CONTRIBUTIONS A LA CONNAISSANCE DU TERRAIN HOUILLER DE LA ZONE INTRAALPINE FRANÇAISE

Études exécutées sous la direction

de W. KILIAN,

Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de France

Par Fernand BLANCHET, Léon MORET et Édouard ROCH,

Collaborateurs auxiliaires.

INTRODUCTION

Les conditions économiques nées de la guerre ont attiré l'attention d'une façon toute particulière, pendant quelques années, sur les combustibles minéraux des Alpes françaises et en particulier sur les terrains houillers de nos régions intraalpines: Briançonnais, Maurienne et Tarentaise, qui contiennent des gisements d'Anthracite dont le total peut s'élever à plusieurs millions de tonnes 1.

¹ Voir W. Kilian, Rapport sur le terrain houiller des zones intraalpines françaises (Briançonnais, Maurienne, Tarentaise) et en particulier sur les dépôts anthracifères de la Tarentaise (allure probable des assises, extension, valeur en combustible). (Grenoble, imp. L. Aubert, 1919, 62 p., figures, carte et pl., et liste bibliographique.)

La répartition et l'allure des couches qui constituent ce terrain houiller intraalpin étant irrégulières et mal connues dans leurs détails, il a paru à M. Paul Corbin qu'il y aurait quelque utilité à exploren avec soin la « zone houillère », c'est-à-dire la portion de nos Alpes comprise entre le col des Ayes, au Sud de Briançon, et le col du Petit-Saint-Bernard, dont le sous-sol est presque entièrement formé par les assises houillères, de déterminer exactement l'allure de ces assises, les dislocations qu'elles ont subies, d'y distinguer les bandes « stériles » et les régions « productives », c'est-à-dire riches en couches d'Anthracite, et de reporter sur des cartes à grande échelle (Plans directeurs au 20.000° du Ministère de la Guerre) les résultats ainsi obtenus.

Grâce aux subsides généreusement mis à ma disposition par M. Corbin, ce programme a été en partie réalisé sous ma direction par MM. Blanchet, Moret et Roch, collaborateurs au Service de la Carte géologique détaillée de la France, qui ont effectué pendant les mois d'été de 1920, 1921 et 1922 des levés et des observations sur le terrain, en vue de dresser la Carte détaillée au 20.000° de la zone houillère intraalpine française.

Le présent travail contient les premiers résultats de ces explorations; il est destiné à servir de commentaire explicatif à la carte détaillée, dont l'achèvement et la publication seront d'une grande utilité pour l'orientation et l'exécution des recherches et exploitations minières, lorsque les conditions économiques et les progrès de la technique permettront, comme j'en ai la conviction, de développer sur une plus grande échelle l'utilisation des Anthracites alpins tant décriés jusqu'à ces dernières années.

W. KILIAN.

1

SUR L'AVENIR DES ANTHRACITES INTRAALPINS 1

Par W. KILIAN,

Membre de l'Institut.

Il existe, dans les vallées intérieures des Alpes françaises (Briançonnais, Maurienne, Tarentaise), des réserves considérables de combustibles minéraux sous la forme de charbons anthraciteux d'une teneur en cendres très variable et parfois assez forte, mais d'un pouvoir calorifique souvent élevé.

Des expériences récentes du plus haut intérêt ont montré que l'emploi de la pulvérisation et de l'insufflation dans les foyers permettait d'obtenir avec ces charbons alpins un rendement calorifique très intéressant et cette constatation semblait ouvrir à l'exploitation de ces « Anthracites des Alpes » des perspectives encourageantes ².

Malheureusement, des dislocations intenses, et en particulier des phénomènes de charriages de grande amplitude, ont — sauf en quelques rares points privilégiés — affecté la plus grande partie de nos terrains carbonifères; les couches de charbon, jadis continues, ont été laminées, souvent broyées et ont pris

¹ Ces considérations ont été publiées dans les Alpes Economiques, Grenoble, 1922 (janvier).

² Voir à ce sujet une série d'articles récents de MM. Gojon, Moulinié, ainsi que d'intéressantes indications sur la mise au point d'un procédé de substitution du charbon pulvérisé au coke dans la fabrication de l'acier (*Echo des Mines et de la Métallurgie*, 20 février 1923).

dans beaucoup de cas une allure « en chapelet » qui a fait disparaître leur continuité et rend leur exploitation et leur repérage fort difficiles.

Il est illusoire, à mon sens, d'essayer de trouver la « loi » de ces accidents dans lesquels la plasticité de certains bancs, la résistance et la massivité d'autres assises, ainsi que la diversité et la multiplicité des poussées et des dislocations locales qu'elles ont subies jouent un rôle extrêmement complexe. Il convient, en outre, de remarquer que, sur le flanc des grandes vallées, des perturbations, dues à la « poussée au vide », de l'ordre de celles que M. Lugeon a récemment décrites sous le nom de « balancement des couches » dans la région du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges, sont venues s'ajouter aux accidents plus anciens et achèvent de désorienter un observateur superficiel.

L'erreur fondamentale commise jusqu'à ce jour dans l'exploitation des anthracites intraalpins consiste dans la persistance regrettable avec laquelle ces dislocations de divers ordres ont été systématiquement méconnues par les exploitants et les techniciens, et dans la façon fâcheuse avec laquelle on s'est obstiné à leur appliquer des méthodes importées des bassins houillers dans lesquels les couches charbonneuses n'ont subi que des déformations incomparablement moins intenses et peuvent être suivies avec moins de difficultés.

Partant du principe que les anthracites de nos Alpes forment pratiquement une série d'amas discontinus dans lesquels il est à peu près impossible de reconnaître la continuité des couches primitives et qu'ils doivent être exploités comme on exploite des minerais en poches, des amas de Bauxite ou des cavités remplies de phosphates de chaux, il conviendrait, semble-t-il, d'employer la méthode suivante :

- a) Distinguer d'abord des zones fertiles et des zones stériles dans le terrain houiller des Alpes, et les délimiter bien exactement;
 - b) Dans les zones reconnues fertiles ou « productives », les

seules qui méritent une exploration, ne pas s'attacher aux parties voisines de la surface, qui sont fréquemment atteintes par le « balancement des couches », mais pénétrer plus avant dans l'intérieur des massifs montagneux et ouvrir, pour ainsi dire au hasard, de grandes galeries (ou travers-bancs) de base traversant chaque zone productive, sans s'attacher à suivre isolément chaque couche de charbon et à en reconnaître dans leurs détails les multiples contournements.

De tels travers-bancs, au moyen desquels on réaliserait une « sorte de drainage méthodique de la zone fertile », couperaient nécessairement sur leur parcours une série d'amas et de tronçons de couches plus ou moins discontinues de charbon, qu'il serait aisé d'explorer et d'exploiter par des galeries latérales, des descenderies, etc., la galerie de base servant toujours à l'évacuation du combustible.

Je suis convaincu qu'en multipliant, à divers étages, dans la masse de nos chaînes montagneuses houillères de Tarentaise et de Maurienne, un tel réseau de galeries, il serait possible d'extraire une très grande partie des millions de tonnes d'anthracite qu'elles renferment.

Il apportient d'ailleurs aux techniciens de l'Art des Mines 1, auxquels je prends la liberté de soumettre ces quelques réflexions, de préparer ou d'instituer une méthode d'exploitation plus appropriée à l'allure discontinue et « en chapelet » des gisements de charbons alpins que celle qui, sous le prétexte de suivre des couches sans cesse contournées, reployées, tour à tour amincies, laminées ou renflées en amas, a conduit à tant de dispendieuses et coûteuses désillusions.

W. K.

¹ J'apprends que l'ingénieur Moulinié, profitant de l'expérience acquise au cours de plusieurs années d'exploitation des gisements de Tarentaise jointe à une préparation géologique approfondie, a résumé dans un important travail actuellement sous presse de précieuses indications sur l'allure des Anthracites intraalpins et l'exposé d'une méthode d'exploitation adaptée à cette allure si particulière.

