.E., en partant de la veine n° 19 des Gras, rencontra une première zone faillée inclinée à 60-65° au N.W., puis une deuxième zone faillée inclinée à 75° également au N.W. (1). Elle pénétra ensuite dans le grès bigarré.

7° 1905. — *Mine de Frankenholz*. — Il s'agit de la bowette partant de la veine n° 19 du puits I, au VIII^e Etage (cote — 199), dont nous avons parlé dans la première partie de ce mémoire et sur laquelle nous reviendrons plus loin. Longue de 1.200 m. et dirigée au S.E., après avoir traversé des terrains broyés, elle a recoupé les terrains d'Ottweiler avec un banc de schiste à *Levia*, inclinés fortement au N.W., puis devenant plus plats. A l'extrémité de la bowette, ils étaient inclinés au S.E. de 10°.

Comme le montre cette rapide nomenclature, les points où la Grande faille du Sud a été effectivement reconnue, jusqu'en 1920, sont relativement peu nombreux.

(1) M. E. Siviard pense que, d'après les résultats de la bowette de recherches II^e Et. de Jägersfreude (1922), la première faille rencontrée est le prolongement de la faille de la Sarre et la seconde, la Grande Faille du Sud.

Parmi eux, seules les bowettes de St-Ingbert, de Schiedeborn et de Frankenholz ont donné des coupes précises. De l'ensemble de ces observations, il ressort unanimement qu'au sud de l'accident, les terrains, quand ils ne sont pas du Trias, sont très *fortement inclinés*.

Mais deux de ces coupes semblent bien s'accorder à indiquer que le Trias est affecté par le mouvement, celle de St-Ingbert et celle de Schiedeborn. Ainsi l'interprétation de M. Kliver, faille normale et post-triasique à rejet important, parut-elle sérieusement confirmée par la bowette de 1904. Et les coupes dressées en 1906 par L. Van Werweke ⁽¹⁾, comme celles de R. Nasse, en 1884 ⁽²⁾, représentent-elles le "sudliche Hauptsprung", avec cette allure, et A. Leppla, en 1904 ⁽³⁾, rappelle les points où d'après ses observations, l'accident intéresse certainement aussi les terrains triasiques, sans perdre de vue toutefois que la faille du Sud devait avoir une phase ancienne, antétriasique, et sans doute la plus importante. En ce qui concerne cette phase, l'avis général qui prévaut chez les géologues allemands est que des failles inverses de quelque amplitude sont inconnues en Sarre ⁽⁴⁾. Cependant, dès 1906, J. Bergeron et P. Weiss, ⁽⁵⁾, étudiant l'accident du puits I de Frankenholz, avaient attiré les premiers l'attention sur le fait qu'il présentait les caractères d'une *surface de charriage*, tandis qu'à la même époque, A. Leppla, envisageait, parmi diverses hypothèses, celle que la Faille du Sud dans sa phase permienne pourrait avoir un jeu inverse (Ueberschiebung). Aussi Willert ⁽⁶⁾, en 1916, la présente-t-il avec ce caractère dans un essai de tectonique expérimentale.

Tel était l'état flottant des idées sur la Grande faille du Sud. L'hypothèse officiellement retenue, adoptée par les exploitants et propagée par les manuels, était celle d'une faille post-triasique, plongeant au S.E., à lèvre sud considérablement affaissée. Sur ce dernier point, et sur la disparition du Houiller productif au sud de cette faille, à des profondeurs le rendant inexploitable, tout le monde était d'accord et cette conclusion négative paralysait les recherches dans la zone méridionale déclarée stérile. Sur la nature de l'accident, certains avaient bien songé aussi à une faille inverse et, si le dessin centenaire de Beaunier et Calmelet, où le Houiller est figuré charrié au sud sur le Trias, ne s'accordait plus avec les observations géologiques modernes, du moins l'idée d'un charriage antérieur au

⁽¹⁾ L. VAN WERWEKE, 1906, p. 29 et 30.

⁽²⁾ R. NASSE, 1884, Taf. 1.

⁽³⁾ A. LEPLA, 1904, p. 55.

⁽⁴⁾ A. LEPLA (1904), p. 57, K. E. BÖKER, rapport in " *The Coal Resources of the World* ", vol. III, Toronto 1913, p. 850.

⁽⁵⁾ J. BERGERON ET P. WEISS, 1906, p. 1398.

⁽⁶⁾ WILLERT, 1916, p. 579 et 1122.

dépôt du Trias avait été envisagée par quelques géologues français et allemands. Et devant ces indécisions sur le jeu du grand accident méridional, M. E. de Margerie ⁽¹⁾, faisant le point en 1920, pouvait très justement constater que “sa nature était encore assez mal définie”.

On doit à l'Administration française des Mines Domaniales d'avoir résolument inscrit ce problème dans son programme d'exploration du gisement, dès 1922, et de l'avoir effectivement résolu ; le résultat de ses recherches a, en effet, entraîné l'adhésion générale à une interprétation par jeu inverse de la Grande faille du sud. C'est ce qu'exposait l'an dernier devant les membres de la Société géologique de Berlin, à la suite des publications préliminaires de M. E. Siviard sur ces travaux miniers, le professeur H. Cloos de Bonn, dont l'autorité est justement reconnue sur tout ce qui concerne la tectonique de ces régions ⁽²⁾.

Trois bowettes de recherches exécutées successivement à Jägersfreude, à Hirschbach et à Bexbach, et dirigées à partir du gisement gras vers l'accident du sud, qu'elles ont recoupé et dépassé, sont les trois éléments nouveaux qui ont permis des observations décisives, et éclairé les coupes anciennement relevées.

1° **Bowette de recherches de Jägersfreude** (II^e Étage, cote + 87),
exécutée en 1922-1924 (voir fig. 14)

Cette recherche est partie de la veine 6/7 des Gras, en direction du S.E. Nous en avons suivi l'avancement, MM. Ch. Barrois, P. Bertrand et moi, guidés par MM. P. Ste-Claire-Deville et R. Chandèsris.

A la distance 120 m. de l'origine, elle a recoupé une faille représentée par une zone brouillée de 80 m. d'épaisseur, dont la traversée fut difficile (terrains éboulés et grisou) et força à dévier la bowette. Cet accident, dirigé sensiblement N.E. S.W., incliné à 60-65° au N.W., est le passage de la faille de la Sarre, connue à Louisenthal et Ensdorf, faille normale enfonçant le gisement au nord d'environ 500 mètres. Au sud de la faille de la Sarre, on est demeuré dans le faisceau gras conservant son allure sensiblement horizontale ; puis un nouvel accident a été traversé, au sud duquel les terrains houillers sont verticaux. C'est la Grande faille du Sud, dirigée ici exactement N.E.-S.W. et inclinée de 70 à 75° au N. W. Les terrains au sud de la faille sont en *dressants renversés*, inclinés à 80° en moyenne vers le N.W. L'une des couches de charbon renversées, recoupée dans cette région (distance horizontale 105 m. du front sud de la bowette) a pu être identifiée à la veine n° 19 des Gras, grâce au tonstein qui l'accompagne, qui est le Tonstein IV, d'après la flore riche

(1) E. DE MARGERIE, 1920, p. 15.

(2) “ Der sogenannte Südliche Hauptsprung den Charakter einer grosser Aufschiebung besitzt ”. H. Cloos, 1933, p. 309. Voir aussi la figure 3, même page.

en *Sphenophyllum myriophyllum* avoisinante. Puis après avoir traversé une épaisseur de 160 mètres de ces dressants, la bowette est entrée, à la cote + 97 dans les morts-terrains représentés par un conglomérat et des grès à noyaux dolomitiques (Base du grès bigarré) inclinés au S. de 13° , et le contact que nous avons soigneusement examiné est celui, non d'une faille, mais le contact normal de deux formations géologiques superposées ⁽¹⁾.

Ainsi dans cette coupe, la Grande faille du Sud remplace la charnière d'un anticlinal dissymétrique dans les couches de Sulzbach, à flanc sud renversé. Mais l'allure de l'accident (fig. 14) est un peu altérée par l'action de la faille de la Sarre, qui vient à son voisinage immédiat.

Quel est le jeu et le rejet vertical de la Grande faille du Sud dans cette région ? La coupe de la fig. 15, dressée par M. E. Siviard, permet de préciser l'un et l'autre. Dans cette coupe, il a choisi la veine 19 des Gras, comme élément de représentation géométrique de l'allure des terrains. Cette veine est connue au nord dans le champ d'exploitation du siège de Jägersfreude (tracés en traits pleins) ; et elle est indiquée en pointillé, là où sa position est calculée d'après sa distance d'une autre couche également exploitée. Au mur de la faille du Sud, elle a été effectivement recoupée par la bowette de recherches. Le plan vertical de la coupe, dirigée exactement N.S. a été choisi de façon à grouper tous ces éléments connus, et à utiliser la coupe du sondage de Schiedenborn.

En totalisant les rejets des failles secondaires connues dans cette région, les diverses positions des tronçons de la veine n° 19, qui ont été tracées sur ce croquis, montrent que le rejet *vertical* de la Faille du Sud est en cette région de l'ordre de 200 à 300 mètres ⁽²⁾. Et son jeu est inverse, si l'on tient compte du rejet de 500 mètres en sens inverse de la faille de la Sarre.

⁽¹⁾ Ceci n'exclut d'ailleurs pas la présence possible d'une petite faille normale, ou d'une flexure, post-triasique à l'aplomb de la Grande faille du Sud.

⁽²⁾ Il est bien entendu que le *rejet vertical* calculé ici est la valeur (r) de la rupture causée par la faille seule. La figure ci-contre (fig. 16) montre que pour une valeur donnée (R) du rejet total de l'accident (pli et faille), qu'il soit déterminé horizontalement, ou, comme sur la figure, verticalement, la valeur de r est variable et fonction du cisaillement, c'est-à-dire de l'angle fait par la faille avec le plan de stratification. Nous reconnaissons qu'un calcul de r ne donne que des renseignements incomplets et ne valant que pour une coupe donnée. Il serait

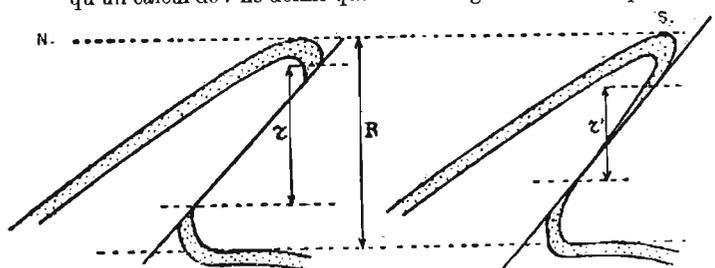


FIG. 16. — Schéma comparant le rejet variable de la faille inverse (r , r') au rejet total (R) du pli qu'elle étire.

plus rigoureux de calculer le rejet vertical total du pli-faille R ; mais ceci ne sera possible que lorsque l'on connaîtra la position des plateaux, qui font suite aux dressants renversés, au sud de la faille. Nous l'ignorons actuellement ; c'est pourquoi, pour s'en tenir aux faits observés, les calculs de M. E. Siviard s'appliquent au seul rejet r de la faille inverse ; nous les présentons avec les réserves que les remarques ci-dessus comportent.

2° **Bowette de recherches
d'Hirschbach**

(V^e Etage, cote — 148),

exécutée en 1923-1927 (fig. 17).

L'altitude à laquelle se trouve la galerie de recherches de Jägersfreude (+ 87) n'avait pas permis d'explorer une large bande de terrains au midi de la Faille du Sud, la surface de contact du grès bigarré ayant été rencontrée trop vite. L'administration française décida alors de creuser une bowette analogue, plus à l'est et à un étage inférieur, de façon à recouper davantage du flanc inverse de l'accident. Le V^e Etage du siège Hirschbach fut choisi et la bowette, ayant la veine n° 21 des Gras pour origine, fut poussée dans la direction du S.E. Voici les résultats généraux enregistrés au point de vue tectonique ; nous avons au cours de la première partie de ce mémoire exposé les observations faites qui intéressaient la stratigraphie du bassin.

La bowette a recoupé successivement (fig. 17) :

1° De la distance 0 m. à 110 m. : la base du faisceau des Gras (Assise de Sulzbach), avec le Tonstein V dans la passée immédiatement au mur de la veine n° 21 (distance 20 m.).

2° De la distance 110 m. à 680 m. : l'assise de St-Ingbert (faisceau de Rothell), y compris la veine n° 7 (à la distance 590 m.) avec son mélaphyre, la 19^e veine du Sud étant à la distance 200 m., la 1^{re} veine du Sud à 680 m.

3° De 680 m. à 970 m., le stérile de Rischbach, formé de grès et poudingues.

Toute cette série est régulièrement inclinée au N.W., à 35°-40°, formant le flanc régulier de l'anticlinal de Sarrebrück.

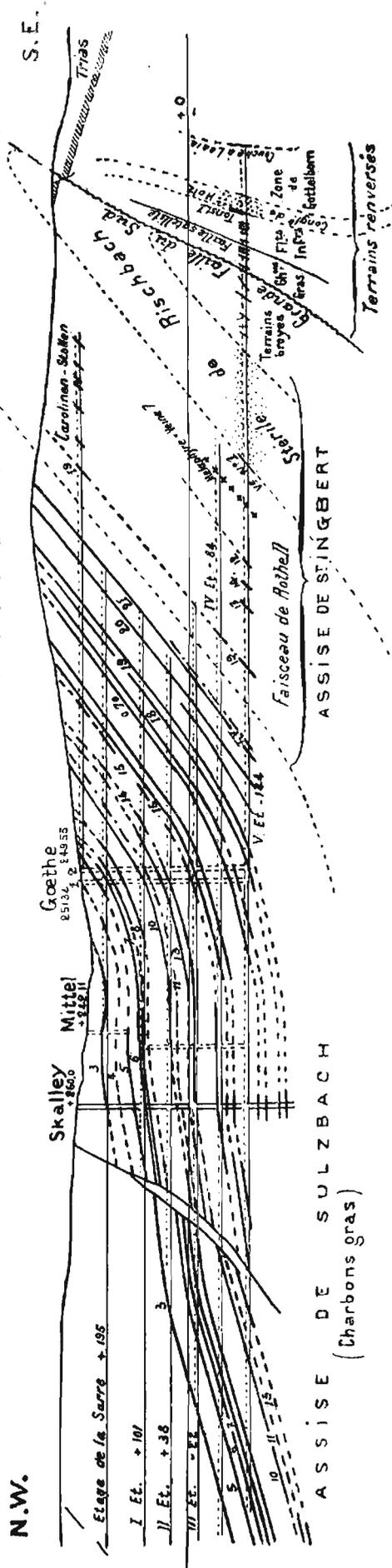


FIG. 17. — Coupe passant par la bowette de recherches du siège Hirschbach, V^e Etage. Ech. 1/15.000^e.

La recherche a recoupé ensuite (de 970 m. à 1.150 m.) un passage de terrains ondulés et inclinés, à 80° en moyenne, au N.W., qui semble représenter l'axe de l'anticlinal et, aussitôt après, elle a pénétré (distance 1.140 m.-1.150 m.) dans une zone faillée, inclinée à 70° vers le N.W., qui est le passage de la Grande faille du Sud.

En effet, au sud de cet accident, tout est vertical (pente de 80° en moyenne au N.W.). Le houiller contient des couches de charbon qui sont en *dressants renversés* et la première couche rencontrée, renversée, à 1.150 m., a un toit à *Linopteris neuropteroides*, variété *minor*. La plante caractéristique des Gras : *Neuropteris tenuifolia*, est commune aux distances 1.191 m. et 1.201 m. C'est bien un lambeau étiré d'assise de Sulzbach qui forme le feuillet le plus inférieur du flanc inverse du pli, à cet étage, entre les distances 1.150 m. et 1.210 m. Une faille, à 1.210 m. semble le cisailer.

De 1.210 m. à 1.288 m., les couches, plus régulières, avec veines de charbon, mais toujours en dressants renversés, inclinés à 80°, appartiennent aux Flambants inférieurs (zone de Forbach) et en représentent la partie supérieure, ainsi qu'en témoigne l'association des deux espèces *Pecopteridium DeFrancei* et *Mixoneura sarana* (à 1.277 m.). La faille de 1.210 m. enlève donc en même temps que la tête des Gras, la base des Flambants. Un banc de tonstein, rencontré à 1.288 m., doit être ainsi assimilé au Tonstein I. Au sud vient immédiatement le conglomérat de Holz, dont nous avons parlé déjà à maintes reprises, avec des galets du Tonstein I dans sa masse et la bowette a traversé ensuite de 1.288 m. 30 jusqu'au front (1.465 m. 50), où elle a été arrêtée, les couches également en dressants renversés, toujours inclinées à 80° environ au N.W., de la zone de Götteborn, avec leur faune et leur flore caractéristiques, y compris l'horizon à *Levia* (distance 1.465 m.). Donc, comme à Jägersfreude, le flanc sud de l'anticlinal est renversé et la faille, très voisine de la charnière, est un gros accident inverse produit par l'étirement du pli, et supprimant une partie des couches de Sarrebrück sur ce flanc.

La bowette d'Hirschbach a montré de plus : 1° que l'Ottweiler participe bien au mouvement ; celui-ci est donc post-stéphanien ; 2° que l'accident est lui-même complexe, la faille de 1.210 m., satellite de la Grande faille du Sud, au sud de celle-ci, lui ajoutant son propre rejet inverse, et ménageant un copeau d'assise de Sulzbach entre elles deux, sur le flanc laminé du pli ; 3° qu'au sud de l'accident, la base de cet Ottweiler, par suite de disparition de la zone de St-Avold (discordance du conglomérat de Holz) n'est pas très éloignée de la tête des Gras, les Flambants supérieurs faisant défaut.

Quant au rejet de la Grande faille du Sud à Hirschbach, M. E. Siviard l'a calculé, en construisant cette fois l'allure de la veine n° 13 des Gras (fig. 18), exploitée sur

le flanc N.W. du pli par le siège d'Hirschbach et au voisinage stratigraphique de laquelle se place le petit lambeau de charbons gras recoupé par la bowette au Sud de la faille du Sud. Ceci laisse apparaître un *rejet vertical* de la faille du Sud de l'ordre de 800 à 1.000 m. à Hirschbach, chiffre qui est sans doute inférieur à la réalité, puisqu'il ne tient pas compte du jeu additionnel de la faille satellite.

