



HAL
open science

Etude géologique du carbonifère briançonnais, Hautes Alpes - Alpes françaises

Robert Feys

► **To cite this version:**

Robert Feys. Etude géologique du carbonifère briançonnais, Hautes Alpes - Alpes françaises. Stratigraphie. Université de Paris, 1957. Français. NNT: . tel-00720414

HAL Id: tel-00720414

<https://theses.hal.science/tel-00720414>

Submitted on 24 Jul 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SÉRIE A N° 3243
N° D'ORDRE: 4115

An Professeur J. Feilmas,
hommage amical de l'auteur

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Robert FEYS

Première thèse

Étude géologique du Carbonifère briançonnais (Hautes-Alpes)

Deuxième thèse

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

soutenues le 11 mai 1957 devant la commission d'examen

MM. L. BARRABÉ	<i>Président</i>
P. PRUVOST	} <i>Examineurs</i>
L. GLANGEAUD	
J. GOGUEL	<i>Invité</i>

PUBLIÉ DANS LES MÉMOIRES
DU BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES , 106, 1963

ÉDITIONS TECHNIP, 7, rue Nélaton, Paris XV

FEYS (Thèse)

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PROFESSEURS

Doyen J. PERES

PROFESSEURS

G. JULIA	T Anal. sup. et Algèbre sup.	WIEMANN	T Chimie organ. structurale
E. DARMOIS	T Enseignement de Physique	JACQUINOT	T Spectrosc. et Phys.
FOCH	T Méc. phys. et Expérimentale		Céleste
PAUTHENIER	T Electrotechnique générale	VASSY	Physique de l'atmosphère
DE BROGLIE	T Théories physiques	DESTOUCHES	Théories physiques
PRENANT	T Anatomie et Histol. comparées	M. PRUVOST	T Géologie
GARNIER	T Géométrie supérieure	AMIEL	T Chimie (P. C. B.)
PERES	T Mécanique des fluides et appl.	HOCART	T Minéralogie
LAUGIER	T Physiologie générale	J. P. MATHIEU	T Physique (P. C. B.)
M. CURIE	T Physique (P. C. B.)	COUTEAUX	T Biologie animale (P. C. B.)
BARRABE	T Géol. struct. et Géol. appliquée	MAY	T Biologie animale (P. C. B.)
G. DARMOIS	T Calc. des prob. et Phys. Math.	CHOQUET	T Calc. diff. et Intégral
J. BURCART	T Géogr. Phys. et Géol. dynam.	FELDMANN	Biologie (P. C. B.)
PLANTEFOL	T Botanique	GUINIER	T Physique (P. C. B.)
GRASSE	T Evol. des êtres organisés	JOST	T Biologie (P. C. B.)
PREVOST	T Chimie organique	FORTET	T Calc. des probabilités
BOULIGAND	T Appl. de l'analyse à la Géom.	SCHWARTZ	T Méth. Mathém. de la Phys.
CHAUDRON	T Chimie appliquée	CHOUARD	T Physiologie végétale
WYART	T Minéralogie	MALAVARD	T Aviation
TEISSIER	T Zoologie	BRELOT	T Calcul différentiel
MANGENOT	T Biologie végétale	NORMANT	T Chimie (P. C. B.)
P. AUGER	T Physique quantique et Relat.	BENARD	T Chimie (P. C. B.)
MONNIER	T Physiologie des fonctions	BUVAT	T Botanique (E. N. S.)
PIVETEAU	T Géologie	DUGUE	T Statistiques mathématiques
ROCARD	T Physique (E. N. S.)	GELOSO	Chimie (S. P. C. N.)
H. CARTAN	T Mathématiques (E. N. S.)	SOULAIRAC	T Psychophysiologie
LAFFITTE	T Chimie générale	ULRICH	T Physiologie végétale
FAVARD	T Mécanique générale	MARECHAL	T Optique théor. et appl.
COULOMB	T Physique du Globe	KIRRMANN	T Théories chimiques
Mlle COUSIN	T Biologie animale (P. C. B.)	CHADEFAUD	Botanique
CHRETIEN	T Chimie minérale	DESTRIAU	T Physique (M. P. C.)
P. DRACH	T Zoologie	Mlle LE BRETON	Physiologie générale
KASTLER	T Physique	SALEM	T Mathématiques générales
EPHRUSSI	T Génétique	LELONG	T Mathématiques générales
WURMSER	T Biol. Physico-chimique	DEVILLERS	Anat. et Histol. comparées
RIVIERE	T Géologie (S. P. C. N.)	EHRESMANN	T Topologie Algébrique
GAUTHERET	T Biologie végétale (P. C. B.)	FRANÇON	Physique (M. P. C.)
LUCAS	T Recherches physiques	GLANGEAUD	T Géographie physique et Géologie dynamique
A. THOMAS	T Biologie cellulaire	GODEMENT	T Mathématiques (M. P. C.)
ARNULF	T Optique appliquée	PISOT	T Calcul des probabilités
M. MORAND	T Physique	ROCH (E.)	Géologie
SOLELLET	T Physique	SCHATZMANN	Astrophysique
FORTIER	T Méc. expér. des fluides	TERMIER	T Paléontologie stratigraphique
DANJON	T Astronomie	ZAMANSKY	T Mathématiques générales
FROMAGEOT	T Chimie biologique	JOLIOU	T Physique nucléaire et radioactivité
LAFORTE	T Phys. génér. et radioactivité	LENNUIER	Physique (P. C. B.)
JANET	T Méc. anal. et Méc. céleste	RIZET	Génétique
PETIT	T Biologie maritime	ROUTHIER	Géologie appliquée
QUENEY	T Météor. et dyn. atmosphér.	Mme TONNELAT	Théories physiques
GALLIEN	T Embryologie	DIXMIER	Mathématiques (M. P. C.)
EICHHORN	T Biologie Végétale (P. C. B.)	SOUCHAY	Chimie (P. C. B.)
DE CUGNAC	Biologie Végétale (P. C. B.)	AIGRAIN	Physique (P. C. B.)
Mlle CAUCHOIS	T Chimie physique	BRUSSET	Chimie (P. C. B.)
THELLIER	T Physique du Globe	M. LEVY	Physique théorique
L'HERITIER	T Génétique	LE NORMANT	Physiologie
GRIVET	T Radioélectricité	Mme CHAIX	Chimie biologique
PONCIN	T Mécanique des fluides	Mme HUREL- PY	Biologie Végétale (P. C. B.)
THIRY	T Mécanique appliquée	PIAUX	Chimie (P. C. B.)
DUBREIL	T Arith. et théor. des nombres	BRUN	Méc. expér. des fluides
QUELET	T Chimie organique	LEDERER	Chimie biologique
CAGNIARD	T Géophysique appliquée	Mme DUBREIL	Mathématiques
CHAMPETIER	T Chimie macromoléculaire	JACOTIN	Mathématiques
CUVILLIER	T Géol. struct. et Géol. Appl.	Mme LELONG-FERRAND	Mathématiques (E. N. S.)
JUNG	T Pétrographie	BELLAIR	Géologie (S. P. C. N.)
TRILLAT	T Microscopie et diffraction électronique	COTTE	T Physique (M. P. C.)
		DUBOIS J.	Chimie
		LAMOTTE	Zoologie (E. N. S.)
		LE ROLLAND	Mécanique des fluides
		MICHEL	Chimie (P. C. B.)

SECRETAIRE GENERAL C. MONIER

préface

C'est pendant la dernière guerre et peu après sa création, que le *Bureau de Recherches Géologiques et Géophysiques (B.R.G.G.)* a commencé, sur la suggestion des Ingénieurs du *Service des Mines* de Marseille, à s'intéresser au bassin houiller intérieur des Alpes, ou bassin houiller briançonnais.

A l'époque, rares étaient ceux qui n'admettaient pas comme évident que les grands bouleversements de la formation des Alpes, la tectonique particulièrement complexe de la zone briançonnaise n'avaient laissé subsister que des boules ou amas d'un anthracite très sale ou quelques petits panneaux, à peine plus réguliers, justiciables, tout au plus, d'exploitations quasi artisanales pour la satisfaction de besoins locaux. L'opinion la plus courante était que le bassin ne pouvait avoir aucune valeur économique.

Cependant, cette opinion n'était pas unanime. En 1942, l'inspecteur Général des Mines LOCHARD, se souvenant sans doute d'une étude documentaire très détaillée qu'il avait faite en 1917 sur les mines du bassin, poussait le *Service des Mines* de Marseille à reprendre la question. Sur un rapport montrant l'intérêt économique possible du bassin et la nécessité de son étude systématique, ce Service obtint les premiers crédits indispensables pour commencer cette étude. Celle-ci fut d'abord conçue comme une pure recherche documentaire dans les archives du *Service des Mines* pour repérer et situer les innombrables travaux, grattages ou petites galeries des « mines paysannes » qui avaient criblé les affleurements du houiller aux flancs de certaines vallées. Il apparut assez vite que la documentation conservée était insuffisante et qu'un travail topographique sur le terrain, détaillé et précis, était indispensable pour le repérage de ces travaux.

C'est dans ces conditions qu'à partir d'août 1944 le *B.R.G.G.* eut à intervenir. Il ne lui avait d'abord été demandé que de financer les achats de matériel et les frais du personnel. Mais il devint bientôt évident que les levés topographiques révélaient, sous l'apparent désordre des grattages « paysans », des régularités jusque là non signalées. En même temps, les géologues du *Bureau*, sous la direction du regretté Louis GUILLAUME, constataient que, malgré toutes les études de leurs nombreux et souvent illustres prédécesseurs, il restait beaucoup à faire pour avoir du bassin une connaissance complète, précise et assez détaillée pour en éclairer les possibilités minières.

Trois jeunes géologues furent alors chargés de l'étude : M. FEYS pour la région briançonnaise proprement dite, M. FABRE pour le nord du bassin, M. GREBER collaborant aux levés

sur le terrain et leur apportant à tous deux l'aide de sa spécialisation paléontologique.

L'étude demandée à l'équipe avait essentiellement un but minier. Il s'agissait de savoir si des travaux de reconnaissance souterrains, forcément onéreux, étaient justifiés et, dans l'affirmative, de choisir leurs modalités et leur implantation. Pendant des années, ces trois géologues ont consacré l'essentiel de leur activité estivale à cette étude. Si le travail était favorisé par l'excellent dégagement des affleurements houillers sur une grande partie du bassin, il faut bien reconnaître que les meilleurs affleurements se montrent au voisinage des sommets et qu'il a fallu, pour les voir tous, des qualités de montagnards, une résistance physique et une persévérance dont nos collaborateurs ont fait largement la preuve.

Pas à pas, tous les affleurements ont été vus sur pratiquement toute l'étendue du bassin houiller. Ceci, joint aux disciplines d'observation précise et de soumission totale aux faits auxquelles nos géologues avaient été formés tant par leur premier maître, Pierre PRUVOST, que par l'exemple de leur premier chef, Louis GUILLAUME, explique la richesse de leurs moissons.

Les observations détaillées apportées par cette étude sont consignées dans de nombreux et volumineux rapports conservés dans les archives du B.R.G.M., devenu maintenant une partie du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.) et que peut consulter quiconque s'y intéresserait. Il ne peut être question d'en publier la totalité.

Mais cette étude détaillée apportait de nombreuses connaissances scientifiques nouvelles en ce qui concerne aussi bien la stratigraphie que la tectonique du bassin. La Direction du B.R.G.M. se devait d'encourager ses géologues à réunir ces connaissances, après les avoir au besoin complétées sur le terrain, et à les publier. Tel a été l'objet des trois thèses de doctorat d'Etat qui ont été soutenues ces dernières années par FEYS, FABRE et GREBER. Tel est aussi l'objet de la présente publication, qui reprend, avec quelques modifications ou allègements imposés par les conditions de la publication, la thèse de R. FEYS. Les thèses de FABRE et GREBER auront le même sort.

Sans reprendre toutes les conclusions de R. FEYS, je voudrais souligner quelques conséquences de ses travaux scientifiques du point de vue minier. C'est d'abord l'élimination de certaines zones soit pour des raisons stratigraphiques (Stéphanien stérile), soit pour des raisons tectoniques, soit pour d'autres raisons géologiques (trop grande abondance des intrusions volcaniques). Mais c'est aussi la mise en évidence de vastes étendues tectoniquement calmes, riches en couches de houille, dans lesquelles se pose vraiment un problème minier. Il reste à savoir si la régularité se poursuit en profondeur; si elle va, au moins dans certaines parties, jusqu'à une régularité de l'épaisseur des couches suffisante pour permettre une exploitation économique; si, enfin, la qualité et surtout la propreté du charbon justifieraient l'exploitation. Le géologue observant en surface est désarmé pour répondre à ces questions. Des travaux de reconnaissance souterrains sont nécessaires. Le premier est commencé. Si les réponses sont favorables, les conditions qu'offre le bassin: importance des réserves possibles, exploitation à flanc de côteau sans frais d'exhaure ni d'extraction, sont telles qu'une exploitation économique capable de tenir la concurrence des autres sources d'énergie n'est pas exclue a priori.

Je ne puis terminer sans dire à R. FEYS toutes mes félicitations pour son beau travail. Je tiens aussi à renouveler publiquement à M. le professeur Pierre PRUVOST toute notre reconnaissance pour l'appui et les précieux conseils qu'il a prodigués à nos géologues au cours de cette étude du Briançonnais, allant jusqu'à les accompagner plusieurs fois sur le terrain.

E. FRIEDEL
Vice-Président du B.R.G.M.

avant-propos

Je dois à mes Maîtres de l'Université de Lille mon orientation définitive vers la Géologie, et plus spécialement vers la Géologie houillère. C'est pour moi un grand honneur de pouvoir inscrire en tête de cet ouvrage le nom du professeur P. PRUVOST, membre de l'Institut, qui m'en a donné le goût par son enseignement, d'abord au laboratoire, puis surtout sur le terrain, en Bretagne et dans les nombreux gisements houillers où j'ai eu la chance de pouvoir l'accompagner. Malgré ses charges accablantes à la Sorbonne, il a toujours trouvé le temps d'écouter attentivement mes résultats et mes doutes, de redresser des jugements peut-être un peu hâtifs, de guider mes recherches avec une bienveillance jamais démentie. Je le prie ici d'accepter en même temps mon affection et mon respect, sentiments indissociables à son égard.

A M. E. FRIEDEL, directeur du Bureau de Recherches Géologiques et Géophysiques, qui m'a accueilli dans cette maison en 1944, dès que les circonstances l'ont permis, je dois d'avoir pu étudier de nombreux bassins, tant en France qu'à l'étranger, poursuivre ma spécialisation houillère et y persévérer. Alliant à une grande autorité une profonde bienveillance, une rigueur intellectuelle scrupuleuse, il sait d'un seul mot « dégonfler » les démonstrations insuffisamment étayées, les spéculations trop hasardeuses, et présenter sous les apparences du simple bon sens des conclusions longuement méditées. A l'hommage que je suis heureux de pouvoir lui rendre ici, j'associe son successeur à la direction du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, M. P. LAFFITTE, qui a suivi dans le détail l'élaboration de cet ouvrage, et m'a fait bénéficier de ses précieux conseils en pétrochimie.

Bienveillance en effet, c'est le mot qui revient comme un leitmotiv, à l'heure où je tente le bilan de ce que je dois à mes Maîtres. Il n'aura jamais été plus justifié que pour M. E. RAGUIN, qui m'a accueilli dans son laboratoire de l'Ecole des Mines pour m'initier à l'étude des lames minces, et a bien voulu en examiner certaines, qui m'embarassaient fort. J'ai une grande dette envers son successeur à la direction du Service de la Carte géologique de la France, M. J. GOGUEL, qui m'a conduit à plusieurs reprises sur le terrain et a facilité mes premiers

pas en Géologie alpine, premiers pas à vrai dire un peu difficiles pour un géologue « houiller ». M. J. GOGUEL m'a conseillé et suivi, tout au long de l'élaboration de ce travail. Ceux qui ont comme moi bénéficié de ses conseils savent qu'il est tout à la fois un censeur redoutable, prompt à déceler le point faible d'une démonstration, mais aussi un perpétuel jaillissement d'idées nouvelles, d'aperçus originaux répandus avec désintéressement.

Au regretté L. GUILLAUME, ingénieur géologue en chef au B.R.G.M., je dois l'essentiel de ma formation pratique de géologue de terrain. Je lui dois le goût, puis le réflexe de la rigueur dans l'observation, l'humilité devant le « grain de sable ». Je lui dois aussi beaucoup plus que je ne saurais l'écrire ici : l'exemple de ses qualités humaines. J'ai eu la chance de retrouver ces qualités dans son successeur à la tête des géologues du B.R.G.M., M. G. CASTANY, qui a bien voulu revoir entièrement mon manuscrit, et me faire bénéficier de ses pertinents conseils.

C'est avec émotion que j'évoque ici la mémoire du professeur L. DUPARQUE, directeur de l'Institut de la houille, à Lille qui, avec M^{me} S. DEFRETIN, m'a enseigné la pétrographie des charbons. Etudiant le charbon en tant que roche dans un contexte sédimentaire et paléogéographique, il lui a voué sa vie de naturaliste. La somme de ses travaux en ce domaine est si considérable qu'après lui il restait peu à dire. Si j'ai pu y apporter quelques contributions nouvelles, il faut bien dire que c'est surtout parce que j'ai étudié ces charbons très particuliers que sont les anthracites, cokes et graphites briançonnais.

J'ai largement utilisé les archives du Service des Mines, dont la collaboration nous a été précieuse. Je remercie particulièrement M. DUFOUR, ingénieur T.P.E. Mines de Briançon, qui m'a fait bénéficier de sa grande connaissance des travaux miniers. Bien des points de cet ouvrage ont été débattus avec lui, au cours d'amicales tournées de terrain et de discussions animées.

Le travail auquel nous avons à faire face était considérable : il s'agissait de lever l'ensemble de la zone houillère intra-alpine en France, avec le souci du détail et de la précision que postule la discipline « houillère ». M. GIGNOUX, dont les conseils et l'exemple nous ont été précieux, ne nous avait pas dissimulé les difficultés de l'entreprise : c'est que le lever d'un kilomètre carré dans ces montagnes exige des efforts infiniment plus grands qu'en pays de plaine ou de relief modéré, et ce dans une formation jusqu'alors considérée comme une sorte de « X » guère déchiffrable... Nous avons droit, dès le départ, à beaucoup d'indulgence. Nous ne nous méprenons certes pas sur les lacunes et imperfections du travail que nous présentons ici. Si nous avons malgré tout le sentiment de l'avoir mené à bien, c'est grâce à nos tournées communes, à nos discussions passionnées avec nos amis et voisins de terrain, F. ELLENBERGER et M. LEMOINE; c'est aussi que nous l'avons accompli en équipe, mes amis J. FABRE, Ch. GREBER et moi-même. Pendant une décennie, chacun de nous y a consacré l'essentiel de son activité — il serait absurde de croire qu'un seul géologue aurait pu arriver au même résultat en y consacrant trente ans ! Pendant tout ce temps, nous avons mis en commun nos collections, nos résultats, nos idées. Et ce que nous présentons sous forme de trois mémoires jumelés est en fait un ensemble homogène dont chacun de nous est responsable. Si un seul mérite devait être retenu pour ce travail, ce serait celui de la fraternelle amitié qui a présidé à sa réalisation.

Nous avons toujours rencontré un cordial accueil chez nos prédécesseurs, qu'ils soient universitaires comme les professeurs L. MORET, E. ROCH, J. DEBELMAS, ou mineurs comme M. J. DE MAISTRE. J'ai une dette envers les géologues dont j'ai utilisé les observations inédites : M^{me} A. LEFAVRAIS-RAYMOND, MM. M. GUILLAUME et C. A. KAYE, envers M^{me} A. VAYSSE qui

m'a aidé dans l'examen de la totalité de mes lames minces de roches éruptives, envers mes amis L. BURNOL et J. GEFFROY, qui m'ont aidé à mettre au point une méthode de préparation de sections polies applicable aux charbons briançonnais.

J'ai une grande reconnaissance envers la sympathique équipe des chimistes du B.R.G.M., sous la direction de M. P. MONTAGNE qui ne m'a pas seulement fourni les résultats bruts d'analyses, mais m'a aidé à les discuter et les coordonner.

Je remercie les Charbonnages de France qui nous ont, pendant plusieurs années, épaulés de leur appui financier. Je garde le meilleur souvenir des tournées sur le terrain en compagnie de MM. C. MONOMAKHOFF et A. BOUROZ.