II

HISTORIQUE

De même que pour la Bibliographie, nous renvoyons le lecteur, pour ce qui concerne l'historique des travaux parus avant 1904 sur le terrain houiller des Alpes françaises 1, au Mémoire sur les Alpes occidentales de MM. Kilian et Révil. Ces savants auteurs ont nettement délimité le terrain houiller des formations géologiques qui le surmontent et en ont distingué des assises bigarrées qu'au col de la Ponsonnière, Ch. Lory y avait incorporées et qu'ils ont attribuées au Permien. Les empreintes végétales recueillies en différentes localités leur font rattacher l'âge du Houiller intraalpin au Westphalien, en s'appuyant sur la présence de Sphenopteris Essinghi Andr. aux Gardéoles, près de Briançon. Toutefois, c'est au commandant Pussenot que reviendra l'honneur de montrer qu'il s'agissait là de Westphalien moyen, grâce à sa découverte du Nevropteris Schlehani Stur (1-2), à l'exception des assises terminales qui doivent, d'après le même auteur, être rapportées au Westphalien supérieur.

A ce sujet, M. Kilian (9) ne croit pas qu'on puisse prétendre à l'existence d'une lacune entre le Houiller et le Permien; la disparition du Stéphanien, lorsqu'on la constate, étant due en partie à des étirements mécaniques.

Les belles études de MM. Kilian et Pussenot (4-5-6) sur la tectonique de la région sont d'ailleurs fondamentales si l'on veut comprendre l'allure souvent désordonnée des couches anthracifères.

¹ KILIAN et RÉVIL, Les Alpes occidentales (Mémoires du Service de la Carte géologique de France), t. I, p. 505 et suivantes.

L'utilisation industrielle des combustibles minéraux a, d'autre part, attiré l'attention de nombreuses personnalités.

M. Gabriel-A. Maillet (8), se basant sur les données déjà fournies par les géologues, expose les conditions dans lesquelles se présente l'anthracite et étudie les moyens qui nous sont offerts pour utiliser ces richesses.

M. Moulinié (13), après s'être demandé si l'on doit abandonner sans espoir de retour l'exploitation des combustibles d'assez mauvaisc qualité et si l'on ne peut pas en tirer un meilleur rendement, fait remarquer justement que des expériences récentes ont montré que, une fois pulvérisé et insufflé dans les foyers, cet anthracite a un rendement d'autant meilleur que le charbon considéré se montre plus rebelle à la combustion ordinaire.

Enfin M. Kilian (11-12) pense que l'emploi de procédés d'exploitation mieux adaptés à l'allure géologique tourmentée des assises houillères intraalpines, l'application de méthodes de combustion nouvelles permettront de tirer un parti avantageux des millions de tonnes de combustibles enfouies dans notre sol.

Ш

BIBLIOGRAPHIE

Pour l'énumération des travaux très nombreux parus jusqu'en 1903 sur le terrain houiller des zones intraalpines, nous prions le lecteur de bien vouloir se reporter au Mémoire de MM. KILIAN et RÉVIL sur les Alpes occidentales (Mémoires de la Carte géologique de France, 1904), t. I, p. 437-502.

Depuis la publication de cet ouvrage, il convient de signaler les travaux suivants :

- 1. 1909. Ch. Pussenor. Révision de la feuille Briançon au 80.000°. Bulletin du Service de la Carte géologique de France, t. 20 (comptes rendus des collaborateurs, p. 189).
- 1910. Ch. Pussenot. -- Révision de la feuille Briançon au 80.000°. Bulletin du Service de la Carte géologique de France, t. 21 (comptes rendus des collaborateurs, p. 118).
- 3. 1911. Ch. Pussenot. Révision des feuilles Saint-Jeande-Maurienne et Briançon au 80.000°. Bulletin du Service de la Carte géologique de France, t. 21 (comptes rendus des collaborateurs, p. 163).
- 4. 1913. W. KILIAN et Ch. Pussenot. Nouvelles données relatives à la tectonique des environs de Briançon. C. R. des séances de l'Ac. des Sc., t. CLVI, p. 515 (Séance du 17 février 1913).

- 1913. W. KILIAN et Ch. PUSSENOT. Analyse détaillée des dislocations du Briançonnais oriental. C. R. des séances de l'Ac. des Sc., t. CLVI, p. 599 (Séance du 24 février 1913).
- 6. 1913. W. KILIAN. Observations sur l'existence de lambeaux de charriage dans le Briançonnais. C. R. sommaires des séances de la Soc. géol. de France, 1913, n° 4, p. 26.
- 1913. W. KILIAN et Ch. PUSSENOT. Sur la série sédimentaire du Briançonnais oriental. Bulletin de la Soc. géol. de France, 1913, série 13.
- 4918. Gabriel-A. Mailler. La Houille noire au pays de la Houille blanche. (Conférence donnée le 30 janvier 1918 à la Chambre de Commerce de Grenoble.)
- 1918. W. KILIAN. Sur le terrain houiller des environs de Saint-Michel-de-Maurienne. C. R. des séances de l'Ac. des Sc., t. CLXVI, p. 100 (21 janvier 1918).
- 10. 1919. Ch. Pussenot. Révision de la feuille Saint-Jeande-Maurienne au 80.000°. Bulletin du Service de la Carle géologique de France, t. 22 (comptes rendus des collaborateurs, p. 90).
- 11. 1919. W. KILIAN. Rapport sur le terrain houiller des zones intraalpines françaises (Briançonnais, Maurienne, Tarentaise) et en particulier sur les dépôts anthracifères de la Tarentaise. (Grenoble, Aubert, 1919.)
- 12. 1922. W. Kilian. Sur l'avenir des anthracites intraalpins.

 Alpes Economiques, janvier 1922.
- 13. 1922. MOULINIÉ. Utilisation de l'anthracite des Alpes. (Note dactylographiée. Grenoble, 7 avril 1922.)
- 14. 1923. W. KILIAN. Présentation d'études de MM. Blanchet, Moret et Roch sur le Houiller intraalpin. C. R. séances Soc. Scientifique de l'Isère (Séance du 19 mars 1923), et observations de MM. Moulinié et Dejean.

IV

ETUDES GÉOLOGIQUES SUR LE TERRAIN HOUILLER DES RÉGIONS INTRAALPINES

(Zone du Briançonnais).

A. — CAMPAGNE 1920.

Par F. BLANCHET,

Préparateur de Géologie et Minéralogie à la Faculté des Sciences de Grenoble, Collaborateur au Service de la Carte géologique de France.

Généralités. — L'extension du terrain houiller dans les Alpes françaises est bien connue et plusieurs savants ont déjà précisé ses limites ¹.

Il y a lieu, d'après les derniers résultats publiés, de distinguer, au point de vue de la disposition générale de ce terrain, deux zones bien différentes:

1° Houiller des zones externes, comprenant les dépôts houillers situés en dehors de la zone intraalpine et généralement

 $^{^{1}}$ Feuille de Briangon de la Carte géologique détaillée de la France au 80.000° (1900).

KILIAN et RÉVIL, Etudes géologiques sur les Alpes occidentales, tomes I et II (surtout t. II) (Mém. p. serv. à l'expl. de la Carte géol. de France, Ministère des Trav. publics. Paris, Impr. Nat.).

Voir aussi W. KILIAN, Rapport sur le terrain houiller des zones intraalpines françaises. (Grenoble, Aubert, 1919.)

disposés en synclinaux plus ou moins étirés dans les massifs cristallins; le plus connu et aussi le plus important et le moins disloqué de ces affleurements est le « Bassin de La Mure », dont la structure détaillée, malgré les nombreux travaux de mines dont il a fait l'objet, n'a pas encore été établie d'une façon définitive.