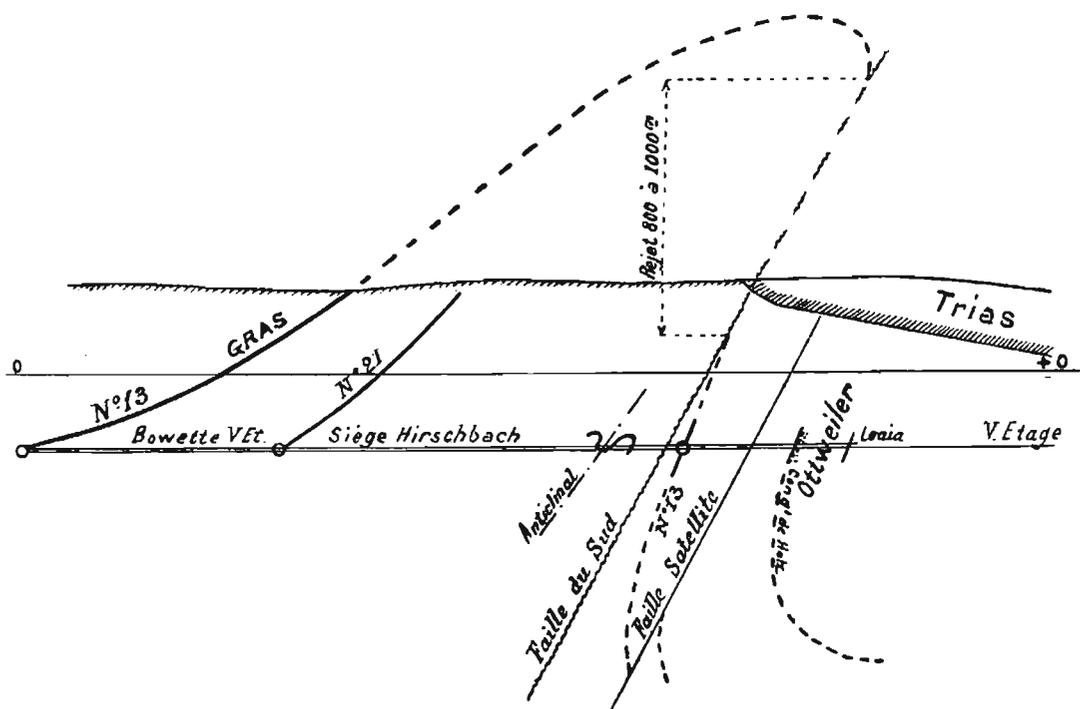


FIG. 18. — Coupe schématique établissant le rejet de la Grande faille du Sud à Hirschbach, par E. SIVIARD. Ech. 1/15.000.

3^o Coupe de Saint-Ingbert

Ces résultats rendaient nécessaire un nouvel examen de la coupe donnée par la fendue creusée en 1850 à St-Ingbert. Et nous pûmes le faire en 1926, avec l'aide de M. R. Chandesris, en étudiant la bowette N.W. du puits Rothell à la cote-139, qui a fourni une coupe plus profonde, parallèle à la Rischbach Stollen (voir la figure 3, page 37). Les détails de cette révision ont été donnés dans la première partie de ce mémoire (p. 38). Il nous suffira de résumer ici les faits principaux :

1^o Le faisceau des veines *x, y, z*, dit "faisceau de Rischbach", est *en dressants renversés*. Il représente, non des couches stratigraphiquement inférieures à l'assise de St-Ingbert, sous laquelle il est géométriquement situé, mais une partie de l'assise de Sulzbach, entre les Tonstein III et V.

2° Entre ces dressants renversés et le conglomérat de Rischbach, existe donc une surface de contact anormal. La zone brouillée, inclinée à 45° au N.W., recoupée de 317 à 345 m., dans la bowette du puits Rothell est précisément cette surface. La direction de son pendage en fait une faille inverse. C'est la Grande faille du Sud, située, ici comme à Hirschbach, immédiatement au sud de la charnière anticlinale du pli couché de Sarrebrück.

3° Vers le sud, les couches demeurent en dressants renversés et l'on entre bientôt dans le Conglomérat de Holz à galets de Tonstein et dans l'Ottweiler, discordants et en contact direct avec les veines grasses *x, y, z*, sans aucun représentant interposé des charbons flambants.

La coupe est identique à celle d'Hirschbach, quoique simplifiée. Le rejet de la Faille du Sud, inclinée ici à 45° environ, est difficile à déterminer du fait de l'indécision où l'on est concernant la position exacte des veines *x, y, z*, dans l'assise des Gras. En les plaçant au milieu de l'assise, entre les Tonstein III et IV, on aurait un rejet vertical de l'ordre de 400 mètres, inférieur par conséquent à celui d'Hirschbach, mais supérieur à celui de Jägersfreude.

4° **Bowette de recherches du siège de Bexbach** (II^e Étage, cote + 53), effectuée en 1927 (voir fig. 19).

La bowette S.E. du II^e Étage du siège de Bexbach avait été arrêtée sur un accident qui semblait être une faille plate. En 1927, l'Administration française des Mines domaniales fit reprendre cette recherche dans la direction du sud-est. Il ne fut pas nécessaire de la pousser très loin (quelques dizaines de mètres) pour déterminer la nature des terrains situés au mur de l'accident : ils appartiennent à l'Ottweiler, sont peu inclinés et sont formés d'arkoses, psammites rouges et verts, schistes rouges et verts à noyaux calcaires, schistes noirs bitumineux, à écailles et os de poissons, petits bancs de carbonate de fer. La Grande faille du Sud passe donc au fond des puits de Bexbach avec une allure très plate (inclinaison de 10° au N. W.), séparant de l'Ottweiler qui gît en profondeur, le gisement gras qui est exploité aux étages supérieurs et qui y dessine un pli très fortement couché, à flanc inverse disparu. Le renversement des couches sur le front sud-est du pli, dessinant l'amorce d'une charnière, est bien visible en surface dans la région. Ainsi la carrière de la Tuilerie de Wellesweiler, près de la gare, montre le conglomérat de Holz, renversé, formant la retombée sud d'un pli dont le noyau est fait d'assise de la Houve (probablement Flambants inférieurs).

Si l'on tient compte des résultats du sondage ancien de Bruderbrunnen (situé à 850 m. au N. des puits), la coupe prend l'allure de la figure 19 et les contacts anormaux observés s'expliquent facilement.

La coupe du sondage de Bruderbrunnen (am Steinernen Mann) a été étudiée par L. Von Ammon (*op. cit.*, 1903). La voici résumée :

de 0 à 200 m. : *Ottweiler* (Ottweiler moyen d'après Von Ammon, mais c'est vraisemblablement l'assise de Sarrelouis). Le Stéphanien affleure, affaissé au pied de la "Faille du Nord" de Bexbach.

de 250 à 300 m. *Assise des Gras*, d'après Potonié (*Sphenophyllum myriophyllum* à 284-287 m.).

de 397 à 403 m. : *Zone faillée* : c'est le passage de la Faille du Nord.

à partir de 403 m. : La sonde est entrée à nouveau dans les *couches d'Ottweiler*, inclinées de 40 à 70°, entre 736 et 924 m. A 767, 794 et 853 m., elle a recoupé des bancs calcaires et elle s'est arrêtée à 924 m. dans un conglomérat. Von Ammon attribue tout cet ensemble à l'Ottweiler inférieur. On sait que les bancs calcaires sont fréquents à la limite des zones de Göttelborn et de Dilsburg.

Ainsi le massif de couches d'Ottweiler sur lequel repose le gisement gras de Bexbach s'étend encore à 850 m. au nord des puits.

Le sondage de Bruderbrunnen n'a pas traversé lui-même la faille faisant reposer les Gras sur l'Ottweiler, parce que la faille du Nord, accident normal postérieur, a découpé ici le plan de la Faille du Sud, et c'est cette faille normale qui amène dans la coupe du sondage les Gras sur le Stéphanien. Mais il résulte de tout ceci que dans la région Bexbach-Wellesweiler, l'anticlinal de Sarrebrück a pris l'allure d'un *pli très couché*, que la Grande faille du Sud y est devenue localement un *véritable charriage*

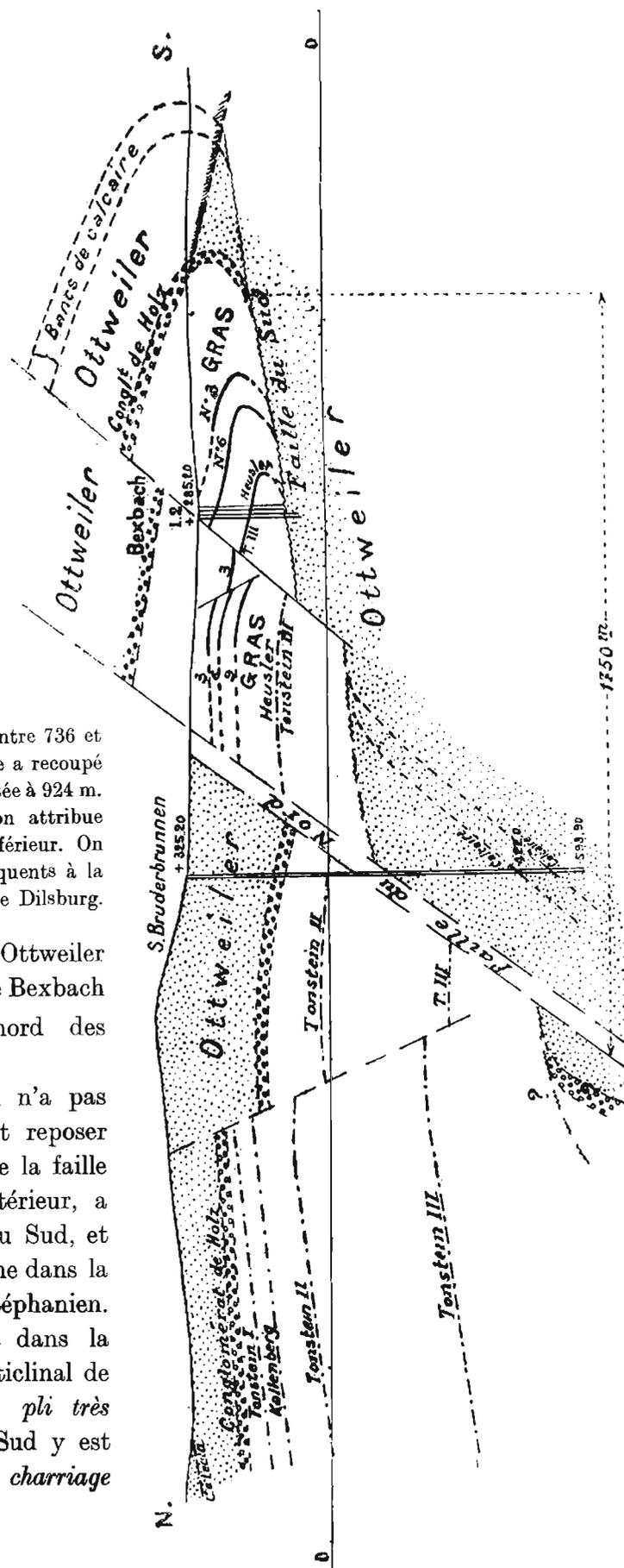


FIG. 19. — Coupe passant par le siège de Bexbach et le sondage de Bruderbrunnen (d'après l'Atlas de E. SIVILARD et E. FRIEDEL). Ech. 1/15.000.

et que ce transport vers le sud-est, calculé cette fois horizontalement, est de l'ordre de *deux kilomètres* (1).

5° Coupe de Frankenholtz (fig. 20).

Ceci nous conduit à Frankenholtz. Les puits I et II d'une part, III-IV d'autre part, sont établis au sommet de l'anticlinal de Sarrebrück et atteignent le Westphalien sous une couverture de couches d'Ottweiler. Le pli y est couché, non plus à plat comme à Bexbach, mais à 45°, et son flanc inverse est conservé. La charnière est rencontrée par le puits I au IV^e Etage (+ 110 m.), par le puits II, au V^e Etage (+ 68 m.) ; au mur de la charnière, on traverse un accident couché

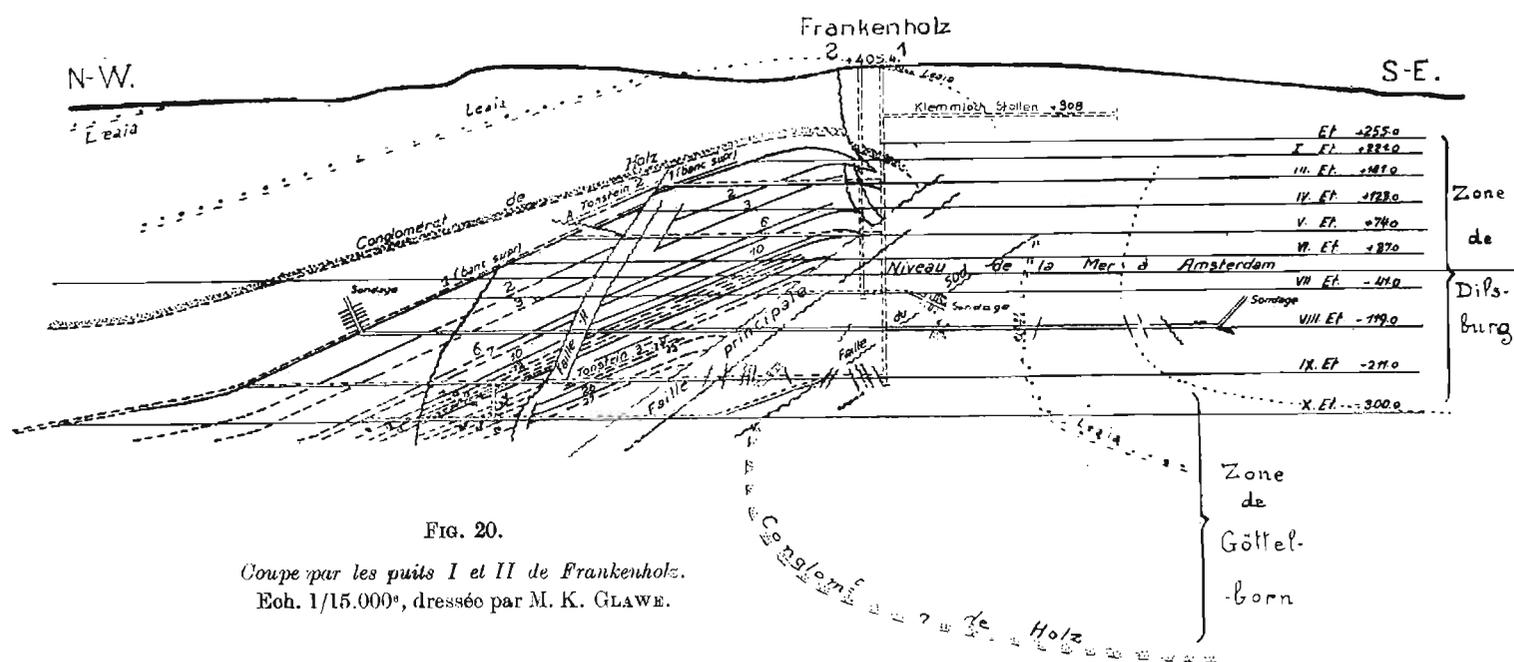


FIG. 20.

Coupe par les puits I et II de Frankenholtz.
Ech. 1/15.000^e, dressée par M. K. GLAWE.

au N.W. à 45°, désigné sous le nom de *Faille principale* et qui sépare les plateaux exploités de terrains en dressants renversés et broyés, où l'on trouve un feuillet de couches de Sarrebrück, puis au mur, les couches d'Ottweiler. Elles forment le flanc inverse du pli. C'est ainsi que la bowette Nord du puits I au IX^e Etage (— 212 m.) a traversé des schistes rouges et violacés, des psammites gris et des conglomérats qui appartiennent au Stéphanien, de même que l'approfondissement du puits I, en 1923, avait recoupé les mêmes roches inclinées de 80°

(1) Encore, pour l'évaluer prudemment a-t-on tenu compte de la lacune préstéphanienne et de la disparition des Flambants supérieurs et d'une partie des Flambants inférieurs au sommet de l'anticlinal.

au N., renfermant des *Anthracomya prolifera*, à l'entrée de la bowette du IX^e Etage, immédiatement au N. du puits. Tous ces terrains sont très cassés.

L'allure que revêt la Grande faille du Sud à Frankenholz paraît bien différente de celle que nous venons d'observer à 2 kilomètres au sud-ouest, à Bexbach. En réalité, si l'on tient compte de la courbure de cette surface de chevauchement du pli couché, du jeu de l'érosion, et de l'ennoyage de l'axe du pli, on voit (fig. 21) que la différence réside simplement dans l'inclinaison de la faille sur le plan horizontal.

Au sud des puits I-II (fig. 20), une dernière cassure inclinée au N.W., qui est désignée sur notre coupe sous le nom de Faille du Sud, limite cette zone d'accidents et la sépare d'un massif plus régulier de couches d'Ottweiler renversées. C'est au sud de cette faille que la bowette de recherches vers le sud, au VIII^e Etage, a été creusée dans les couches de la zone de Göttelborn verticales, avec horizon à *Levia* rencontré à 350 m. Puis la galerie est entrée dans des couches avec passées de charbon, s'aplatissant et reprenant une allure en plateaux à pendage sud, que nous avons attribuées à la zone de Dilsburg (voir plus haut les détails de cette coupe, p. 86).

Le détail de la structure de cette zone broyée, entre la faille principale et la faille du sud, est difficile à préciser et laisse le champ ouvert à diverses hypothèses. Sur la coupe AB de la planche II, on a reproduit l'interprétation

qu'en a donnée M. E. Siviard en 1933 et qui traduit cette zone entre les deux failles comme un copeau poussé au S. E. et remonté. Sur la coupe de la figure 20, ci-jointe, j'ai évité toute hypothèse sur le mécanisme de la zone broyée. Quoi qu'il en soit, on peut dire que la Grande faille du Sud apparaît à Frankenholz sous forme d'un faisceau de cassures qui totalisent un rejet inverse vertical de l'ordre de 500 mètres environ.

D'après les plans des anciennes exploitations de Nordfeld, situées au N.E. de Frankenholz (Puits Wilhelmina et Fortuna) l'allure de l'anticlinal y est la même qu'à Frankenholz. Une faille inverse, cette fois très verticale (60° en moyenne), prolongement vers le N.E. de l'accident de Frankenholz, occupe la charnière du pli et son rejet, calculé par le déplacement du Poudingue de Holz, ne dépasse pas

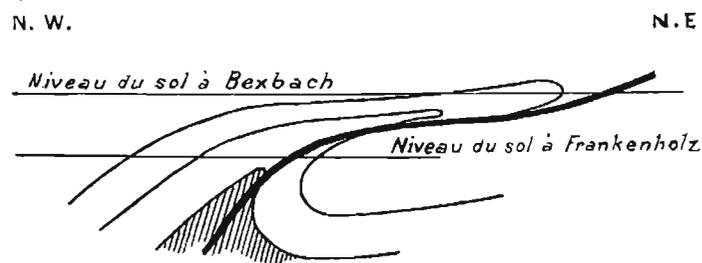


FIG. 21. — Croquis montrant en coupe l'allure de la Grande faille du Sud dans la région de Bexbach-Frankenholz.

Dans ce schéma, il n'est tenu compte que de la forme du pli et non de l'âge des terrains. Ainsi le noyau de la charnière, figuré en hachures, représente-t-il, à cause de l'ennoyage de l'axe de l'anticlinal, des niveaux différents : l'assise de Sulzbach pour la région de Frankenholz et l'assise de St-Ingbert pour celle de Bexbach.

50 mètres. La rupture, si brutale à Bexbach, tend donc à disparaître, faisant place ici à un simple pli.

6° La Grande faille du Sud, au S.W. de Sarrebrück.