Je ne puis citer ici, sans être incomplet, tous les amis du B.R.G.M., dessinateurs, photographes, techniciens qui m'ont aidé dans leur spécialité. M. K. LUCAS, grâce à sa maîtrise des photos aériennes a établi des fonds topographiques fouillés comme celui utilisé dans ce mémoire pour le massif de Rochachille. M^{me} H. MAUROUARD et M. J. THIRIOT ont redessiné artistement les panoramas photographiques à partir de mes photos et de mes ébauches maladroitement. M. P. YOUTCHENKO a taillé des centaines de lames minces et en a réussi de fort belles d'une difficulté acrobatique.

Je rends hommage à M. J. ROGER; c'est à son dynamisme que ce mémoire doit de voir finalement le jour.

Qu'il me soit permis enfin de dire ma gratitude à mes amis du Briançonnais, qui ne m'ont jamais ménagé leur aide. A M. GEORGES, président de la section de Briançon du C.A.F., aux ingénieurs VANDREPOTE, ARNAL, DHAEME, ROUSTAN et aux innombrables mineurs paysans qui m'ont guidé dans leurs travaux, à M^{me} MOUTHON et M^{me} CHAIX de Névache qui ont accepté avec le sourire que je les encombre avec des caisses de cailloux d'année en année plus envahissantes, à J. VENTRE et à tous les bergers qui ont partagé avec moi le gîte et la nourriture. Avec eux tous, j'ai contracté des liens d'affection dont je ne me déferai jamais.

PREMIÈRE PARTIE

LE BASSIN HOULLER BRIANÇONNAIS

Ce qu'on appelle le bassin houiller briançonnais est constitué non seulement par le terrain houiller des environs immédiats de Briançon, mais l'ensemble du Houiller non métamorphique de la zone briançonnaise (= zone pennique ou zone intra-alpine des Alpes françaises).

Ce bassin houiller briançonnais affleure en France de façon continue sur plus de 100 km de long, depuis l'Argentière au sud, jusqu'au col du Petit-Saint-Bernard, au nord. Il passe ensuite en Italie, où il est exploité dans le Val d'Aoste et, en Suisse, dans le Valais. C'est en France qu'il atteint sa plus grande largeur : 16 km dans la vallée de l'Arc. Au sud de l'Argentière, il s'enfonce sous les morts-terrains secondaires, affleure à nouveau, mais timidement, à Saint-Crépin puis à Réotier : on ignore s'il se prolonge ensuite souterrainement vers le sud, et dans quelles conditions : on sait seulement qu'il réapparaît au col de Larche, puis en Ligurie.

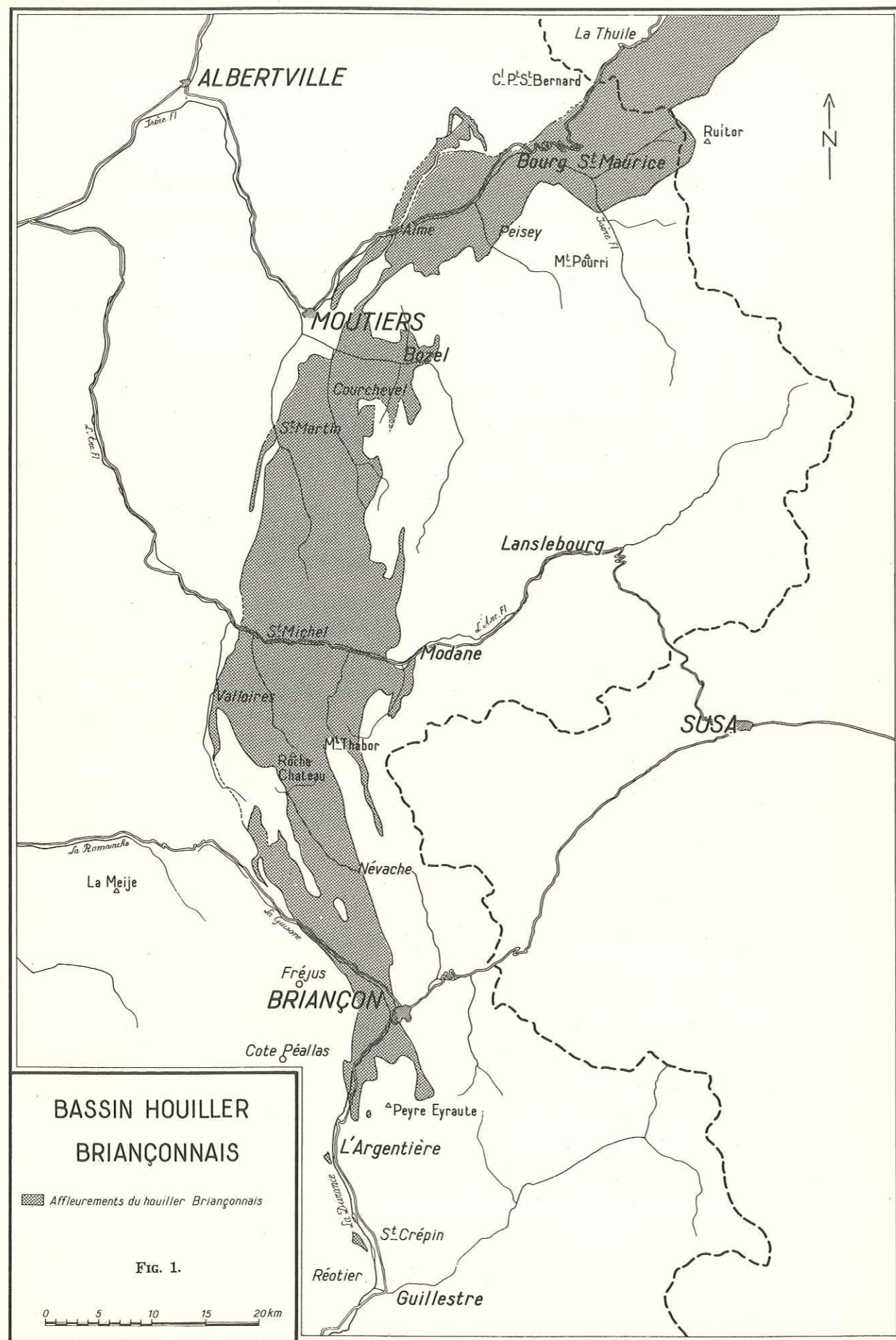
Le Houiller briançonnais est ainsi réparti dans trois régions géographiques distinctes, séparées par des crêtes à 3 000 m d'altitude : le Briançonnais proprement dit, au sud, ou haute vallée de la Durance, la Maurienne au centre, ou vallée de l'Arc, et enfin la Tarentaise au nord, drainée par l'Isère.

DELIMITATION DU SUJET. LE CADRE GEOGRAPHIQUE

Ce mémoire est consacré au Carbonifère et au Permien du pays briançonnais, autrement dit à la partie la plus méridionale de la zone houillère briançonnaise, celle qui correspond au département des Hautes-Alpes.

Dans le secteur étudié, la bande houillère intra-alpine affleure de façon continue, sur une vingtaine de kilomètres du nord au sud, et avec une largeur maximale de 8 km, entre Monétier et Névache.

Ce sont des montagnes puissantes et trapues, aux pentes sombres et douces, vêtues de mélèzes, parfois hérissées de ressauts ou de petites falaises de grès ou de microdiorites. Le Houiller y culmine à un peu plus de 3 000 m.



INTRODUCTION

Ces massifs montagneux sont entaillés par les profondes et larges vallées de la Clarée (talweg à 1 600 m à Névache) et de la Guisane (talweg à 1 200 m à Briançon), qui les traversent obliquement et se réunissent au sud de Briançon pour former la Durance.

La bande houillère briançonnaise s'ennoie vers le sud. Aussi, c'est dans la partie septentrionale du secteur étudié ici qu'on observe les affleurements les plus beaux et les plus importants, puisque l'altitude élevée y a empêché la formation d'un manteau de végétation. Un peu plus au sud, ces montagnes se couronnent de vestiges de l'ancienne couverture secondaire : quartzites et dolomies du Trias en grandes falaises abruptes et déchiquetées, qui contrastent avec les formes molles et croulantes de leur soubassement houiller, comme à Tête Noire et au Grand Aréa.

Au sud de Briançon, avant de s'enfoncer et de disparaître sous une couverture mésozoïque, le Houiller n'affleure plus que sur les premières pentes des montagnes; ses affleurements sont alors masqués presque partout par la végétation et les éboulis de piedmont.

Plus au sud encore, le Houiller reparait dans les petits lambeaux isolés de l'Argentière, de Saint-Crépin et de Réotier sur la rive droite de la Durance.

Enfin, au nord-est, en Vallée Etroite, existe une petite bande houillère distincte, nettement séparée de la bande principale en pays briançonnais, mais qui la rejoint plus au nord, en Maurienne.

Au cours de cette étude, il ne pouvait être question pour nous de séparer la reconnaissance géologique pure de la reconnaissance minière, chaque progrès de l'une enrichissant l'autre. Autrement dit, un double souci l'a dominé : tracer des contours géologiques sur les fonds topographiques au 1/20 000, tout en fournissant au mineur le maximum de renseignements dont il peut avoir besoin. Les résultats obtenus ont été consignés dans de volumineux rapports, et sont conservés dans les archives du B.R.G.M.

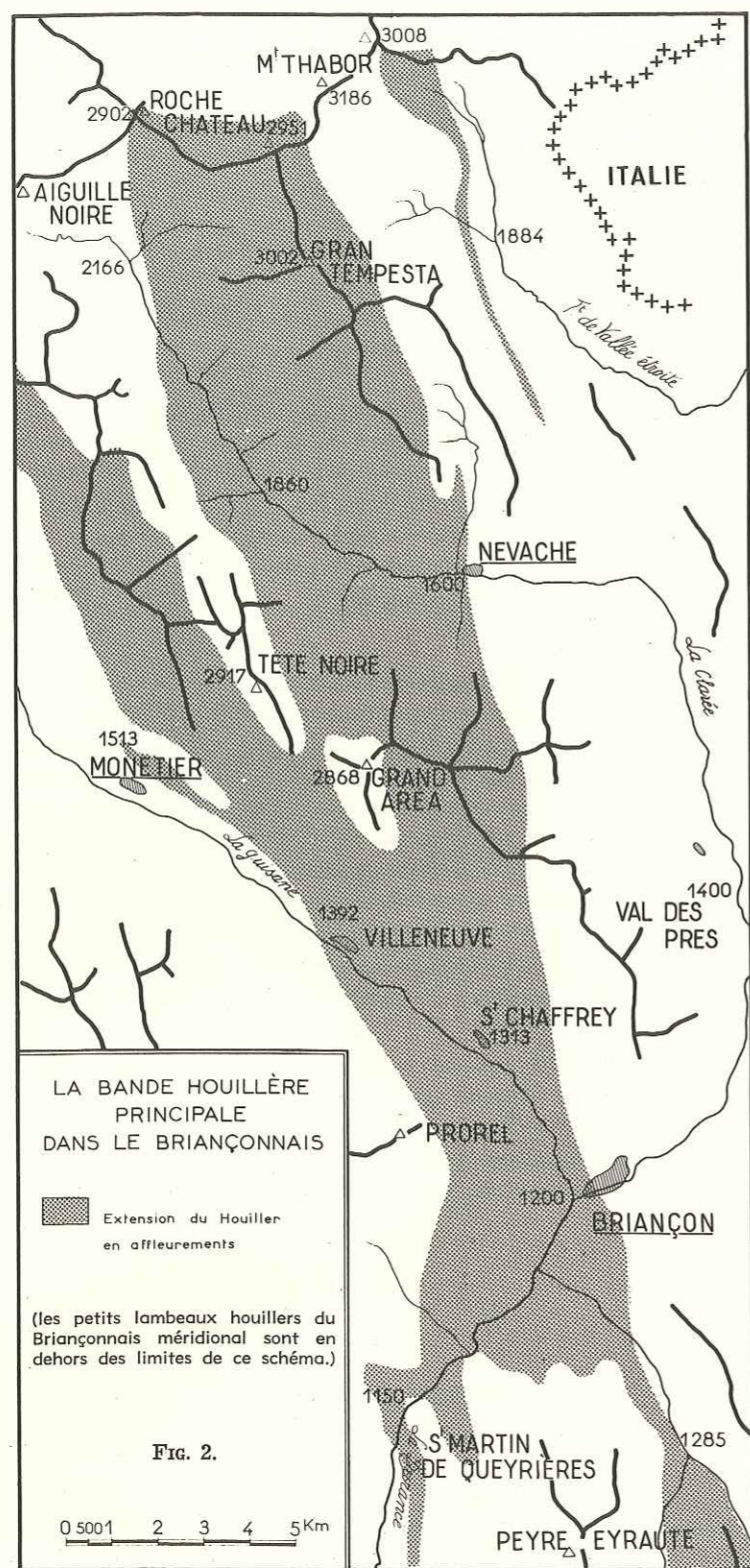
On trouvera ici seulement les résultats géologiques de cette étude du Carbonifère briançonnais; les travaux miniers ne seront évoqués que dans la mesure où cela sera indispensable pour comprendre l'ensemble de la géologie régionale.

La première partie de cet ouvrage expose les résultats généraux auxquels je suis parvenu pour la stratigraphie, la pétrographie, la paléontologie et la tectonique du Paléozoïque briançonnais.

La deuxième partie, d'abord conçue comme une monographie régionale, a dû être écourtée, car son volume aurait dépassé les possibilités de publication. Dans l'état où je la livre ici, il s'agit plutôt d'une sorte d'anthologie des observations jugées les plus intéressantes. Le choix en a été forcément quelque peu arbitraire. Je prie le lecteur qui désirerait des renseignements plus détaillés sur tel ou tel secteur de bien vouloir se reporter aux archives du B.R.G.M.

TRAVAUX ANTERIEURS

Il y a une abondante bibliographie concernant le Carbonifère des Alpes et la structure du Briançonnais.



a. Etudes générales

Des historiques très vivants des travaux antérieurs ont été donnés dans les thèses récentes de R. BARBIER (1948) et F. ELLENBERGER (1954); on peut également trouver des indications bibliographiques détaillées, très complètes dans KILIAN et RÉVIL (1904), KILIAN et NICAUD (1919-1923) et dans GIGNOUX, MORET et BLANCHET (1931). Aussi me bornerai-je ici à rappeler les travaux les plus marquants sur le Paléozoïque briannonnais.

Tous les travaux anciens sont dominés, et de très haut, par la célèbre monographie de Ch. LORY (1860-1864). C'est Ch. LORY qui a définitivement établi l'âge carbonifère des « grès à anthracite ». Avant lui, la géologie briannonnaise n'avait pas encore dépassé l'âge métaphysique où l'on discutait dogmatiquement de l'âge de cette formation, sans trop se soucier des faits, les attribuant tantôt aux Schistes cristallins, tantôt au Carbonifère ou au Lias, voire même l'Oxfordien! L'« affaire de Petit Cœur » marque ainsi une époque de confusion inextricable. L'opinion « officielle » était alors que toutes les masses de grès, de schistes et de calcaires de ces montagnes formaient des assises alternantes dans une seule et même série régulière, d'âge jurassique. Cette opinion était soutenue avec beaucoup d'autorité par Elie DE BEAUMONT et Scipion GRAS, entre autres. Pour ces auteurs, les empreintes de fougères houillères trouvées dans les grès à anthracite n'étaient que des fossiles de faciès, contemporains des bélemnites du Lias (gisements de Petit Cœur, du Col des Encombres, etc.). Ne citons ici que pour mémoire la plus importante des monographies rédigées dans cet esprit, celle de Sc. GRAS (1854) : elle semble aujourd'hui écrite dans une langue morte.

Cependant, en dépit de l'ironie qui les accablait, une minorité d'observateurs non conformistes persistait à croire que les fossiles houillers avaient une réelle valeur en tant que fossiles stratigraphiques, et que les prétendues alternances de schistes à fougères et de calcaires à bélemnites dans la masse des grès à anthracite n'étaient que des répétitions dues à des plissements. Sc. GRAS (1858) montrait leur erreur en démontrant qu'il n'y avait pas, et ne pouvait pas y avoir de plissements dans les Alpes! Mais toute cette polémique, alimentée par un déluge de notes ne peut se lire aujourd'hui qu'avec beaucoup d'ennui. Un résumé en a été donné par GAUDRY (1855). La fin de l'affaire de Petit Cœur, en 1861, marque la victoire définitive des « paléontologistes » sur les « géomètres », et inaugure une ère de progrès pour la géologie alpine.

C'est en 1860 que paraît le premier tome de la monographie de Ch. LORY. Elle contient des descriptions, des coupes détaillées du Houiller briannonnais, qui sont restées admirables d'exactitude. Ch. LORY y fournissait encore la première carte géologique du Dauphiné. Une seule couleur (q) désignait les « grès à anthracite et quartzites du Briançonnais » c'est-à-dire, entre autres, le Houiller, le Permien et les quartzites du Trias. Mais dès le troisième tome, publié en 1864, Ch. LORY publiait une nouvelle carte du Briançonnais, au 1/250 000, plus détaillée, où il distinguait :

- q : les grès blancs ou bigarrés, passant aux quartzites : Trias inférieur;
- h : les grès à anthracite : Carbonifère.

Nous voilà loin, déjà, du « terrain anthraxifère » de Sc. GRAS.

Plus tard, le lever des cartes géologiques au 1/80 000 montrait l'étendue et l'importance de la bande houillère briannonnaise, en même temps que de grandes monographies, comme celles de P. TERMIER (1903), de KILIAN et RÉVIL (1908) apportaient de multiples observations et « débrouillaient » les grandes lignes de la structure. Il convient de rappeler ici l'essentiel de la fameuse théorie des *écailles briannonnaises*, par laquelle P. TERMIER ordonnait en un édifice cohérent un ensemble de faits jusqu'alors inexplicables :

Pour P. TERMIER, la zone du Briançonnais est un éventail de plis ultérieurement écrasés et déformés.

A l'époque houillère le Briançonnais devait correspondre au bord occidental d'un immense géosynclinal, où se déposaient les couches de houille. Dans l'axe de ce synclinal se déposaient des séries « compréhensives » : d'abord les assises permo-carbonifères qui se sont ensuite transformées en gneiss et micaschistes, puis les assises mésozoïques qui sont à l'origine des schistes lustrés du Piémont.

Dans ce géosynclinal, la sédimentation est longtemps continue avec divers accidents locaux, comme le déplacement des bords de la zone littorale. Mais, à l'Eocène, des plissements énergiques relèvent le Houiller en un vaste et long anticlinal composé (= massif central briançonnais de W. KILIAN, 1899).

Cette striction est suivie d'une décompression : par « poussée au vide », les deux bords de l'anticlinal briançonnais se déversent de part et d'autre de l'axe; c'est la formation de l'éventail.

Enfin, un nouvel effort de striction, mais agissant cette fois tout près de la surface, détache de la région interne des Alpes une masse de terrains qui s'avance vers l'ouest à la façon d'un traîneau écraseur, lentement et irrésistiblement, rebroussant les plis orientaux, écrasant l'éventail, couchant davantage les plis occidentaux, et les transformant en un paquet d'écaillés (première, deuxième et troisième écaillés). La quatrième écaillé serait un lambeau de recouvrement témoin, issu des plis orientaux.

L'énorme masse des terrains charriés a aujourd'hui presque entièrement disparu, et il n'en reste que quelques témoins épargnés par l'érosion.

L'axe de l'éventail houiller, précise encore TERMIER, est dirigé au N 15° W. Il passe au N.-E de Saint-Martin-de-Queyrières, traverse la montagne du Prorel, franchit la Guisane près de Villeneuve, coupe les concessions de Chaméant, de Pierre Grosse et de l'Aréas.

Les coupes transversales reproduites ici (fig. 3) extraites de l'ouvrage de TERMIER (1903, p. 178), traduisent les idées de cet auteur sur la structure du Briançonnais, considéré comme un empilement de nappes.

En somme, d'après ses conceptions « un sondage foré à Briançon recouperait, sous le terrain houiller les terrains tertiaires ou secondaires de la troisième écaillé » (TERMIER, 1903, p. 181). Aujourd'hui, sans doute peu de géologues souscriraient sans réserves à un tel pronostic...

Ces dernières années ont vu l'éclosion d'un grand nombre de travaux sur le Briançonnais, et de monographies régionales sur les régions voisines dus, entre autres, à M. GIGNOUX, L. MORET, J. GOGUEL, R. BARBIER, R. MICHEL, F. ELLENBERGER, J. DEBELMAS, M. LEMOINE. C'est-à-dire que les idées sur cette partie des Alpes occidentales sont en pleine évolution et qu'un essai de mise au point générale serait démodé avant même sa parution.