Dans toute cette zone, il convient de se rappeler que, d'après les résultats certains des études géologiques, il est admis par tous les géologues qu'après le dépôt des couches anthracifères et avant la formation des dépôts triasiques, le Houiller a subi les effets d'un premier plissement, le plissement hercynien. Les plis ainsi formés ont subi un décapage important et il en résulte que les sédiments houillers ont disparu en un grand nombre de points et n'ont été conservés que dans les replis synclinaux; les dépôts de l'époque secondaire (Trias et Lias) ont ensuite recouvert cet ensemble en discordance.

Enfin, sous l'effet du mouvement alpin, l'ensemble des assises cristallines, houillères et secondaires a été de nouveau plissé et la chaîne de montagnes ainsi formée a été une troisième fois soumise à l'action des agents d'érosion.

De l'interférence de ces divers mouvements, il résulte une disposition complexe et les recherches de charbon présentent souvent de graves difficultés dans toute cette zone; le choix des points où doivent être exécutés avec quelque chance de succès des sondages en vue de ces recherches doit être fait avec beaucoup de soin et basé sur une étude minutieuse de la disposition des plis dans la région que l'on se propose d'étudier.

Dans toute cette partie des Alpes, les travaux des géologues ont permis d'établir le tracé des replis synclinaux anciens (hercyniens) dans lesquels les dépôts houillers ont été conservés; MM. Kilian et Lory, en particulier, ont montré que l'on peut y distinguer deux bandes principales:

a) Une bande orientale située sur le flanc de la chaîne cristalline de Belledonne et comprenant notamment les gisements de Pierre-Châtel, de Saint-Mury, de la Boutière, etc...;

b) Une bande occidentale comprenant les lambeaux houillers plus importants de La Mure et de La Motte-d'Aveillans.

Tous ces dépôts houillers appartiennent à l'étage stéphanien (Houiller supérieur), ainsi que l'a montré l'étude de la flore.

2° Houiller intraalpin. — Le Houiller intraalpin, très puissant dans les hautes vallées alpines, se poursuit sans discontinuité du col des Ayes, au Sud de Briançon, au Petit-Saint-Bernard, sur les confins de la Tarentaise et de l'Italie.

Il diffère du Houiller des zones externes par deux caractères essentiels :

- a) Les terrains qui le recouvrent (Trias, Lias) sont en concordance avec lui;
- b) La flore qui a été recueillie dans ces dépôts montre qu'ils sont plus anciens que les dépôts houillers des zones externes.
- M. Kilian y avait signalé en effet le Sphenopteris Essinghi Andr. du Westphalien, mais l'âge précis de cette formation a été fixé pour la première fois par M. le commandant Pussenot qui, grâce à la découverte de végétaux fossiles caractéristiques et notamment de Nevropteris Schlehani Stur, a montré que ces dépôts appartiennent en grande partie au Westphalien moyen.

Dans le Briançonnais, le niveau westphalien a seul été signalé jusqu'à présent, mais en Maurienne et en Tarentaise M. Pussenot a montré la coexistence du Westphalien et du Stéphanien:

La découverte du Westphalien dans la zone du Briançonnais a d'ailleurs permis de confirmer que les Préalpes du Chablais (seul point des Alpes françaises où étaient alors connus, d'après M. Lugeon, les dépôts westphaliens) avaient leurs racines dans cette zone intérieure de nos Alpes. Etant données l'extension considérable du terrain houiller intraalpin et les difficultés d'accès des régions où on le rencontre, je n'ai pu réaliser complètement cette année l'étude détaillée de sa répartition.

J'ai consacré la campagne de 1920 à étudier les différents affleurements du terrain houiller dans la zone du Briançonnais. Le but de ces explorations, exécutées sous les auspices de M. P. Corbin et sous la haute direction de M. le professeur Kilian, membre de l'Institut, était de préciser l'extension des zones productives dans desquelles il conviendrait à l'avenir de concentrer les recherches et les différents travaux d'exploitation de combustible, l'utilisation de nos Anthracites alpins semblant devoir prendre un nouvel essor depuis la mise au point de procédés nouveaux de pulvérisation et d'insufflation qui permettent d'augmenter sensiblement leur rendement thermique.

J'ai donc, dans ce but, relevé sur la carte au 20.000° (Plans directeurs de l'Armée) la plupart des affleurements avec la direction et le pendage général des couches et j'y ai délimité d'une façon presque définitive l'extension du Houiller productif de l'Argentière au Sud jusqu'aux environs du col du Chardonnet et du Pic de la Moulinière au Nord. Seule la vallée de la Clairée et les environs de Névache n'ont pu être étudiés cette année.

Je me suis plus spécialement attaché à fixer pour toutes les parties explorées *l'allure générale* de ce terrain qui seule rend possible la reconstitution des grands plis et leur direction d'ensemble, dont la connaissance peut permettre la recherche et l'exploitation méthodique et rationnelle des couches de charbon.

Un examen attentif de cette région permet, en effet, d'y reconnaître l'existence de bouleversements intenses parfois très compliqués, ayant souvent conduit à de véritables « chiffonnements » dont le résultat a été l'étirement en chapelet et le broyage plus ou moins accentué des couches anthracifères caractérisées dans toute cette zone par leur disposition lenticulaire et leur discontinuité. Etant donnée cette complexité, je me suis abstenu de

mentionner sur la carte de trop nombreux pendages qui auraient certainement nui à la lecture et à la compréhension de la disposition générale des couches.

Il est, dès lors facile de distinguer sur la carte ainsi établie un certain nombre de plis et de zones 1, à savoir :

- 1° Un petit lambeau isolé, peu important et sectionné par le torrent de Fournel, aux environs de l'Argentière.
- 2° Une zone beaucoup plus importante, à disposition anticlinale, dont l'axe affecte dans la partie méridionale une direction générale S.N. et comprenant, sur la rive gauche de la Durance, la région située entre Sainte-Marguerite et Saint-Martin-de-Queyrières. Cette zone est interrompue en ce point par la vallée de la Durance, mais se continue plus au Nord, toujours avec la même disposition, aux environs de Prelles et de Ratière.
- 3° A l'anticlinal précédent fait suite, plus à l'Est, un synclinal assez étroit et marqué par les petits affleurements de Pioliers, du Moulin et des Prés de Chalvet à l'Est des Combes.
- 4° A l'Est de ce synclinal nous retrouvons un grand anticlinal à flanc ouest très incliné et dont le flanc est, à pente beaucoup plus douce, s'étend depuis Clot-de-la-Rama, l'Hermetière et le Villaret à l'Ouest jusqu'à Prés-du-Vallon et les environs de Villard-Saint-Pancrace à l'Est. Plus au Nord, cet anticlinal, après avoir été sectionné par la Durance, se resserre et ne présente plus que son flanc oriental toujours assez développé et comprenant les lambeaux de Pierre-Feu et de Puy-Saint-André. Plus au Nord encore, à partir de La Salle, son axe s'infléchit et prend une direction parallèle à la vallée de la Guisane jusqu'aux environs du Monétier-les-Bains. Dans toute cette région, si l'on fait abstraction des petites dislocations locales que

Voir la carte schématique à la fin du présent mémoire (Pl. I).

l'on rencontre aux environs de Monétier par exemple, cet anticlinal ne présente également que son flanc N.E. (normal), que l'on peut suivre sans discontinuité de La Salle, par Serre-Barbin, le Gros, Puy-Freyssinet jusqu'à Puy-du-Gros. A partir de ce point, nous observons une nouvelle inflexion de l'axe, en sens inverse de la première et jusqu'au col du Chardonnet, cet axe prend une direction S.S.E.-N.N.O.

- 5° A l'anticlinal précédent fait suite à l'Est un nouveau synclinal dont l'axe passe près de Villard-Saint-Pancrace, Saint-Blaise, Puy-Richard, Chantemerle et Puy-Chirouzan.
- 6° Plus à l'Est enfin, nous ne rencontrons plus que quelques lambeaux de terrain houiller appartenant à un nouvel anticlinal qui comprend les environs de Sainte-Catherine près Briançon, ceux de Saint-Chaffrey et le Houiller de Bois-Villard.