De même, à partir de Sarrebrück, vers le S.W., l'accident de la Grande faille du Sud disparaît. Il est déjà atténué à Jägersfreude par rapport à ce qu'il est à Hirschbach ; sur une distance de 3 km. 800, suivant sa direction, le rejet de la faille passe de 800 à 200 mètres. Entre Sarrebrück et Forbach les renseignements font défaut. Mais dans le champ du puits Simon des Houillères de Petite-Rosselle, trois bowettes ont été dirigées vers le sud-est, aux étages 240, 290 et 340, pour reconnaître le passage présumé de la Faille du Sud. Elles n'ont rencontré aucune trace d'accident ; par contre, elles ont constaté que l'anticlinal qui passe sous le puits Simon et qui est le prolongement de l'anticlinal de Sarrebrück y a l'allure d'un pli simplement dissymétrique dans les Flambants inférieurs. Son flanc sud y est plus penté que le versant nord, mais non renversé et la charnière du pli ne paraît pas rompue.

CONCLUSIONS

1° La Grande faille du Sud est donc une *faille inverse*, à pendage N.W., située sur le flanc renversé de l'anticlinal de Sarrebrück. Son rejet vertical peut dépasser 800 mètres ;

2° Elle est aussi *proche* que possible de la *charnière* du pli, immédiatement au sud de celle-ci, dont elle représente une ligne de rupture ;

3° Elle sépare donc les couches en plateures du versant direct de l'anticlinal, plongeant régulièrement au N.W., de couches en dressants renversés, représentant la *retombée* sud du pli couché, parfois laminées par des failles satellites ;

4° A peu de distance au sud de l'accident (moins d'un kilomètre à Frankenholz), les couches reprennent leur allure en plateure ;

5° Les couches d'Ottweiler sont intéressées par l'accident qui est donc d'*âge permien* ⁽¹⁾, ceci n'exclut pas la présence de petites failles posthumes, d'âge post-triasique, sur le trajet du vieil accident hereynien ;

6° Dans la région de Bexbach-Wellesweiler, la Grande faille du Sud prend une allure très plate ; le flanc inverse du pli est complètement disparu et, sur ce

(1) Dans son tableau de la p. 369, M. HERMANN SCHOLTZ, (*op. cit.* 1933) attribue (avec ?), à la phase asturienne de H. Stille (préstéphanienne), le *charriage* de l'anticlinal de Sarrebrück à Frankenholz. Il aurait raison s'il avait précisé : " la *première montée* de la selle de Sarrebrück ", faisant allusion à la discordance préstéphanienne. Mais, il fait erreur, s'il s'agit bien, comme il l'écrit, de l' " Ueberschiebung ".

territoire limité, l'accident prend l'allure d'un véritable *charriage*. Le front de cette petite nappe est conservé; il est bien dessiné par les travaux du siège de Bexbach. La valeur du transport horizontal est de l'ordre de 2 kilomètres;

7° La Grande faille du Sud, n'est connue que là où le pli de Sarrebrück est couché. Elle est liée à la présence de dressants renversés sur le flanc sud de ce pli. Elle disparaît lorsqu'il prend l'allure d'une voûte simplement dissymétrique;

8° La Grande faille du Sud, qui a son maximum de rejet (horizontal ou vertical) dans la région comprise entre Hirschbach et Bexbach, c'est-à-dire dans la zone de culmination de l'anticlinal de Sarrebrück, s'atténue progressivement à la fois au N.E. et au S.W. Son rejet diminue en même temps que le pli de Sarrebrück s'ennoie.

En résumé, sur la surface topographique actuelle, cet accident se développe à mesure que l'anticlinal de Sarrebrück s'élève. Ainsi il est une illustration d'une loi qui doit être applicable à toutes les failles produites par l'étirement du flanc inverse d'un anticlinal couché, à en juger par les exemples récemment encore observés dans le Bassin du Nord de la France (1) et que l'on peut traduire de la façon suivante, en évitant toute théorie génétique et en se bornant à l'énoncé géométrique du phénomène :

Les *failles inverses directionnelles*, qui occupent le flanc étiré d'un pli anticlinal couché, s'observent au jour avec leur *maximum de rejet dans les aires de culmination* du pli; elles s'atténuent et disparaissent dans les aires d'ennoyage. Cela signifie que ces accidents naissent dans la profondeur du pli sous forme de cassure brutale, et qu'ils *diminuent progressivement d'importance vers la périphérie*, faisant place à l'aile inverse, de moins en moins étirée, d'un simple pli dissymétrique.

(1) P. PRUVOST et P. BERTRAND. Structure du Bassin houiller du P.-de-C. dans sa région centrale. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, T. LIX, 1934, p. 97 et spécialement p. 108 et pl. V.

CHAPITRE II

LES PLIS DU BASSIN SARRO-LORRAIN

Lors d'une première étude d'ensemble du gisement houiller sarro-lorrain, nous avons pu conclure dès 1922 ⁽¹⁾, avec MM. Ch. Barrois et P. Bertrand, que le pli de Sarrebrück, si net, n'était pas un accident unique, mais que l'ensemble du bassin était parcouru d'ondes parallèles "de plis dissymétriques, à ailes synclinales méridionales conservées et à ailes septentrionales disparues mécaniquement" ⁽²⁾ ou dressées. Le progrès de la prospection souterraine, en Sarre et en Lorraine, est venu, à la fois, confirmer et étendre une hypothèse émise dès 1919 par M. L. de Launay ⁽³⁾ et justifier les idées générales que nous avons exposées, il y a douze ans, sur la structure plissée du bassin.

On peut, à l'heure actuelle, distinguer du N.W. au S.E. alignées parallèlement, quatre lignes anticlinales dirigées N.E.-S.W., qui sont (voir planche I) :

- 1° l'anticlinal de *Boucheporne*,
- 2° l'anticlinal de *Merlebach*,
- 3° l'anticlinal de *Sarrebrück*,
- 4° l'anticlinal d'*Alsting*.

Ces plis séparent respectivement cinq ondulations synclinales, dont le *synclinal de Sarrelouis* au nord du premier, et le *synclinal de Sarreguemines* au sud du quatrième.

Leur ligne de faite subit d'importantes ondulations transversales; les plis anticlinaux culminent et s'ennoient, chacun pour son compte, de sorte qu'une coupe transversale du bassin (fig. 22) n'en traverse jamais qu'un sur quatre par son

(1) CH. BARROIS, P. BERTRAND et P. PRUVOST, *op. cit.* in *C. R. Acad. Sciences*, t. 175, p. 657 (Octobre 1922).

(2) CH. BARROIS, P. BERTRAND et P. PRUVOST, *op. cit.* in *Bull. Carte Géol. France* (1924-25).

(3) Dans son importante étude d'ensemble sur le terrain houiller entre les Vosges et le Plateau Central, M. L. de LAUNAY écrivait à propos du bassin de Sarrebrück (*op. cit.*, 1919, p. 27) : « Il ne nous est nullement défendu de concevoir une extension primitive très supérieure à l'extension actuelle et de traiter ce bassin... comme une fraction de synclinal, laquelle aurait été conservée, quoique cela puisse paraître paradoxal, dans une voûte à allure anticlinale, due à des mouvements très postérieurs ».

point culminant. Ils se relaient successivement d'ouest en est quand on les suit du plus septentrional au plus méridional.

Nous allons les décrire successivement en commençant par celui de Sarrebrück, le plus ancien connu.

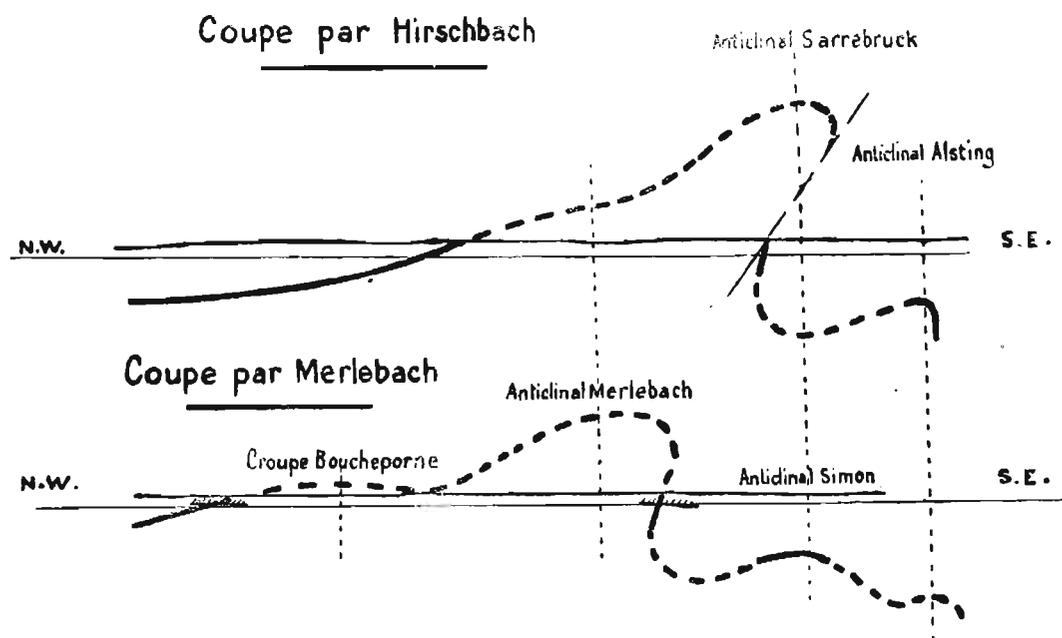


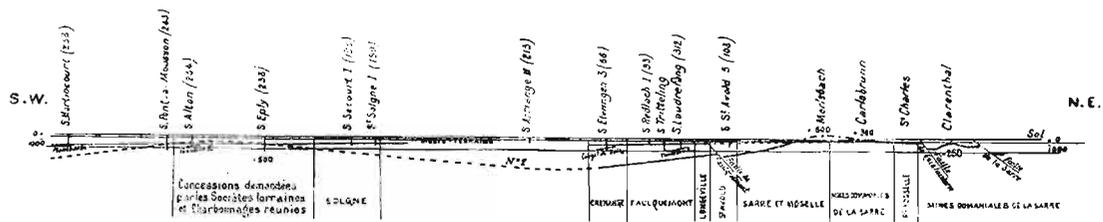
FIG. 22. — Allure des plis anticlinaux du bassin sarro-lorrain, en coupe transversale, par E. SIVIARD.

1^o L'anticlinal de Sarrebrück

Les détails que nous avons déjà donnés sur la retombée méridionale du pli, à propos de la Grande faille du Sud, nous dispensent d'exposer longuement la structure de l'anticlinal de Sarrebrück, sur laquelle d'ailleurs les coupes et les plans réunis dans l'Atlas de MM. E. Siviard et E. Friedel, fournissent des documents d'une grande précision.

Rappelons que ce ridement de Sarrebrück était déjà esquissé à la fin de l'époque westphalienne (fig. 13, p. 107), mais sous forme d'une simple et large voussure, et avec une direction un peu différente, plus nettement à l'ouest ; que lors du plissement final du bassin au Permien, il a pris à la fois son allure actuelle d'un pli dissymétrique couché au S.E. et sa direction si bien alignée au N.E.

Le point culminant de son axe est au méridien de St-Ingbert, entre les sièges Hirschbach et Heinitz, où, dans son noyau, affleure sur la surface topographique



Légende

- Position probable de la Veine
- - - Position de la Veine avant l'érosion
- · · Position hypothétique de la Veine

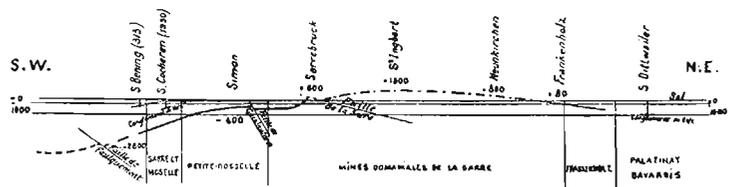
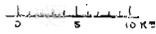


FIG. 23. — Coupe longitudinale de l'anticlinal de Merlebach et de l'anticlinal de Sarrebrück-Puits Simon, suivant leur axe, par E. SIVIARD.

La veine-guide figurée est la veine N° 1 des Gras.

actuelle, vers la cote + 300, le conglomérat de Rischbach. Ceci placerait la tête du faisceau gras (veine n° 1) à l'altitude + 1.300 (voir fig. 23). Le pli s'ennoie rapidement au N.E. ; la même couche (veine 1) serait à + 800 à Neunkirchen, et elle passe sous le plan actuel de l'érosion à Bexbach ; à Frankenholz, elle est à la cote + 80. A partir de ce point l'anticlinal de terrain westphalien s'enfonce sous sa couverture de couches d'Ottweiler.

Au S.W. l'ennoyage est tout aussi rapide. La veine n° 1 des Gras, qui serait à + 600 à Sarrebrück, se trouve, le long de la ligne axiale du pli, au puits Simon

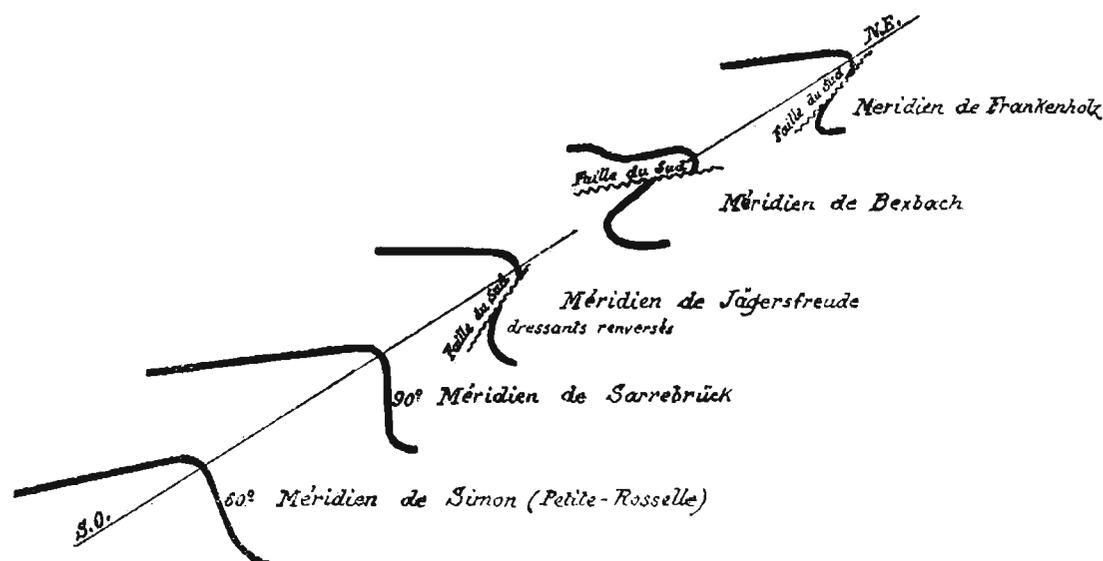


FIG. 24. — Profils transversaux successifs de l'anticlinal de Sarrebrück-Puits Simon, par E. SIVIARD.

(Anticlinal Simon) de Petite-Rosselle à — 400. Et au sondage de Cocheren le Westphalien a disparu, comme à Frankenholz, sous un manteau de couches d'Ottweiler.

Parallèlement à cette ondulation longitudinale, le pli, nous l'avons vu, change d'allure (fig. 24). D'un pli couché, à flanc sud laminé (faillé du Sud), prenant même localement, à Bexbach, le style d'une nappe charriée sur 2 kilomètres de distance horizontale, il passe à Nordfeld à une simple voûte, dont la charnière est à peine brisée, mais qui est toujours légèrement couchée au sud-est, cependant. Vers le S.W., entre Sarrebrück et le puits Simon de Petite-Rosselle, le flanc sud du pli, qui est en dressants renversés dans la bowette de Jägersfreude, passe sous Sarrebrück, au point A de la figure 25 (1), à des couches simplement verticales

(1) Cette figure est extraite d'une étude inédite de M. E. Siviard sur la partie du gisement comprise entre la Sarre et la frontière lorraine.

puis plus au S.W., à des couches inclinées au S.E. L'anticlinal Simon, en effet, qui prolonge en Lorraine l'anticlinal de Sarrebrück, y est devenu, d'après les trois bowettes du champ sud-est du puits Simon, un pli simplement dissymétrique,

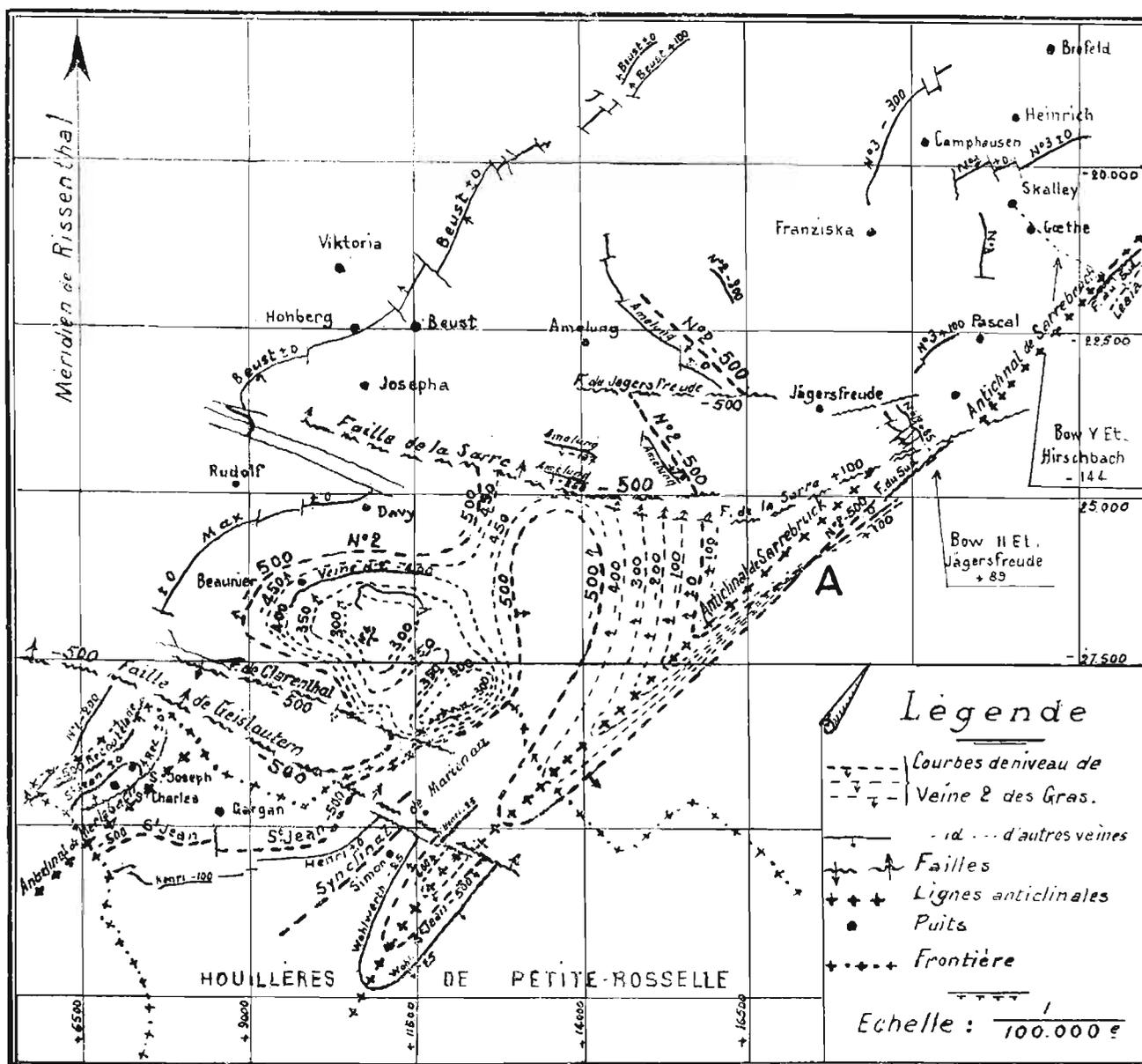


FIG. 25. — Courbes de niveau de la veine N° 2 des Gras, entre Sarrebrück et Forbach (d'après une étude inédite de M. E. SIVIARD). Ech. 1/100.000°.