Dans cet effort collectif, ce travail apporte sa contribution, limitée au Carbonifère et au Permien du pays briançonnais.

b. Travaux concernant le terrain houiller briançonnais

En ce qui concerne plus spécialement le terrain houiller productif, citons d'abord une courte notice de BAUDINOT (1861) qui donne le premier des renseignements pratiques sur les couches de houille : directions, pendages, puissances, etc.

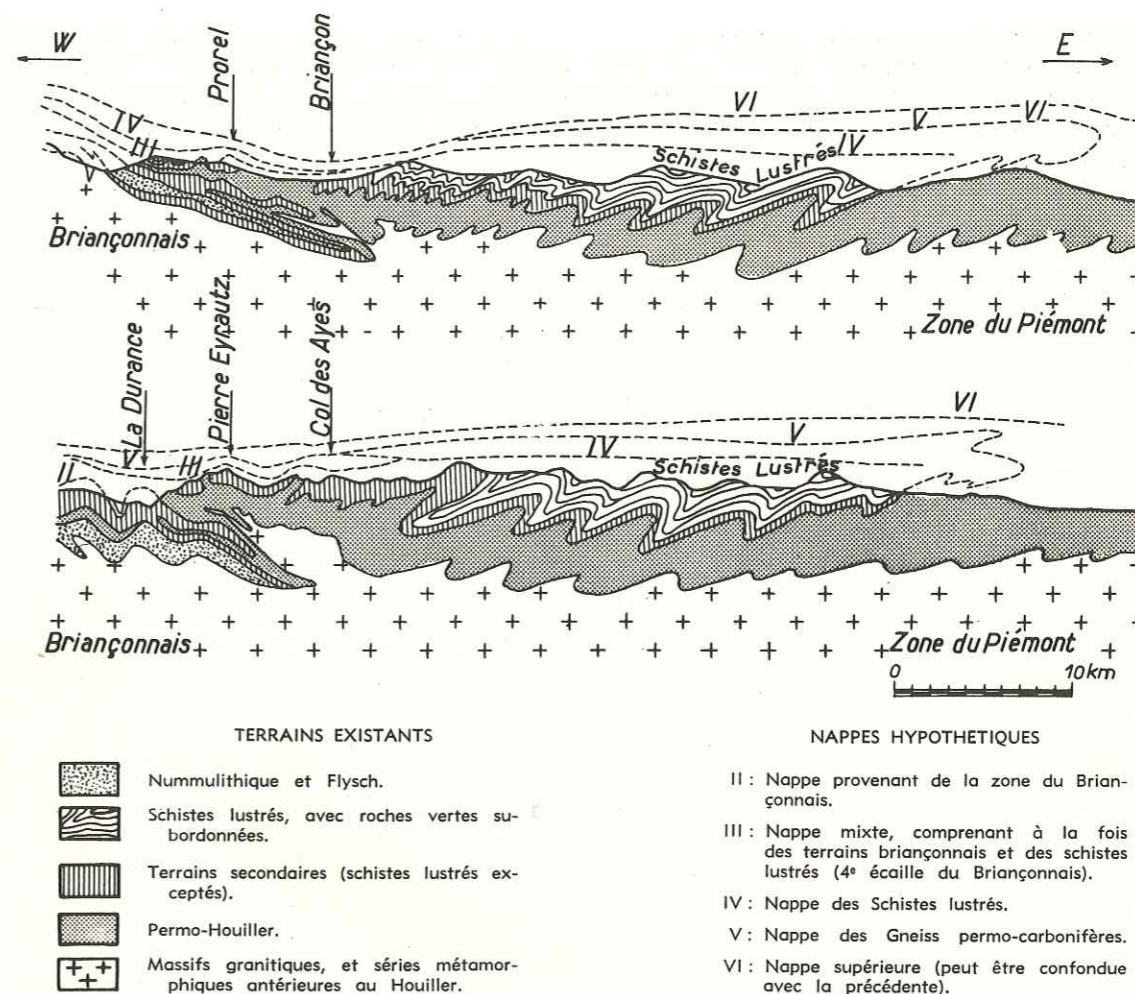


FIG. 3. — Coupes transversales à travers les Alpes franco-italiennes avec les nappes hypothétiques (d'après P. TERMIER, 1903)

Dans un volumineux rapport inédit, bourré de renseignements précis, LOCHARD (1917) étudie successivement toutes les concessions du Briançonnais, expose pour chacune d'elles l'essentiel de la documentation accumulée dans les archives du Service des Mines de Briançon, et l'état des travaux en 1917. C'est une excellente mise au point de tous les renseignements qui ont pu être apportés par les travaux d'exploitation jusqu'à cette date.

Sous la direction de W. KILIAN, des notes groupées de BLANCHET, MORET et ROCH (1923) constituent la première étude d'ensemble du Houiller briançonnais, faite avec le souci pratique de connaître l'allure des couches exploitables, leur répartition, les zones favorables à l'exploitation. On ne peut que regretter leur extrême brièveté.

Après avoir longuement parcouru le Carbonifère briançonnais, PUSSENOT (1930), dans un ouvrage à caractère polémique a fourni une somme considérable d'observations. Il faut rendre hommage à cet infatigable observateur, même si ses idées ont pu paraître parfois un peu originales et exprimées dans un style trop véhément. Plus d'une fois, croyant avoir

découvert un fait nouveau intéressant, j'en ai retrouvé après coup l'indication dans ses notes : PUSSENOT l'avait déjà observé mais avait négligé d'en tirer les conséquences. PUSSENOT a entre autres recueilli un grand nombre d'empreintes végétales et, en s'appuyant sur ses propres déterminations, conclu à l'existence dans le Briançonnais du Westphalien et du Stéphalien.

I. Stratigraphie

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
 MAISON DES GEOSCIENCES
 DOCUMENTATION
 B.P. 53
 F. 38041 GRENOBLE CEDEX
 Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
 Mail : ptalour@ujf-grenoble.fr

Sommaire

Nous sommes dans l'ignorance quant aux formations antérieures au Carbonifère briançonnais, et nous ne savons pas s'il y a discordance de base, ou transition progressive avec les séries métamorphiques.

Le Paléozoïque supérieur présente une épaisseur totale cumulée de plusieurs milliers de mètres de sédiments. La découverte de nombreux gîtes fossilifères nouveaux a permis d'établir les grandes lignes de la stratigraphie :

Les couches carbonifères les plus anciennes sont d'âge namurien. C'est le plus ancien terrain sédimentaire connu et daté des Alpes françaises. Il s'agit déjà de Houiller productif : schistes et grès, avec niveaux charbonneux et murs de végétation à racielles. En superposition normale, vient le Westphalien A, B et C, également constitué de Houiller productif.

De puissantes assises conglomératiques et stériles sont rapportées au Stéphalien — avec doute, car elles ne sont pas datées paléontologiquement de façon directe, mais elles semblent bien prolonger le Stéphalien daté de Tarentaise. Elles reposent en discordance cartographique sur les différentes assises productives sous-jacentes.

Le Carbonifère gris et noir, productif ou non, s'achève par des couches bariolées, d'extension réduite, très puissantes dans le nord du Briançonnais.

Les conglomérats multicolores à galets de liparite, traditionnellement attribués au Permien (Verrucano), reposent en discordance angulaire, indifféremment sur tous les termes précédents. Ils jouent en somme le rôle de conglomérats de base des quartzites du Trias (Werfénien).

Il ne semble pas y avoir d'invasions marines dans le Carbonifère proprement dit, mais des indices sont à signaler dans le Néopermien.

Ces faits nouveaux amènent, en ce qui concerne le Paléozoïque briançonnais, à des conceptions assez différentes du fameux « manteau continu de Permo-houiller à faciès géosynclinal », illustré notamment par ARGAND et P. TERMIER.

La description des divers étages du Paléozoïque briançonnais est présentée ci-dessous dans l'ordre chronologique, en partant des formations les plus anciennes.

LES FORMATIONS ANTE-HOULLERES

Nous ignorons actuellement si le Houiller est séparé par une discordance de base d'un véritable socle cristallin, ou bien s'il passe insensiblement, vers le bas, aux séries métamor-

phiques. Jusqu'à présent la discordance n'a pas été observée (1). En sa faveur plaide pourtant la présence de galets de roches cristallines et métamorphiques dans les conglomérats houillers, mais cet argument n'est pas décisif; pas plus que la présence des séries cristallines signalées par F. ELLENBERGER (1952) dans le massif du Ruitor.

Dans le Briançonnais méridional, près de Guillestre, ce « socle » est peut être représenté par le **Granite du Plan de Phazy**. « S'il est incontestablement un fragment du tréfonds hercynien des écailles briançonnaises... » (BLANCHET, 1934, p. 30), comparable par sa composition au granite du Pelvoux (KILIAN et TERMIER, 1898), il n'est pas relié au lambeau houiller voisin de Réotier (DEBELMAS, 1954).

Près de Briançon, on connaît les célèbres schistes cristallins de l'Eychauda dans lesquels TERMIER (1903) voyait des témoins avancés de la nappe des schistes lustrés, et dont il faisait sa quatrième écaille, venue de l'est; M. GIGNOUX (1936) a proposé une autre hypothèse : il s'agirait plus simplement, d'une esquisse anticlinale du socle cristallin, enracinée sur place. M. LEMOINE (1951) avance qu'il s'agit bien de lambeaux exotiques, venus du Briançonnais oriental, mais d'âge paléozoïque, probablement anté-houillers. Ils proviendraient ainsi d'une zone où il n'y a pas de Houiller entre le Cristallophyllien ancien et le Permien, et qui devait constituer la bordure orientale du bassin houiller briançonnais.

Dans le nord du pays briançonnais, près du Col du Lautaret, GIGNOUX et RAGUIN (1932) ont signalé des écailles de roches granitiques à la base du Flysch des Aiguilles d'Arves. D'abord considérées comme le substratum cristallin du Houiller briançonnais, elles ont été interprétées tout autrement par R. BARBIER (1956) qui les a attribuées à la zone ultra-dauphinoise.

Dans la partie septentrionale de la bande houillère intra-alpine, on connaît des affleurement de schistes cristallins représentant probablement la base du Houiller à Hautecour et Villarly. Ils ont été signalés par KILIAN et RÉVIL (1904-1908) et étudiés récemment par BARBIER (1948), mais semblent assez peu significatifs.

L'ignorance où nous sommes de la nature du substratum du Houiller dans le Briançonnais est évidemment en rapport avec l'énorme épaisseur de cet étage.

Et tant que cette alternative : discordance de base ou transition insensible avec les séries métamorphiques, n'aura pu être tranchée par l'observation directe, nous ignorerons l'un des faits majeurs de l'histoire géologique des Alpes occidentales.

LE CARBONIFERE

HOULLER ANTHRACIFERE

Le terrain houiller productif est ici formé, comme dans toutes les Alpes françaises, de schistes, grès et poudingues, avec nombreuses couches d'antracites. On observe tous les termes de passage entre ces différentes sortes de roches. La couleur générale va du gris clair au noir ou au brun foncé. Il n'y a jamais de bancs calcaires, sauf tout à fait au sommet. Des roches éruptives y sont fréquemment intercalées, en filons couches ou laccolites.

(1) Un sondage effectué dans la vallée de la Durance à proximité de Briançon et profond de 300 m, n'a pas quitté le Houiller.

Le charbon et les roches éruptives méritent une description détaillée qui sera donnée plus loin; mais je ne décrirai pas en détail les stériles du Houiller briançonnais : ces roches ressemblent beaucoup à celles qu'on rencontre dans tous les autres bassins houillers et qui ont été maintes fois décrites, entre autres par CAYEUX (1929) et PRUVOST (1934). Citons seulement, pour les Alpes : Scipion GRAS (1854), Ch. LORY (notamment 1860, p. 519 et seq.) BAUDINOT (1861), DUPARC et RITTER (1894) et TERMIER (1903).

J'en signalerai seulement certaines particularités :

Schistes

Ils vont des schistes charbonneux aux schistes gréseux et aux psammites.

La schistosité des schistes houillers est le plus souvent conforme à la stratification, et soulignée par des délits micacés ou charbonneux; ils sont bourrés de débris végétaux, le plus

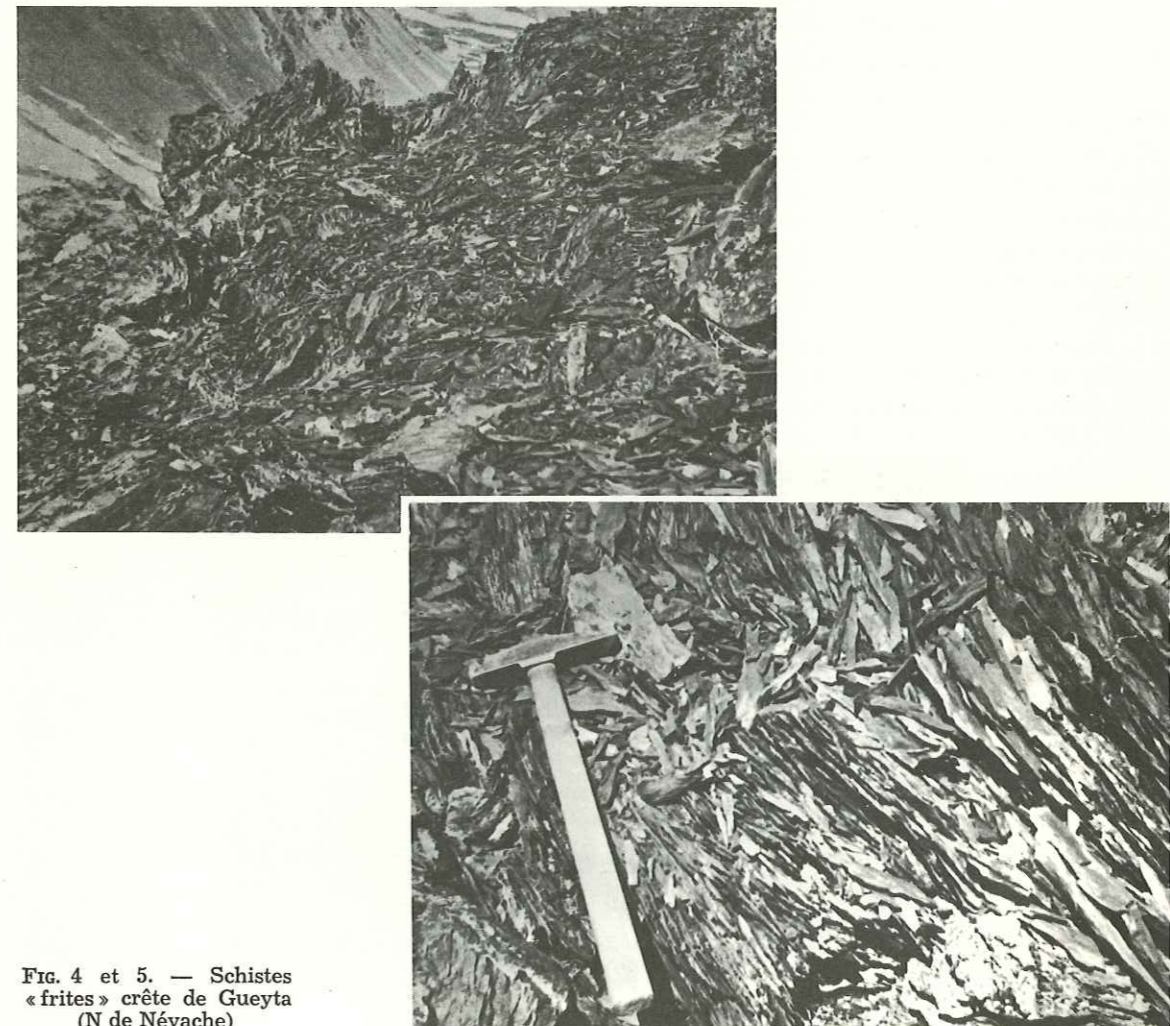


FIG. 4 et 5. — Schistes « frites » crête de Gueyta (N de Névache)

souvent des Calamites sans intérêt stratigraphique, mais parfois aussi de belles empreintes de fougères déterminables, parfois charbonneuses, parfois épigénisées en sérinite. Ceci est vrai pour les secteurs tectoniquement calmes, comme par exemple les environs de Briançon, ou le massif montagneux entre Guisane et Clarée.

Mais quand les terrains ont souffert d'efforts tectoniques violents, comme c'est le cas pour la bordure orientale de la bande houillère au nord de Névache, il peut se développer une schistosité secondaire, indépendante de la stratification. Les schistes sont alors gaufrés, ridés; aussi aucun fossile n'y est-il plus déterminable.

De tels schistes en altération superficielle, se débitent en une quantité de petits bâtonnets esquilleux, en « pommes frites ». On peut les comparer aux « schistes à éclis » de J. GOSSELET, dans le Dévonien de l'Ardenne.

Grès

Ce sont des grès qui forment la majeure partie du terrain houiller briançonnais. De là vient d'ailleurs le premier nom donné à cette formation : les « grès à anthracite ».

Ils sont d'une grande variété, depuis les schistes chargés de petits grains de quartz détritiques, jusqu'aux grès grossiers passant aux poudingues.

Pauvres en feldspaths, ils sont comparables aux grès westphaliens du bassin sarro-lorrain, ou du bassin franco-belge, dont CAYEUX (1929) écrit qu'ils « résultent d'une préparation mécanique rappelant à s'y méprendre celle des éléments des grès marins ». Ce caractère les oppose aux grès et arkoses des bassins limniques du Massif Central, mal classés, riches en feldspaths, et à des grès houillers de la zone externe, comme ceux décrits par RITTER (1897, p. 76).

La sédimentation peut en être entrecroisée, mais c'est l'exception.

Ils se délitent et s'altèrent rapidement. La variété de grès durs, massifs et homogènes, sans délits, se diaclase suivant trois directions perpendiculaires, par où commence l'altération :

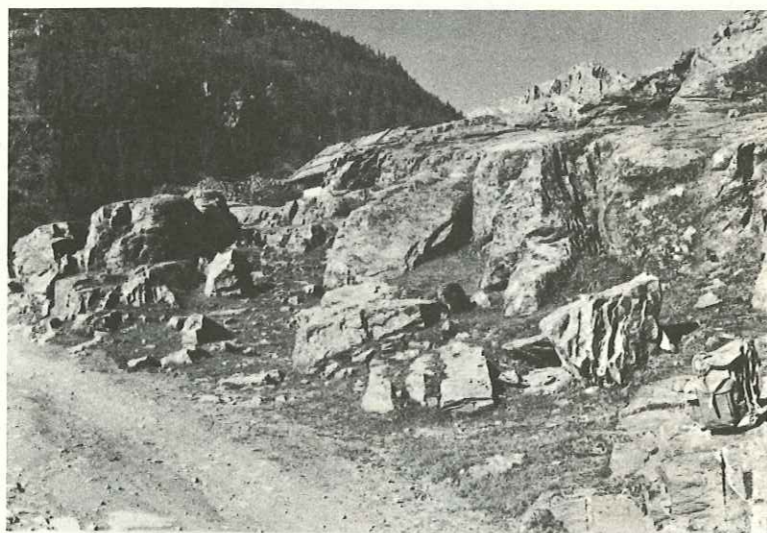


FIG. 6. — Chalets de Lacou (N. de Névache).

Certains sommets couronnés de grès houillers montrent ainsi une impressionnante architecture en jeu de construction, en empilements géométriques.



FIG. 7. — Crête des Aiguilliers (N.-E. de Monêtier).

A un stade d'altération plus avancé, il reste des amoncellements chaotiques, altérés, mais aux contours encore géométriques, véritables éboulis sur place, délicats à distinguer des moraines. Ces pseudo-éboulis rongent les montagnes de Houiller, parfois jusqu'au sommet, et l'on peut parcourir de longues distances sur des lignes de crête en ne marchant que sur eux.

Enfin, ils se désagrègent en une arène grise, tâchée d'une fine terre noire par les bancs de schistes fins et les passages charbonneux. Ils donnent une terre relativement fertile, quoique pauvre en carbonates.

Conglomérats

On en rencontre à tous les niveaux du Houiller briançonnais, en bancs généralement peu épais et le plus souvent lenticulaires, un peu comme dans les bassins limniques du Massif Central.

Les galets sont, en très grosse majorité, formés de quartz blanc, parfois de quartzites, presque toujours bien roulés, mais pas toujours bien calibrés. On y rencontre aussi de nombreux galets de micaschistes, de schistes siliceux (roches cornées de P. TERMIER), plus rarement de gneiss. Des galets de roches houillères remaniées sont fréquents.