Les nombreuses exploitations de charbon que j'ai reportées sur la carte suffisent, par leurs groupements mêmes, à fixer le lecteur sur l'importance relative des différentes zones et nous devons distinguer comme particulièrement intéressantes, dans le Briançonnais, les régions suivantes :

- A. Les environs de Saint-Martin-de-Queyrières (Briançon-Sud), qui comprennent :
- a) La zone comprise entre Queyrières, le Poux et Saint-Martin;
- b) La zone comprise entre Clot-la-Rama, le Villaret et Roche-Baron avec les exploitations de la Chapelle-Saint-Roch et de Villard-Saint-Pancrace;
- c) La zone de Prelles comprise entre la Bletonnée et les Andrieux.
- B. La région des deux rives de la Durance entre Pierre-Feu et Briançon (avec les gisements de la Combarine, Chamandrin, La Tour, Villard-Saint-Pancrace, etc.).

- C. La région des importants gisements de Villeneuve-la-Salle (les Gardéoles), de Saint-Chaffrey et des Eduits.
- D. Les environs de Serre-Barbin comprenant la zone entre le Freyssinet, Puy-Freyssinet et le Rochas.
- E. La zone de Monétier-de-Briançon et plus particulièrement la région comprise entre Puy-Chevalier et Croix-Sainte-Elisabeth (avec les gisements principaux de Puy-Freyssinet, Puy-du-Cros, Puy-Jaumar, etc.).
- F. Enfin, plus au Nord, la zone du col du Chardonnet, caractérisée par la transformation par métamorphisme du charbon en *Graphitoïde* au contact des Microdiorites.

Nous pouvons remarquer que la grande inflexion des axes des plis à la hauteur de la Salle correspond à la position même du massif cristallin du Pelvoux, ce dernier ayant joué par rapport à la « nappe du Grand-Saint-Bernard », dont fait partie le Houiller dans la zone du Briançonnais, le rôle de « horst » ou de butoir, contre lequel sont venues déferler les vagues de cette nappe.

Le présent travail donne, à titre d'exemple, l'examen de détail d'une partie d'une des bandes les plus intéressantes de notre zone houillère intraalpine.

Pour les autres parties de cette zone (Maurienne et Tarentaise), que j'ai parcourues trop rapidement cette année, je me bornerai à donner des indications moins minutieuses en énumérant seulement les régions les plus intéressantes à explorer et qui feront l'objet de prochaines campagnes.

1° En Maurienne:

- a) La région de Bonnenuit-Valloire;
- b) de Saint-Michel, les Sordières, l'Etarpey;
- c) du Nord de l'Arc (Thys, Orelle, Encombre).

2° En Tarentaise:

- a) La région de Saint-Martin-de-Belleville;
- b) des Allues;
- c) de Montagny et Bozel, la Rosière;
- d) —, de la vallée de l'Isère (rive gauche, Bois de Malgovert, Landry, Macot, Sangon, etc...);
- e) de la rive droite de la vallée de l'Isère (Aime, les Chapelles).

Ces divers districts productifs sont eux-mêmes d'un inégal intérêt; certains, comme celui de Saint-Martin-de-Belleville, quoique très riches, sont en effet beaucoup trop éloignés des voies ferrées et ne peuvent présenter qu'une importance locale; d'autres, au contraire, doivent à la proximité des lignes de chemin de fer un intérêt tout particulier et devront être l'objet d'une étude beaucoup plus attentive (vallée de l'Isère, vallée de l'Arc).

V

ÉTUDES GÉOLOGIQUES SUR LE TERRAIN HOUILLER DES RÉGIONS INTRAALPINES

(Zone du Briançonnais)

B. — CAMPAGNES 1921 et 1922.

Par L. MORET,

Chef de Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Strasbourg

Et E. ROCH,

Attaché au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

Pour compléter l'établissement de la carte au 20.000° du Houiller du Briançonnais, dont les grandes lignes avaient déjà été établies l'année précédente grâce aux études de M. Blanchet, nous avons continué à noter avec soin sur la carte tous les dépôts glaciaires, éboulis, etc., à faire le départ entre le Houiller et les formations géologiques avoisinantes (roches éruptives, Permien, Trias, etc.), enfin à délimiter dans ce Houiller les parties productives des zones stériles où les exploitations anthracifères n'auraient pas chance d'aboutir.

Nous adressons l'expression de nos bien vifs remerciements à M. le professeur Kilian, qui a bien voulu nous conseiller et dont les avis nous ont permis de mener à bien ce travail; à M. Paul Bertrand, l'éminent paléobotaniste, qui a bien voulu déterminer les empreintes végétales recueillies au cours de ces

deux campagnes, et à M. P. Corbin, dont le généreux concours nous a été si précieux.

Le travail que nous présentons a été fait par nous en 1921 et 1922, soit isolément, soit en collaboration; mais pour donner plus d'homogénéité à l'exposé des résultats, nous avons fondu les comptes rendus personnels et rédigé la notice suivante, à laquelle nous avons laissé la forme descriptive par itinéraire.

Notre point de départ a été le Houiller du massif de Prorel, près Briançon, que nous avons étudié en détail et où nous avons établi l'existence de plusieurs niveaux successifs (cinq. dus probablement à des replis) dont nous avons cherché les prolongements au Nord et au Sud.

Puis nos explorations ont porté sur la partie méridionale de la vallée de Briançon, jusqu'aux affleurements de Réotier et de Chanteloube, non loin de Mont-Dauphin et de Saint-Crépin, et elles ont été continuées, dans la partie septentrionale, dans la vallée de Monétier et dans celle de Névache.

Dans une prochaine campagne, nous nous proposons d'étudier en détail la Maurienne et la Tarentaise où les affleurements houillers présentent une ampleur encore plus considérable et recèlent également de nombreux et intéressants gisements d'Anthracite exploités.

Vallées de Briançon, de Monétier, de Névache.

A. — Massif de Prorel. — C'est le gros massif houiller qui s'étend à l'W. de Briançon et qui sert de socle aux fameuses écailles décrites par M. Termier. En longueur, le Houiller affleure de Pierre-Feu jusqu'à Chantemerle; en largeur, il occupe l'espace qui s'étend de la route nationale jusqu'au pied de la falaise triasique de N.-D. des Neiges; il est constitué par des grès fins micacés, des schistes micacés (psammites) et des schistes à empreintes de plantes généralement productifs. Les ni-

veaux productifs numérotés de I à V sont fossilifères, surtout aux deux exploitations situées au bord de la grand'route, un peu au S. du Pinet.

En ce point la coupe est la suivante :

```
1° Schistes et }
2° Grès fin; }
10 mètres.
3° Lit schisteux à plantes : 35 cm.;
4° Petit lit d'Anthracite;
5° Schistes très fossilifères;
6° 4 mètres de gros bancs gréseux;
```

Plus haut, en suivant la route de Prelles, on passe près d'une carrière de grès, prolongement de ceux du toit de la coupe précédente, recouverts eux-mêmes par des conglomérats.

Ces niveaux productifs sont séparés par des bancs épais de grès grossiers et de conglomérats à galets quartzeux blancs. Ce sont eux qui forment les falaises si visibles du Prorel et qui alternent avec les replats gazonnés de roches plus tendres (v. Planche IV, fig. 2).

D'une façon générale, on peut distinguer les niveaux suivants:

- I. Niveau le plus inférieur, niveau du Pinet.
- II. Niveau de Saint-Blaise.
- III. Niveau de la Sagnette.
- IV. Niveau de Puy-Saint-Pierre.
- V. Niveau de Puy-Richard et tous les affleurements de la base de N.-D. des Neiges.
- (V. Planche II, fig. 1.)

Toutes ces couches subissent un changement de direction dans le pendage, le long d'une ligne dirigée N.W.-S.E. et passant approximativement par Puy-Richard. A l'Est de cette ligne, le pendage est en général dirigé vers l'W. ou le S.W.; à l'W., il est en sens inverse, c'est-à-dire N.E. Cette ligne marque donc la direction approximative d'un synclinal, d'ailleurs très visible à l'exploitation située un peu au N. de Saint-Blaise.