Cette carte met en évidence l'ennoyage du pli de Sarrebrück-Puits Simon et la naissance de l'anticlinal de Burbach, entre la vallée de la Sarre et la frontière lorraine.

puits St-Charles-St-Joseph, les veines grasses pendent régulièrement au N.W. ; d'autre part, les puits Vuillemin, Wendel et Gargan, exploitent au sud, les Flambants inférieurs inclinés au S.E. Entre ces deux champs, on admettait le passage de deux zones dérangées (Störungen) sans autre précision, parallèles à la direction des couches. Une prospection méthodique du gisement menée par M. le Directeur Leharle, au moyen de bowettes de recherches et de sondages intérieurs (1), au cours des années 1922-1923, a éclairé la structure de façon décisive.

Une faille très oblique par rapport aux couches, à pendage N.W., double dans les puits St-Charles et St-Joseph, les veines grasses qu'elle coupe en sifflet. Nous avons, en effet, pu montrer par l'étude de la flore l'existence de ce chevauchement. Par exemple, le sondage IV du puits St-Joseph, fait à l'étage 560, et parti de couches qui sont au niveau de la veine St-Jean, a rencontré le Tonstein III (veine 20) à la profondeur 216 m. Or, cette série : St-Jean-veine 20 est connue dans le champ

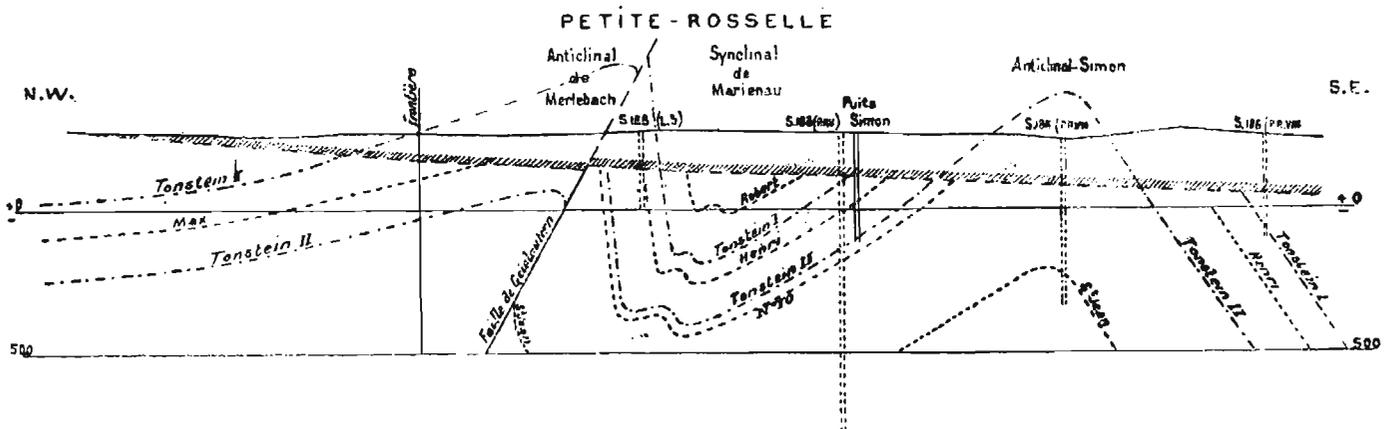


FIG. 28. — Coupe allant du Puits Simon à Clarenthal (d'après l'Atlas de E. SIVIARD et E. FRIEDEL).

nord de la fosse aux étages supérieurs. Ceci donne à la faille un rejet vertical de 200 à 300 mètres et précise son rejet, qui est bien inverse. C'est un accident du type de ceux que les mineurs du Nord appellent un "recoutelage".

D'autre part, la bowette S. du puits St-Charles, à l'étage 448, a recoupé une voûte anticlinale et sur son flanc méridional les veines grasses, dont la veine St-Jean à leur tête, plongeant régulièrement au S.E. d'au moins 70°. Comme le montre la figure 27, les veines grasses inférieures à St-Jean y dessinent une voûte anticlinale, à flanc méridional abrupt, mais non renversé. C'est le pli de Merlebach,

(1) En particulier, la bowette sud du puits St-Charles à l'étage 448, les sondages intérieurs au même étage à partir de veine x et les sondages intérieurs du puits St-Joseph à l'étage 560.

mais qui en s'ennoyant à travers le Warndt cesse d'être couché. Et comme, entre cette retonibée de la veine St-Jean, et les veines des Flambants inférieurs exploitées aux puits Vuillemin et Wendel, on a exactement l'épaisseur de terrains qui correspond au passage des couches intermédiaires de Geisheck, il n'y a aucune raison de retenir la seconde zone d'accidents, que l'on invoquait autrefois et faisait passer au nord de ces deux puits. La succession est normale et régulière ; s'il existe des cassures, leur rejet est nul.

La coupe de la figure 28 montre que l'anticlinal de Merlebach, au puits St-Charles, est séparé de l'anticlinal du puits Simon (= anticlinal de Sarrebrück) par un bassin synclinal intermédiaire, qui a été parfaitement exploré par le sondage de Marienau et par la bowette-sud du puits Vuillemin. Il renferme en son centre les couches d'Ottweiler. La présence du *synclinal de Marienau* fournit l'évidence que le pli

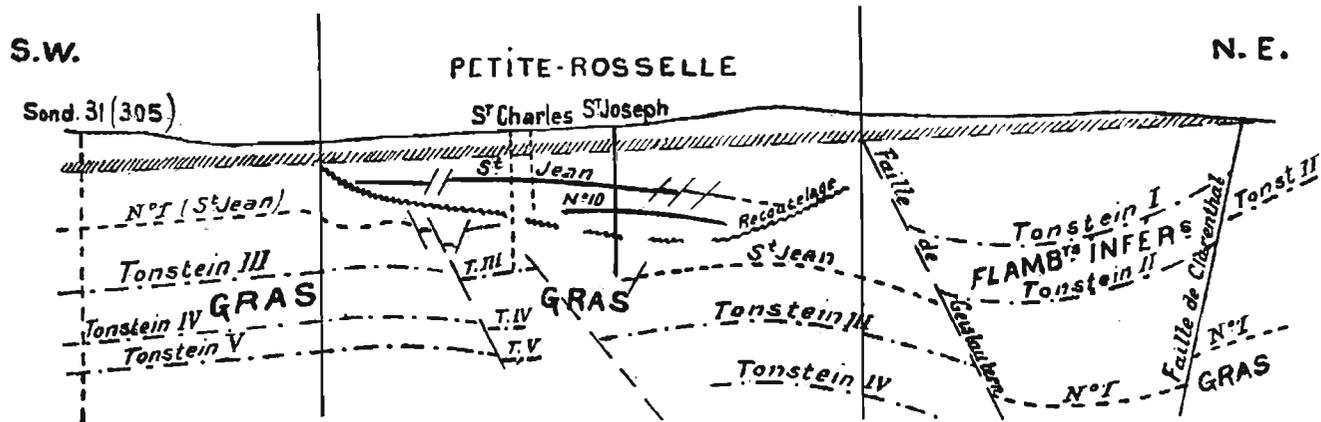


FIG. 29. — Le "recoutelage" du Puits St-Charles de Petite-Rosselle, sur une coupe longitudinale passant par le Puits St-Joseph, dressée par E. SIVIARD.

de Merlebach est bien individualisé par rapport au pli de Sarrebrück-Simon et qu'il correspond à une autre ondulation, située plus au nord.

D'ailleurs, on suit l'anticlinal de Merlebach encore plus loin au N.E. en territoire sarrois. Il y dessine (entre les failles de la Sarre et de Geislautern) dans le champ du puits Calmelet, une croupe à grand rayon : c'est la *selle de Clarenthal*, distinguée, dès 1906, par L. Van Werveke (*op. cit.*, 1906, p. 23), dont M. E. Siviard a fait une excellente étude de topographie souterraine et dont la forme apparaît si nettement dans le plan de la figure 25, extrait de l'étude inédite de M. Siviard. La coupe de la figure 30 montre qu'il ne s'agit plus là que d'une très molle ondulation; c'est en somme le point où le pli anticlinal de Merlebach commence à se former, ou si l'on prend les choses en sens inverse, c'est là qu'on observe sa terminaison périclinale au N.E.

Déjà dans cette région, l'individualité du pli de Merlebach, à sa naissance, par rapport à celui de Sarrebrück est manifeste, car, entre la selle de Clarenthal et l'anticlinal de Sarrebrück, on suit toujours le synclinal interposé de Marienau (fig. 30), jusque sur la rive droite de la Sarre. C'est dans cette dépression que s'est conservée, au N. de la faille de la Sarre et grâce à son jeu normal, la petite cuvette stéphanienne de Burbach (voir la coupe de la figure 9, p. 101). Le synclinal stéphanien de Burbach est dans le prolongement N.E. de celui de Marienau.

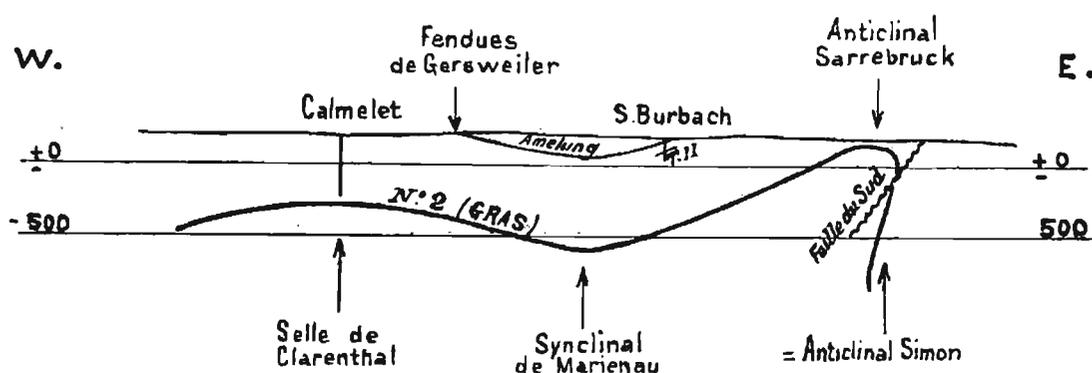


FIG. 30. — Coupe prise sur la rive gauche de la Sarre, entre Sarrebrück et Clarenthal, dressée par E. SIVIARD. Ech. 1/50.000^e env.

A partir de Merlebach vers le S.W., les travaux d'exploitation font défaut jusqu'à présent pour dessiner l'anticlinal de façon aussi précise. On sait cependant deux choses : 1^o qu'il se prolonge sous St-Avold et au delà ; 2^o qu'à partir de Merlebach son axe s'ennoie régulièrement dans cette direction. Les résultats d'un certain nombre de sondages permettent d'appuyer ces conclusions. Par exemple, le sondage de Moulin-Neuf n° 1 et le sondage de Dourdal n° 3 ont rencontré la zone de Forbach affleurant sous le Trias, sur le trajet de cet axe, les Flambants supérieurs enveloppant cette zone au N. et au S. Au droit du sondage de Laudrefang, c'est la zone de St-Avold qui forme la charnière ; au sondage de Tritteling, plus au S.W., c'est la zone de Faulquemont, et au sondage de St-Léonard n° 2 (et sous la concession de Créhange), le pli se recouvre d'Ottweiler (fig. 23 et Pl. I).

Pour résumer, l'anticlinal de Merlebach est connu en direction depuis la rive gauche de la Sarre, jusqu'à S.W. de Faulquemont, sur une longueur de 30 à 35 kilomètres. Son point culminant est vers Carlsbrunn dans le Warndt. Il disparaît au N.E. à sa traversée de la Sarre ; au S.W., on est mal fixé sur ce qu'il devient au delà de Faulquemont. Il relaie au nord l'anticlinal de Sarrebrück après avoir cheminé parallèlement à lui sur plus de 10 kilomètres. Horizontalement cinq kilo-

mètres en moyenne séparent actuellement les axes de ces deux plis, l'espace intermédiaire étant occupé par le petit synclinal de Marienau-Burbach.

Quant à la forme du pli, à son point de culmination, c'est un anticlinal renversé au S.E., comme celui de Sarrebrück. Mais très rapidement, sous le Warndt, les veines en dressants renversés de Merlebach se rétablissent en plateures et passent à une simple voûte dissymétrique; c'est ainsi qu'elles abordent la concession de Petite-Rosselle.

On ne connaît pas de faille d'étirement, analogue à la Grande faille du Sud, dans l'aile couchée du pli de Merlebach. Le renversement y paraît donc moins brutal, sans doute parce que son noyau montre des couches moins profondes que celui de l'anticlinal de Sarrebrück. Mais on connaît, par contre, sur le versant direct du pli une faille inverse (recoutelage), qui, à Petite-Rosselle, fait chevaucher une partie de ce flanc sur l'autre.

3° L'anticlinal de Boucheporne

Séparé du pli de Merlebach par le synclinal de Carling, le pli de Boucheporne, sur le flanc nord duquel se trouvent les exploitations de la Houve, est une onde anticlinale située au N. W. de la précédente. Son existence a été révélée par les sondages profonds (1). C'est en réalité une voûte à grand rayon, peu étendue en direction (12 kilomètres environ), un brachyanticlinal, dont l'axe est plus dirigé à l'ouest que celui des plis de Sarrebrück et de Merlebach. Tel qu'il apparaît sous les morts-terrains, cet accident, comparé aux autres, semble donc peu important, mais rien ne nous dit, que, conformément à la loi structurale de ce bassin, il ne revête pas en profondeur une allure plus brutale.

La *croupe de Boucheporne* présente cependant, au point de vue de l'histoire géologique, une certaine importance, si l'on considère (voir la figure 13) qu'elle est sur le trajet de la voûte antéstéphanienne de Sarrebrück-Boulay, le long de laquelle la discordance du poudingue de Holz atteint son maximum.

4° L'anticlinal de Pont-à-Mousson

Les coupes des sondages de la vallée de la Moselle aux environs de Pont-à-Mousson, montrent que le Houiller y dessine un anticlinal, dont le noyau (sondages d'Eply et d'Atton), fait de charbons gras (Assise de Sulzbach), est entouré au N. et au S. de charbons flambants (assise de la Houve). L'inclinaison forte relevée dans certains de ces sondages montre qu'effectivement les couches y sont plissées. L'axe de cet

(1) Ainsi, le sondage Nord de Porcelette, de la Société de Sarre-et-Moselle (n° 162, Rép. Siviard) et la plupart des sondages faits au S. E. de la concession de Boulay (région de Niderwisse), ont rencontré les Flambants supérieurs, et ils sont encadrés au nord (autour de Hargarten, Dalem, Teterchen) et au sud (région de Longeville) de sondages négatifs, qui sont attribués à l'Ottweiler.

anticlinal, dont on ignore naturellement le profil exact, paraît lui aussi, dirigé du N.E. au S.W. (voir planche I). C'est vraisemblablement la réapparition, au delà de la zone *d'ennoyage de Remilly*, de l'un des plis anticlinaux de la Sarre ou de la Lorraine orientale. Il semble bien, d'après la direction des axes que ce soit l'anticlinal de Merlebach qui se prolonge sous la vallée de la Moselle et y présente une nouvelle aire de culmination (Pl. I). Mais trop de distance sépare les points connus pour que nous n'osions présenter ce raccordement autrement que comme l'hypothèse la plus plausible.

Un fait, en tous cas, est bien établi : c'est que la structure plissée du bassin s'observe encore dans la région sud-occidentale extrême où l'extension souterraine du gisement a été jusqu'à présent reconnue.

5° L'anticlinal d'Alsting

Dans le sens transversal également, à mesure que l'exploration du bassin progresse, d'autres ondulations, parallèles au pli de Sarrebrück manifestent leur présence.

C'est le cas de l'anticlinal d'Alsting qu'un récent sondage vient de découvrir. Alors que les idées reçues annonçaient depuis un demi-siècle qu'au sud de l'anticlinal de Sarrebrück "un affaissement descendait le houiller à une profondeur inutilisable", nous avons insisté en 1922 ⁽¹⁾ sur le fait que "le ridement (positivement reconnu) du bassin à l'époque permienne" constituait des prémices suffisantes à l'hypothèse que ces ondulations déversées au sud étaient le style général du synclinorium sarrois, et que tout permettait d'espérer retrouver d'autres plis vers le sud, qui relèveraient à des profondeurs abordables à l'exploitation, sous le Trias, sous le Permien et l'Ottweiler, des bandes de terrain houiller productif.

L'implantation du sondage d'Alsting, exécuté en 1930 par la Société Française de Prospection, fut faite en application de ces idées, dans un vallon affluent de la Sarre, entre Sarrebrück et Sarreguemines (Pl. I). Nous en avons donné la coupe dans la première partie de ce mémoire (page 88). Ce sondage a effectivement révélé le passage en ce point d'un relèvement anticlinal, le conglomérat de Holz ayant été touché à la cote —302 (profondeur 510 m.). Les couches d'Ottweiler, horizontales à la tête du sondage, prennent une forte inclinaison vers 600 m. et deviennent verticales. Ceci fournit la preuve que la sonde a abordé une voûte *anticlinale dissymétrique*. La malchance a voulu qu'elle ait été placée sur le flanc abrupt de

(1) CH. BARROIS, P. BERTRAND et P. PRUVOST, 1924, in *Bull. Carte Géol. France*.

la voûte, de sorte que jusqu'à 1.000 mètres, elle est demeurée dans le même conglomérat de Holz vertical, qu'elle avait abordé horizontal à 510 mètres. Le houiller productif westphalien n'a donc pu être atteint, ni son niveau déterminé. Mais on a la certitude que la tête du westphalien dans ce pli est, au voisinage d'Alsting, aux environs de la cote — 500. C'est un résultat positif de première importance, qui permet d'entrevoir la découverte de zones exploitables, de part et d'autre de la frontière sarro-lorraine, au sud de la Grande faille du Sud, réputée jusqu'à présent limite pratique du gisement.