Des galets de granite sont extrêmement rares. TERMIER (1903) pensait même qu'ils sont complètement absents. Mais — en insistant beaucoup, il est vrai — j'ai réussi à en trouver quelques-uns (à Puy-Saint-Pierre et près du pic du Longet). Enfin, il n'y a jamais de galets de microdiorites. KILIAN et REVIL (1908, p. 189) ont bien signalé, dans le massif du mont Thabor, à la partie supérieure des conglomérats carbonifères, quelques galets de microgranulite verte. Mais, dans le secteur que j'ai levé, je n'ai pas réussi à les retrouver.

Ces galets nous renseignent sur les anciens reliefs dont le démantèlement a fourni l'énorme quantité de matériaux nécessaires à l'édification du terrain houiller briançonnais : c'étaient



FIG. 8. — Conglomérat houiller à gros éléments. Vallon de la Cula (N. de Névache)



FIG. 9. — Conglomérat houiller remaniant des schistes noirs fins, houillers (près de Névache).

des massifs de roches métamorphiques anciennes : micaschistes, gneiss ocellés (fournisseurs des galets de quartz blanc), quartzites micacés. Il ne pouvait donc s'agir du massif cristallin du Pelvoux, du moins tel que nous le connaissons maintenant.

Houiller carbonaté

C'est un caractère très général du terrain houiller briançonnais de ne pas contenir de bancs calcaires (ce qui est le meilleur moyen de ne pas le confondre avec du Flysch sur certains affleurements équivoques). Cependant, dans la partie tout à fait supérieure du Houiller anthracifère se trouvent parfois des bancs calcaires brun à gris noir, déjà signalés par PUSSENOT (1922, 1930) dans la haute vallée de la Clarée et près de Valloires.

Les diverses roches stériles du Houiller se comportent différemment sous l'action des efforts tectoniques : les schistes sont le plus souvent étirés sans rupture. La valeur de l'étirement peut être mesurée par l'intermédiaire des fossiles qui ont accompagné les plaques schisteuses dans leurs déformations. Des tests animaux (*Leaia* et *Estheria*, qui seront décrits plus bas) montrent ainsi un allongement linéaire d'environ un tiers.

Au contraire, dans les grès et les conglomérats s'ouvrent des fissures, perpendiculaires à la stratification, et colmatées par du quartz cicatriciel :

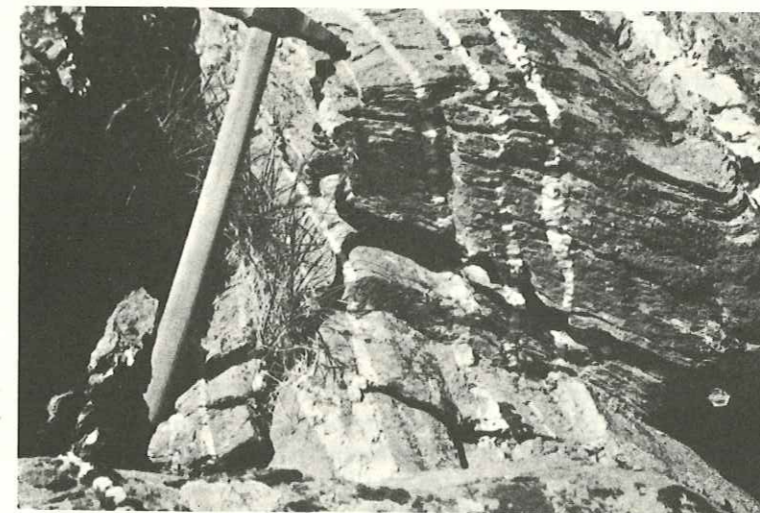


FIG. 10. — Crête de Moume (N. de Névache).

A un stade de tectonisation plus avancé, les grès et grattes finissent par être parcourus par un réseau cicatriciel complexe; c'est un moyen commode de repérer de loin les parties qui ont le plus souffert des efforts tectoniques.



FIG. 11. — Rochers de l'Encochette (N. de Névache).

STRATIGRAPHIE DETAILLEE DU HOULLIER

On a quelquefois essayé de fonder une stratigraphie détaillée du Houiller briançonnais sur des alternances de niveaux grossiers, et de bancs plus schisteux : LORY (1864, pl. V) fournissait une telle coupe dans le massif du Prorel, reprise et complétée par L. MORET (1923) :

Considérons d'en face le flanc sud du massif du Prorel, depuis les chalets du Mélézin par exemple. On peut distinguer à première vue trois zones différentes dans le terrain houiller se succédant comme suit dans le versant, de bas en haut :

- 1) une première zone, formée de pentes assez douces recouvertes de cultures étagées jusqu'à l'altitude 1 400 m environ. Toute cette partie, ou presque, est masquée par une assez forte épaisseur de glaciaire, où pointent par endroits quelques affleurements de grès houillers;
- 2) une deuxième zone, recouverte surtout de prairies, qui va de la cote 1 400 à 2 200 environ, jusqu'au pied de la falaise de Notre-Dame-des-Neiges. Ici les affleurements de Houiller sont plus nombreux, et bien visibles sous un mince manteau d'alluvions glaciaires et d'éboulis. Les exploitations minières sont surtout concentrées dans la partie inférieure de cette région;
- 3) la partie supérieure de la montagne commence au pied de la falaise de Notre-Dame-des-Neiges, couverture sédimentaire du terrain houiller.

Cet aspect d'ensemble a incité à distinguer dans ce Houiller trois étages superposés :

— un étage inférieur, stérile, allant de la vallée de la Durance à Puy-Saint-Pierre.

- une zone moyenne productive, allant de Puy-Saint-Pierre à la cote 1 800 environ.
- une zone supérieure stérile.

Cette coupe schématique s'imposait aux premiers observateurs, frappés qu'ils étaient par la régularité apparente des grès et grattes de la falaise sous Puy-Saint-Pierre, leur pendage faible vers l'intérieur de la montagne, et la position des principales exploitations.

Une telle subdivision du Houiller est arbitraire. En effet :

- 1) Le terrain houiller du Prorel est loin d'être aussi régulier que pourrait le donner à croire la seule vue du gros banc de grès et grattes qui forme la falaise de Puy-Saint-Pierre. On observe entre autres, au-dessus de Puy-Saint-Pierre, des affleurements de **veines renversées**, ce qui montre bien que la tectonique du Houiller n'est pas si simple que l'avaient cru ces auteurs.
- 2) Le Houiller de la zone inférieure n'est pas stérile. C'est là que se trouve la concession de Chamandrin.
- 3) Si les exploitations sont surtout concentrées entre les cotes 1 400 et 1 800 c'est pour raisons très humaines.

D'abord, les paysans briançonnais ont l'habitude de creuser leurs galeries en partant d'affleurements de couches. Ils n'ont donc pas été tentés de faire des travaux là où une assez forte épaisseur de terrain glaciaire masque le Houiller. De même, au-dessus de 1 800, l'accès des travaux devenant plus pénible, et la descente des produits beaucoup plus longue. Remarquons encore que c'est entre 1 400 et 1 800 que se trouvent les villages de Puy-Saint-Pierre, Puy-Saint-André et Puy Chalvin, et que les habitants étaient naturellement amenés à exploiter à proximité de leurs chalets.

On ne peut donc retenir ces essais de stratigraphie houillère fondés en définitive sur la morphologie glaciaire.

Les découvertes de nouveaux et nombreux gîtes fossilifères étudiés par Ch. GREBER, nous permettent d'établir une stratigraphie étayée par des critères paléontologiques.

Nous avons ainsi, de bas en haut :

LE NAMURIEN : ASSISE DE PASQUIER

Les flores les plus anciennes ont d'abord été recueillies sur la rive gauche de la Guisane, dans les vallons de la Bruyère et de l'Aiguillette du Lauzet. On y trouve *Sphenopteris fragilis* Schloth, associé à *S. dubuissoni* Brongn., *Zeilleria moravica* Stur. Ces couches doivent donc être rapportées au Namurien (FEYS et GREBER, 1952). L'épaisseur de cette formation ne peut être déterminée avec précision, puisque nous ne connaissons pas sa base, et que sa partie inférieure est supprimée par le jeu de la tectonique. On en voit environ 100 à 200 m d'épaisseur, là où elle affleure le plus largement.

On trouve encore cet étage sur la rive droite de la Clarée, sur la crête de Pasquier, bien caractérisée au point 2 600 de l'arête par une flore à *Pecopteris aspera* Brongn., *P. plumosa dentata* Artis, *Mariopteris laciniata* Potonié et une grande variété de *Rhodesia*, ainsi que sur la crête joignant Grande Cime au pic du Longet, en trois gîtes voisins, avec une flore à *P. aspera* Brongn., *Mariopteris laciniata* Potonié, *Neuropteris schlehani* Stur et *Mariopteris cf. acuta* Brongn. (FEYS, 1954).

Il s'agit du plus ancien terrain sédimentaire connu et daté des Alpes françaises. Ce Namurien est partout constitué par du terrain houiller productif; série grise et noire, essentiellement gréseuse, avec nombreux niveaux charbonneux, murs à radicules et toits de schistes fins fossilifères, sans métamorphisme sensible. Dans le Briançonnais les conditions de dépôt bien particulières de la sédimentation houillère étaient donc déjà installées dès le Namurien.

LE WESTPHALIEN A : ASSISE DE LA BENOITE

Ce Namurien est surmonté, en succession normale, par une puissante assise productive correspondant au Westphalien A, datée par de nombreux et riches gisements fossilifères, et caractérisée essentiellement par *Neuropteris schlehani* Stur, et *Mariopteris* du groupe *acuta*.

Cette assise affleure très largement sur la rive gauche de la Guisane (La Benoite, le Grand Vallon, la Ponsoinière) et se prolonge sur le versant Clarée où nous la retrouvons sur la crête du Chatellard avec un gîte fossilifère au point 2 800 de la crête, ainsi que dans le vallon de la Casse Blanche.

Dans la région du Chardonnet elle a une puissance, compte tenu du pendage des couches, de l'ordre de 500 m. On arrive à une épaisseur comparable le long de la crête de la Benoite.

Je propose pour cette assise le nom d'assise de la Benoite puisque c'est tout au long de la belle coupe naturelle fournie par la crête de la Benoite et dans le secteur environnant qu'on peut le mieux l'observer, avec de nombreux gîtes fossilifères.

LE WESTPHALIEN B

Toujours en succession normale, au-dessus du Westphalien A viennent des couches houillères productives attribuables au Westphalien B⁽¹⁾. Ce sont, sur la rive gauche de la Guisane, des couches à *Pecopteris pennaeformis* Brongn. dont l'épaisseur paraît être du même ordre que celle du Westphalien A, et surtout les flancs N.-E. et S.-E. de la Croix de la Gardiole, entre les cotes 2 650 et 2 700, avec deux riches gisements qui ont fourni une flore à *Mariopteris muricata* Schlot., et divers *Neuropteris*.

Par contre, cet étage doit être très réduit, sinon absent, sur la crête du Chatellard où l'on trouve très rapprochés, deux gisements caractérisant respectivement les Westphalien A et C.

LE WESTPHALIEN C : ASSISE DE LA MADELEINE

C'est le Westphalien C qui constitue la majeure partie des affleurements de terrain houiller anthracifère du pays briançonnais (CORSIN, 1950). Il est essentiellement caractérisé par une

(1) Ces divisions du Westphalien en A, B, C et D ont été établies dans les grands bassins paraliés, comme le bassin franco-belge, où la limite exacte entre deux assises est marquée par des invasions marines, ce qui permet des raccordements précis à grandes distances. Dans le bassin houiller briançonnais, nous ne connaissons pas de tels niveaux marins marquant la frontière entre les assises qu'il est convenu d'attribuer au Westphalien A, B ou C. Comme les flores ont évolué de façon continue, il est normal qu'à un stade d'analyse stratigraphique aussi fine dans des séries également continues on ne puisse honnêtement tracer la limite entre deux assises consécutives que de façon approximative. De plus, dans le Briançonnais les associations d'espèces ne sont pas forcément les mêmes, et ces espèces n'ont pas forcément la même répartition verticale que dans les bassins situés en bordure de la « Mésogée du Nord »; par exemple, on n'y a jamais trouvé le *Lonchopteris rugosa* pourtant si fréquent dans le Westphalien B du Nord - Pas-de-Calais. C'est pourquoi je ne propose pas pour le moment de nom d'assise pour le Westphalien B briançonnais puisque nous connaissons son extension surtout par différence: entre le A et le C bien caractérisés. De même, les limites des diverses assises reportées sur la carte ne peuvent être que largement approximatives.

prolifération extraordinaire de *Neuropteris linguaefolia* P. B. et parfois par des tests animaux: *Leaia tricarinata* M. et W. et *Estheria simoni* Pruvost (FEYS, 1953).

Il constitue les lambeaux houillers de Chanteloube et de l'Argentière; il semble constituer à lui seul tout le Houiller affleurant dans le massif de Peyre-Eyraute (gisements du torrent de Queyrières, du Rocher de la Verne (FEYS et GREBER, 1950) et dans le massif du Prorél.

Sur la rive gauche de la Guisane, il est bien caractérisé dans la petite bande houillère la plus occidentale, à l'ouest du synclinal triasique du Puy du Cros (gisement du ravin de la Moulette). Dans la bande principale, on le retrouve en succession normale au-dessus du Westphalien B, mais il manque certainement dans les environs de la Ponsoinière et au Chardonnet. Plus au sud il existe dans une bande plus orientale (gisement des Gardéolles (FEYS, 1952 et GREBER, 1952).

Il constitue également la majeure partie du Houiller de la rive droite de la Clarée (FEYS, 1954) et, semble-t-il, toute la rive gauche (FEYS, 1955). Son épaisseur doit être de 500 à 1 000 m au moins, probablement davantage.

Le nom d'assise de la Madeleine est retenu ici pour ces formations puisque c'est dans la région de la Madeleine, tout au fond de la haute vallée de Névache qu'on la trouve le mieux datée, à la fois par des fossiles animaux et végétaux.

LE WESTPHALIEN D : ASSISE DE TARENTEISE

Le Westphalien D n'est pas représenté, semble-t-il, dans le Houiller du pays briançonnais. Mais J. FABRE (1952 et 1955) a montré qu'il existe plus au nord. C'est l'assise de Tarentaise, également constituée par du Houiller productif, et elle aussi d'une épaisseur considérable.

Toutes les assises précédentes ont les mêmes caractères pétrographiques: sédimentation essentiellement gréseuse, avec conglomérats en bancs lenticulaires irrégulièrement répartis (si la distribution de ces conglomérats dans le Houiller productif obéit à une loi, celle-ci est certainement trop complexe pour que nous puissions la déchiffrer dès maintenant). La désignation de « grès à anthracite » employée par les anciens auteurs est particulièrement heureuse.

CARBONIFERE CONGLOMERATIQUE ET STERILE DU GRANON ET DE ROCHE CHATEAU - STEPHANIEN

Au col du Granon, sous les conglomérats du Verrucano, le Houiller est constitué par des conglomérats très grossiers, gris clair ou même blanc sale vus de loin. Ils sont formés presque uniquement de galets de quartz blanc (semblables aux amandes quartzieuses des roches cristallines du Pelvoux) dans un ciment arkosique très cristallin, le tout lardé en tous sens de filons de quartz blanc. Cette série est ici puissante de quelques centaines de mètres, mais il doit y avoir des replis. Elle est complètement stérile, ne contient ni charbon, ni schistes, ni même grès fins, d'où sa tonalité très claire. On y voit, au milieu des conglomérats quartzieux, un petit banc lenticulaire de schistes gréseux micacés colorés, vert clair à violet foncé.

Comme ces terrains très grossiers sont dépourvus de fossiles, on peut faire deux hypothèses a priori pour les interpréter (FEYS, 1952) :

- il pourrait s'agir d'une variation de faciès rapide, le Houiller passant à des conglomérats de piedmont et devenant stérile sur sa bordure orientale.
- il s'agirait de terrains plus récents que le Houiller anthracifère.

C'est cette deuxième hypothèse qui est la bonne, comme l'ont montré les levés cartographiques :

Des conglomérats stériles affleurent en effet en une bande presque continue, tout le long de la bordure orientale du Houiller briançonnais : depuis le Bois des Ayes au sud, jusqu'à Névache au nord, en passant par le torrent de Cervières, le cimetière de Briançon, le Bois de l'Ours, la région du Granon, la crête du Grand Méyret, la crête de Pasquier, le pic du Longet. Puis elle se réduit et, au nord de Grande Cime, elle n'a plus qu'une épaisseur d'une dizaine de mètres.

Au nord de Névache, ce sont probablement les mêmes conglomérats que nous retrouvons sur la rive gauche de la Clarée, formant l'ossature des puissantes crêtes longitudinales de Moume et des Gardéolles. Mais le style tectonique aigu de ces dernières amène quelques désordre dans les affleurements, et empêche d'être affirmatif.

Tout au nord enfin, nous les retrouvons près du mont Thabor, à l'ouest du Roc de Valmeinier, à la partie supérieure du Houiller et sous les quartzites du Trias. Nous les retrouvons aussi, tout au fond de la haute vallée de Névache, à Roche Château (FEYS, 1955), où ils sont devenus de gros conglomérats polygéniques, associés à des grès et psammites.

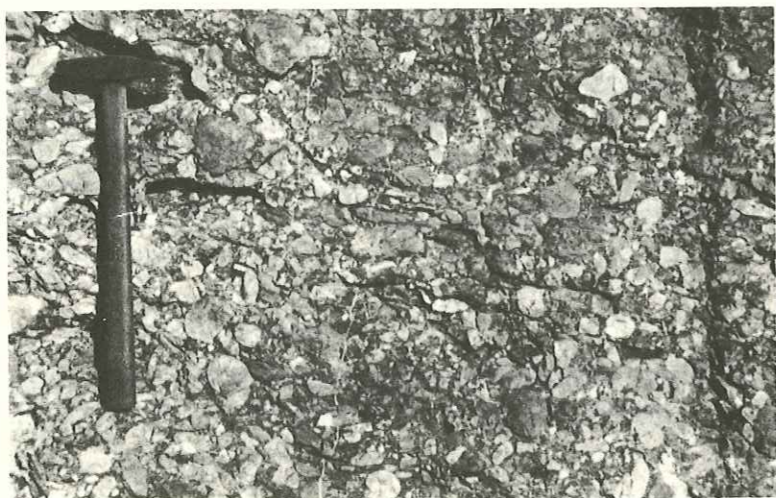


FIG. 12. — Conglomérats de Roche Château.

Dans le pays briançonnais, aucun fossile ne me permet de dater directement ces conglomérats. Mais ils se prolongent vers le nord et affleurent largement, avec un faciès moins grossier en Maurienne et en Tarentaise, où ils ont été étudiés par J. FABRE (1951 et 1952) qui a établi leur âge Stéphanien moyen; c'est l'assise de Courchevel.

DISCORDANCE DU STEPHANIE

J. FABRE a montré qu'en Tarentaise l'assise de Courchevel repose sur les Westphalien D supérieur et Stéphanien inférieur, auxquels elle succède sans discontinuité. Plus au sud, en Maurienne, elle se retrouve avec un faciès déjà plus grossier, en superposition apparemment normale, sur des couches à *Mixoneura cf. flexuosa* G. E. et *Pecopteris lamurensis* Heer avec lacune probable d'une partie du Stéphanien inférieur (FABRE, 1952).

Plus au sud encore, en pays briançonnais, sur la crête qui sépare la vallée de Valmeinier de celle de Névache, à l'est de Roche Château, les mêmes couches reposent sur du Westphalien C daté par *Leaia tricarinata* M et W, *Estheria simoni* Pruvost, *Neuropteris linguaeifolia* P. B., *Neuropteris obliqua* Brongn. *Pecopteris pennaeformis* Brongn.

Dans la vallée de Névache, on voit cette même assise, franchement conglomératique reposer :

— au Pic du Longet, sur des couches à *Pecopteris aspera* Brongn., *Neuropteris schlehani* Stur, *Mariopteris laciniata* Potonié, *Mariopteris cf. acuta* Brongn. rapportées au Namurien.

— sur la crête de Pasquier, sur des couches à *Pecopteris aspera* Brongn., *Pecopteris plumosa dentata* Artis, *Mariopteris laciniata* Potonié, et une grande variété de *Rhodea*, également rapportées au Namurien.

Il apparaît donc que le Stéphanien de la zone houillère briançonnaise, représenté par une puissante assise stérile et presque partout grossière, s'il repose bien en concordance en Tarentaise et dans une partie de la Maurienne sur le Westphalien supérieur, vers le sud repose indistinctement sur le Westphalien moyen, inférieur, ou le Namurien.

Cette discordance de *mapping* ne peut s'expliquer par un hypothétique dépôt des sédiments carbonifères « en bassins isolés et allongés dont la durée dans l'espace et dans le temps ont été des plus variables » (CORSIN et DEBELMAS, 1952), comme dans les petits bassins limniques du Massif Central.