D'autre part, il semble que l'axe longitudinal du massif subisse une légère inflexion vers le S.E., c'est-à-dire dans la direction de Saint-Blaise. En d'autres termes, la vallée de la Durance aurait été imposée par une dépression transversale, très nette, existant au niveau du synclinal de quartzites triasiques de Prelles.

Le bois de Prorel présente une accumulation de blocs éboulés de Houiller (grès et conglomérats); çà et là on peut voir quelques affleurements de schistes noirs *en place*, surtout vers le bas, avec un peu d'Anthracite.

Il semble que la mine importante des Eduits, au S. de Chantemerle, se trouve sur le prolongement de notre niveau IV, celui de Puy-Saint-Pierre. En ce point, on constate une petite inflexion synclinale des couches. Près du moulin de Faure, et un peu au N. et à gauche de Sainte-Catherine, se trouvent des affleurements de schistes très micacés et très redressés. Ce sont les niveaux les plus inférieurs du massif que l'on puisse constater.

On remarque des intrusions de Microdiorites dans le ravin du ruisseau du Loup et autour de Puy-Saint-André. Celles du ruisseau du Loup sont particulièrement intéressantes à étudier (v. Pl. III, fig. 1 et 2); le long de la route on peut aisément se rendre compte que ces Microdiorites paraissent ici, grâce à leur dureté, s'être enfoncées comme un coin dans le Houiller. postérieurement à leur refroidissement; on ne constate aucune trace de métamorphisme ni sur les grès ni sur l'Anthracite qui est au contact et qui n'est nullement transformé en Graphitoïde. Le glissement s'est fait sur le lit de charbon 1 (il est d'ailleurs intéressant de noter qu'on trouve souvent le charbon près de la roche éruptive, par exemple au Villaret, en face de Prelles). Donc c'est là un accident purement tectonique, c'est-à-dire que

¹ L'Anthracite a donc joué le rôle de lubrifiant au cours des mouvements tectoniques et séparé peut-être souvent des bancs avoisinants qui ne sont pas en superposition normale.

les Microdiorites que l'on observe en ce point n'y sont pas venues par injection, elles ont évidemment été enclavées dans le Houiller, puis elles s'y sont consolidées; c'est à ce moment seulement que des mouvements orogéniques les ont en quelque sorte incrustées dans des couches qu'elles n'avaient pu atteindre dès le début.

Remarques. — Etant donnée la discontinuité des affleurements charbonneux, il est difficile de les suivre; de plus, le toit des niveaux d'Anthracite est souvent constitué par le conglomérat sans intercalation de schistes fins; ou encore le mur schisteux est plus fossilifère que le toit (ou même seul fossilifère) lorsque ce dernier est normalement schisteux, ce qui est contraire aux observations habituelles des mineurs.

Tout ceci prouve qu'il doit y avoir ici un renversement complet des couches et peut-être formation d'écailles imbriquées, ce qui expliquerait au moins l'énorme épaisseur des sédiments carbonifères dans cette zone. Les nombreuses couches d'Anthracite, véritable « savon » séparant les bancs durs, ont dû d'ailleurs beaucoup faciliter la réalisation de cette structure spéciale de la bande houillère.

B. — Pont-Baldy, La Tour, Saint-Pancrace, Melezein. — D'une façon générale, tous ces gisements se trouvent sur l'alignement de la zone du Prorel dont ils sont la continuation jusqu'au bois des Ayes. Cependant, à La Tour, le pendage des couches est très voisin de la verticale, de sorte qu'il est infiniment probable qu'il doit y avoir au niveau de la vallée de la Durance un accident transversal séparant les deux massifs.

A La Tour, les couches sont verticales et de direction S.E.-N.W. Il existe trois couches d'Anthracite dont une, assez impor-

¹ Malgré tout, on voit sur la carte que le pendage des couches implique la continuation au S. du pli synclinal du Prorel. On peut également supposer un abaissement d'axe transversal au passage de la vallée, ce qui amènerait à considérer les gisements à couches subverticales qui sont au S. de Villard-Saint-Pancrace comme le prolongement du niveau V de Prorel.

tante, mesure près de 1 m. 50 d'épaisseur. Près de l'usine affleurent des schistes à plantes, des grès et des conglomérats qui se prolongent dans le bois du Vallon.

En montant de La Tour vers Melezein, par le torrent, on voit successivement de l'E. à l'W. les quartzites (que l'on retrouve plus haut avec des intercalations de schistes verts phylliteux et où le contact avec le Houiller se fait par un conglomérat très grossier et très disloqué) — le contact du Houiller est ici masqué — puis des schistes micacés à traces charbonneuses avec un petit lit d'Anthracite dans le lit du torrent (pendage très incliné vers le S.W.), puis des conglomérats, et enfin des schistes fins avec nombreuses intercalations d'Anthracite. Toutes ces couches sont à peu près parallèles au torrent. On remarque que, par endroits, de vieilles galeries abandonnées allaient probablement en travers-bancs rejoindre les couches de Saint-Pancrace.

La coupe du Pont-Baldy est intéressante 1. MM. Kilian et Pussenot avaient déjà remarqué que, lorsqu'on quitte le pont pour suivre la route de Saint-Pancrace, on voit successivement sur la paroi de gauche: 1° les calcaires gris du Trias; 2° de très belles brèches laminées à galets silicifiés roses et verdâtres à traînées siliceuses (probablement Jurassique supérieur), des cargneules; 3° gypses; 4° calcaires du Trias; 5° une mince esquille de schistes micacés du terrain houiller; enfin, 6° des calcaires noirâtres, fins, en petites dalles (Jurassique ou « Marbres en plaquettes » ?).

En descendant dans le ravin, on peut très bien suivre le Houiller qui augmente là d'importance et occupe les deux berges du torrent. Il y est très métamorphique et parfois semblable à un Gneiss laminé; ce sont des schistes très micacés, blanchâtres, très plissés et redressés; les galets de quartz du conglomérat y ont pris une allure en amandes alignées. Un peu plus loin,

¹ Cf. W. Kilian et Ch. Pussenot, Sur l'âge des Schistes lustrés dans les Alpes franco-italiennes. (C. R. des Séances de l'Ac. des Sc., t. CLV, p. 887. Séance du 4 novembre 1912.)

au pont de Cervières, le Houiller reparaît, il est ici plus net; de gros bancs de conglomérats y alternent avec des bancs schisteux plus fins. Quelques lambeaux de marbres en plaquettes, non marqués sur la carte géologique au 80.000°, sont observables en ce point.

C. — Pioller, Le Villaret, l'Hermetière. — Le Houiller de Pioller est compris entre un ressaut de quartzites et de grosses masses de Microdiorites. Il a son symétrique au S., de l'autre côté de la Durance, dans les affleurements du Villaret et de l'Hermetière, également pincés entre des Microdiorites à l'E. et le synclinal de quartzites de Roche-Baron à l'W. Les Microdiorites se prolongent très haut dans la montagne, au-dessus de l'Hermetière; quant aux grès à Anthracite, ils vont jusqu'à Coste-Rousse.

A Pioller on peut relever la coupe suivante de haut en bas :

- 1° Quartzites:
- 2° Conglomérat à galets roses et verts (Permo-Houiller ou base du Trias?);
 - 3° Conglomérat houiller;
 - 4° Schistes et grès à Anthracite avec lits de conglomérats;
 - 5° Schistes et Microdiorites.

En se dirigeant de Roche-Baron vers l'Hermetière, on traverse de même :

- 1° Quartzites;
- 2° Conglomérat à petits galets roses et verts;
- 3° Conglomérat houiller;
- 4° Schistes, grès et conglomérats avec Anthracite et intercalation de Microdiorites souvent en contact direct avec le charbon (v. coupe 2).

Il y a une correspondance très nette entre ces deux buttes de quartzite, ainsi qu'un abaissement transversal de l'axe du pli au niveau de la Durance.