Sur la direction de l'anticlinal d'Alsting, nous sommes réduits à des suppositions, aucune mesure d'orientation du pendage n'ayant été faite dans le sondage. Nous ne possédons pour le moment qu'un point de la ligne axiale du pli : nous avons donc fait (Pl. I) l'hypothèse la plus simple, qui est de le supposer parallèle à celui de Sarrebrück et déversé comme lui au sud-est. Cette hypothèse est d'ailleurs appuyée par l'observation de pendages rapides faite aux sondages de Ensheimerstrasse (Rép. Siviard n° 268) et de Websweilerhof (n° 259).

6° Conclusions

Ainsi, sur une distance de 40 kilomètres comptés transversalement à l'axe du bassin, à partir de son bord nord, quatre plis anticlinaux sont actuellement connus, alignés parallèlement et dirigés du N.E. au S.E. : le *brachyanticlinal de Boucheporne*, l'*anticlinal de Merlebach*, celui de Sarrebrück et celui d'Alsting, dont les trois derniers au moins sont déversés au sud (Pl. I).

Des fosses synclinales les encadrent : le *synclinal de Sarrelouis* au nord de la croupe de Boucheporne, le *synclinal de Carling* entre celle-ci et l'anticlinal de Merlebach, le *synclinal de Marienau* entre ce dernier et l'anticlinal de Sarrebrück, le *synclinal de Spicheren* entre le pli de Sarrebrück et celui d'Alsting, le *synclinal de Sarreguemines* au sud.

Les plis élémentaires de ce synclinorium présentent des ondulations importantes de leur axe, mais leurs aires de culmination ne se correspondent pas nécessairement d'un pli à l'autre.

C'est ainsi qu'une aire d'ennoyage dirigée N.W.-S.E. correspond au cours transversal de la Sarre, entre Sarrebrück et Sarrelouis, et qu'une autre encore plus profonde abaisse tous les axes dans la région de Remilly, correspondant au bassin de la Nied ; ces deux aires d'ennoyage séparent trois aires de culmination d'axes : celle de St-Ingbert, celle de Merlebach et celle de Pont-à-Mousson.

Par suite du jeu de ces ondulations longitudinales et transversales, les plis

anticlinaux que nous avons décrits donnent l'impression de se relayer successivement les uns les autres. Nous disons "l'impression", parce que ceci peut être dû à l'ignorance où nous sommes de leur parcours en profondeur.

Pour terminer, rappelons que si tous ces accidents sont de même origine et les produits d'un paroxysme orogénique à l'époque permienne, certains ont le privilège d'une plus haute antiquité ; ils ont été esquissés dès avant le Stéphanien. Tels sont *l'aire d'ennoyage de Rémilly*, qui correspond à une région du bassin où la subsidence fut ininterrompue du Westphalien au Stéphanien et où d'épaisses couches de transition entre les deux étages sont présentes : et d'autre part, la *croupe de Bouheporne* et *l'anticlinal de Sarrebrück*, qui sont sur le trajet d'une ancienne aire de surélévation préstéphanienne, dirigée E.W., sur laquelle une lacune existe entre les dépôts du Westphalien et ceux du Stéphanien.

CHAPITRE III

LES FAILLES NORMALES

Si l'on jette un coup d'œil sur une carte géologique d'ensemble du bassin sarro-lorrain, comme les "Flötz-Karte" de M. Kliver et de R. Müller, ou comme celle de notre Pl. I, ou mieux encore, celle, si claire, que M. E. de Margerie a établie (1) d'après la carte géologique de l'Alsace et de la Lorraine au 1/200.000^e de 1904, on ne manque pas d'être frappé par le nombre considérable des cassures qui affectent le gisement, principalement dans le sens transversal, hachant véritablement le terrain houiller.

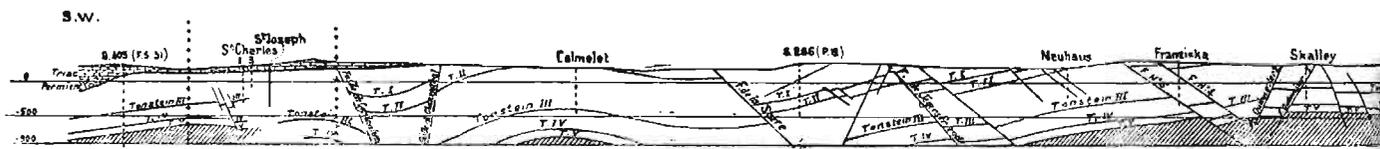


FIG. 31. — Coupe longitudinale du bassin houiller sarro-lorrain (extr.)
(Cette ligne de coupe, légèrement oblique par rapport à l'axe des plis longitu.)

Ces accidents, fortement inclinés et de jeu direct, s'imposent à première vue à l'observation, comme ils se sont, dès la mise en valeur du bassin, imposés aux exploitants. Leur nature et leur rejet, grâce à ces derniers, sont bien connus ; les plans et les coupes publiées par MM. E. Siviard et E. Friedel les ont, récemment encore, clairement définis, partout où ils ont été touchés par les travaux miniers. Leur présence et leur netteté contribuèrent pour beaucoup à implanter l'idée que ces failles directes étaient les seules qui aient affecté le bassin sarrois, dans la théorie qui le présentait comme une large et simple voissure, de formation récente, brisée, mais exempte de plissements intenses, propres au terrain houiller.

En réalité, nous constaterons que ces failles de tassement sont souvent des répliques tardives, des remises en jeu posthumes, au cours de déformations orogéniques plus récentes, sans doute tertiaires, des vieux accidents permien que nous venons de décrire.

L'Atlas publié par MM. R. Siviard et E. Friedel me dispense d'entrer ici dans une description détaillée : il suffira au lecteur d'en feuilleter les planches

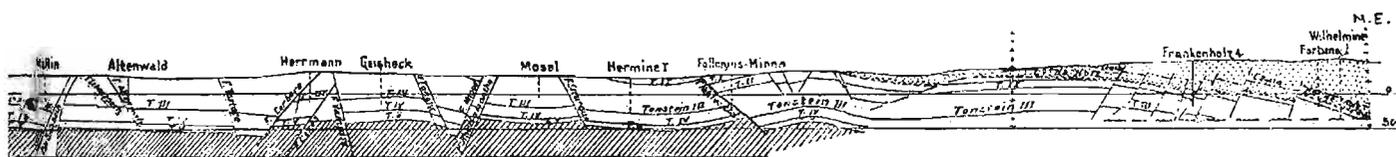
(1) E. DE MARGERIE, 1920, pl. V.

pour faire l'inventaire de ces failles, comme il lui suffira de consulter les excellentes cartes géologiques spéciales d'Alsace et Lorraine au 1/25.000^e, œuvres de L. van Werveke, E. Weiss et H. Grebe, pour suivre le parcours de la plupart sur la surface topographique, ainsi qu'à la feuille "Sarrebück" de la carte tectonique au 1/200.000^e de L. van Werveke.

Nous nous bornerons donc à classer ces accidents et à analyser leur mécanisme, en distinguant, suivant leur orientation, *les failles directionnelles* et *les failles transversales*.

1° Failles directionnelles

On connaît dans le bassin sarro-lorrain des failles normales alignées au N.E., c'est-à-dire dans la direction de l'axe général du bassin et de ses plis majeurs. L'une des plus nettes est la zone faillée extérieure au bassin, qui longe son bord septentrional, de Bouzonville à Buschfeld, affectant le Trias et le Permien



Extrait de l'Atlas de E. SIVIARD et E. FRIEDEL. Ech. 1/100.000^e.
 itulnaux, recoupe successivement celui de Sarrebück et celui de Merlebach).

supérieur. Mais nous examinerons seulement celles qui intéressent le gisement houiller lui-même.

Parmi ces failles normales directionnelles, deux sont actuellement bien connues :

1° L'une est celle qui recoupe le Trias à l'aplomb de la Grande Faille du Sud. Nous savons que la fendue de Rischbach l'a traversée en 1850, à St-Ingbert, et que la bowette de recherches du puits Schiedeborn l'a également rencontrée en 1904. C'est un accident voisin de la verticale, à pendage S.E. et à pied sud, qui affronte le Trias au Houiller ; son rejet peut être de l'ordre de 50 mètres. A. Leppla en étudiant le grès bigarré au sud de la Grande faille du Sud, en 1880, dit avoir suivi cette faille en surface, depuis Schoenecken en Lorraine, par Schützenhaus, Geistnershaus (près Dudweiler) jusqu'aux tuileries Schürer et à Spiesen.

Le fait paraît incontestable : la Grande faille du Sud a rejoué après le dépôt du Trias, sous forme d'un accident direct, affaissant le grès bigarré au sud ; si son mécanisme est différent, puisqu'il s'agit d'une cassure radiale, du moins son jeu est-il de même sens que l'accident permien ; mais comparativement à lui, il est très faible.

2° Une faille analogue est connue dans le Trias, sur le flanc inverse de l'anticlinal de Merlebach. Nous l'avons étudiée en détail sur le terrain, en compagnie de MM. Ch. Barrois et J. R. Fanshawe, en 1929 et 1930. La carte géologique au 1/25.000^e de St-Avold, levée par L. van Werveke, en indique très exactement le parcours dans sa partie méridionale.

A l'Est de St-Avold, au sud de Moulin-Neuf, c'est un accident affaissant au sud le Muschelkalk moyen au niveau du Grès à *Voltzia* (rejet faible, d'une vingtaine de mètres, direction E.N.E.). Au sud de Hombourg-Haut, il s'incurve au nord-est et traverse la vallée de la Rosselle, après s'être divisé en deux failles parallèles, séparant un étroit compartiment effondré : la *faille de la Chapelle* au N.W. et la *faille de Hombourg*, au S.E. On suit le parcours de ces deux failles, tant en surface, en direction N.E., jusque dans le Warndt, où elles passent entre St-Nicolas et Carlsbrunn, qu'en profondeur dans les travaux de Merlebach et de Ste-Fontaine (voir fig. 6). Le Trias forme entre elles un compartiment affaissé d'environ 150 m. La faille de la Chapelle est presque verticale. Celle de Hombourg, inclinée au N.W. de 50 à 60°. Elles se réunissent en profondeur et coupent le Houiller entre les veines 27 et 28 des Gras de Merlebach, c'est-à-dire sur le flanc renversé de l'anticlinal de Merlebach, très près de sa charnière. Dans les travaux de Sarre-et-Moselle, cette zone faillée apparaît comme très sensiblement parallèle à la direction des veines.

La faille de St-Avold-faille de la Chapelle, avec son affaissement au sud, offre la même position et la même action par rapport au pli de Merlebach, que la faille post-triasique de St-Ingbert par rapport au pli de Sarrebrück. Mais ici la faille satellite de Hombourg tend à compenser le mouvement.

Ces deux exemples nous prouvent que les anticlinaux du terrain houiller ont joué à une époque récente, dans le même sens, avec une amplitude moindre, provoquant lorsque leur *flanc est vertical* l'ouverture de failles normales, alignées comme eux, et recoupant les morts-terrains triasiques. L'intérêt pratique de ces failles posthumes est de pouvoir révéler en surface la trace de couches houillères en dressants.

2° Failles transversales

Parmi les très nombreuses failles qui découpent les plis de Sarrebrück et de Merlebach dans le sens transversal (voir pl. I et fig. 31) les unes ont une direction tout à fait transversale (N.W.) telles que les failles d'Ottweiler, Secundus, Eaque, Cerbère, de Sulzbach, de Holz-Dudweiler ; les autres sont un peu obliques, couchées sur l'ouest (direction W.N.W.), telles que les failles de Kohlwald, Circé, failles

N^{os} 4 et 5 de Dudweiler, de Jägersfreude, de la Sarre, de Clarenthal, de Geislautern, les Grands Dérangements I et II de La Houve ; enfin, certaines, plus rares, sont orientées N.S., et même N.N.E., telles que la faille Rhadamanthe et la faille de Fischbach-Quierschied.

D'ailleurs, le trajet de certaines d'entre elles est loin d'être rectiligne : une loi assez générale veut que lorsque les failles de direction W.N.W. s'approchent de la Grande faille du Sud, elles ont tendance à se recourber, pour atteindre celle-ci tangentiellement, et leur parcours devient directionnel. La présence de couches verticales, dont les feuilletts fournissent des plans de clivage facile, a sans doute déterminé cette déviation. Tel est le cas très net des failles de la Sarre, de Jägersfreude et de la faille Circé, si comme nous le croyons, cette dernière se prolonge, de l'autre côté de la faille de Kohlwald qui la recoupe, par la Faille du Nord de Bexbach.

Sur le plan, la plupart de ces cassures semblent n'être que de simples décrochements horizontaux des couches. En réalité, les coupes montrent qu'elles sont inclinées pour la plupart et qu'elles ont un important rejet vertical.

Toutes ces failles sont des *failles directes* : c'est-à-dire que lorsque la lèvre affaissée est à l'est, leur pendage est à l'est et vice versa. Leur rejet est variable. Nous citerons celles dont le rejet maximum dépasse 100 mètres : faille de Kohlwald (rejet à l'est de 200 m.), failles Cerbère, de Sulzbach et de Clarenthal (rejets à l'ouest compris entre 100 et 200 m.), failles de Jägersfreude, de la Sarre, de Geislautern ⁽¹⁾ (rejets à l'est respectivement de 200, 500, 300 m.).

Si nous suivons l'axe du bassin le long de la coupe longitudinale si intéressante dressée par MM. E. Siviard et E. Friedel et dont notre fig. 31 est la réduction, nous traversons la plupart de ces failles transversales. Partant de Frankenholz, une série de petites failles se succède, à lèvre orientale relevée ; leur action tend à s'opposer à l'ennoyage rapide du pli de Sarrebrück vers le N.E. Puis vient le groupe des failles de Kohlwald, Secundus, agissant en sens inverse, puis le curieux ensemble symétrique des failles dédiées aux Juges infernaux, déterminant entre les puits Moselle et Heinitz, un petit "graben" très localisé dont l'affaissement peut être totalisé à 150 m., puis, après la faille Eaque, vient le *horst d'Elversberg*, point culminant de l'axe anticlinal de Sarrebrück, renforcé par le jeu opposé des failles Eaque à l'Est, Cérés et Cerbère à l'ouest. A partir de ce point vers le S.W., les jeux des accidents transversaux s'opposent à peu près régulièrement, maintenant

(1) Pour déterminer le rejet de la faille de Geislautern, il faut déduire de son rejet apparent (700 m.), celui du recoutelage du puits Saint-Charles (400 m.). Ceci lui donne, d'après les calculs de M. E. Siviard, un rejet propre de 300 m. Il se réduit à 250 m. au puits Simon.

l'axe de Sarrebrück sensiblement au même niveau, jusqu'aux failles n° 4, n° 5 du puits Franciska (Dudweiler), et aux failles de Jägersfreude et de la Sarre, qui, toutes sont penchées au N.E. et totalisent leurs importants rejets en tendant à s'opposer à l'ennoyage vers le S.W. de l'anticlinal de Sarrebrück. On traverse la *selle de Clarenthal*, puis les deux failles de Clarenthal et de Geislautern (fig. 32), délimitant l'étroit, mais profond, *graben de Geislautern* : selle de Clarenthal et fosse transversale de Geislautern sont toutes deux exagérées par le jeu des failles transversales. On arrive ainsi sur le *horst du Warndt*, correspondant à l'aire culminante du pli de Merlebach, flanqué au N.E. de la faille de Geislautern, au S.W. des Grands Dérangements de la Houve, tous ces accidents accentuant l'ennoyage sur les versants de ce compartiment élevé.

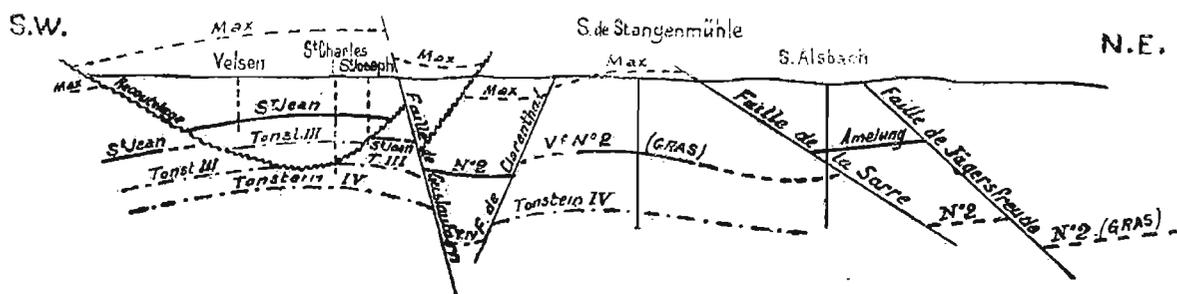


FIG. 32. — Coupe de Velsen à Jägersfreude, par E. SIVIARD. Ech. 1/40.000° env.

A cette énumération il peut paraître qu'un certain désordre règne dans l'action de ces cassures transversales : les unes, entre Bexbach et Nordfeld, entre Dudweiler et Sarrebrück, tendent à annuler l'ennoyage de l'axe de l'anticlinal de Sarrebrück, les autres en plus grand nombre exagèrent par leur jeu les ondulations transversales des plis longitudinaux. Mais une loi générale de ces accidents se dégage, si l'on considère qu'elles sont toutes des failles directes et inclinées et qu'elles ajoutent à la longueur de l'axe du pli, la propre longueur de leur rejet. Et l'on en doit conclure que, dans ce pays plissé, les failles normales transversales aux plis correspondent à des *élongations d'axes*, et qu'en d'autres termes, elles se sont vraisemblablement produites au cours de périodes de détente des massifs plissés.

D'ordinaire, on a tendance à négliger les accidents de cette nature dans les études tectoniques, à cause de leur direction, en apparence indépendante des grandes lignes structurales. On doit à M. H. Cloos (*op. cit.* 1933) d'avoir récemment attiré l'attention sur leur rôle. Le levé de détail scrupuleux et positif qu'est l'étude topographique de MM. E. Siviard et E. Friedel, sur le gisement sarro-lorrain, vient illustrer ces idées et leur apporter des bases d'observation qu'il est ordinairement impossible au géologue de recueillir sur le terrain.

Mais quel est l'âge de ces failles transversales ? Pour répondre tout à fait à cette question, nous manquons cette fois de données précises. Résumons les quelques faits acquis :

1° Ordinairement, quand ces failles abordent les *morts-terrains triasiques*, elles les affectent et dans le même sens que le terrain houiller. Les cartes géologiques de L. van Werveke permettent de vérifier quelques-uns de ces cas. Le Trias de Lorraine est d'ailleurs haché de cassures épousant cette direction.

2° Mais, quand on va dans le détail, il semble que, pour certaines de ces failles, on doive admettre une phase antétriasique. La faille de la Sarre, avec son rejet de 500 mètres, affaisse bien le grès bigarré sur la rive droite de la Sarre, mais pas dans de telles proportions. La faille de Geislautern et la faille de Clarenthal circonscrivent bien, dans leur prolongement S.E., un compartiment affaissé de Trias, entre Spicheren et Luxin, mais l'effondrement du Trias est loin d'atteindre l'ampleur qu'il accuse dans le houiller.