Ici, la grande étendue des affleurements, la puissance des assises en question, nous placent dans un ordre de grandeur où de telles comparaisons ne sont pas légitimes.

Sous ce rapport, c'est plutôt au bassin sarro-lorrain que l'on doit comparer le bassin briançonnais : la transgression du Stéphanien briançonnais rappelle, par bien des points, la discordance du conglomérat de Holz, base de la série d'Ottweiler (versicolore et pauvre en charbon, d'âge stéphanien) sur le Westphalien productif lorrain.

Le bassin briançonnais, après avoir reçu les dépôts anthracifères du Namurien au Stéphanien inférieur — avec déplacement progressif de l'aire de sédimentation vers le nord s'est vu, au Stéphanien moyen, largement envahi par une sédimentation détritique, discordante sur les différents termes productifs sous-jacents.

Cette transgression, post-westphalienne et anté-stéphanienne est donc liée aux mouvements de la phase asturienne (FABRE, FEYS et GREBER, 1953).

LA SERIE VERSICOLERE ENTRE HOULLER ET VERRUCANO DU FLANC EST DU PIC DU LONGET

Il s'agit d'une curieuse série lenticulaire observée pour la première fois en pays briançonnais sur l'éperon transversal E.-W. qui part du Pic du Longet, et barre la haute vallée de l'Oule. Ici, dans sa partie supérieure, le Houiller gris stérile se charge progressivement de petits galets de quartz rose et de liparite — éléments d'ordinaire réservés au Verrucano et au Trias — en même temps qu'apparaissent quelques bancs colorés : schistes et grès verts et violets.

Ces couches, puissantes de 2 à 300 m sont elles-mêmes surmontées par le Verrucano et les quartzites du Trias. On pourrait ainsi, et en ce point précis, avoir l'illusion d'un passage pétrographique continu entre le Houiller et le Trias, comme le croyaient les anciens auteurs (stratigraphiquement il n'en est rien, puisque ces couches reposent sur le Namurien daté, et qu'il y a donc ici lacune stratigraphique d'au moins tout le Westphalien).

Ce faciès est très localisé dans le pays briançonnais. Cependant, 4 km plus à l'ouest, à l'éperon au sud de la montagne de Rambert, entre le Houiller franc daté (Westphalien C) et les conglomérats du Verrucano, on retrouve un faciès analogue, mais avec quelques mètres d'épaisseur seulement : arkoses blanches avec, épars, quelques petits galets de quartz rose et de liparite, et bancs colorés.

Ces faciès me semblent représenter la première manifestation des bouleversements qui, après le dépôt du Houiller briançonnais productif et à la fin de l'orogénèse hercynienne amenèrent la transgression marine du Trias. Ce serait l'arrivée, dans des lagunes « avant-coureuses » et forcément isolées, de sédiments déjà permotriasiques par certains de leurs éléments (quartz roses, liparite) mais pas encore complètement dégagés des caractères de la sédimentation houillère : ce seraient si l'on veut, les premières avancées de la grande transgression des quartzites werféniens (FEYS, 1954).

METAMORPHISME DANS LE HOULLER BRIANÇONNAIS

Métamorphisme régional

A la suite de TERMIER (1903) j'ai écrit antérieurement que le Houiller de Briançon n'est pas, ou très peu métamorphique. Je ne voudrais pas, en effet, m'aventurer à parler de métamorphisme en m'appuyant uniquement ni sur la présence de séricite en feuillets onctueux dans le feuilletage d'arkoses laminées, ou en épigénéisation de fossiles végétaux, ni sur le bourgeonnement de quartz détritiques anciens.

Un indice plus sérieux serait la carbonisation générale des charbons briançonnais (anthracitisation, sinon même parfois graphitisation, nous le verrons dans un chapitre ultérieur). Mais si l'on parle de métamorphisme à propos de charbons anthracitisés, cela nous amènera à parler de métamorphisme à propos du bassin du Nord-Pas-de-Calais, avec la

veine Saint-Georges d'Anzin, du bassin du Gard avec les anthracites de Molières, du bassin de Djerada tout entier, et ainsi de suite. En fait, je pense que la matière organique du charbon constitue un réactif très sensible au métamorphisme, même très léger ⁽¹⁾, si léger qu'il s'agit alors de phénomènes plus ténus que l'acception courante de ce terme par les pétrographes ⁽²⁾.

Laissons également de côté le cas particulier du « graphitoïde » du Chardonnet, lié à la présence d'un énorme amas dioritique, donc d'un métamorphisme de contact.

Mais J. FABRE a montré dans les secteurs qu'il étudie plus au nord, l'existence d'un métamorphisme régional sensible (obs. inéd.). A la lueur de ses observations, il me semble serrer de plus près la vérité en avançant que le Carbonifère intra-alpin présente un début de métamorphisme régional, à peine sensible à Briançon, net plus au nord.

Effectivement, dans la bande de Banchet, liée au Houiller de Modane, l'aspect des terrains est déjà plus métamorphique qu'à Briançon. C'est ainsi qu'un grès houiller, récolté près de la mine de Banchet, montre une structure qui est presque de micasciste, avec développement d'une multitude de prismes ténus de **tourmaline bleue de néoformation**, avec carbonates et apatite (pl. XIII).

Métamorphisme de contact

Par ailleurs, les résultats de l'étude pétrographique des anthracites et graphitoïdes briançonnais exposés plus bas, confirment et précisent l'idée, jusqu'ici surtout intuitive, d'un métamorphisme de contact des charbons intra-alpins suffisamment poussé pour qu'en certains points, tel le Chardonnet, il y ait effectivement transformation en graphite, au sens cristallographique du terme. Au Chardonnet, ce métamorphisme est anté-triasique, et affecte des terrains westphaliens (il y a ici lacune du Stéphanien). Il serait donc tardi-hercynien. Rappelons que dans une région voisine, les « migmatites du Sapey » témoignent d'un métamorphisme particulier, lui aussi tardi-hercynien, puisqu'il affecte des terrains postérieurs au Stéphanien moyen, et qu'il est lui-même antérieur au Néo-Permien (ELLENBERGER, 1954).

NEOPERMIEN

Je reprends ce terme commode (ELLENBERGER, 1954) pour désigner un ensemble de terrains du Paléozoïque supérieur, tous liés à la base des quartzites du Trias et de faciès pétrographiques et puissances variant rapidement, comme il est habituel pour ce type de formations continentales.

(1) Déjà DELESSE (1858) avait noté que les roches combustibles, conservant « la trace des altérations les plus légères (...) » sont complètement modifiées par une élévation de température qui serait trop faible pour produire aucun effet sensible sur d'autres roches; on comprend donc que l'étude du métamorphisme y soit par cela même très intéressante ».

(2) F. BIENNER, M. LOUIS et J. RAVIER (1954) arrivent à une conclusion analogue par des voies différentes : ils remarquent que la matière organique de l'Albien des Pyrénées s'est enrichie en Carbone, appauvrie en Azote et en Hydrogène sous l'influence d'un métamorphisme très faible et minéralogiquement indiscernable; ils estiment que l'état d'évolution de la matière organique constitue ainsi un moyen de mesure particulièrement sensible de l'intensité du métamorphisme. Dans le même ordre d'idées encore, ABELSON (1954) remarque que des coquilles, des ossements fossiles, même très anciens (360 M. A.) contiennent encore souvent des matières organiques, entre autres des acides aminés mis en évidence par des méthodes colorimétriques. Il trace une courbe, largement extrapolée, de la dégradation de l'alanine en fonction de la température et du temps, et propose de considérer cette alanine comme un « thermomètre géologique ».

LES CONGLOMERATS DU VERRUCANO

Dans la région de Briançon, on appelle « Verrucano » des conglomérats bourrés de galets violets de liparite ⁽¹⁾, de galets de quartz rosés, avec quelques passages de grès arkosiques plus fins; on y rencontre parfois de petites lentilles d'argilolites verdâtres bariolées de violet. L'ensemble de cette formation présente de belles teintes vives, qui tranchent à la fois sur les assises houillères sous-jacentes, et les quartzites werféniens blancs qui la surmontent.

Notons en passant que, pour la commodité, on attribue traditionnellement le Verrucano briançonnais au Permien, ceci en l'absence de fossiles caractéristiques, et uniquement pour des raisons de position; il pourrait tout aussi bien être rapporté à l'extrême base du Trias auquel il est toujours intimement lié; sous ce rapport il rappelle le Permien rouge (Saxonien) des Vosges et de Lorraine, discordant sur la série houillère (westphalienne et stéphanienne) et au contraire moins nettement indépendant des Grès bigarrés qui le recouvrent.

Près de Briançon, ces conglomérats ont ordinairement une épaisseur de quelques mètres seulement, mais peuvent localement dépasser cinquante mètres, comme à l'Argentière.

La puissance et le faciès de ce Verrucano briançonnais changent progressivement à mesure qu'on avance vers le nord. D'abord conglomérat très grossier, bourré de galets de liparite, il se charge de plus en plus d'éléments fins: schistes et grès bariolés. Tout se passe comme si, les apports terrigènes s'intensifiant vers le nord, ces galets étaient « dilués » et isolés au milieu d'une masse de plus en plus considérable de schistes et de grès; mieux, comme si le « Verrucano briançonnais était un condensé conglomératique du Verrucano de Modane ».

Tout au nord du pays briançonnais, au fond de la haute vallée de la Clarée, nous voyons ces conglomérats prendre aux Rochers du Laus une épaisseur notable (LEMOINE, 1952, FEYS, 1954), en même temps que d'autres variétés de galets apparaissent, et que s'intercalent des bancs carbonatés. Je reviendrai un peu plus bas en détail sur ce secteur.

LES GRES SERICITEUX DE VALLEE ETROITE

En vallée Etroite (nord de Banchet) entre le Houiller productif et les quartzites du Trias, on ne retrouve pas non plus le Verrucano avec son faciès habituel des environs de Briançon, mais une assise de grès-quartzites clairs et dépourvus de pigment foncé, très laminés et sériciteux. Essentiellement formés de gros galets de quartz dans un ciment de quartz fin, avec un peu de séricite, ils contiennent quelques petits galets de quartz rosés, parfois quelques galets de schistes noirs d'aspect houiller, de multiples petits grumeaux rouille de fer oxydé ou carbonaté. On peut dire que leur aspect pétrographique est une sorte de moyenne entre les grès houillers, les quartzites du Trias, et le Verrucano conglomératique. C'est là un faciès inhabituel en pays briançonnais, mais bien développé plus au nord, dans la région étudiée par J. FABRE (obs. inéd.).

(1) Nulle part, dans le Briançonnais, on ne connaît d'affleurement de telles liparites. On n'en rencontre non plus jamais de galets dans les conglomérats houillers.

Il y a bien l'affleurement d'andésite de Guillestre, d'ailleurs classique. Ch. LORY (1883, p. 117) qui l'a signalé pour la première fois qualifiait cette roche de « porphyre massif » et observait qu'elle occupe une « position permienne » sous les quartzites triasiques.

KILIAN (1891, p. 571) fit remarquer que cette « porphyrite » ne traverse par les quartzites. On croyait alors à son identité avec les galets violacés du Verrucano. KILIAN et TERMIER (1901, p. 385), l'étudiant de façon plus approfondie reconnurent qu'il s'agissait en réalité d'une andésite, donc qu'elle n'avait pu fournir les galets de liparite du Verrucano.

DISCORDANCE DU VERRUCANO

Depuis TERMIER (1903) c'était une opinion communément admise que l'on passe progressivement des « grès à anthracite » aux poudingues rougeâtres du Verrucano par des grès de plus en plus clairs et de plus en plus grossiers. J'ai pu montrer, avec Ch. GREBER (1950) qu'il y a en réalité une discordance importante. Je rappelle ici brièvement les principales observations qui nous ont menés à cette conclusion, en y ajoutant quelques observations effectuées depuis.

1) Jamais il n'y a passage pétrographique continu. Ce qui a pu en donner l'impression aux anciens auteurs c'est, par exemple au Granon, l'interposition, entre le Houiller noir anthracifère et le Verrucano conglomératique des conglomérats gris stériles déjà mentionnés.

Bien au contraire, le Verrucano repose indistinctement sur n'importe quel faciès du Houiller :

- tantôt sur des grès plus ou moins grossiers, comme dans le ravin du Régulier (à 3 km au nord de Briançon, à la côte 1520);
- tantôt sur des schistes fins avec passées charbonneuses, comme dans le ravin de Queyrières (FEYS et GREBER, 1949);
- tantôt sur des grès intercalés de schistes fins, comme dans le ravin de Coste Rousse, au nord-est de Prelles, à la côte 1350;
- tantôt même sur un niveau charbonneux, comme dans le ravin du Gros Riou au nord de Prelles, à la côte 1350;
- tantôt sur des conglomérats grossiers, comme au Bois des Ayes, à 9 km au sud-est de Briançon. L. MORET (1923) a déjà signalé ce fait, mais en attribuant au Verrucano « les très gros conglomérats quartzeux » qui affleurent au sommet du Bois des Ayes, ceci sans doute parce qu'ils sont localement teintés de rouge, et présentent de ce fait une ressemblance apparente de teinte avec le Verrucano. Je les considère au contraire comme carbonifère car il ne s'agit ici que d'une rubéfaction secondaire *per descensum*, formant des traînées au milieu des conglomérats à pâte typiquement grise, et qu'ils sont par ailleurs dépourvus de tout galet de liparite. Le fait que les conglomérats houillers sont par place teintés de rouge ne saurait, à mon avis, servir à démontrer un passage continu entre ces deux formations. Les conglomérats typiques du Verrucano existent à faible distance du sommet du Bois des Ayes, sur le versant est, où ils sont adossés aux conglomérats houillers.

2) Les conglomérats du Verrucano présentent, dans tout le Briançonnais, un faciès franchement détritique. Loin de former à la façon des conglomérats du Houiller anthracifère des bancs lenticulaires, ils constituent au contraire un manteau continu que l'on retrouve partout entre le Houiller et les quartzites du Trias, sauf suppression par laminage tectonique évident, ou dissimulation locale par des éboulis. Mais leur épaisseur est assez variable, de quelques mètres à peine sur le flanc E. du synclinal de quartzites de Roche Baron, à plus de 50 m, peut être 100, à l'Argentière.

Ce sont au contraire les formations fines, comme les lentilles d'argilolites bariolées parfois intercalées dans le Verrucano, qui sont discontinues.

- 3) Il y a, dans le Briançonnais, une **lacune stratigraphique entre les assises houillères et le Verrucano**, considéré comme Permien. PUSSENOT (1938) l'avait déjà noté à propos du gisement de l'Argentière, où les conglomérats du Verrucano surmontent du Houiller d'âge westphalien moyen, et concluait à une transgression.
- 4) **Dans toute la zone interne des Alpes françaises, les couches attribuées au Permien reposent sur des assises houillères d'âges différents.** C'est ainsi, à s'en tenir au seul pays briançonnais que :
- dans le massif de Peyre-Eyraute, le Verrucano repose sur du Houiller daté Westphalien C par de bons gisements fossilifères (FEYS et GREBER, 1950);
 - sur la rive gauche de la Guisane, le Verrucano surmonte soit le Westphalien A comme à la Ponsoinière, soit du Westphalien C comme dans le ravin de la Moulette, soit même un Houiller conglomératique attribué au Stéphanien, comme au Granon;
 - sur la rive droite de la Clarée le Verrucano repose tantôt sur du Westphalien C anthracifère (Rambert), tantôt sur du Stéphanien stérile (Crête de Pasquier, Grande Cime);
 - enfin le Verrucano surmonte directement les schistes cristallins dans le Briançonnais oriental (LEMOINE, 1951).
- 5) Les conglomérats du Verrucano briançonnais contiennent des roches houillères remaniées. En de nombreux points, on trouve, parmi les galets de ces conglomérats, des galets de schistes noirs : ceux-ci ont une taille moyenne de 1 à 2 cm, mais atteignent parfois 10 cm ⁽¹⁾, PUSSENOT (1938) les avait déjà remarqués dans le Verrucano de l'Argentière; mais on peut trouver de tels galets partout, parfois en petite quantité il est vrai. J'en ai même récolté, en compagnie de M. LEMOINE, dans un bloc de Verrucano lui-même inclus dans la fameuse brèche mésozoïque du Prorel.

Tous les faits que je viens d'énumérer : présence de galets houillers remaniés dans le Verrucano, âges différents des assises houillères sur lesquelles il repose, lacune du Stéphanien ou d'une partie du Westphalien, constance du faciès détritique du Verrucano, permettent de conclure à l'existence d'une transgression accompagnée d'une discordance du Verrucano sur le Houiller dans le Paléozoïque briançonnais.

Une telle discordance de *mapping* n'est, je crois, plus contestée.

Mais il y a également une **discordance angulaire**. La première coupe que j'avais signalée avec Ch. GREBER, où l'on puisse observer une discordance angulaire est celle du ravin de Queyrières (FEYS et GREBER, 1949) :

A cet endroit, sur la rive droite du ravin, le Verrucano semble reposer en concordance sur des schistes houillers, noirs et fins, dont la partie tout à fait supérieure a fourni une abondante flore du Westphalien C. Sur la rive gauche au contraire, les grès du Verrucano reposent en discordance sur des schistes et grès houillers très redressés. La stratification du Houiller y est mise en évidence par des alternances de bancs de grès et des schistes à passées charbonneuses. La discordance angulaire varie entre 30 et 70° dans la partie observée.

Il est cependant certain que ces deux formations ont subi des déplacements relatifs depuis leur dépôt. Il existe, au contact, un léger rebroussement des couches sur environ 30 cm. On voit même une esquille de schistes verts s'enfoncer de 1 à 2 m dans les grès houillers.

A vrai dire, cette coupe avait laissé sceptiques beaucoup de géologues alpins (GIGNOUX,

(1) Dans certains secteurs, le Verrucano est bourré de galets de schistes qui paraissent presque noirs en affleurements, mais en réalité lie-de-vin foncé. Ils ne proviennent donc pas du Houiller productif noir, mais probablement des couches versicolores plus récentes affleurant, entre autres, près de Roche Château.

1951), puisque cette disposition des couches peut s'expliquer par des froissements et rebroussements du Houiller sous le Verrucano (DEBELMAS, 1951). Nous citons également d'autres discordances angulaires observables au sud de Briançon. Pour l'une de celles-ci, celle du ravin du Bouffard, près de Chanteloube, J. DEBELMAS (1954) a montré que le contact n'est pas normal, puisque le Houiller et le Verrucano appartiennent ici à deux nappes différentes.

Il faut reconnaître toutefois que pour ces affleurements les contacts peuvent être purement tectoniques, et que de ce fait, les discordances angulaires observées n'ont à elles seules rien de démonstratif. De même, si l'examen de détail des travaux d'exploitation montre que la tectonique du Houiller est plus complexe que celle du Permien et du Trias, cet argument n'a pas non plus une valeur absolue, car il est probable que les différences de plasticité des couches sont en partie responsables de cette différence de style tectonique. Mais il faut bien dire que dans une région aussi accidentée, il ne sera jamais possible de rencontrer un endroit où une discordance angulaire ne pourra être interprétée comme d'origine tectonique.

Malgré cela, je crois que les conglomérats du Verrucano briançonnais reposent en discordance angulaire sur les formations sous-jacentes. Ce point de vue est étayé par des observations récentes, effectuées dans le nord du pays briançonnais dans de grandes falaises rocheuses largement dénudées, donc cette fois dans d'excellentes conditions d'observation :

- le Verrucano et les quartzites werféniens de la Tête de la Cassille reposent en discordance angulaire indubitable sur les couches houillères sous-jacentes, comme l'a souligné B. TISSOT (1955);
- à l'ouest de Roche Château, les conglomérats feuilletés des Rochers du Laus, représentant le Verrucano briançonnais reposent également en discordance angulaire, ici sur des couches versicolores, et de façon fort spectaculaire, comme cela a été observé pour la première fois par M. LEMOINE (obs. inéd.).

Ces deux discordances angulaires sont visibles sur les figures 97 et 126.

Cette transgression du Verrucano de Briançon, considéré comme Permien supérieur (ou Néo-Permien) est post-stéphanienne, probablement post-autunienne d'une part, anté-triasique et probablement anté-saxonienne de l'autre. Elle serait donc une manifestation dans les Alpes de la phase saalienne de H. STILLE (phase allobrogiennne de M. LUGEON).

Il est tentant d'en rapprocher les manifestations volcaniques et métamorphiques dont il est question par ailleurs.