On voit très bien aussi de Prelles que le bloc de quartzite de

Roche-Baron n'est autre chose qu'un morceau de charnière synclinale sous lequel s'enfoncent à l'E. les sédiments permiens et houillers (v. Planche IV, fig. 1) qui ne réapparaissent pas à l'W., où ils n'affleurent que de l'autre côté d'un nouveau ressaut synclinal de quartzite.

Les affleurements de cette bande Pioller-l'Hermetière, située à l'E. de la bande synclinale de quartzite, se prolongent jusqu'à Clot-la-Rama et Pas-du-Roy. On les retrouve tout le long du torrent de Saint-Sébastien où les couches sont très tourmentées; dans toutes ces régions, il y a de nombreux grattages, que l'on a marqués sur la carte.

En amont de la station de Prelles et sur la berge gauche de la Durance, nous avons noté des affieurements d'argilolites liede-vin et vert-émeraude (Permien) et des Microdiorites non portés sur la Carte au 80.000°.

D. — Prelles, Bouchier, Queyrières, Sainte-Marguerite. — C'est la bande de Houiller située à l'W. de la bande synclinale de quartzite dont nous venons de préciser l'allure.

La coupe du torrent de Prelles montre, de l'W. vers l'E.:

- 1° Quartzites;
- 2° Conglomérats à petits galets roses et verts;
- 3° Conglomérat houiller;
- 4° Grès et schistes à Anthracite et petits lits de conglomérats.

Sur la rive droite du torrent, les bancs plongent grosso modo vers l'E., et sur la rive gauche vers l'W.

Aux affleurements de Bouchier, le pendage est dirigé vers l'W. Quant à la bande houillère de Queyrières, elle est placée à l'W. de la bande synclinale quartzitique, le plongement est toujours est. A Queyrières même se montrent des bancs de quartzites, prolongement probable de ceux qui pointent dans le Houiller du gisement de Bouchier. Avant d'arriver à Sainte-Catherine (au S. de Queyrières), les affleurements houillers sont masqués par un vaste éboulis permo-carbonifère. Ils ne repren-

nent que dans le torrent du ruisseau de Saint-Sébastien où l'on peut, en remontant de 3 à 400 mètres dans la montagne, constater d'intéressants niveaux d'Anthracite et relever une belle coupe (v. coupe 3).

Il y a là trois veines de charbon dont l'une de 0 m. 35, les autres n'ont que 0 m. 10 et 0 m. 20.

La veine la plus inférieure a pour toit le conglomérat; le mur est constitué par des schistes fins à plantes, qui nous ont fourni de nombreuses et belles empreintes (c'est le n° 12 de la coupe 3). Certains points de ces schistes sont pétris de tiges de Calamites. Nous y avons recueilli en peu de temps de nombreuses traces oblongues devant probablement être rapportées à des fruits et des plantes que M. Paul Bertrand a eu l'amabilité de déterminer. Il a reconnu notamment : Calamites Cisti-Suckowi Brongnt., Nevropteris aff. pseudo-gigantea Potonié. De nombreuses empreintes de Lepidodendron, de Sigillaria et de Pecopteris n'ont pu être déterminées spécifiquement.

Le Houiller affleure encore aux chalets de l'Orion de Queyrières où, au dire des habitants, il contiendrait aussi de l'Anthracite.

Le gisement le plus méridional que nous ayons visité en 1921 est celui de l'Argentière; il est peu important et se réduit à quelques filonnets d'Anthracite (pendage 30° W.). On peut constater la présence de petites failles locales.

Nous avons également visité les nombreux lambeaux haut situés de Puy-Chalvin, les Combes, la Ratière, etc..., tous plus ou moins productifs, mais moins intéressants à cause de leur altitude. Le gisement du N. du hameau des Combes se perd, en montant, dans les éboulis et nous n'avons pas eu le temps de le suivre. Dans les ravins encaissés qui avoisinent la Ratière, le gypse du Trias semble directement en contact avec le Houiller. Mais le mauvais temps a fortement gêné nos observations.

La bande de Houiller qui est à l'W. de la Pioller-l'Hermetière représente un anticlinal; elle comprend les gisements de la Ratière, de Prelles, Saint-Martin, Queyrières. Nous allons nous occuper maintenant des affleurements les plus méridionaux du Briançonnais, soit Réotier sur la rive droite de la Durance, en face de Mont-Dauphin, et Chanteloube en face de Saint-Crépin.

Ces deux affleurements forment le front d'une nappe, ainsi que le montrent la tectonique et les tracés de la carte géologique au 80.000°.

E. — Réotier. — Le terrain houiller se présente ici sous forme d'une petite bande étroite orientée Nord-Nord-Ouest - Sud-Sud-Est. On observe en cet endroit des schistes fins très plissés, très dynamométamorphisés, des grès micacés et des conglomérats quartzeux.

Ces schistes débutent près du talus de la voie du chemin de fer; ils ont un pendage très variable, tantôt vers l'Est, tantôt vers l'Ouest; nous avons donc supposé qu'il pouvait y avoir en cet endroit une charnière d'anticlinal; d'autant plus que ce houiller est situé entre deux bandes de calcaires du Trias.

Au point de vue industriel, cette région ne paraît pas offrir un grand intérêt. On n'y a jamais fait d'exploitation et il semble bien qu'il n'y ait rien à en tirer; l'état d'ailleurs très métamorphique des sédiments rendrait le travail fort difficile.

F. — Chanteloube. — Ici, le Houiller est plus important. C'est sans doute la continuation de l'affleurement de Réotier. On peut le suivre depuis le village des Césaris jusqu'aux maisons des Guâs. Il s'étend du N.N.O. au S.S.E., limité à sa partie supérieure par des calcaires et des quartzites du Trias, à sa partie inférieure par du Glaciaire et par les calcaires du Trias (vers les Pâsques). Aux Césaris nous trouvons des conglomérats très grossiers qui passent peu à peu à des grès, puis à des schistes assez fortement micacés.

A la Chapelle, on nous a signalé un affleurement anciennement exploité, mais qui aujourd'hui est recouvert par de la terre végétale. Au-dessus de Chanteloube, il existe plusieurs galeries de mines; on en trouve une sur la rive droite du petit torrent de Tramouillon; nous y rencontrons des grès et des schistes fortement redressés à pendage ouest.

Sur la rive gauche du torrent de Bouffard, une galerie coupe à plusieurs reprises des grès fins, des schistes à pendage ouest 60°, ainsi que plusieurs veines de charbon plus ou moins importantes. Cette répétition, ainsi que l'a fait remarquer M. le professeur W. Kilian¹, est due à ce que nous nous trouvons sur le front d'une « écaille »; le Houiller étant très reployé, il n'y a qu'une couche importante que l'on recoupe plusieurs fois. L'épaisseur de cette couche est très variable (de 0 m. 10 à 0 m. 90). Si nous continuons vers le Nord, le Houiller finit en « sifflet », pincé entre deux bandes de Trias.

G. — Les Ayes. — Il nous reste, pour achever ce qui concerne la vallée de Briançon, à donner quelques indications sur le Houiller du bois des Ayes.

Sur la route du col des Ayes, avant les chalets de ce nom et sur la rive gauche du torrent, à l'altitude de 1800 mètres environ, on remarque une forte épaisseur de grès fins, micacés, à pendage 25° Ouest, avec quelques schistes à la base. On peut récolter là des empreintes de *Calamites* et de *Pecopteris* dans les schistes d'un ravin situé plus au Sud. Ici, un commencement d'exploitation, qui n'a sans doute pas donné les résultats espérés, a été abandonné. Un peu avant d'arriver aux chalets des Ayes, en face du pont situé sur ce torrent et à une altitude de 2050 mètres, plusieurs ouvertures de mines qui sont actuellement éboulées montrent qu'il y a du charbon. Puis la bande se continue, avec plusieurs alternances de schistes, de grès et de conglomérats, jusqu'à 1900 mètres, où se montrent des éboulis de « Verrucano ».