3° Il faut en conclure que certaines de ces failles sont *d'âge permien*, comme le plissement majeur du bassin ; elles correspondraient au mouvement de décompression qui a suivi immédiatement le paroxysme orogénique ; et que la plupart ont rejoué dans le même sens après le dépôt du Trias. Mais il est actuellement impossible, là où les morts-terrains manquent, de faire l'inventaire certain de chaque catégorie d'accidents et le bilan de leurs rejets respectifs.

4° A quelle époque, post-triasique, ces accidents récents, aussi bien les directionnels que les transversaux, peuvent-ils remonter ? La tendance générale des géologues qui les ont étudiés est de les attribuer à l'époque tertiaire et de les considérer comme des répliques du plissement alpin. Mais rien ne permet de rejeter l'opinion que certains d'entre eux soient plus anciens et se rapportent aux mouvements cimmériens ou saxoniens, définis par le professeur Hans Stille et ses élèves, qui ont affecté l'Europe centrale et le Bassin de Paris à l'époque mésozoïque. Ici encore, nous sommes désarmés, en l'absence d'une couverture de terrains tertiaires et crétacés au voisinage de ces accidents, pour élucider le problème.

CHAPITRE IV

**HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU BASSIN HOULLER SARRO-LORRAIN.
AGE DE SES PRINCIPALES DISLOCATIONS**

Les faits décrits ci-dessus permettent d'esquisser les lignes générales de l'histoire géologique du bassin sarro-lorrain. Nous le ferons en commentant la coupe transversale théorique du gisement, présentée dans la figure 33, où nous avons tenté de traduire graphiquement, à la fois ce que nous savons à l'heure actuelle et ce que nous ignorons encore de la structure de ce bassin houiller.

**1° Le remplissage du bassin est postérieur
à un plissement général des terrains encaissants**

Un fait domine visiblement toute l'histoire du bassin sarro-lorrain et M. E. de Margerie l'a justement souligné, en première ligne, dans l'exposé qu'il a fait en 1920 ⁽¹⁾ de l'état de nos connaissances géologiques sur cette région : le terrain houiller de Sarrebrück s'est déposé sur un socle précédemment plissé et érodé.

Ce fait n'est pas spécial au bassin qui nous occupe. Il est commun aux gisements houillers du Centre et du Midi de la France et de l'Europe centrale. Aussi les géologues allemands classent-ils avec raison ⁽²⁾ les bassins houillers en deux grandes catégories, d'après leur situation par rapport à la chaîne hercynienne : les *dépressions internes* ("Innensenken") situées dans la chaîne elle-même et dont les dépôts continentaux reposent sur un substratum plissé, avec une forte discordance basale ; et les *dépressions externes* ("Aussensenken"), qui sont situées en dehors de la chaîne, et où les sédiments houillers font suite, sans grande discontinuité, aux formations marines dévono-dinantiennes ⁽³⁾.

Cette distinction entraîne une série d'autres caractères opposés :

1° Les bassins internes renferment des dépôts purement lacustres ; ils sont du type *limnique* ; étant placés à l'intérieur des aires continentales, ils sont à

⁽¹⁾ E. DE MARGERIE, 1920, p. 13.

⁽²⁾ Voir H. SCHOLTZ, 1933, p. 317.

⁽³⁾ H. STILLE a donné, en 1928, une excellente esquisse structurale qui met en évidence ces faits pour l'Europe centrale, où les bassins houillers internes sont groupés en faisceaux, par rapport aux externes, situés au nord et au nord-est et tous alignés suivant l'axe d'une "dépression marginale subvarisque" (*Subvarische Sauntiefe*) H. STILLE, *op. cit.*, 1928, pl. XVII.

l'abri des incursions marines ; les bassins externes au contraire présentent des alternances de couches marines et lacustres ; ils sont du type *paralique*, soumis qu'ils étaient, lors des subsidences majeures, à des retours offensifs de la mer en bordure de laquelle ils se trouvaient.

2^o Les bassins externes ont été profondément *disloqués* par des mouvements orogéniques postérieurs à leur remplissage, puisque les dépôts s'y sont accumulés avant que le paroxysme orogénique se soit produit dans la région qu'ils occupent ; les bassins internes sont, en principe, déformés dans une moindre mesure. (On était même tenté d'affirmer précédemment que les mouvements orogéniques les avaient totalement épargnés et qu'ils n'avaient été soumis qu'à de faibles déformations épeirogéniques. L'histoire du bassin sarro-lorrain nous montre que ces idées étaient trop absolues).

3^o Nous ajoutons que dans les bassins internes, limniques, la grande masse des matériaux stériles est empruntée aux roches, souvent métamorphiques, de la chaîne antérieurement surgie et dominant leurs bords ; tandis que dans les bassins externes, paraliques, ces matériaux exotiques de provenance plus lointaine sont relativement plus rares, et les galets sont en majorité empruntés aux roches du terrain houiller lui-même. Et ceci indique que de tels bassins se déformaient en même temps qu'ils se remplissaient.

4^o Dans les bassins internes, la sédimentation houillère peut être continue (ou à peu près) du Westphalien au Permien inférieur inclus ; dans les externes, elle s'interrompt plus tôt, ordinairement au début du Stéphanien, par l'intervention plus précoce du paroxysme orogénique terminal ⁽¹⁾.

Le bassin sarro-lorrain est bien un des meilleurs exemples d'une dépression houillère interne. Le phénomène orogénique qui a précédé sa formation y est si violent qu'il a longtemps laissé dans l'ombre ceux qui, dans la suite, ont affecté le Houiller, pendant et après son dépôt.

Maintenant que l'orogénèse des temps carbonifères a fait l'objet des études analytiques de M. Hans Stille ⁽²⁾, il nous est possible d'examiner l'histoire du bassin sarro-lorrain dans le cadre de la chronologie tectonique qu'il a édifiée. En précisant davantage, grâce à ces idées générales et aux faits nouvellement observés dans la région qui nous occupe, l'époque des événements géologiques, nous essaierons d'en suivre la succession dans le temps et les rapports avec d'autres dans l'espace.

(1) Nous laissons de côté volontairement le caractère fourni par le volcanisme à l'époque permienne, inconnu, en effet dans les bassins paraliques, mais qui dans les bassins internes pourrait être un fait purement régional ; l'exemple du bassin sarro-lorrain n'autorise pas à le généraliser.

(2) Consulter, en particulier : H. STILLE, Grundfragen der Tektonik, Berlin, 1924.

Revenons à la période orogénique qui précéda le dépôt du Houiller sarro-lorrain ; c'est le premier paroxysme hercynien, que M. H. Stille désigne sous le nom de *phase sudétiennne*. D'une façon générale, il a interrompu les dépôts dinantiens des Vosges, et il intéresse tout le Dévonien du Hunsrück. Pour cette raison, J. Gosselet, qui le premier remarqua son individualité, l'appelait "Ridement du Hunsrück", lui attribuant toutefois un âge intra-dévonien (1). Les couches sont fortement plissées et poussées du sud au nord. Cependant les études récentes des géologues allemands dans le massif schisteux rhénan, l'Eifel et le Hunsrück (2), mettent en évidence une retombée des plis en sens inverse, vers le sud, sur le bord méridional du massif, qui offre ainsi actuellement une structure générale en éventail ("Fächerzone" de H. Scholtz) (3).

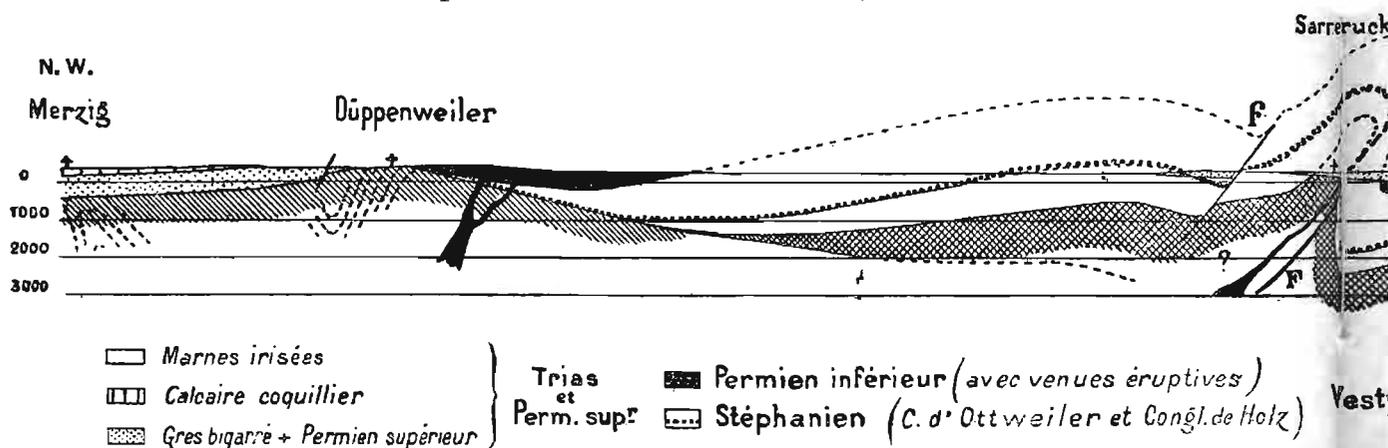


FIG. 33. — Coupe transversale du bassin houiller sarro-lorrain, au méridien

dional du massif, qui offre ainsi actuellement une structure générale en éventail ("Fächerzone" de H. Scholtz) (3).

Comme l'a rappelé, en empruntant les termes du langage tectonique moderne, M. J. Jung (4), selon la manière de voir de M. E. Argand, c'est "la lente surrection des cordillères géantoclinales qui constitue la première manifestation, l'embryon, de la tectonique définitive. L'époque dinantienne a vu se produire la surrection de la cordillère, le soulèvement continu du géantoclinale de l'Europe moyenne".

A cette phase orogénique sudète se relie un événement important qui est le soulèvement, puis la dénudation des granites hercyniens, précédemment établis en

(1) J. GOSSELET, L'Ardenne, *Mém. Carte Géol. France*, 1880, p. 710.

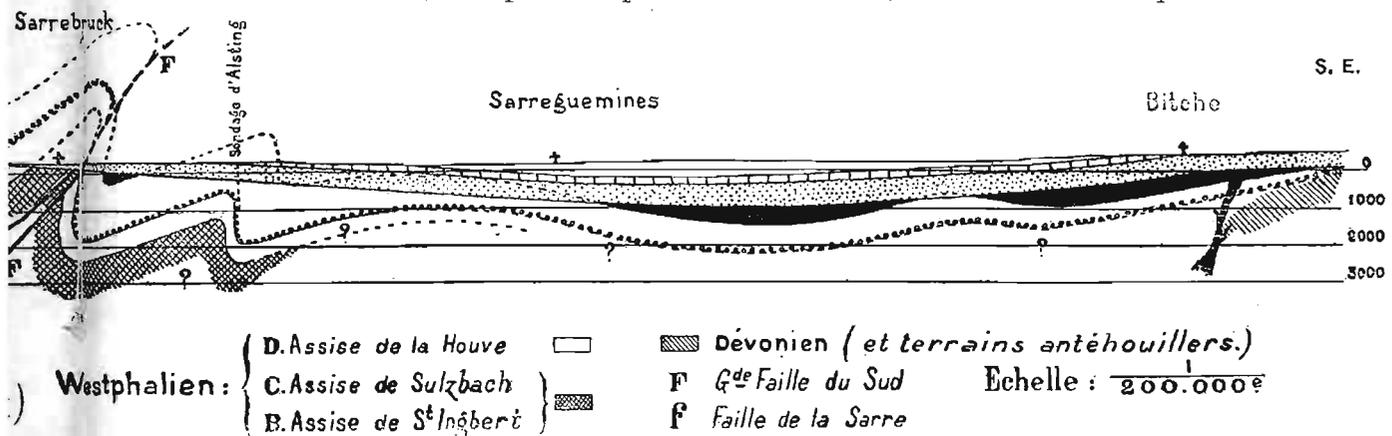
(2) Cf. H. CLOOS et H. SCHOLTZ, *op. cit.*, 1933.

(3) On pourrait se demander, toutefois, à la suite des observations faites dans la région sarro-lorraine, si le massif hunsrückien n'a pas une histoire plus compliquée ; si les poussées au sud qu'on y constate n'y sont pas d'origine plus récente, dues à la phase orogénique terminale, saalienne, qui a couché au sud le Houiller de Sarrebruck, tandis que les grands chevauchements et les poussées au nord qui s'observent dans sa région septentrionale seraient l'œuvre du plissement asturien ?

(4) J. JUNG, 1928, p. 442.

profondeur. Selon toute vraisemblance, c'est exactement au Namurien qu'il faut situer cette ascension, si l'on relie, comme M. Ch. Barrois l'a fait, les observations recueillies par lui dans le massif armoricain et dans les bassins houillers ⁽¹⁾. L'achèvement de cette montée des granites et leur première attaque par l'atmosphère correspond justement à la *phase orogénique de l'Erzgebirge*, définie par M. F. Kossmat ⁽²⁾.

C'est alors, que commence le remplissage, par les dépôts houillers, de la dépression sarro-lorraine. Nous hésitons encore sur la date précise (Namurien, ou Westphalien A ou B) à laquelle le phénomène a débuté, mais nous savons qu'il a amoncelé



du méridien de Sarrebrück (Echelle des longueurs et des hauteurs: 1/200.000^e).

sans interruption en certains points, pour la seule période westphalienne, jusqu'à 3.000 mètres de couches lacustres, faites de lits de houille, produits de la sédimentation végétale, encadrés dans des stériles provenant de la désagrégation des chaînes plissées encaissantes.

2° Les dépôts houillers ont été localement interrompus à la fin du Westphalien

Mais pour la première fois se dessine, pendant le Westphalien supérieur, au milieu de la dépression sarro-lorraine, l'ébauche de la *Selle palatine*, dirigée de Frankenholz à Boulay, c'est-à-dire à l'E.N.E. Simple voussure des terrains westphaliens, avec son orientation propre, elle se rattache sans aucun doute à la *phase orogénique asturienne* de H. Stille.

⁽¹⁾ CH. BARROIS, *op. cit.*, 1927, p. 1.338.

⁽²⁾ F. KOSSMAT, 1927, p. 399-404.

Maintenant que le conglomérat de Roucourt ⁽¹⁾, près de Douai, nous a livré la preuve que le charriage de la Grande faille du Midi dans le Bassin du Nord de la France avait déjà accompli l'essentiel de son mouvement dès le Westphalien supérieur, nous devons attribuer à cette *phase asturienne*, c'est-à-dire au début du Stéphanien, le violent effort orogénique qui affecta le grand bassin paralique franco-belge-westphalien, plissement où le sens relatif de la poussée était dirigé du sud vers le nord et qui y interrompit la formation de la houille.

La montée de l'embryon de la Selle palatine, dans le «bassin interne» de Sarrebrück, y apparaît donc comme un écho affaibli des mouvements violents qui plissèrent les dépôts houillers dans la "dépression marginale subvarisque".

La Selle palatine, ainsi ébauchée, est livrée aussitôt à une érosion active et dès ce moment les roches houillères entrent dans une large proportion parmi les matériaux qui combleront le bassin sarro-lorrain. Nous savons que la *discordance du Conglomérat de Holz* représente, sur la crête de l'anticlinal, une lacune stratigraphique qui peut correspondre parfois à mille mètres de terrains westphaliens, absents sur cette crête et présents dans les régions du bassin qui étaient demeurées immergées (zone d'ennoyage de la Nied).

Puis, durant tout le Stéphanien, la sédimentation houillère continua, avec un régime de lacs plus profonds cependant, moins envahis par la forêt marécageuse qu'ils l'étaient à l'époque westphalienne. Et voici encore près de deux mille mètres d'épaisseur de matériaux qui s'entassent dans la dépression sarro-lorraine, à la faveur de ses affaissements.

3° Le bassin sarro-lorrain, à l'époque autunienne.

Aux dépôts stéphanien font suite, vers le haut, des formations lacustres analogues, mais renfermant la flore et la faune du Permien inférieur. Il semble ici qu'aucune interruption sérieuse dans le régime de la sédimentation, qu'aucun changement important dans les conditions physiques du bassin, ne soit survenu à la limite des deux époques.

Cependant, une transgression très nette des dépôts autuniens s'observe sur le bord septentrional du bassin (voir fig. 33). Est-elle due à un affaissement général du pays, et de plus grande amplitude; auquel cas la même transgression doit exister sur son bord sud? La partie méridionale de la dépression houillère sarro-lorraine est encore trop mal connue pour que nous osions l'affirmer. Il est aussi vraisemblable d'admettre que le faisceau des plis qui bientôt vont rider l'ensemble des

⁽¹⁾ CH. BARROIS, P. BERTRAND et P. PRUVOST, Le conglomérat houiller de Roucourt. *C. R., VI^e Congrès intern. des Mines*, Liège, 1930, p. 148.

couches houillères au centre du bassin s'ébauchait déjà, délimitant de petits lacs autuniens intermédiaires et repoussant plus au nord les rives du plus septentrional d'entre eux. C'est à ce moment que se serait dessiné un bassin autunien sur le flanc nord de la Selle palatine (" Bassin de la Prims " de H. Scholtz) séparé d'autres lacs autuniens, situés au sud de la selle de Sarrebrück. En réalité, ce point de l'histoire géologique de la dépression sarro-lorraine n'est pas encore complètement élucidé.

4° La phase orogénique terminale

Au Permien moyen, cesse le phénomène de remplissage de la dépression houillère et l'ensemble des terrains westphalien, stéphanien et autunien, est pris dans un dernier plissement. Celui-ci correspond à la *phase* orogénique *saalienne* de H. Stille. Ce plissement est énergique : la cuvette se ride en ondulations parallèles (fig. 33) dont l'axe est dirigé au N.E., et les plis anticlinaux sont dissymétriques, chevauchent même au sud, leur flanc méridional pouvant être laminé par une faille d'étirement (Grande faille du Sud), dont le rejet vertical a pu atteindre 1.000 mètres. Localement même (Bexbach), le pli est couché à plat sur une surface de charriage dont le transport horizontal est de l'ordre de deux kilomètres. Ceci met suffisamment en lumière que les déformations du bassin sarro-lorrain ont revêtu une certaine intensité ⁽¹⁾ et que ce terrain houiller, pour s'être formé après le plissement varisque principal (phase sudétienne) n'a pas échappé pourtant à des mouvements orogéniques postérieurs à son dépôt. Cette phase terminale a bien son style propre. Cette fois la poussée est nettement *dirigée au sud*. La Selle palatine, esquissée au début du Stéphanien, prend toute son ampleur et devient l'anticlinal de Sarrebrück-puits Simon, avec une direction un peu différente de celle du premier pli asturien. Des cassures transversales, de rejet direct, tronçonnent les plis majeurs.

Alors des volcans s'installent et des laves acides et basiques s'ouvrent un chemin dans les fissures du sol, principalement sur le seuil septentrional du bassin, sur son bord sud, et sur la crête anticlinale de Sarrebrück, en d'autres termes, semble-t-il, sur les points hauts de la nouvelle surface structurale. Avec cet épisode volcanique, on peut considérer comme achevée l'histoire propre du bassin houiller sarro-lorrain. Ce qui lui arrive dans la suite, aux temps secondaires et tertiaires, ne le concerne plus spécialement : il partage le sort de tout le pays qui l'entoure.