Les conglomérats du Verrucano briançonnais, discordants sur tous les terrains sous-jacents, sont liés à la base des quartzites werféniens, auxquels on les voit fréquemment passer de façon continue (la base des quartzites, à galets de quartz rosés contient encore parfois quelques galets violacés de liparite, et les quartzites blancs francs montrent parfois des récurrences de schistes rouges violacés ou verdâtres, semblables aux schistes bariolés intercalés dans le Verrucano).

En somme, les conglomérats du Verrucano se comportent en réalité comme le conglomérat de base des quartzites du Trias. Peut être la discordance du Verrucano doit-elle donc être imputée à la discordance palatine ?

Avec l'arrivée des quartzites du Trias va s'achever l'histoire des lagunes du Paléozoïque briançonnais. Ces grès-quartzites très blancs et très purs, si épais et si constants ont dû tirer leurs matériaux des mêmes reliefs qui avaient déjà approvisionné la sédimentation permocarbonifère, soit en les démantelant directement, soit en remaniant les dépôts paléozoïques. Mais de ce matériel, soumis à un tri sévère, ne sera retenu que du sable quartzueux à peu près pur, bien calibré. Cette préparation mécanique est attribuable à l'invasion des eaux, très probablement marines, du Trias inférieur.

LES ASSISES BARIOLEES DU MASSIF DE ROCHACHILLE

Tout au fond de la haute vallée de la Clarée, près de Roche Château apparaissent, à la partie supérieure du Paléozoïque (entre quartzites du Trias et Carbonifère productif), d'épaisses couches bariolées : schistes, grès et conglomérats multicolores, avec bancs de calcaires dolomitiques, qui méritent une description détaillée.

Ces terrains constituent ce que j'appelle — un peu improprement — le massif de Rochachille, puissantes montagnes à cheval sur la Savoie et les Hautes-Alpes. Le versant Clarée, plus spécialement étudié, sera décrit dans la deuxième partie de ce travail.

TRAVAUX ANTERIEURS

La feuille géologique au 1/80 000 de Briançon (2^e édition, 1933), les représente comme un simple épanouissement du « Verrucano » briançonnais (*r*). Cependant, ces couches présentent une épaisseur apparente maximale de plusieurs milliers de mètres, et c'est un spectacle impressionnant, après le camaïeu gris-noir du Houiller briançonnais, que cette soudaine explosion de couleurs rutilantes, et ces faciès inhabituels.

Ces couches bariolées ont été signalées par PUSSENOT (1930, p. 53). GIGNOUX et MORET (1938) attirent à nouveau l'attention sur ces terrains insolites, et s'interrogent sur ces faciès qui « simulent tantôt des dolomies capucin du Trias un peu métamorphiques, tantôt des calcaires du Malm recristallisés et bariolés de rouge et de vert (type Andésite de Guillestre) et par ailleurs intercalés dans du Permien indubitable ! Ils estiment que « ces lits calcaires doivent donc bien être permien, et correspondre à des épisodes lagunaires, calcaréo-dolomitiques, dont il n'est pas absurde d'admettre l'existence dans la série désertique du Permien ».

Enfin, M. LEMOINE (1952) donne une première description stratigraphique de ces terrains : il y distingue plusieurs séries, entre autres un Stéphanien autunien bariolé, surmonté d'un Permien supérieur transgressif, et montre que toutes ces séries se réduisent et disparaissent vers le sud.

STRATIGRAPHIE DETAILLEE

Des arêtes rocheuses comprises entre 2 500 et 2 900 m, offrent ici des conditions d'observation exceptionnelles; mais le « déchiffrement » stratigraphique et tectonique en a été laborieux, pour plusieurs raisons : d'abord une schistosité secondaire très marquée masque plus ou moins les pendages réels; puis l'absence de fossiles ne permet pas de procéder autrement que par comparaison des faciès, or ceux-ci varient continuellement, comme il est normal pour ce type de formations continentales; enfin, la réduction générale des assises vers le sud amène de brusques changements de puissance de diverses séries.

C'est le long de la crête reliant l'Aiguille Noire à Roche Château que les assises ont leur maximum de puissance, et que l'on peut observer la meilleure coupe. D'est en ouest, en ne tenant pas compte des replis, on trouve successivement :

- 1) *Carbonifère normal*, gris et noir, productif, d'âge Westphalien C = assise de la Madeleine (Pointe de Névache).

- 2) *Carbonifère conglomératique*, gris clair, stérile, avec phtanites et bois silicifiés, d'âge Stéphanien, en discordance de *mapping* sur le houiller sous-jacent = assise de Roche Château.
- 3) *Série multicolore inférieure* : schistes, grès, pélites, avec bancs de calcaires dolomitiques capucin : *r'*.
- 4) *Conglomérats polygéniques* à ciment lie de vin : = assise de Rochachille : *r''*. En discordance angulaire sur les différents termes sous-jacents (Pointe de Rochachille, Rochers du Laus).
- 5) *Série gris livide* de schistes, grès et conglomérats : *r'''* (Col de l'Aiguille Noire).
- 6) *Base du Trias* : grès-quartzites à quartz rosés.
- 7) *Quartzites werféniens* : (l'Aiguille Noire).

Ce sont les formations 3, 4 et 5 qui nous intéressent ici.

SERIE MULTICOLERE INFERIEURE : *r'*

Elle débute, sur le flanc S.-W. de Roche Château, au-dessus des bancs stéphanien grossiers, par un mince placage de schistes tendres vert très foncé, presque noirs, à empreintes ramifiées énigmatiques.

Immédiatement au-dessus, et apparemment en concordance, commence la série multicolore. Epaisseur maximale : 300 m environ.

Ces terrains affleurent largement dans le vallon de la Beaume Noire et le vallon du Gué.

Schistes, Grès et Pélites

Alternant avec des bancs carbonatés, ces roches montrent des couleurs variées et éclatantes, le plus souvent violet, lie de vin, vert sombre, ou vert pâle.

Certains bancs sont à peine colorés : ils ont un peu l'aspect de schistes gréseux et d'arkoses houillères, laminées et sériciteuses, mais avec une couleur générale allant de l'argenté au gris verdâtre. De tels faciès sont surtout développés à l'est du Pic 2818,5, au point qu'on pourrait être tenté d'y voir une assise distincte; je ne l'ai pas individualisée, d'abord parce que ces couches grises ne constituent qu'un épisode de l'assise bariolée inférieure, ensuite parce qu'elles se réduisent et disparaissent immédiatement au sud de l'arête.

Bancs Carbonatés

Ce sont des calcaires dolomitiques, gris bleuté en cassure fraîche, à patine capucin : ils se présentent soit en bancs continus mais peu épais (quelques centimètres à quelques décimètres) soit en bancs irréguliers, rognonneux, parfois avec bandes siliceuses noires.

En lames minces, ils se montrent formés de carbonate, de grain extrêmement fin, avec très rares petits quartz détritiques.

Le plus souvent, ils alternent finement avec des calcschistes vert pâle.

Ces roches sont fréquemment alourdies par un cloisonnement siliceux secondaire, plus ou moins serré. En affleurements, il reste alors des roches vacuolaires, mimant des cargneules triasiques. L'altération atmosphérique y a dégagé des petits débris qui pourraient être des fragments de tests. Aussi j'y ai fait tailler d'assez nombreuses lames minces, avec

l'espoir d'y trouver une microfaune lacustre. Mais il s'agit simplement de petites concrétions siliceuses aux formes capricieuses (il est possible que cette silice secondaire colmate les vides laissés par la dissolution sélective d'anciens tests carbonatés, mais je n'ai rien vu qui permette d'être affirmatif). Des essais de dégagement à l'acide chlorhydrique ou acétique ne m'ont non plus donné aucun résultat probant.

Calcaires Oolithiques

De rares échantillons, recueillis en éboulis, montrent des structures énigmatiques, peut-être attribuables à des oolithes calcaires recristallisées (LEMOINE, 1952).

ASSISE CONGLOMERATIQUE DE ROCHACHILLE OU NEOPERMIEN : r''

Au-dessus de la série multicolore précédente, arrivent de puissants conglomérats lie de vin; ils constituent l'épanouissement du « Verrucano » briançonnais, qui, à Briançon, n'a que quelques mètres à quelques dizaines de mètres au maximum d'épaisseur.

Ils passent localement à des arkoses colorées, voire à des bancs lenticulaires de schistes lie de vin, parfois chargés d'un réseau cicatriciel de quartz, et décolorés en vert pâle.

Enfin ces conglomérats sont fréquemment feuilletés par laminage, et en arrivent parfois à mimer des psammites, ou même des schistes fins (fig. 13) :

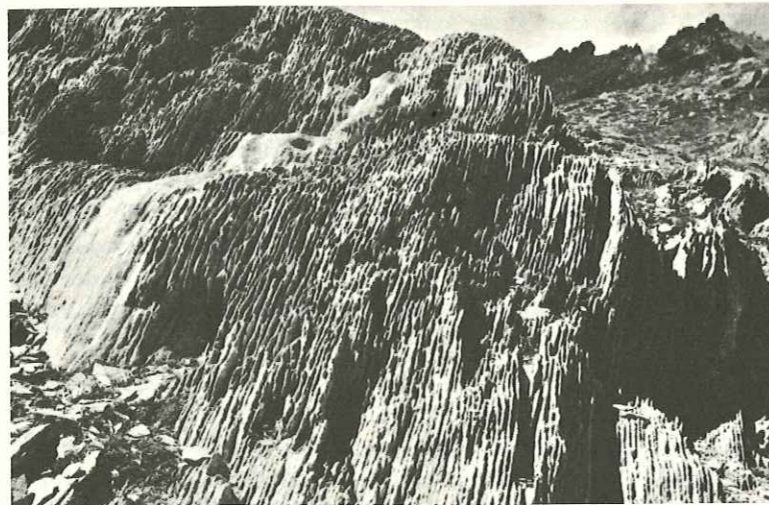


FIG. 13. — Affleurements de « Néopermien » feuilleté, près du lac Biron.

Ciment

Le ciment de ces conglomérats est formé d'arkoses lie de vin à verdâtre; il est fréquemment carbonaté, en nodules ou dans la masse.

Galets

Alors que le « Verrucano » briançonnais classique est bourré de galets violets de liparite, avec quelques galets de quartz rosés ou blancs et parfois de schistes houillers noirs remaniés, on retrouve ici les mêmes éléments avec encore une forte majorité de galets de liparite, mais en plus, une grande variété de galets inhabituels. Je me suis attaché à en dresser l'inventaire. Pour ce faire, j'en ai dégagé et extirpé systématiquement plusieurs centaines; un premier triage, à l'œil nu ou à la loupe m'a permis de les réduire à une quarantaine de type principaux, qui ont alors été examinés en lames minces avec le concours de A. VAYSSE. Un tel inventaire est forcément incomplet, puisqu'il comporte au départ des lacunes probables dans l'échantillonnage, et que ces lames minces ne nous montrent guère que les fragments parfois très altérés de roches dont nous ne connaissons pas toujours les affleurements. Il aboutit cependant à une liste déjà complexe :

(Pour mémoire) : les éléments habituels du Verrucano briançonnais (voir plus haut).

Granite.

Beau granite sain, largement cristallisé, à feldspaths potassiques et plagioclases, muscovite et biotite, calcite secondaire.

Microgranite.

Deux galets d'aspect voisin : dans un fond très finement cristallisé, quartzeux ou quartzofeldspathique, on voit de grands cristaux de quartz, de feldspaths potassiques ou plagioclases. Ces roches pourraient provenir des microgranites intrusifs du Carbonifère briançonnais, dont l'aspect est semblable.

Une lame y montre un faisceau de **petites tourmalines bleues néoformées**.

Microdiorite (?)

De même, certains galets de roches à deux temps pourraient provenir d'anciens affleurements de microdiorites du Houiller briançonnais, mais très altérées.

Phénocristaux : plagioclases abondants, chlorite et produits ferrugineux en pseudomorphoses de l'élément ferro-magnésien, pâte microlithique fine, surtout feldspathique.

Roches à deux temps diverses.

Une dizaine de lames montrent des roches à deux temps de cristallisation, mais profondément altérées ou écrasées. La plupart font penser à des microdiorites du Houiller briançonnais, mais sans qu'on puisse formuler de diagnoses précises.

Parfois structure microlithique. Parfois pâte d'aspect légèrement fluidal.

Lave ou tuf (?)

Deux lames montrent des roches d'aspect volcanique, probablement tuf ou lave dévitrifiée. L'une est très altérée. L'autre montre une pâte cryptocristalline (quartz, feldspaths) avec formes de dévitrifications en sphérolites. De plus grande taille, mais de forme très irrégulière, quelques grains de quartz, quelques formes micacées (chlorite). Chlorite en fragments de sphérolites.

Calcaires et dolomies.

Calcite finement et régulièrement cristallisée avec silicification secondaire. Ces galets proviennent probablement des calcaires dolomitiques dont on trouve de nombreux bancs dans l'assise multicolore inférieure. D'autres galets carbonatés montrent de la calcite ou de la dolomie largement cristallisée, plus ou moins chargée de produits ferrugineux (sidérose, hématite).

Grès et arkoses.

Une dizaine de lames montrent des grès fins ou grossiers, parfois quartziteux, massifs ou lités, des arkoses moyennes ou grossières. Tous ces galets doivent provenir du Carbonifère sous-jacent remanié mais la plupart sont rubéfiés, et méconnaissables à l'œil nu. Parfois **tourmaline bleue de néoformation**.

Phtanite (à spongolites ?)

Silice très finement cristallisée, chargée d'une abondante poussière noire, ferrugineuse et organique, laissant de nombreuses petites taches circulaires. Cette roche ressemble aux phtanites à spongolites qui ont été découvertes et étudiées par J. FABRE dans le Carbonifère briançonnais, en particulier dans l'assise conglomératique (h') près de Roche Château.

Quartz à tourmaline.

Un galet, qui dérive probablement d'une arkose houillère métamorphisée (quartz en assez gros cristaux réunis en plages, entre lesquels se trouvent des masses informes de plagioclases, mêlé de séricite et calcite, calcite secondaire assez abondante) montre de la **tourmaline bleue, très abondante, bien développée, en massifs de baguettes rayonnantes**.

Un autre galet est formé de quartz en cristaux de taille variable, souvent engrenés. Toute la roche est couverte de taches brunes ou bleutées, informes, semblant prendre naissance entre les éléments de quartz, et d'où partent d'une manière radiée, de **très nombreux et très fins prismes de tourmaline; quelques très rares cristaux, de plus grande taille, de tourmaline, montrent le passage à cette forme fine**.

DISCORDANCE DES CONGLOMERATS NEOPERMIENS DE ROCHACHILLE

- 1) Sur le flanc E. des Rochers du Laus et de la Pointe Pussenot, on voit les conglomérats de Rochachille reposer en **discordance angulaire** de 10-15° sur la série bariolée inférieure, comme l'a remarqué le premier M. LEMOINE (fig. 126). On peut observer une discordance angulaire analogue, quoique moins spectaculaire, sur le versant E. de la crête des Rochilles.
- 2) Cartographiquement, j'ai déjà signalé (FEYS, 1955) et le rappelle brièvement, que les conglomérats néopermiens reposent successivement sur les différents termes sous-jacents (fig. 14) :

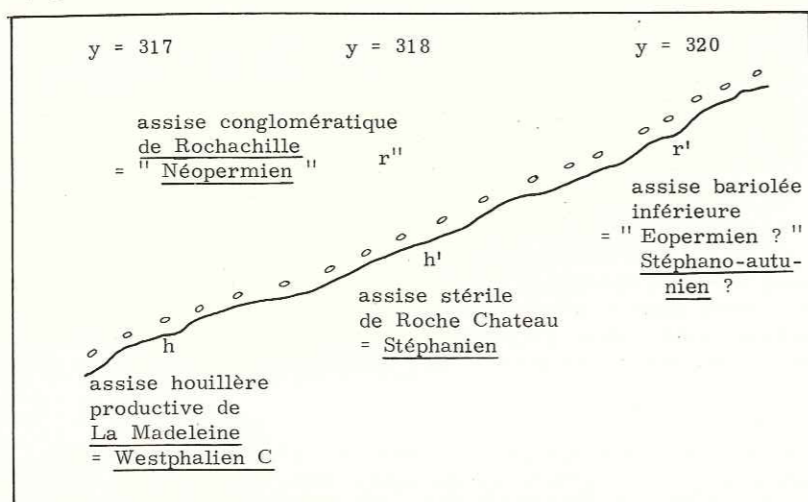


FIG. 14. — Discordance du Néopermien de Rochachille.

- 3) Enfin, nous venons de voir que ces conglomérats contiennent une grande variété de galets, témoignant d'une reprise active de l'érosion, à partir de roches permocarbonifères (grès, arkoses, phtanites, microgranites ou microdiorites, carbonates) parfois métamorphisées.

SERIE LIVIDE SUPERIEURE : r'''

Ici, les quartzites du Trias ne surmontent pas directement les conglomérats lie de vin. Entre les deux s'interposent une cinquantaine de mètres de schistes, grès et conglomérats sériciteux, gris livide, parfois chargés de grumeaux rouille.

Dans le secteur étudié, ces terrains s'observent en une bande continue, depuis le Col de l'Aiguille Noire au Nord, jusqu'au talweg de la Clarée au sud; aussi les ai-je distingués et représentés par une couleur spéciale sur la carte au 1/10 000.

Mais cette subdivision n'a qu'une valeur très locale et je ne pense pas qu'il s'agisse d'autre chose que d'une variation de couleur du sommet de l'assise conglomératique, liée à un changement climatique qui pré luderait à l'arrivée des quartzites blancs werféniens.

CONCLUSIONS

Ainsi, le Paléozoïque briançonnais s'achève par des épisodes bariolés, d'extension réduite. Le rapprochement s'impose avec d'autres bassins permocarbonifères qui nous montrent également, après le dépôt du Houiller productif noir, des faciès terminaux, bariolés et stériles : bassin sarro-lorrain avec les couches d'Ottweiler, bassin de Saint-Etienne, avec les couches rouges du jardin des plantes (zone de Bellevue), bassin de Blanzey-Creusot avec l'assise du Ponsard, etc.

Nous vérifions une fois de plus que le Carbonifère intra-alpin obéit aux mêmes lois générales que les autres bassins houillers hercyniens.

De même que dans ces autres bassins, nous avons ici la preuve d'un changement climatique survenu après le dépôt du Houiller productif (à une époque variable suivant chaque bassin); mais nous nous garderons bien de parler de faciès « désertiques ».

Aucun fossile ne permet de dater directement ces formations. Cependant, l'assise multicolore (r') est liée au sommet de l'assise de Roche Château (h'), sur laquelle nous sommes mieux renseignés, puisqu'elle est, au moins en partie, d'âge Stéphanien (FABRE, FEYS et GREBER, 1953).

Cette assise multicolore inférieure est donc soit stéphanienne, soit autuno-stéphanienne, soit franchement autunienne.

Mais ces terrains évoquent en tous détails la série bariolée d'Ottweiler (Stéphanien de Sarre et Lorraine) et il ne semble pas qu'il y ait lieu de la séparer de l'assise conglomératique de Roche Château, stéphanienne, qui en est la base.

Au-dessus vient alors en discordance l'assise de Rochachille (r''') d'âge « Néo-Permien »

Dans tous les cas si cette roche est d'origine marine, c'est que la mer mésogéenne (bassin des Alpes carniques) était proche des lagunes où s'est déposé le Carbonifère briançonnais. Entre celles-ci a pu s'établir une communication à la fin du Paléozoïque. Cette hypothèse est rendue vraisemblable par les caractères de la sédimentation du Houiller briançonnais, qui ne s'est certainement pas déposé dans des lacs de montagne mais dans d'immenses lagunes en bordure du littoral et au pied d'une cordillère.

II. Les fossiles du Houiller briançonnais

Sommaire

On trouve, dans le terrain houiller briançonnais, *Leaia tricarinata* M. et W., associée à *Estheria simoni* Pruvost, dans des couches d'âge Westphalien C. Les nombreux échantillons recueillis montrent un polymorphisme très accentué, dû à des déformations *post mortem* (étirement dans la schistosité). Nécessité d'étudier des populations, et non des tests isolés, ce qui aboutirait à multiplier à l'infini genres et espèces.

Le terrain houiller briançonnais renferme de nombreuses empreintes végétales. Les auteurs précédents, et notamment PUSSENOT (1930) y ont signalé un certain nombre de gîtes fossilifères. Mon ami GREBER et moi-même en avons découvert de nombreux autres; les flores récoltées permettent de préciser la stratigraphie et partant la structure de ce gisement houiller; elles sont décrites dans le mémoire de Ch. GREBER. Je n'en parlerai donc pas ici.