¹ Cf. KILIAN et RÉVIL, Alpes occidentales, t. I, p. 617.

Le Houiller traverse le torrent de l'Orcière pour dessiner un anlichinal au bois des Ayes.

En ce point, sur le flanc est, le pendage est de 30° S.W. De nombreux éboulis cachent une bonne partie de la montagne; les affleurements que l'on peut noter consistent en plusieurs alternances de grès quartzeux et de conglomérats à gros éléments. A 2450 mètres, les grès deviennent plus fins et se chargent en paillettes de mica.

Au-dessus viennent de nouveau des conglomérats quartzeux et ainsi de suite. Dans certains de ces conglomérats, nous avons pu observer des galets d'Anthracite ou tout au moins des fragments de schistes très charbonneux. Le sommet du bois est formé de très gros conglomérats quartzeux qui représentent le Verrucano (permien).

Le versant ouest du bois est constitué également par des grès et des conglomérats quartzeux.

Nous n'avons pu y découvrir des affleurements de schistes. Il est vrai que la végétation et les éboulis cachent la roche et rendent l'observation difficile.

Suivons maintenant le torrent des Ayes et traversons le col. Nous trouvons alors au Sud des chalets de Clapeytot, dans le Queyras, un affleurement de Houiller qui se présente sous forme de grès fortement micacés et de conglomérats très quartzeux qui passent rapidement au Permien. Le pendage est en gros de 60° Sud-Ouest.

Dans cette région, il semble donc que les couches de charbon que l'on suit depuis Villard-Saint-Pancrace s'arrêtent aux chalets des Ayes. Toutefois, au bois des Ayes, il est possible d'en trouver en profondeur, car il nous semble que les conglomérats, en général, forment le passage avec le Permien et par conséquent se trouvent d'ordinaire au-dessus du charbon exploitable.

H. — La vallée de Monétier. — Ici, le Houiller est très important. Il s'étend sans interruption depuis le bois des Rousses, au Nord de Saint-Chaffrey, jusqu'au col de la Ponsonnière.

Il se rattache à celui du massif de Prorel. En effet, en ce point les couches sont dirigées Nord-Sud avec pourtant une légère tendance vers l'Ouest.

De plus, lors des travaux effectués dans le lit de la Guisanne, à la hauteur de Chantemerle, pour l'édification d'un petit barrage, on a rencontré une couche de charbon.

La direction Nord-Sud cesse brusquement à l'altitude de 1600 mètres environ et les couches prennent alors une direction très nette N.N.O.-S.S.E., qu'elles gardent jusqu'au col de Chardonnet. Le pendage est à l'Est. Nous nous trouvons donc sur le versant occidental du synclinal du Grand-Aréa, ainsi que l'a montré M. le professeur W. Kilian 1; ce synclinal s'accidente d'un synclinal secondaire qui va du bois de Villard jusqu'au col de Granon.

Au Nord de Saint-Chaffrey, le Houiller se présente sous forme de schistes et de grès micacés à pendage 15° E. L'épaisseur de la couche paraît ici être de 0 m. 50 à 1 mètre, mais elle n'est pas constante.

Dans la région comprise entre la Villette et Pratléger, le pendage est, comme nous l'avons dit, assez faible, mais par contre, au col de Granon, il se relève brusquement; les couches deviennent alors presque verticales.

Au Nord de Chantemerle, la concession des Gardéoles est plus importante. Nous avons pu nous rendre compte, grâce aux précieux renseignements que nous a donnés M. Lamendin, directeur des Mines des Hautes-Alpes, que les couches d'Anthracite dirigées rigoureusement Nord-Sud paraissaient s'élargir en profondeur.

M. Lamendin a constaté, en effet, qu'à la cote 1537, l'épaisseur de la couche est de 0 m. 80 environ; à la cote 1493, de 1 m. 20; à la cote 1456, de 1 m. 50 à 1 m. 70.

¹ KILIAN et RÉVIL, Alpes occidentales, t. I, p. 335.

Se basant sur ces données, il fait creuser à la cote 1382 une galerie qui, malheureusement, n'a pas atteint encore le Houiller.

Si, maintenant, nous conservons la même direction, nous nous trouvons exactement dans le prolongement de l'affleurement houiller trouvé dans le lit de la Guisanne.

Dans cette concession, les couches sont très redressées, se rapprochent de la verticale, avec cependant un léger pendage vers l'Est. MM. Kilian et Peilles y ont signalé jadis le *Sphenopteris Essinghi* Andr. et plusieurs autres espèces.

La qualité du charbon est bonne; en effet, la teneur en cendres serait de 17 à 20 %. Au-dessus de la concession des Gardéoles, la direction des couches change et elles s'infléchissent vers le Nord-Ouest.

Les couches passent à Puy-Chirouzan et dans le torrent de la Salle où, au dire des paysans, le charbon était excellent. En cet endroit, on trouve facilement dans les schistes des empreintes de *Pectoperis* et surtout de *Calamites*, souvent bien conservées. Signalons encore *Stigmaria ficoides* Bgt., *Sigillaria* du groupe *mamillaris* Bgt. à Puy-Freyssinet, *Sphenopteris nevropteroides* Boulay, à Serre-Barbin.

Mais, incontestablement, l'endroit le plus fossilifère est dans ce ruisseau, entre Roche-Noire et le Rochas; on y trouve facilement les genres Sphenopteris, Stigmaria, Lepidodendron (dont L. du groupe Jagaczewskyi-aculeatum, Sigillaria, Calamites, dont C. Suckowi Bgt.); de même, au-dessus du Puy-du-Cros, où, d'après M. Lamendin, il y aurait cinq couches de charbon à l'altitude de 2120.

A Puy-du-Cros et à Puy-Jaunar (en ce point : Calamites Suckowi Bgt.), le Houiller est limité par une bande de quartzites du Trias. Il y est très plissé, car sur une faible étendue, à l'Ouest de cette bande principale de quartzite, on retrouve une petite bande de Houiller très pincée, avec schistes permiens nets, puis de nouveau des quartzites et enfin du Houiller qui, lui-même, disparaît sous du Glaciaire.

On peut relever la même coupe au-dessous de la maison fores-

tière de Puy-Chevalier, mais ici le Houiller est exploité. Audessus de ce village, nous pouvons noter la présence d'un affleurement de marbres en plaquettes passant au Flysch; ils sont le prolongement évident des bandes du flanc occidental de la vallée.

A partir de là, les exploitations sont moins nombreuses. Cela doit tenir, semble-t-il, à une forte couverture de Glaciaire qui a été relevée au vallon Bondarmi et au Perrou.

Dans ce dernier point, il doit exister en profondeur un paquet de schistes assez important, car on y remarque un sol marécageux indiquant un niveau imperméable.

Ici, nous pouvons constater que la direction des couches a changé; elles se sont redressées et prennent une direction plus franche vers le Nord; c'est la direction qu'elles affectent au sol du Chardonnet.

C'est là que se trouve la mine de *Graphitoïde* très activement exploitée pendant la guerre, mais actuellement délaissée. Houiller et Microdiorites y sont intimement mêlés. On y distingue deux niveaux; le niveau inférieur présente un Graphite impur et encore charbonneux; le niveau supérieur, par contre, est beaucoup plus métamorphisé. Ici, comme partout ailleurs, la formation en « chapelet » est très nette. La puissance des couches à la mine est parfois de 1 m. 20.

Entre cette mine et le lac qui se trouve plus à l'Est, il y a deux galeries de mines d'où l'on extrait du charbon non métamorphisé. Une abondance extraordinaire de *Calamites* et de *Stigmaria* couvre ces plaquettes de schistes.

En redescendant la route du col, on retrouve plusieurs alternances de « roches vertes » et de conglomérat houiller. Les éboulis considérables à cet endroit cachent le sol et rendent l'observation difficile.