⁽¹⁾ On peut calculer (très approximativement !) que le retrécissement infligé au bassin houiller, dans le sens transversal aux plis, par le jeu des mouvements saaliens, est de l'ordre du vingtième de sa largeur primitive.

5° La couverture de morts-terrains et les déformations posthumes

La nouvelle surface structurale est aussitôt attaquée par l'érosion et le bassin est ensuite, avec toute la région avoisinante, enseveli sous un manteau sédimentaire : le Permien supérieur se dépose sur les tranches des plis saaliens (fig. 33). Il débute par des conglomérats dont les galets sont souvent faits au détriment des roches éruptives précédemment consolidées. Ce Permien supérieur s'accumule surtout dans les dépressions. Il passe insensiblement, vers le haut, sans discordance, au grès bigarré du Trias et à la série triasique, qui a certainement recouvert toute la région houillère.

Mais cette nappe de morts-terrains a été déformée ensuite à son tour par des cassures et des voissures. Ces mouvements récents n'ont point de direction originale : ce sont des répliques qui s'adaptent exactement, failles et plis, au trajet des accidents hercyniens de la phase saalienne. En particulier la Selle palatine se soulève à nouveau pour former "l'anticlinal guide" du bassin sarro-lorrain, qui orienta si heureusement les prospections souterraines dans la partie du gisement ensevelie sous les terrains secondaires et permit à R. Nicklès de conseiller d'implanter des sondages à Pont-à-Mousson. L'érosion a décapé ensuite, au point haut de cet anticlinal, la couverture triasique, laissant affleurer maintenant au jour, en territoire sarrois, les couches houillères.

Ces déformations posthumes peuvent s'être accomplies lentement, avoir été ébauchées dès l'époque secondaire (mouvements saxoniens) ; mais il est vraisemblable que leur jeu principal est en relation avec l'érection de la chaîne alpine, au début de l'époque tertiaire (1).

6° Les traits permanents de la structure du bassin

Parmi ces vicissitudes du gisement houiller sarro-lorrain deux traits frappent l'observateur par leur caractère de permanence.

C'est d'abord l'aire de soulèvement qui correspond à la *selle palatine*. Apparue pour la première fois sous forme d'une ébauche dirigée presque E.W., à la fin de

(1) En présentant ce raccourci de l'histoire du gisement sarro-lorrain, nous avons probablement altéré, non point le cours, mais l'aspect réel des événements, par la nécessité où nous étions, pour plus de clarté, de les encadrer dans un système chronologique qui put fournir des points de repères. Les phases orogéniques dont nous avons retrouvé les traces dans le gisement, n'ont pas dû, à notre avis, se produire si brusquement. Il est plus vraisemblable d'admettre que les déformations des terrains s'accomplissaient lentement, à mesure que le bassin se remplissait; que les bourrelets anticlinaux s'élevaient déjà dans la cuvette à peu près au rythme où les subsidences enfouaient les sédiments dans les aires synclinales. Mais il est certain aussi qu'à différentes époques les déformations ont subi un paroxysme et la sédimentation, un arrêt. Ce sont ces moments-là, où le mouvement a pris plus d'importance, qui marquent les dates principales de la chronologie, moments de discontinuité relative dans un phénomène relativement continu.

l'époque westphalienne, en plein bassin houiller, et allongée comme son axe, elle se dessina ensuite vigoureusement avec son orientation actuelle au N.E., et son allure dissymétrique de pli couché au sud, lors du plissement saalien, au Permien moyen. Dès lors elle se maintint jusqu'à nos jours, comme nous venons de le voir, s'imposant à la couverture mésozoïque avec la même allure d'anticlinal à flanc S.E. plus abrupt. Sa présence a reporté vers le sud à l'époque secondaire, l'axe synclinal du bassin (synclinal de Sarreguemines). Celui-ci, avec cette même orientation au N.E., apparaît comme un vestige de l'ancien synclinal houiller de Sarre et Lorraine.

Un second trait permanent de la géologie de la région, plus ancien et tout aussi durable, est la dépression transversale dirigée au N.N.E. que nous avons décrite sous le nom *d'aire d'ennoyage de Rémilly*. C'est là, avons-nous vu, qu'à l'époque houillère les accumulations les plus massives d'alluvions se faisaient. C'est là que l'hiatus stratigraphique entre le Westphalien et le Stéphanien est réduit au minimum, la sédimentation y paraissant ininterrompue pendant le Carbonifère moyen et supérieur.

Or les études tectoniques récentes des géologues allemands H. Cloos et H. Scholtz ⁽¹⁾, dans le massif ancien situé au nord du bassin sarrois, leur ont permis, en utilisant les résultats des dernières prospections du terrain houiller, de montrer que la structure du bassin carbonifère s'adapte parfaitement au cadre de ses terrains encaissants. En particulier la zone d'ennoyage de Rémilly avec sa direction N.N.E., se prolonge au nord à travers tout l'Eifel dans les plis du Dévonien ⁽²⁾, les axes des plis se relevant au N.E. et au S.W. de cette ligne, comme à Rémilly.

Ainsi l'aire de subsidence de la Nied se trouvait être prédestinée à ce rôle par la structure du tréfonds ancien sur laquelle elle repose, et cette ligne de dépression remonte au moins à la phase sudétienne (dinantienne) des plissements varisques.

Mais d'autre part, le Trias s'est engagé dans la même dépression et c'est le "golfe de Luxembourg", qui représente un vestige du même trait structural au début des temps secondaires.

* * *

L'histoire du gisement houiller sarro-lorrain à l'époque carbonifère, avec les alternatives qu'il a subies, est donc la suivante :

Dépression marécageuse installée dans un repli de ce premier noyau de la chaîne hercynienne, celle de l'Europe moyenne, qui fut édifié à la fin du Dinantien (plisse-

⁽¹⁾ *Op. cit.*, 1933.

⁽²⁾ La figure 19 de M. H. SCHOLTZ (*op. cit.*) est tout à fait suggestive.

ment sudétien) et dont les granites namuriens sont un élément caractéristique, le bassin s'est rempli pendant tout le Westphalien moyen et supérieur d'alluvions lacustres, empruntées aux hauteurs voisines, et de sédiments végétaux. En même temps achevait de se combler aussi plus au nord, le grand bassin paralique francowestphalien, situé en bordure du rivage marin, dans une région qu'avait épargnée jusque-là les déformations orogéniques ⁽¹⁾.

A la limite du Westphalien et du Stéphanien (phase asturienne) ce grand bassin septentrional est violemment plissé (poussée dirigée au nord) et les plis de ses strates sont incorporés à la région montagneuse de l'Europe moyenne. Pendant ce temps, dans le bassin sarro-lorrain se poursuivent les accumulations houillères, un moment interrompues localement, par un plissement à faible courbure, écho des dislocations qui éprouvaient le bassin de Westphalie et avaient clos son histoire, en tant que cuvette houillère.

C'est seulement au Permien moyen qu'à son tour l'aire des dépôts houillers sarro-lorrains est prise dans un plissement (phase saalienne) qui la ride de longs plis anticlinaux *poussés au sud*, et que des volcans s'allument sur les ruines de ses forêts et de ses lacs.

Ainsi, si l'on peut distinguer trois phases orogéniques successives, dont chacune eut son caractère propre et qui contribuèrent à façonner la chaîne hercynienne dans l'Europe moyenne, c'est bien grâce à la présence de sédiments houillers au sein desquels se sont inscrites les traces de ces convulsions.

On peut alors se demander si certains massifs hercyniens, où le terrain houiller n'est pas conservé, sinon en lambeaux épars, ne se sont pas édifiées de la même façon, en plusieurs étapes, au cours de paroxysmes orogéniques successifs (et souvent de directions contraires), alors qu'ils paraissent être à première vue l'œuvre d'une seule venue. L'histoire du bassin houiller sarro-lorrain, en nous révélant les procédés lents et complexes de la nature, nous fournit une leçon, celle de ne retenir qu'avec réserves et à titre provisoire les explications trop simples.

(1) Voir la fig. 1 de H. STILLE (1928), p. 721.

CONCLUSIONS

Les progrès réalisés dans la connaissance géologique et topographique du bassin houiller sarro-lorrain, pendant les dernières années, ont permis de rapprocher ce gisement des autres bassins houillers, près de qui il cesse d'apparaître comme un étranger à la fois par son histoire et par sa structure.

Trois de ces résultats méritent d'être soulignés en terminant, soit pour leur portée générale, soit par ce qu'ils ont une incidence sur la future mise en valeur du bassin :

1° La paléontologie démontre que les faisceaux riches du bassin sarro-lorrain sont les équivalents superposés de couches exploitées en d'autres bassins, mais ordinairement réparties en des gisements différents.

Les charbons gras (assise de Sulzbach), y représentent les couches de Bruay (ou du Flenu, ou des Obere Flammkohle) du grand bassin franco-belge-westphalien, les Middle Coal Measures de la plupart des bassins anglais.

La puissante série des charbons flambants de Sarre et de Lorraine (Assise de la Houve) est contemporaine de la série d'Allegheny (veine Mammoth) des bassins d'antracite de Pensylvanie, du groupe de Piesberg en Westphalie, des séries de Radstock et de Farrington du bassin de Bristol, des anthracites de la Mure. Son énorme développement en Lorraine signale à l'attention des géologues l'existence d'une assise supérieure du Westphalien (Westphalien D), qui fait la transition au Stéphanien et dont l'importance était jusqu'à présent sous-estimée.

Les houilles maigres à longue flamme (assise de Sarrelouis) représentent les couches de Rive-de-Gier du bassin de la Loire, les couches supérieures de Molières du bassin du Gard, c'est-à-dire que ce sont des charbons d'âge stéphanien inférieur.

2° *Le bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine*, n'est ni une cuvette simple, ni une voûte anticlinale simple ; c'est un "*synclinorium*", composé d'une série de plis, parallèles et dissymétriques, synclinaux et anticlinaux, alignés comme l'axe général du bassin et produits par une poussée dirigée du nord au sud.

On y connaît actuellement quatre plis anticlinaux et il est possible que d'autres, encore inconnus, existent plus au sud. Comme ils ont pour résultat de relever, à proximité du manteau de morts-terrains, les faisceaux houillers riches de l'étage de Sarrebrück, leur trajet, dans la partie du gisement cachée par le Trias, correspond à des bandes où l'exploration future a la perspective d'atteindre ces veines aux moindres profondeurs. En particulier, il est possible que de telles zones productives existent encore au sud de l'anticlinal de Sarrebrück.

3° Dans une partie du bassin, *le Conglomérat de Holz*, base du Stéphanien, *est discordant sur les couches houillères plus anciennes*. En certains points, les couches stéphanienues d'Ottweiler reposent même directement sur les charbons gras. Ceci est encore une observation encourageante, car la distance entre le conglomérat de Holz et les charbons gras étant variable et pouvant devenir nulle, un sondage arrêté prématurément dans l'Ottweiler, sans avoir touché les terrains sur lesquels repose le conglomérat de Holz, nous laisse dans l'ignorance complète de la nature de ce substratum et ne peut plus être considéré comme ayant donné des résultats négatifs. Un gisement dense, soit de charbons flambants, soit même de houille cokéfiante, peut exister immédiatement sous le conglomérat de Holz, dans les régions où il est discordant.

Souligner ces possibilités en terminant, n'est-ce pas laisser entendre que le gisement houiller sarro-lorrain, malgré les grands progrès réalisés dans sa connaissance, ne nous a peut-être pas encore livré tous les secrets, ni de sa structure, ni de ses ressources, et qu'il est un champ encore bien largement ouvert à la curiosité des hommes et à leurs espérances ?

BIBLIOGRAPHIE GÉOLOGIQUE
DU BASSIN HOUILLER SARRO-LORRAIN (1)

1804. DUHAMEL. — Aperçu des richesses minérales de la Sarre, *Journal des Mines*, an XII.
1809. BEAUNIER. — Notice sur les travaux relatifs aux houillères du Département de la Sarre, *ibid.*, 1809.
1809. CALMELET. — Aperçu géologique de la vallée de la Nahe, *ibid.*, 1809.
- 1828-38. BRONGNIART, A. — Histoire des végétaux fossiles, Paris.
- 1840-41. STEININGER, J. — Geognostische Beschreibung des Landes zwischen der unteren Saar und dem Rhein. Trêves, 1840 ; supplément, 1841.
1853. JACQUOT, E. — Études géologiques sur le bassin houiller de la Sarre et sur les terrains qui lui sont superposés, pour servir à résoudre la question du prolongement de ce bassin. Paris, 1853.
- 1854-55. JACQUOT, E. — Note sur la découverte de la houille à Creutzwald et à Carling, *Mém. Acad. Imper. de Metz*, XXXV^e année, sér. II, III^e année, p. 87-104.
- 1855-62. GOLDENBERG F. — Flora saraepontana fossilis, Sarrebrück.
1857. JACQUOT, E. — Note sur les recherches qui ont été exécutées le long de la frontière N. E. du Département de la Moselle pour y découvrir le prolongement du bassin de la Sarre, *Ann. des Mines*, V^e série, Mémoires, t. XI, p. 107-148.
- 1859-62. LEVY. — Note sur le bassin houiller de la Moselle, *Bull. Soc. Ind. Miner.*, 1859-1862.
1868. JACQUOT, E. — Description géologique et minéralogique du département de la Moselle Paris, 1868.
1868. WEISS, E. — Begründung von funf geognostisch. Abteilungen in den steinkohlenführenden Schichten des Saar-Rhein-Gebirges, *Verh. naturhist. Vereins Rheinl. Westf.* XV (III), 5.
- 1869-72. WEISS, E. — Fossile flora der jüngst. Steinkohlenform. und des Rothlieg. im Saar. Rheingeb., Bonn, 1869-72.
1870. WEISS, E. — Die geognostische Verhältnisse der Umgegend von Saarbrücken.
- 1875-77. GOLDENBERG, F. — Fauna saraeponta fossilis, 1 et 2.
1875. WEISS, E. — Erläuterungen zu Blatt Lauterbach der geol. Spezialkarte von Preussen.
1881. DECHEN, VON. — Verwerfungen Erzgange in Bezug auf die grosse Senkung des südl. Teiles des Saarbr. Steinkohlengeb.
1884. NASSE, R. — Geolog. Skizze des Saarbrücker Steinkohlengebirges, *Zeitsch. für Berg-, Hütten-, und Salinen-Wesen im preuss. Staate*, Bd XXXII.
1888. MEYER, G. — Ueber die Lagerungs-Verhältnisse der Trias am sudrande des Saarbr. Steinkohlengeb., *Mitteil. der Kommission für die geolog. Landes- Untersuchung von Elsass. Lothr.*, Bd I, p. 1 - 15.

(1) Cette liste bibliographique renvoie uniquement aux ouvrages originaux, dont le titre évoque le progrès des recherches minières, géologiques et paléontologiques, dans le gisement sarro-lorrain. Mais il est bien entendu qu'elle n'énumère pas tout ce qui a été publié sur la géologie, la paléontologie et la prospection du bassin.

- 1890-95. VAN WERVEKE, L. — Erlaut. zu Blatt Saarbrücken der geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen, Strasbourg, 1892. — *id.*, zu Blatt Forbach, Strasbourg, 1890. — *id.*, zu Blatt Saargemünd, Strasbourg, 1895.
1892. NASSE, R. — Die Steinkohlenflöze in Lothringen unter der Buntsandsteindeckung, *Geolog. Spezialkarte von Elsass-Lothr.*, Erlaut. z. Blatt. Saarbr. und St-Avold, Strasbourg, 1892.
1895. LEPLA, A. — Ueber die Störungserscheinungen und Epochen in der Geschichte des Saar-Nahe-Gebietes, *Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande*, Jahrgang 52.
1896. GÜMBEL, W. VON. — Neuere Aufschlüsse im Pfalz-Saarbr. Steinkohlengeb. auf bayerischem Gebiete, *Zeitsch. f. praktische Geologie*, p. 896, p. 169-173.
1897. LEPLA, A. — Der sudl. Hauptsprung zwischen Saarbr. und Neunkirchen.
1900. LIEBHEIM, E. — Beiträge zur Kenntnis des Lothringischen Kohlengebirges, *Abhandl. zur geologischen Spezialkarte von Elsass-Lothr.*, Neue Folge, heft IV.
1901. PRIETZE, A. — Die neueren Aufschlüsse im Saarrevier, *Ber. VIII. Allgem. deutsch. Bergmannstag zu Dortmund*, 1901, p. 77, 3 pl.
1902. NICKLES, R. — De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle et des points où il faut la chercher.
1903. MÜLLER, R. — Erlaut. zur neu bearbeiteten Flözkarte, Saarbr. 1904.
1903. AMMON, L. VON. — Die Steinkohlenform. in der Bayerisch. Rheinpfalz, *Erlaut. zu Blatt Zweibrücken*, Munich 1903.
- 1903-13. POTONIE, H. (et collaborateurs), Abbildungen und Beschreib. fossiler Pflanzenreste, Livraisons 1 - 9, Berlin.
1904. LEPLA, A. — Geologische Skizze des Saarbr. Steinkohlengeb. in *Steinkohlenbergbau des Preuss. Staates in d. Umgegend v. Saarbrücken* (Festschrift zum IX Allgem. Bergmannstage), Berlin, Julius Springer, 57 p., 11 fig.
1904. PRIETZE, A. — Flotzführung der Ottweiler und Saarbr. Schichten, *id.*, p. 58.
1904. SCHULZ-BRIESEN. — Erschliessung neuer Kohlenabl. in Frankreich (Umgeb. von Pont-à-Mousson), *Stahl und Eisen*, 1904.
1905. NICKLES, R. — Recherches de houille en Meurthe-et-Moselle, *C. R. Acad. Sciences*, Paris.
1905. VILLAIN. — Note sur les recherches effectuées en Meurthe-et-Moselle pour retrouver le prolongement du bassin houiller de Sarrebrück en territoire français. *C. R. Congr. Intern. des Mines*, Liège, 1905.
1905. ZEILLER, R. — Sur les plantes houillères des sondages d'Eply, Les Menils et Pont-à-Mousson, *C. R. Acad. Sciences*, Paris, t. 140, p. 837.
1906. BERGERON, J. et WEISS, P. — L'allure du bassin houiller de Sarrebrück et de son prolongement en Lorraine française. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, t. 142, p. 1398.
1906. VAN WERVEKE, L. — Erläuterungen zu Blatt Saarbrücken der geol. Uebersichtskarte, 1/200.000^e, Strasbourg, 1906.
1906. SCHLICKER. — Die Aufschlüsse der staatl. Tiefbohrungen im Saarrevier in den Jahren 1891-1904, Sarrebrück, 1906.
1907. ZEILLER, R. — Sur la flore et les niveaux relatifs des sondages houillers de Meurthe-et-Moselle, *C. R. Acad. Sciences*, Paris, t. 144, p. 1137.
1913. BÖKER, K. E. — In *The Coal Resources of the world*, publ. par *Congrès Géol. intern. Toronto*, vol. III, p. 850.
1914. KESSLER, P. — Versuch einer zeitlichen Festlegung der Störungsvorgänge im Saar-Nahe Gebiet.