Par contre, le terrain houiller briançonnais se montre très pauvre en faune fossile, et cela malgré sa très grande épaisseur et l'étendue de ses affleurements. Ce caractère l'oppose au bassin houiller du Nord et Pas-de-Calais, par exemple, où les toits « à coquilles » sont aussi nombreux que les toits « à plantes ».

PRESENCE DE *LEAIA TRICARINATA* Meek et Worthen ET *ESTHERIA SIMONI* Pruvost

Cependant PUSSENOT (1930, p. 50 bis) y a signalé la présence de *Leaia tricarinata* var. *minima* Pruvost au col de la Madeleine. Plus tard, ses échantillons furent envoyés à M. PRUVOST qui les étudia et en confirma la détermination : *Leaia tricarinata*, mais forme typique ⁽¹⁾.

(1) M. PRUVOST a bien voulu me communiquer ses documents personnels encore inédits. Je lui en exprime ici ma vive gratitude.

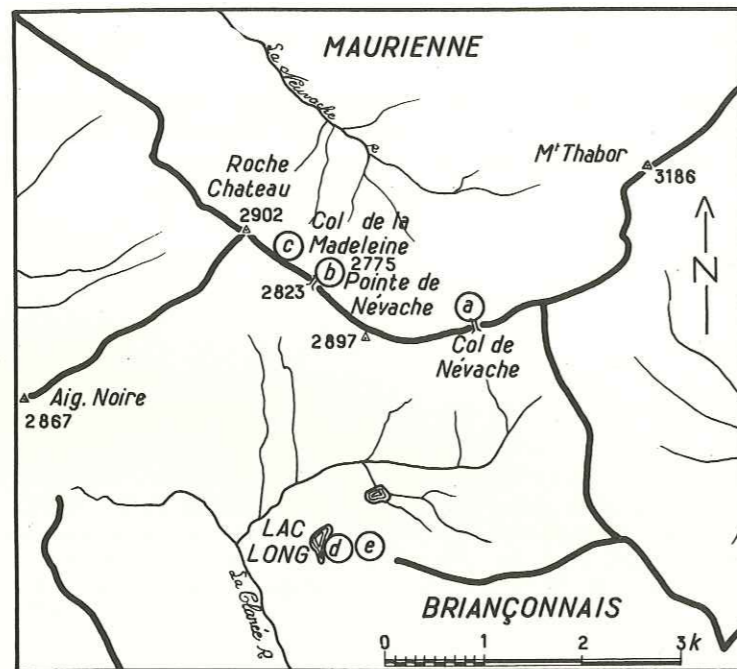


FIG. 16. — Carte schématique des gisements à *Leaila tricarinata* et *Estheria simoni* du Carbonifère briançonnais.

Gîte Pussenot

[a] ⁽¹⁾ L'emplacement indiqué par PUSSENOT (1930, p. 50 bis) est : « 150 m au-dessous du col de la Madeleine, versant Valmeinier ».

Mais ailleurs (documents inédits, 1939) il indique : « 150 m au-dessous du col de Névache (Hautes-Alpes) versant nord ou de Valmeinier ».

En fait, les deux cols de la Madeleine et de Névache sont situés sur la même crête transversale qui, de l'Aiguille Noire au mont Thabor, sépare la haute vallée de la Clarée de la Maurienne, aux altitudes respectives de 2 774,8 et 2 800 environ. Ils sont distants de plus de deux kilomètres à vol d'oiseau.

Pour ajouter à la confusion, les cartes topographiques sont très imprécises dans cette région reculée. En particulier, à l'endroit où la carte au 1/20 000 de l'I.G.N. place le col de la Madeleine, il n'y a aucun col, mais, sur le versant N., une haute falaise abrupte et impraticable dans des schistes de mauvaise tenue. Enfin, le versant N. de ces cols n'est pas dans les Hautes-Alpes, mais en Savoie.

Nous ne connaissons donc pas l'emplacement exact du gîte découvert par PUSSENOT. Les échantillons qui en proviennent sont conservés au Musée départemental de Gap (cat. n° 2476b).

Nouveaux gîtes

[b] Sur la même crête, entre la Pointe de Névache (2 892,5) et Roche Château (2 901,8) au petit col du point coté 2 823 (Coordonnées Lambert : $x = 929$ et $y = 320$).

(1) Les lettres a à e entre crochets renvoient à la figure 16.

Ici, des schistes noirs fins contiennent, dans un niveau bien défini, une prolifération extraordinaire de *Leaila* et *Estheria*. Ces schistes sont masqués sur le versant S. mais affleurent sur le versant N., quelques mètres en contrebas de la crête. L'affleurement du niveau fossilifère se suit dans les falaises du versant N., vers l'ouest. Les plaquettes de schistes fossilifères s'étalent en coulée d'éboulis jusqu'à 30 ou 40 m sous le col, si bien que dans la quantité, j'ai pu choisir les beaux échantillons figurés ici.

Personnellement, je suis persuadé qu'il s'agit du même banc que celui dont parle PUSSENOT, étant donné que ce sol est un des rares passages par lesquels on franchit commodément la crête, que PUSSENOT, dans ses tournées a dû y passer et n'a pu manquer d'y remarquer ce niveau fossilifère.

[c] Toujours sur la même crête, à peu près à mi-chemin entre le point [b] et l'emplacement indiqué par la carte pour le col de la Madeleine, à la cote 2 850 ($x = 928,8$ et $y = 320,1$).

Ici, dans de fines alternances de schistes et de grès, un petit banc de schistes noirs fins, bien délimité lui aussi, a fourni une faune variée : *Leaila* et *Estheria* très abondantes, avec, en moins grande quantité, pistes de vers, écailles de poissons, et petits débris animaux indéterminables.

A l'origine, d'après l'aspect, le grain de ces schistes, il devait s'agir de schistes carbonatés ou un peu bitumineux, analogues aux schistes « à coquilles » bien connus dans le bassin du Nord-Pas-de-Calais.

[d] Au bord du Lac Long. Dans la Haute Vallée de la Clarée, sur la rive gauche (au point de coordonnées : $x = 929,4$, $y = 317,3$ et à la cote 2 400 environ), dans la moraine qui forme la rive E. du Lac Long, très nombreuses plaquettes de schistes noirs fins, bourrés de *Leaila* et *Estheria*, tout à fait comparables aux schistes du gîte précédent.

[e] Enfin, et pour mémoire, un mauvais échantillon ramassé dans les éboulis de la crête des Muandes, vers 2 500, à l'est du Lac Long.

LEAILA TRICARINATA MEEK ET WORTHEN

(pl. I)

- 1868. *Leaila tricarinata* MEEK et WORTHEN. Paleont. Illinois, 8, p. 541, texte-fig. B 1, 2 et 3.
- 1914. *Leaila tricarinata* M. et W. in PRUVOST. Ann. Soc. Géol. Nord, 63, p. 254, pl. II, fig. 4-7, texte-fig. 5.
- 1919. *Leaila tricarinata* M. et W. in PRUVOST. Introduction à l'étude du terrain houiller du Nord et du Pas-de-Calais. Gîtes minéraux, p. 67, pl. XXV, fig. 5.
- 1946. *Hemicycloleaila tricarinata* (M. et W.) in RAYMOND. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Cambridge, 96, 3, 289.
- 1956. *Hemicycloleaila tricarinata* (M. et W.) in NOVOJILOV. Ac. Sci. U.R.S.S., Trav. Inst. Paléont., 61, p. 62-63, texte-fig. 48, pl. XI, fig. 2.

Description sommaire

Coquilles d'une longueur moyenne de 7 à 8 mm, de forme générale subovale, avec maximum de largeur dans la région postérieure. Cotes concentriques de densité variable : en général de 3 par millimètre dans les régions moyennes de la coquille. Trois carènes étroites et aiguës. L'angle α (formé par le bord cardinal et la carène antérieure) oscille de 90°. L'angle β (formé par le bord cardinal et la carène postérieure) oscille autour de 40°.

Déformations

L'écrasement des tests lors de la fossilisation, sur lequel G. WATERLOT (1934, p. 51) a attiré l'attention à propos des *Leaia baentschi* de Sarre-Lorraine, puis les déformations ultérieures, par étirement et développement de la schistosité, sont responsables d'un polymorphisme apparent accentué (fig. 17). Sur les échantillons représentés ici, l'angle α varie en réalité, suivant les échantillons de 70 à 110°, l'angle β de 20 à 70°.

La forme générale est, elle aussi, très variable. Tantôt la largeur dépasse la longueur, tantôt elle en atteint à peine le tiers. La densité de l'ornementation concentrique, ordinairement de trois au millimètre, varie de deux à cinq au millimètre.

On ne saurait prendre de telles déformations *post mortem* pour caractères spécifiques, d'autant plus que tous ces échantillons voisinent dans les mêmes gisements, sinon sur les mêmes plaques de schistes (1).

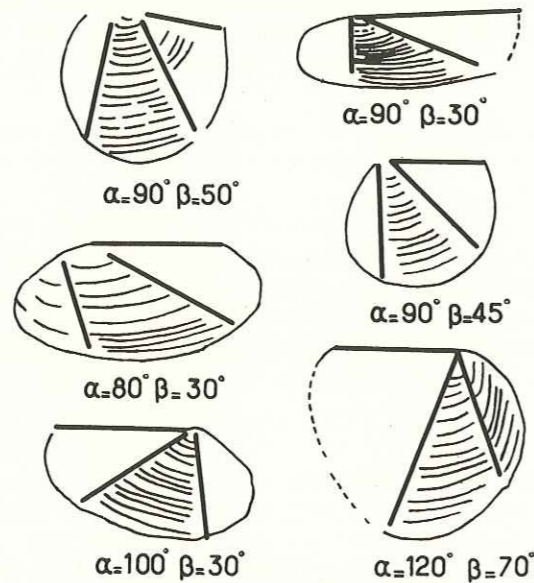


FIG. 17. — Déformations du test chez *Leaia tricarinata* M. et W. du Carbonifère briançonnais.

Les caractères moyens observés sur les échantillons non, ou peu, déformés, ne permettent pas de confondre ces coquilles avec *Leaia baentschi* Beyr connue dans le Stéphanien inférieur de Lorraine (assise de Sarrelouis), du Gard (assise de Rive-de-Gier) et chez laquelle l'angle α est obtus, ni avec *Leaia tricarinata* var. *minima*. Cette dernière est connue dans le Westphalien du nord de la France ainsi qu'en Vendée, et, en Afrique du Nord, dans le Sud-Oranais.

Nous avons ici la forme typique de cette espèce. Elle est connue dans le bassin de Bristol (*Farrington series*), dans le terrain houiller de l'Illinois et en Nouvelle Ecosse, ainsi que dans le Westphalien d'Afrique du Nord (Maroc) et, semble-t-il, de Sibérie. Sa présence dans le Houiller briançonnais permet de la signaler pour la première fois en Europe continentale.

(1) Pour cette raison, il est difficile d'accepter sans circonspection les nouvelles espèces, multipliées par RAYMOND (1946), puis par NOVOJLOV (1956). Beaucoup de ces espèces, établies sur des individus uniques, ne diffèrent entre elles que par des caractères minimes. Elles sont moins dissemblables les unes des autres que les divers éléments d'une même population dans les gisements décrits ici. Pour NOVOJLOV en particulier (1956, p. 62) les diverses formes de *Leaia* du Carbonifère briançonnais que j'avais figurées dans une note préliminaire (FEYS, 1954b) appartiennent à des genres différents! Le désaccord entre les deux conceptions est fondamental...

ESTHERIA (EUESTHERIA) SIMONI PRUVOST

(pl. I)

1911. *Estheria simoni* PRUVOST. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 40, p. 64, texte-fig. 2, pl. II, fig. 4 à 8
 1919. *Estheria simoni* PRUVOST. Introduction à l'étude du terrain houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Gîtes minéraux*, p. 57, text-fig. 15, pl. XXIV, fig. 29-33.
 1926. *Estheria elongata* TCHERNYCHEV. *Annuaire Soc. Paléont. Russie*, Leningrad, 1927, 6, p. 67-82, pl. VII.
 1946. *Pseudestheria simoni* (PRUVOST), in Raymond. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.* Cambridge, 96, n° 3, p. 248.
 1946. *Pseudestheria elongata* (TCHERNYCHEV), in Raymond. *Op. cit.*, p. 248.
 1951. *Estheria (Euestheria) simoni* PRUVOST, in Van der Heide. *Meded. Geol. Stichting*, Maastricht, sér. C-IV-3, n° 5, p. 22-23, pl. I, fig. 12.
 1953. *Estheria (Pseudestheria) simoni* PRUVOST in Dechazeaux in Piveteau: *Traité de Paléontologie*, Paris, 3, p. 263-264, pl. I.
 1954. *Lioestheria (?) simoni* PRUVOST in Kobayashi, *Univ. Tokyo Journ. Fac. Sci. sect 2*, 9, p. 165, pl. 1.
 1957. *Euestheria simoni* PRUVOST in Defrise - Gussenhonen et Pastiels. *Publ. Ass. Et. Paléont. Strat. Houillères*, Bruxelles, n° 31.

Description sommaire

Petites coquilles subcirculaires, d'une taille moyenne de 5 mm. Le contour de la coquille est une courbe régulière, le bord ventral se raccordant parfaitement aux bords antérieur et postérieur.

Crochet subantérieur. Ornementation formée de fines stries concentriques, régulièrement espacées, au nombre de dix au millimètre dans les parties moyennes de la coquille.

Tous ces caractères ne permettent pas de la confondre avec d'autres *Estheria*. En particulier, elle se différencie nettement de l'*Estheria tenella* du Permien par ses caractères de taille, de forme, d'ornementation.

Déformations

Les empreintes figurées ici sont un peu plus allongées que les échantillons typiques (PRUVOST, 1911 et 1919). C'est sans doute la déformation par schistosité — évidente dans le cas des *Leaia* — qui est ici encore responsable de cette légère différence apparente.

CONCLUSIONS

- 1) Le terrain houiller briançonnais renferme *Leaia tricarinata* Meek et Worthen, forme typique, et non forme *minima* Pruvost, étroitement associée avec *Estheria simoni* Pruvost.
- 2) Ces fossiles confirment et précisent l'existence dans le Houiller briançonnais du Westphalien C, déjà daté paléontologiquement par les fossiles végétaux (CORSIN, 1950

et GREBER, 1952). (Notons que, dans le même faisceau que le gîte [c] sur le versant S.-W. de la crête, et 100 m en contrebas, un gisement de fossiles végétaux indique également un âge Westphalien C.)

- 3) C'est la première fois que *Leaia tricarinata*, forme typique, est signalé en Europe continentale. On notera enfin que nous retrouvons ici l'association étroite de *Leaia tricarinata* et de *Estheria simoni*, déjà signalée en Grande-Bretagne dans les couches de Farrington (Westphalien supérieur) et en Amérique du Nord, par exemple en Pennsylvanie (série de Conemaugh) (PRUVOST, 1919).

AUTRES FOSSILES

On trouve assez fréquemment, dans des schistes noirs fins, ou finement quartzeux, de grandes pistes de vers, onduleuses. Jusqu'ici, chaque fois que de tels schistes ont pu être datés par des plantes, c'était par des *Neuropteris linguaefolia*, indiquant un âge Westphalien C. Aussi ces pistes, sans être vraiment des fossiles caractéristiques indiquent, chaque fois qu'on les rencontre dans le Houiller briançonnais, une forte probabilité pour le Westphalien C.

Enfin, quelquefois, sur des plaques schisteuses on trouve des concrétions carbonatées ou des cavités de dissolution pouvant correspondre à d'anciens tests de Lamellibranches. Mais ces figures sont tellement mauvaises et abîmées qu'on ne peut rien affirmer quant à leur origine organique.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
 MAISON DES SCIENCES
 DOCUMENTATION
 B.P. 53
 F. 38041 GRENOBLE CEDEX
 Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
 Mail : ptalour@ujf-grenoble.fr

III. Le charbon

Sommaire

Il s'agit toujours d'anhracite, et même de peranhracite (moins de 8 % de matières volatiles), ce qui est une conséquence de métamorphisme régional (efforts orogéniques). Le plus souvent, il se présente sous forme de « molle », c'est-à-dire d'une mylonite, d'un charbon broyé plus ou moins finement, et réaggloméré.

Une méthode comportant imprégnation sous vide au rhodopast, puis polissage sur nylon, a été mise au point, et a permis de réaliser pour la première fois une étude pétrographique des anhracites alpins au microscope métallographique. Un des principaux résultats est que les anhracites briançonnaises dérivent de charbons gras.

Un ensemble d'observations, tant sur le terrain qu'au microscope, montre que les niveaux charbonneux du Houiller briançonnais, doués d'une certaine plasticité, ont migré entre leurs épontes. Il en résulte de curieuses particularités de gisement (« queues », « truites », « fumées », etc.).

NIVEAUX CHARBONNEUX

On trouve du charbon à tous les niveaux du Houiller briançonnais, du Namurien au Stéphanien inférieur inclus. Les différences de richesse des divers secteurs étudiés sont dues soit aux conditions de dépôt, soit très souvent aux efforts tectoniques qui ont abîmé le charbon plus que toute autre roche. Certains secteurs montrent une richesse en niveaux charbonneux remarquable, comme par exemple, en pays briançonnais, les pentes de la rive gauche de la Guisane ou les premières pentes du massif de Peyre-Eyraute au sud de Briançon.

Originellement les couches ont été, comme dans le bassin du Nord ou le bassin sarro-lorrain, nombreuses, d'épaisseur moyenne, mais régulières sur de grandes distances. Actuellement, par le jeu de la tectonique, il reste des secteurs bien conservés à côté de secteurs complètement bouleversés.

Dans les zones calmes, la puissance des couches exploitables va de 0,80 à 2 m, parfois plus. Dans les parties bouleversées, on voit des renflements importants (plus de 20 m à Saint-Crépin, par exemple) alterner avec des serrées presque complètes. De tels renflements font la gloire momentanée de petites mines : c'est précisément le cas de l'ancienne petite mine de Saint-Crépin, située dans une région de tectonique intense.

QUALITE DU CHARBON. ANALYSES

Ce sont toujours des anthracites, très pauvres en matières volatiles, avec des teneurs de 3 à 10 % au maximum, ordinairement de 4 à 5 %, ce qui implique évidemment qu'une proportion élevée de carbone y soit à l'état non combiné. Ils peuvent donc être qualifiés de **peranthracites** (LEBEAU, 1933, DUPARQUE, 1949).

La teneur en cendres est très variable, suivant qu'il s'agit d'échantillons sains ou tectonisés.

Le tableau de la figure 152 (en annexe) rassemble et juxtapose les résultats des analyses de divers charbons briançonnais étudiés. Ces analyses sont dues, en ce qui concerne l'analyse immédiate à l'Office Central de la Chauffe rationnelle, en ce qui concerne l'analyse des cendres au laboratoire de Chimie du B.R.G.M.

« MOLLE » ET « GAZON »

(pl. II)

Quand l'anthracite briançonnais, peu atteint par les efforts tectoniques, a conservé son aspect compact et stratifié, les mineurs l'appellent « gazon », « tonkinois ». C'est le « cristallisé » de MOULINIER (1924), la « collongite » des auteurs suisses dont LOMBARD (1949).

Mais il est souvent très friable, et ne fournit guère que des « menus ». Habituellement, il se présente sous forme de « molle » pour reprendre le terme des mineurs, c'est-à-dire d'une fine poussière, où nagent de petits grains entiers de quelques millimètres. C'est la « sédunite » des auteurs suisses.

On observe tous les termes de passage des charbons lités à la « molle ». Les lits brillants, déjà fissurés à l'état microscopique même dans un charbon intact, se disloquent. Les petits cubes de vitrain se délitent en fragments de plus en plus menus, finissent par nager dans une pâte de plus en plus fine. Au stade extrême, il ne reste plus qu'une roche terne, homogène, qui peut être tendre ou très dure, formée d'une poussière de charbon agglomérée. En somme, la « molle » est une véritable mylonite de charbon.

La plus grande partie de la production actuelle est de la « molle ».

Cet aspect broyé du charbon briançonnais fréquent mais non général, lui a valu une mauvaise réputation : les foyers domestiques ordinaires brûlent difficilement cette poussière plus ou moins finement broyée, par ailleurs difficilement inflammable à cause de sa pauvreté en M.V. Les paysans s'en servent cependant avec aisance, ayant l'habitude de ce combustible, en le mouillant et le mélangeant de terre argileuse quand il est trop menu.

Certaines usines dans les Alpes, se sont équipées avec des chaudières à pulvérisé, qui utilisent la « molle » fine avec un bon rendement.