Enfin, à la cote 2240, trois galeries creusées dans les grès et schistes lesquels accusent un pendage d'environ 30° Est; environ, car les couches de schistes sont très plissées. Ici encore on trouve des empreintes végétales.

La descente sur « Le Perrou » montre que le Houiller est séparé du Trias par les schistes violacés du Permien, non portés sur la carte géologique.

Vallée de Névache.

Le Houiller est beaucoup moins productif ici que dans la vallée de Monétier.

A ce point de vue, la rive droite de la Clairée est la plus intéressante. Cette rive appartient au flanc oriental du synclinal du Grand-Aréa et le pendage y est uniformément ouest.

La rive gauche, et la vallée elle-même, paraît être formée d'une série de petits anticlinaux et synclinaux, mais dont l'allure générale est la même que sur la rive droite : pendage ouest.

Une bonne coupe naturelle nous est fournie par la chaîne qui barre le fond de la vallée de Névache. Les couches supérieures sont doucement ondulées, les couches inférieures, plus plissotées, présentent des anticlinaux érodés à noyau de schistes. Cette simplicité d'allure, cette tranquillité des strates pourraient donner l'impression trompeuse que toute cette formation est « en place ».

A l'extrémité de Côte-Rouge, en face de Névache, sur la rive droite, on distingue, à l'altitude de 2100, un petit affleurement de schistes noirs dans des grès micacés. Au-dessus de cette altitude le Houiller productif paraît se terminer. En effet, on rencontre en grande abondance des conglomérats qui même passent à des poudingues présentant des galets bien roulés.

Les premières exploitations sont à la Souchère (altitude 1840 m.). Ici la couche est dirigée Nord-Sud et pendage Ouest 30°. Plus loin, un peu avant d'arriver aux chalets du Riftord et au-dessous des chalets du Jadis, on relève un pendage de 30-40° Ouest (altitude 1880). Une couche d'une certaine importance y est exploitée.

Aux chalets de Laval, les exploitations sont plus nombreuses :

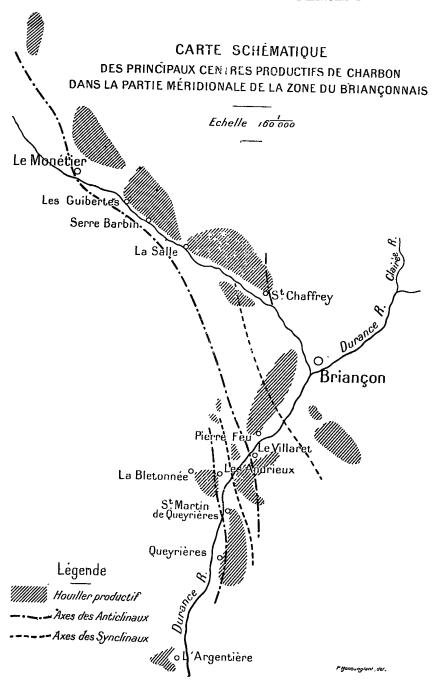
- 1° Une petite galerie creusée sous la route montre des grès, des schistes et du charbon assez redressés (pendage Ouest);
- 2º Puis, quelques mètres plus loin, en se rapprochant de la rivière, on voit un petit verrou glaciaire au milieu duquel une couche de charbon se montre presque verticale. Elle a 3 mètres de haut et 0 m. 80 d'épaisseur environ. C'est en quelque sorte un « corridor » à ciel ouvert dans lequel on peut circuler facilement. Les « épontes » sont formées de grès durs et de schistes (direction Nord-Sud). Parallèlement à cette exploitation, se trouve un second affleurement qui se prolonge de l'autre côté de la rivière. Ici les deux épontes ont broyé les schistes et grès que l'on voit très plissés et quelque peu dynamométamorphisés. Cette couche paraît se continuer plus loin; on voit, en effet, entre deux lignes de grès houiller, une dépression marécageuse indiquant un niveau de schistes imperméables et sans doute de charbon.

La rive gauche de la Clairée ne présente-que peu d'intérêt au point de vue qui nous occupe. Nous n'avons pu y remarquer que des conglomérats et des grès quartzeux. Toutefois, aux chalets du Jadis, deux petites exploitations, qui sont aujourd'hui abandonnées, montrent qu'il y a cependant du charbon dans cette région.

Au-dessus de ces mêmes chalets, à la cote 2340 environ, signalons un niveau de schistes fossilifères (abondance de feuilles de Fougères et de « Calamites »); à quelques mètres de là, une petite couche d'Anthracite a été également exploitée.

Plus au Nord, vers le lac des Muandes, une veinule de charbon repose directement, sans métamorphisme apparent, sur les « roches vertes » qui prennent ici un développement notable.

PLANCHE I



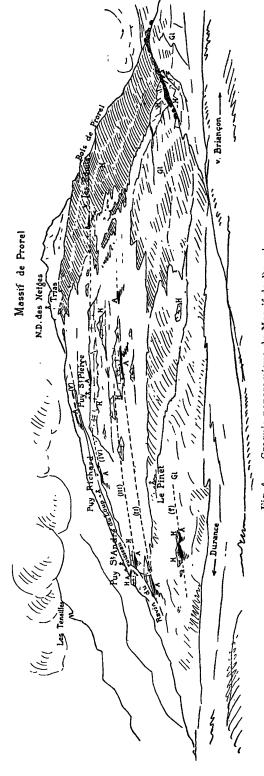


Fig. 1. — Croquis panoramique du Massif de Prorel près de Fond-Christianne.

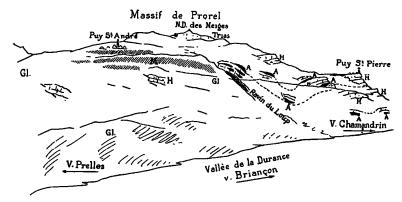


Fig. 1. — Croquis perspectif de l'extrémité 8. de Prorel montrant le synclinal de Chamandrin et la correspondance probable des couches productives.

Gl. - Alluvions glaciaires;

II. - Houiller (conglomérats, grès, schistes);

A. — Anthracite;

M. - Microdiorites.

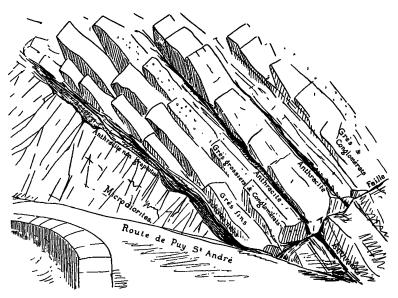


Fig. 2. — Coupe relevée sur la route de Puy-Saint-André, près du torrent du Löup, et montrant le contact du Houiller avec les microdiorites. Le contact se fait par l'intermédiaire d'une couche d'Anthracite qui n'a pas été transformée en graphite. C'est probablement un contact anormal postérieur à la mise en place des microdiorites.

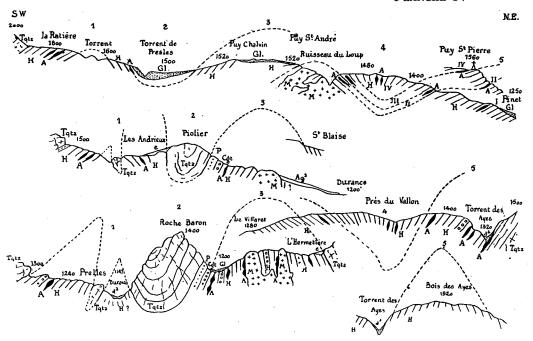


Fig. 1. — Coupes successives de la bande houillère de la vallée de la Durance au S: de Briançon. (Echelle 1/40.000°.)

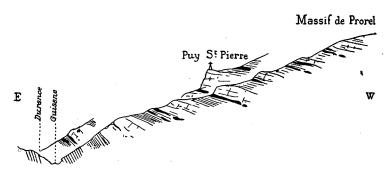


Fig. 2. — Coupe schématique montrant les alternances de bancs durs (ressauts de conglomérats et de grès) et de bancs plus tendres (paliers de schistes à Anthracite et de grès fins).