1915. WILLERT. — Beitrag zur Kenntniss der senkrechten Verbreitung pflanzlicher Versteiner. im Saarbr. Steinkohlegeb., *Glückauf*, LI, 1915, p. 305-307.
1915. KESSLER, P. — Die Alethopt. und Mariopter. der Saarbr. Schichten des Saarbeckens, *Zeitschr. d. deuts. geol. Gesellsch.*, LXVII, p. 69-84, pl. 9-13.
1916. WILLERT. — Tektonik der Saarbrücker Steinkohlenablagerung, *Glückauf*, LII, 1916.
1919. LAUNAY, L. de. — L'allure probable du terrain houiller, entre le Plateau central et les Vosges, *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 138, T. XXIII.
1920. DURNERIN. — Observ. sur la géologie du bassin de la Sarre, *Revue de l'Ind. Minérale*, 1920.
1920. SCHLICKER. — Die Aufschlüsse der staatlichen Tiefbohrungen im Saarrevier in den Jahren 1873-1877 und 1910-1916.
1920. MARGERIE, E. DE. — Le bassin houiller de la Sarre et ses prolongements, *Trav. du Comité d'Etudes* (Section géologique), Paris, Imp. Nat., 1920.
1920. HEMMER, A. — Die foss. Flora der oberen Ottw. Schichten des Saarbeckens, *Geognost. Jahreshfte*, vol. 31-32, 1920.
1921. LANGROGNE et BERGERAT. — Notice sur le gisement houiller de la Lorraine, *Rev. Ind. Minérale*, 1921, n° 3, p. 73-99.
1921. BORN, A. — Ueber jungpalaeozoische kontinentale Geozynklinalen Mitteleuropas, Francfort, 1921.
1922. BARROIS, Ch., BERTRAND, P. et PRUVOST, P. — Observations sur le terrain houiller de la Moselle, *C. R. Acad. Sciences*, Paris, t. 175, p. 657 (Oct. 1922).
1922. BERTRAND, P. — Sur les flores houillères de la Sarre, *ibid.*, t. 175, p. 770 (Oct. 1922).
1922. BARROIS, Ch., BERTRAND, P. et PRUVOST, P. — Observations sur le terrain houiller de la Moselle, *C. R. XIII^e Congr. géol. intern.*, Bruxelles (1922), p. 375-380.
1922. PRUVOST, P. — Les divisions paléontologiques dans le terrain houiller de l'Europe occidentale, d'après les caractères de la faune limnique, *ibid.*, p. 639-653, pl. V.
1922. KÜHNE, F. — Die palaeogeogr. Entwicklung du Saar-Saale-Senke, *Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst.*, Bd XLIII, p. 426-456.
1923. TERMIER, P. — Contribution à la connaissance des "Tonstein" du Houiller de la Sarre, *Bull. Soc. géol. France*, sér. 4, t. 23, p. 45.
1924. BARROIS, Ch., BERTRAND, P. et PRUVOST, P. — Rapport sur le bassin houiller de la Sarre. *Bull. Carte géol. France*, n° 158, t. XXIX (1924-1925).
1924. LEPLA, A. — Zur Stratigraphie und Tektonik der südlichen Rheinprovinz., *Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst.*, Bd. XLV, p. 1-88.
1924. DRUMM, R. — Zusammenfassende und auf neueren Aufschlüssen beruhende Darstellung der Lagerungs-Verhältnisse im Saarbrücker Steinkohlegebirge... etc... Impr. Ermer, Homburg (Sarre), 1924.
1927. DEFLINE, A. — Conférence publiée par la Revue "L'Union Economique de l'Est", n°s du 15 Nov. 1927 au 1^{er} Janvier 1928, Nancy.
1928. PRUVOST, P. — La structure du Bassin houiller de la Sarre, *Revue universelle des Mines*, sér. 7, t. XVII, n° 2, p. 62-79 (Janvier 1928).
1928. SIVIARD, E. — Répertoire des sondages exécutés dans le Bassin houiller sarro-lorrain (Tirage limité à 100 exempl., publié par les Mines Domaniales françaises de la Sarre).
1928. BERTRAND, P. — L'échelle stratigraphique du terrain houiller de la Sarre et de la Lorraine, *C. R. Congr. Stratigr. carbonifère*, Heerlen, 1928, p. 83-116.

1928. PRUVOST, P. — La faune continentale et la division stratigraphique des terrains houillers, *ibid.*, p. 519-531.
1928. STILLE, H. — Die oberkarbonisch - altdyadischen Sedimentationsräume Mitteleuropas, *ibid.*, p. 697-731.
1928. KOSSMATT, F. — Das karbonische Faltengebirge von Mitteleuropa, *ibid.*, p. 399-401.
1928. JUNG, J. — Contribution à la géologie des Vosges hercyniennes d'Alsace, *Mém. serv. carte géol. d'Alsace et de Lorraine*, n° 2, Strasbourg, 1928.
1929. DRUMM, R. — Die Geologie des Saar-Nahe-Beckens, Teil I, Das Steinkohlengebirge.
1930. SIVIARD, E. — Note sur les recherches stratigraphiques effectuées dans le bassin houiller de la Sarre de 1921 à 1927, *Annales des Mines*, série 19, vol. XVII, Paris, 1930.
1930. BERTRAND, P. — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine : I. Flore Fossile, 1^{er} fasc. : Neuropteridées, *Etudes Gîtes minér. France*, Lille, Impr. Danel, 1930.
1931. BUBNOFF, S. VON. — Die westfälische Sediment-, und die asturische Phase in der inner-sudetische Mulde, *Forstsch. Geol. Pal.*, vol. IX, fasc. 29, 1931.
1932. BERTRAND, P. — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine : I. Flore fossile, fasc. 2 : Aléthropteridées, *Etudes Gîtes minér. France*, Lille, Impr. Danel, 1932.
1932. CORSIN, P. — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine : I. Flore fossile, fasc. 3 : Marioptéridées, *ibid.*, 1932.
1933. SIVIARD, E. — Le bassin houiller sarro-lorrain, *Rev. Industrie Minérale*, 15 Mars et 1^{er} Avril 1933.
1933. KIENOW, S. — Die innere Tektonik des Unterdevons zwischen Rhein, Mosel und Nahe, *Jahrb. preuss. geol. Landesanst.*, 1933.
1933. CLOOS, H. — Zur tektonischen Stellung des Saargebietes, *Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch.*, Bd. 85, heft 5, p. 307-315, pl. 23.
1933. SCHOLTZ, H. — Die Tektonik des Steinkohlenbeckens im Saar-Nahe Gebiet, *ibid.*, p. 316-382, pl. 24-31.
1933. GOTHAN, W. — Zur Palaeontologie und Stratigraphie des Saargebietes, *ibid.*, p. 398-411.
1934. DUPARQUE, A. — Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, *Mém. Soc. Géol. du Nord*, T. XI, 2 vol. (un certain nombre de houilles de la Sarre y sont décrites).
1934. SIMSON-SCHAROLD, E. — Zur Kenntniss der Carbonflora des Saargebietes, *Paleontographica*, Bd. LXXIX, Abt. B, 1934.
1934. DUBOIS, G. — Exposé sommaire de la géologie de l'Alsace et des Vosges, *Exc. géol. interunio.*, Strasbourg, Sept. 1934.
1934. WATERLOT, G. — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine : II, Faune fossile, *Etude Gîtes minér. France*, Lille, Imp. Danel, 1934.
-

CARTES DU BASSIN HOULLER ET COUPES CONSULTÉES

-
1810. BEAUNIER et CALMETET. — Atlas des concessions du terrain houiller de la Sarre (Copie de l'original, publiée en 1925 par les soins de l'Administration française des Mines Domaniales).
1868. LASPEYRES, H. et WEISS, E. — Geognostische Uebersichtskarte des Kohlenführenden Saar-Rheingebiets, Ech. 1/160.000^e.
- 1882-83. KLIVER, M. — Flötzkarte der Saarbrücker Kohlendistriktes, Ech. 1/25.000^e.
1894. KLIVER, M. — Übersichtskarte von dem Steinkohlen-Distrikt bei Saarbrücken, Ech. 1/10.000^e.
1902. MULLER, R. — Flötzkarte von dem Steinkohlendistrikt bei Saarbrücken, Ech. 1/50.000^e.
1906. VAN WERVEKE, L. — Blatt Saarbrücken der Tektonischen Karte von Elsass-Lothr., 1/200.000^e, Strasbourg, 1906.
1932. E. SIVIARD et FRIEDEL, E. — Atlas du Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine (Plans et coupes au 1/10.000^e et au 1/25.000^e), *Etudes Gites Minér. de la France*.
-

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
PRÉFACE, par M. Ch. Barrois.....	VII
DIVISIONS DU MÉMOIRE.....	1
INTRODUCTION. — Les étapes de la prospection géologique du gisement houiller sarro-lorrain.....	3
PREMIÈRE PARTIE. — Les Roches du terrain houiller sarro-lorrain	13
CHAPITRE I. — <i>Les Roches de l'Etage de Sarrebrück</i>	13
I. Les Conglomérats et les Grès.....	13
II. Les Schistes.....	16
III. Le Charbon.....	16
L'ouverture des veines et ses variations (p. 17); Rapports de la couche de houille avec les roches encaissantes (p. 19).	
IV. Les Tonstein.....	19
Aspect macroscopique (p. 20); Composition chimique (p. 21); Composition minéralogique (p. 23); Répartition stratigraphique (p. 24); Continuité des lits de Tonstein (p. 25); Origine des Tonstein (p. 26).	
CHAPITRE II. — <i>Les Roches de l'Etage d'Ottweiler</i>	32
DEUXIÈME PARTIE. — Les Assises houillères	35
CHAPITRE I. — <i>Caractères, succession et variations des faisceaux houillers</i>	35
Etage Westphalien (ou Couches de Sarrebrück):	
I. Assise de Saint-Ingbert (faisceau de Rothell).....	35
1° Le Conglomérat de Rischbach (p. 36); 2° Le faisceau de Rothell: ses caractères stratigraphiques (p. 39); 3° Caractères paléontologiques de l'assise de Saint-Ingbert (p. 45).	
II. Assise de Sulzbach (ou des Charbons gras).....	47
1° Caractères lithologiques (p. 47); 2° Caractères paléontologiques de l'assise de Sulzbach (p. 53).	
III. Assise de La Houve (ou des Charbons flambants).....	57
A) Zone de Forbach (Flambants inférieurs).....	58
1° Stérile de Geisheck (p. 58); 2° Faisceau de Petite-Rosselle: Flambants inférieurs (p. 59); 3° Caractères paléontologiques de la zone de Forbach (p. 62).	
B) Zone de Saint-Avold (Flambants supérieurs).....	64
1° Les Flambants supérieurs en Territoire sarrois (p. 65); 2° La zone de St-Avold en Lorraine (p. 66); 3° Caractères paléontologiques de la zone de St-Avold (p. 71).	

	Pages
C) Zone de Faulquemont	72
Caractères paléontologiques de la zone de Faulquemont (p. 80); Conclusions (p. 81).	
Etage stéphanien (ou Couches d'Ottweiler)	81
I. Assise de Sarrelouis (Ottweiler inférieur)	82
A) Zone de Götteborn (p. 83); B) Zone de Dilsburg (p. 89).	
II. Assise de Potzberg (Ottweiler moyen)	92
III. Assise de Breitenbach (Ottweiler supérieur)	94
Etage permien	96
I. Permien inférieur: Unterrothliegendes (p. 96); II. Permien supérieur: Oberrothliegendes (p. 97).	
CHAPITRE II. — <i>La discordance du Conglomérat de Holz</i>	99
1° Coupe de Frankenholz (p. 99); 2° Sondage de Wiebelskirchen (p. 100); 3° A Burbach (p. 101); 4° Travers-bancs de St-Ingbert et d'Hirschbach (p. 102); 5° La Houve (p. 103); 6° Région de Faulquemont (p. 104); 7° Conclusions (p. 106).	
CHAPITRE III. — <i>Résultats généraux de l'étude stratigraphique du terrain houiller sarro-lorrain</i> . . .	109
1° Le substratum du bassin houiller (p. 109); 2° L'accumulation des dépôts houillers (p. 110); 3° Interruptions dans la formation houillère (p. 111); Comparaison de la série houillère sarro-lorraine avec celles d'autres bassins (p. 114).	
TROISIÈME PARTIE. — Les Dislocations du bassin houiller sarro-lorrain	117
CHAPITRE I. — <i>L'accident de la Grande faille du Sud</i>	119
1° Bowette de recherches de Jägersfreude (p. 122); 2° Bowette de recherches d'Hirschbach (p. 125); 3° Coupe de Saint-Ingbert (p. 127); 4° Bowette de recherches du siège de Bexbach (p. 128); 5° Coupe de Frankenholz (p. 130); 6° La Grande faille du Sud au S.W. de Sarrebrück (p. 131); Conclusions (p. 132).	
CHAPITRE II. — <i>Les plis du Bassin sarro-lorrain</i>	134
1° L'anticlinal de Sarrebrück (p. 135); 2° L'anticlinal de Merlebach (p. 139); 3° L'anticlinal de Bouheporne (p. 144); 4° L'anticlinal de Pont-à-Mousson (p. 144); 5° L'anticlinal d'Alsting (p. 145); 6° Conclusions (p. 146).	
CHAPITRE III. — <i>Les failles normales</i>	149
1° Failles directionnelles (p. 149); 2° Failles transversales (p. 150).	
CHAPITRE IV. — <i>Histoire géologique du Bassin houiller sarro-lorrain. Age de ses principales dislocations</i>	154
1° Le remplissage du bassin est postérieur à un plissement général des terrains encaissants (p. 154); 2° Les dépôts houillers ont été localement interrompus à la fin du Westphalien (p. 157); 3° Le bassin sarro-lorrain à l'époque autumienne (p. 158); 4° La phase orogénique terminale (p. 159); 5° La couverture de morts-terrains et les déformations posthumes (p. 160); 6° Les traits permanents de la structure du bassin (p. 160).	
CONCLUSIONS	163
BIBLIOGRAPHIE GÉOLOGIQUE DU BASSIN HOULLER SARRO-LORRAINE	165
CARTES DU BASSIN HOULLER ET COUPES CONSULTÉES	169

TABLE DES FIGURES

FIGURES DANS LE TEXTE

	Pages
FIG. 1. Carte géologique du gisement houiller de la Sarre et de la Lorraine, montrant l'état actuel de la prospection du bassin	2
FIG. 2. Coupes prises dans les travaux des veines T et J du Puits Ste-Fontaine de Sarre et Moselle.....	18
FIG. 3. Coupe par la bowette N.W. du Puits Rothell.....	37
FIG. 4. Allure en coupe du sill de « mélaphyre » dans les bowettes du siège d'Hirschbach	41
FIG. 5. Coupe d'une portion de la bowette sud d'Hirschbach (V ^e Étage).....	42
FIG. 6. Coupe prise à Sarre-et-Moselle, à travers l'anticlinal de Merlebach.....	44
FIG. 7. Les Flambants supérieurs (faiseau de Laudrefang), dans la région des dressants de Merlebach. Coupe stratigraphique normale.....	67
FIG. 8. Interprétation des sondages de Lorraine. Coupes des sondages rapportées au Tonstein I	73
FIG. 9. Coupe de Sarrelouis à Scheidt, montrant la discordance du Conglomérat de Holz sur l'anticlinal de Sarrebrück.....	101
FIG. 10. Carte représentant l'allure du gisement de la Houve en courbes de niveau	103
FIG. 11. Coupe par les sièges I et II de la Houve.....	104
FIG. 12. Coupes-diagrammes montrant l'épaississement de l'assise de la Houve, sous le Conglomérat de Holz.....	105
FIG. 13. Carte géologique du substratum du Conglomérat de Holz, dans le Bassin sarro-lorrain... ..	107
FIG. 14. Coupe schématique montrant la position de la bowette de recherches (II ^e Et.) de Jägersfreude.....	123
FIG. 15. Coupe établissant le rejet de la Grande faille du Sud, à Jägersfreude	123
FIG. 16. Schéma comparant le rejet variable de la faille inverse (r, r') au rejet total (R) du pli qu'elle étire.....	124
FIG. 17. Coupe passant par la bowette de Recherches du siège Hirschbach, (V ^e Étage).....	125
FIG. 18. Coupe schématique établissant le rejet de la Grande faille du Sud à Hirschbach.....	127
FIG. 19. Coupe passant par le siège de Bexbach et le sondage de Bruderbrunnen.....	129

	Pages
FIG. 20. <i>Coupe par les Puits I et II de Frankenholz</i>	130
FIG. 21. <i>Croquis montrant en coupe l'allure de la Grande faille du Sud dans la région de Bexbach-Frankenholz</i>	131
FIG. 22. <i>Allure des plis anticlinaux du bassin sarro-lorrain, en coupe transversale</i>	135
FIG. 23. <i>Coupe longitudinale de l'anticlinal de Merlebach et de l'anticlinal de Sarrebrück-Simon, suivant leur axe</i>	136
FIG. 24. <i>Profils transversaux successifs de l'anticlinal de Sarrebrück-Puits Simon</i>	137
FIG. 25. <i>Courbes de niveau de la veine N° 2 des Gras, entre Sarrebrück et Forbach</i>	138
FIG. 26. <i>Coupe schématique de l'anticlinal de Merlebach, à Sarre-et-Moselle</i>	139
FIG. 27. <i>Coupe de l'anticlinal de Merlebach, à Petite-Rosselle</i>	140
FIG. 28. <i>Coupe allant du Puits Simon à Clarenthal</i>	141
FIG. 29. <i>Le « recoutelage » du Puits St-Charles de Petite-Rosselle, sur une coupe longitudinale passant par le Puits St-Joseph</i>	142
FIG. 30. <i>Coupe prise sur la rive gauche de la Sarre entre Sarrebrück et Clarenthal</i>	143
FIG. 31. <i>Coupe longitudinale du Bassin houiller sarro-lorrain</i>	148-149
FIG. 32. <i>Coupe de Velsen à Jägersfreude</i>	152
FIG. 33. <i>Coupe transversale du Bassin houiller sarro-lorrain, au méridien de Sarrebrück</i>	156-157

PLANCHES HORS TEXTE

Ces planches ont été dessinées au Bureau des Études du Fond des Mines Domaniales françaises de la Sarre, sous la direction de M. E. Siviard.

PLANCHE I. — *Carte géologique du Bassin houiller sarro-lorrain, à l'échelle du 100.000^e. Cette carte représente une coupe horizontale des terrains à la cote — 200.*

PLANCHE II. — *Coupes d'ensemble du Bassin houiller sarro-lorrain, dans sa région exploitée, à l'échelle du 40.000^e.*

PLANCHE III. — *Coupes stratigraphiques normales du terrain houiller de la Sarre et de la Lorraine, prises en différents points du bassin, comparées entre elles et rapportées à la base du Conglomérat de Holz. Échelle: 1/5.000^e.*