D'autre part, et du fait que les anthracites alpins ont souvent été broyés avec des fragments d'épentes et d'intercalations stériles, la teneur en cendres est souvent élevée. Cet inconvénient s'est accru par le fait que les paysans ne prennent guère de précautions pour l'abatage, et que la molle est généralement en trop petits fragments pour qu'il soit possible de les trier : c'est

ainsi que pendant la période de disette de l'occupation, des mineurs paysans ont vendu un peu partout des « molles » titrant jusqu'à 50 % ou même plus de cendres, ce qui n'a pas contribué à améliorer sa réputation commerciale. Mais l'examen microscopique montre que ces cendres ne sont pas diffusées dans la masse même de l'anthracite : ce sont surtout des fragments de schistes houillers, de filonnets de quartz ou de calcite mélangés aux fragments de charbon qui amènent la teneur en cendres élevée (de l'ordre en général de 20 à 30 %).

Un tel aspect n'est pas particulier aux gisements alpins. On en connaît, et nous en avons nous-même observé dans d'autres bassins, comme celui du Nord Pas-de-Calais ou du Gard. Voir à ce sujet DUPARQUE (1933, pl. IV, fig. 12 et pl. V, fig. 19).

Mais il est alors cantonné dans des zones de failles et bien localisé. Dans les Alpes, au contraire, c'est l'aspect le plus fréquent.

Cette « molle » est quelquefois friable, mais fournit le plus souvent des « gaillettes » d'une relative cohésion. Elle se comporte comme un aggloméré naturel, et un fragment, après combustion, conserve souvent sa forme.

On peut se demander ce qui recimente les particules charbonneuses : ce sont parfois des produits apportés par les eaux d'infiltration : quartz, calcite, sidérose, etc. Dans beaucoup de cas, il semble que la molle soit seulement recimentée par la pression, car des lames minces taillées dans des échantillons de molle à grain fin montrent qu'il n'y a pas, entre les fragments charbonneux, autre chose que du charbon, sans aucun vide visible entre les grains.

De telles lames minces se montrent complètement opaques au microscope en lumière naturelle, exactement comme une lame qui serait taillée dans un anthracite non broyé ; la lumière ne passe que par les inclusions, d'ailleurs nombreuses, de petits grains usés et arrondis de quart, de calcite, par les paillettes de mica, etc. qui ont été introduits dans le charbon lors de la mylonitisation, et expliquent la teneur élevée en cendres.

D'un point de vue pratique, puisque ces cendres sont localisées dans les fissures et pores du charbon, et ne font pas partie de sa structure intime, il ne serait pas impossible a priori de le débarrasser d'une importante partie de ses cendres par un broyage suivi d'un lavage approprié.

ETUDE MICROSCOPIQUE DES ANTHRACITES BRIANÇONNAIS

METHODE DE POLISSAGE EMPLOYEE

Complètement opaques, les anthracites ne peuvent être étudiés qu'en sections polies, comme l'a fait notamment J. R. FANSHAWE (1930) pour les anthracites de Californie.

Mais les anthracites intra-alpins ne peuvent être étudiés par les méthodes pétrographiques usuelles. Presque toujours très friables, ils se prêtent mal au polissage. Le seul essai sérieux que je connaisse, par KOOPMANS (1935), est surtout un constat d'échec.

Le plus souvent, en effet, ils se présentent sous forme de « molle », peu cohérente, où les grains d'anthracite, très durs, ajoutent à la difficulté du polissage.

Parfois cependant, on trouve des échantillons sains, qui ont été épargnés par les avatars tectoniques et se laissent bien polir. M. DUPARQUE en a récemment décrit un (1949d) qu'il avait pu étudier et polir par sa méthode habituelle. Mais de tels échantillons, de par leur caractère exceptionnel, ne sont pas représentatifs des anthracites intra-alpins.

La difficulté est donc de consolider les échantillons de façon efficace, et sans en modifier l'aspect, de façon à pouvoir appliquer la méthode de simple polissage, préconisée par A. DUPARQUE (1933).

Imprégnation

J'y suis parvenu de façon simple, en utilisant une méthode mise au point par les pétrographes spécialistes des minerais métalliques, qui leur permet de polir des minerais meubles ou peu cohérents : du **Rhodopast**, résine synthétique (*Rhône-Poulenc*) est mis à dissoudre dans un mélange alcool-éther ou alcool-acétone. Dans la solution épaisse obtenue, on plonge l'échantillon **bien sec** (il faut que les échantillons aient séché doucement, ce qui est le cas quand on les a récoltés quelques mois auparavant. un séchage à l'étude, trop rapide, ayant souvent pour résultat de les rendre encore plus friables). L'imprégnation se fait sous vide. Quand on juge qu'elle est suffisante, l'échantillon est mis à sécher à l'étuve, à une température de 110/120 °C.

Peut être pourrait-on employer d'autres matières que le Rhodopast pour l'imprégnation, comme par exemple la résine de Schneiderhoen. Mais ce mélange forme un ciment de dureté un peu plus faible que celle d'un charbon ordinaire. C'est un gros inconvénient pour les anthracites alpins, très durs, surtout quand ils contiennent des filonnets ou de petits amas de quartz ou autres minéraux.

Dressage

Une fois imprégné, l'échantillon a acquis une grande cohésion, et peut être sans inconvénients manipulé avec brutalité. Il est coupé au disque diamanté, de façon à obtenir immédiatement une surface presque plane. Si la première imprégnation n'a pas pénétré jusqu'au cœur de l'échantillon, il y a avantage à l'imprégner une deuxième fois, de façon que la surface qui va être polie repose sur un soubassement parfaitement cohérent. A ce moment, l'échantillon est dressé sur une plaque de verre, d'abord à l'émeri 60 ou 120, pour éliminer rapidement et complètement l'enveloppe de Rhodopast. On retombe alors sur la méthode de simple polissage préconisée par A. DUPARQUE, avec quelques variantes. On finit le dressage, toujours sur plaque de verre épaisse au Carborundum 1 000 (Dujardin, Dusseldorf).

Polissage

Le polissage proprement dit s'effectue sur un disque d'acier garni de nylon, à l'alumine. On commence à l'alumine bleue (Dujardin), d'abord en appuyant fortement et à faible vitesse de rotation (600 tr/mn). On termine à l'alumine rose, à une vitesse de 1 000 tr.

On obtient ainsi un poli spéculaire parfait, d'ailleurs préférable pour l'examen des anthracites au polissage sélectif obtenu par DUPARQUE sur les houilles, avec un disque garni de peau de buffle. Des essais de polissage à l'oxyde de chrome sur nylon, ont également donné de bons résultats. Il a été employé pour certains échantillons, mais l'alumine me semble préférable.

Naturellement les opérations sont d'autant moins longues que l'échantillon initial est plus résistant. Pour un bel anthracite, non fissuré, on peut éviter l'imprégnation, commencer par scier l'échantillon et dresser directement au Carborundum 1 000. La suite des opérations est alors très rapide. Tous les cas intermédiaires se rencontrent et c'est finalement en cours de polissage qu'on décide d'employer tel ou tel grain d'abrasif. Pour certains échantillons très

finement mylonitisés j'ai dû renouveler jusqu'à trois fois consécutives les opérations d'imprégnation. Il faut alors plusieurs jours pour obtenir une bonne surface polie.

Les polissages obtenus ont été étudiés et photographiés par les méthodes ordinaires, au microscope métallographique (Nachet T. M. 68).

NOMENCLATURE EMPLOYEE

Naguère encore, chaque pétrographe, ou à peu près, employait sa propre nomenclature. Il en résulte quelque confusion. Il n'est donc pas inutile de préciser qu'on emploie ici la nomenclature la plus simple, celle de Marie C. STOPES (1919) et DUPARQUE (1933). Quoique les termes des « macéraux » (*Gefügebstandsteile*) deviennent d'un usage de plus en plus répandu chez les pétrographes étudiant les applications du charbon, nous ne les utiliserons qu'exceptionnellement ci-dessous, car ils n'apporteraient aucune clarté complémentaire dans la description, du moins dans l'optique naturaliste que nous ambitionnons.

Précisons aussi que les échantillons décrits ici ont été choisis en fonction de leur intérêt pétrographique et non pour leur valeur marchande en tant qu'anthracites.

En effet, pour comprendre les raisons de la teneur en cendres souvent élevée de ces anthracites et la répartition de ces cendres, on a recherché des extrêmes, c'est-à-dire des échantillons très sales. Pour étudier la mylonitisation, des anthracites très pulvérulents. Pour étudier les effets des intrusions éruptives, des échantillons prélevés au contact immédiat.

Il serait faux d'en déduire que tous les anthracites briançonnais sont aussi peu commerciaux que certains des échantillons décrits ici. Il serait également faux à propos d'échantillons très beaux, d'en déduire qu'ils le sont tous.

PRINCIPAUX RESULTATS PETROGRAPHIQUES

Les planches II à XII donnent une série de microphotographies de sections polies ou de lames minces, choisies de façon à représenter l'ensemble des charbons briançonnais.

Elles prouvent que la méthode de simple polissage est applicable, même dans le cas des anthracites briançonnais, et donne d'excellents résultats. Je me bornerai ici à dégager les caractères essentiels de cette étude, et à y ajouter quelques brefs commentaires.

Les anthracites briançonnais sont formés de vitrain et d'une petite quantité de fusain, à l'exclusion de tout autre constituant.

LE FUSAIN

Quand les anthracites briançonnais n'ont pas été mylonitisés, il est possible d'y observer des structures ligneuses d'une conservation remarquable. Les cloisons en sont tantôt minces (pl. IV), tantôt épaisses (pl. VI).

Structures étoilées

Souvent cependant, pour ces tissus ligneux, la structure cellulaire est détruite par éclatement des cloisons, et on observe la structure dite « étoilée » ou *bogenstruktur* des pétrographes allemands. Cette destruction n'est absolument pas imputable aux efforts tectoniques (qui produisent de la « molle »); il s'agit seulement d'une macération combinée à des actions mécaniques contemporaines de la formation de la houille (pl. IV).

Gélification

Mais le plus souvent les parties attribuables au fusain sont mal définies et semblent passer progressivement à du vitrain. Les figures 2 et 3 de la planche VII montrent comment s'opère ce passage progressif : à la périphérie des parties ligneuses, les cloisons gonflent et, par gélification semblent se fondre dans la masse du vitrain environnant. Ceci est vrai pour l'examen en lumière naturelle. Quand on croise les polariseurs, la frontière entre le vitrain et le fusain, même gélifié, est nettement définie, comme l'a déjà noté DUPARQUE (1949 b). Parfois même, dans un vitrain qui paraît optiquement homogène en lumière naturelle, l'examen entre polariseurs croisés révèle l'existence de bandes ou de petites lentilles d'origine ligneuse.

LE VITRAIN

C'est de très loin le constituant le plus important des anthracites briançonnais. Il a, toujours, un très fort pouvoir réflecteur.

Malgré son homogénéité apparente, l'examen entre polariseurs croisés y fait apparaître, non seulement des parties d'origine ligneuse mais, très fréquemment, **un fin litage, par alternance de bandes claires et foncées, correspondant à des empilements de cuticules.**

D'ordinaire, les traces d'anciens débris organisés que l'on peut retrouver de cette façon dans les charbons briançonnais ont été presque complètement effacées par l'anthracitisation, et l'observateur peut conserver des doutes sur leur nature exacte. Mais quelques échantillons particulièrement démonstratifs ont permis des clichés qui, je pense, ne laissent pas de doutes sur la réalité de ces cuticules (pl. III).

De tels vitrains ne peuvent donc plus être considérés comme une matière carbonneuse fondamentale, comme un gel remplissant les interstices entre les corps figurés, mais comme un stade extrême de l'évolution de la houille.

Parfois le vitrain reste optiquement homogène, même entre polariseurs croisés. C'est le cas par exemple des échantillons récoltés sur la crête des Rochers de Privé, à la cote 2 680 (pl. III). Cet anthracite est formé de grandes masses de vitrain, très homogènes, où c'est à peine si, par places, en croisant les polariseurs, on croit pouvoir discerner d'anciens débris ligneux gélifiés, mais ces figures sont presque indiscernables. Cette masse amorphe est parcourue par un réseau de fissures de retrait en « dessin japonais », d'aspect inhabituel. Peut être le style assez insolite de cette fissuration est-il dû à l'exceptionnelle homogénéité de ce vitrain ?

Anisotropie d'ensemble du vitrain

Par ailleurs, entre polariseurs croisés, le vitrain des anthracites briançonnais se montre nettement biréfringent mais sans individualisation de cristallites de « graphite » (comme on l'observe au contraire dans les cokes géologiques qui seront décrits dans un chapitre ultérieur).

Il s'agit ici d'une **anisotropie d'ensemble** qui me paraît liée à l'anthracitisation ⁽¹⁾.

Sur les préparations déjà citées provenant de la crête des Rochers de Privé on note, en bordure des fissures, une extinction onduleuse ou roulante, sans doute en rapport avec des variations dans les tensions subies au cours de l'évolution du charbon, phénomène qui a déjà été signalé pour des charbons d'autres provenances ⁽²⁾.

Le charbon de la galerie Borel-Ollagnier (pl. VIII, fig. 5 et 6), montre comment une zone d'anisotropie maximale se superpose à une micro-charnière, c'est-à-dire à une région de tension maximale.

Tous ces faits sont autant d'arguments pour attribuer à la pression un rôle essentiel dans le développement de l'anisotropie dans les houilles anthracitisées du Briançonnais.

Formation de la « molle »

Des sections polies permettent d'observer les stades successifs de la formation de la « molle ».

Le fusain est broyé en premier et, très rapidement, il n'en reste plus qu'une fine poussière. Le vitrain, peu plastique, se disjoint en fragments à angles vifs, éparpillés dans une poussière interstitielle de plus en plus ténue (pl. V, fig. 6, VII, fig. 5 et 6, pl. IX, X, XI).

Parfois la mylonite en cours de formation est fixée à un stade précoce par une gangue cristalline hydrothermale (pl. II, XII).

DIFFERENCES DE STYLE MICROTTECTONIQUE DES DIVERS CONSTITUANTS

La planche XI (fig. 4) et surtout la planche XII montrent bien comment les divers lits élémentaires de la houille réagissent différemment aux sollicitations mécaniques. Ici, tandis que les filets de schistes carbonneux ont été simplement étirés et ondulés, le vitrain moins plastique, a été disjoint en fragments bien géométriques, avec un mouvement relatif de rotation, ce qui implique, évidemment, une certaine obliquité dans la pression.

ORIENTATION OPTIQUE DES GRAINS DE VITRAIN DANS LA MOLLE

Dans les polissages de « molle » examinés entre polariseurs croisés, les fragments de vitrain montrent des orientations optiques variables, se traduisant par un éclaircissement très variable d'un grain à l'autre (pl. VIII et X).

C'est donc ici que la mylonitisation est postérieure au phénomène d'anthracitisation et au développement de l'anisotropie.

LA QUESTION DU GRISOU

Dans la mine de La Combarine, j'ai prélevé des échantillons de charbon non broyé, et un peu plus loin, dans le même chantier et dans la même couche que les échantillons précédents,

(1) HOFFMAN et JENKNER (1932) estiment que le pouvoir réflecteur des houilles brillantes (vitrain) est d'autant plus élevé que leurs teneurs en M. V. sont plus faibles, et attribuent leurs anisotropies croissantes au jeu de pressions plus intenses (cité par DUPARQUE).

(2) Voir notamment à ce sujet W. E. PETRASCHECK Jr. (1954).

des échantillons dans ce que M. ROUSTAN, ingénieur de l'exploitation qui me conduisait, m'a dit être l'aspect typique du charbon dégageant beaucoup de grisou à La Combarine.

Il s'agit alors de charbon finement mylonitisé, avec de nombreux vides qui apparaissent en noir sur les clichés (pl. V, fig. 6). Y a-t-il un rapport entre la teneur en grisou et ces vides, qui joueraient le rôle de magasin, par augmentation de la porosité ?

AUTOCHTONIE ET ALLOCHTONIE

Parmi les grands problèmes qui ont passionné les géologues, le moindre n'a pas été naguère la grande querelle des « autochtonistes » et des « allochtonistes ».

Aujourd'hui, il n'est plus possible de douter que la houille a une origine allochtone puisque, comme DUPARQUE (1933) l'a montré, elle est toujours très finement stratifiée (pour rester dans le strict domaine des faits d'observation, mieux vaudrait d'ailleurs écrire : très finement litée). C'est ainsi que, pour DUPARQUE les tissus ligneux se rencontrent toujours dans la houille à l'état de menus fragments, ce qui implique le morcellement préalable des végétaux (1933, p. 145 et seq.).

Or, j'ai recueilli un curieux échantillon qui fait exception à cette règle, et plaiderait donc pour une opinion opposée s'il n'était seul de son espèce. J'en parle donc ici comme d'un cas particulier assez curieux.

Il a été ramassé dans les déblais d'anciennes galeries paysannes de Saint-Jean — Saint-Jacques dans le massif de Peyre-Eyraute, sans que je puisse en préciser la provenance exacte. Gros deux fois comme le poing, cet échantillon était constitué à l'œil nu uniquement de fusain typique. Il était sain, et n'avait pas subi de mylonitisation appréciable.

Au microscope, on y voit presque uniquement du tissu ligneux, avec structures cellulaires tantôt très bien conservées, à parois épaisses ou très épaisses, tantôt détruites par macération (pl. VI). Il n'y a pas d'autre vitrain qu'un peu de matière fondamentale entre deux fragments ligneux. Par places, dans les fissures de ce charbon, se sont déposés des produits minéraux cristallisés, quelquefois même dans les cavités cellulaires du fusain.

Ce qui est remarquable, et je le répète inhabituel, c'est que ces fragments ligneux ne sont pas lenticulaires comme on les observe généralement, et comme les a figurés DUPARQUE, mais fragmentés à angles droits, non pas alignés et stratifiés mais entassés en désordre. De plus, tous ces fragments ont le même aspect anatomique et proviennent avec beaucoup de probabilité d'un seul et gros morceau de bois, mais dont les fibres ont été dilacérées, rompues, emmêlées, comme par un choc violent.

Cette disposition ne peut s'expliquer par le dépôt de très fines particules végétales dissociées au cours d'un long transport, mais correspondrait bien aux idées autochtonistes, telles qu'elles ont été exprimées par THIESSEN (1920), par exemple (1).

Je pense donc que si les idées allochtones, poussées par DUPARQUE jusqu'à leurs extrêmes conséquences rendent compte de la très grande majorité des faits, une telle observation nous conduit à les nuancer d'une légère part d'autochtonie. Une autre observation qui plaiderait

(1) Sur la formation de la houille : « ... was formed from the large limbs and trunks of trees or part of them, which were not desintegrated in the peat swamps previous to the formation of the Coal », cité par DUPARQUE (1933).

dans le même sens est l'abondance des murs de végétation à *Stigmaria* sous les niveaux charbonneux dans le Briançonnais.

Nous rejoignons ainsi, par une autre voie, les conclusions de A. BOUROZ (1940) : remarquant que, dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, les sillons de schistes intercalés dans le charbon, pourvu qu'ils aient quelque épaisseur, sont de façon très constante perforés de radicules, et représentent donc des sols de végétation épisodiques, tout comme les « murs », A. BOUROZ est amené à penser que les conditions de milieu qui présidaient au dépôt de la houille n'étaient pas tellement différentes de celles qui permettaient l'installation d'une forêt : une telle remarque mène également à une sorte de compromis entre allochtonie et autochtonie, la vérité se trouvant comme il se doit entre les idées extrêmes (PRUVOST, 1947).

LE PROBLEME DE L'ORIGINE DES ANTHRACITES BRIANÇONNAIS

L'embarras est grand pour qui veut aujourd'hui parler de l'origine des anthracites. Après tant de travaux, et peut être à cause d'eux, on peut encore se demander pourquoi le vieillissement des dépôts végétaux aboutit dans certains cas à des houilles essentiellement formées de carbures d'hydrogène, et dans d'autres cas à du carbone presque pur, avec tous les intermédiaires possibles ?

Des innombrables travaux qui ont été publiés à ce sujet, et que je ne peux énumérer ici (1), rappelons seulement :

- la loi de HILT (1873), bien connue et qu'on peut énoncer de la façon suivante : la teneur d'une houille en matières volatiles diminuerait en raison de la profondeur à laquelle cette houille s'est trouvée enfouie.
- les travaux de DUPARQUE (notamment 1933) qui ont montré les relations entre la nature du matériel végétal originel et la composition des charbons qui en résultent, les houilles de cutine aboutissant à des charbons gras et flambants, les houilles lignocellulosiques à des charbons à forge et à coke.
- les travaux de STAINIER (1943 entre autres).

Pourquoi tous les charbons briançonnais sont-ils à l'état d'anthracite ? Faut-il en chercher la raison dans la nature des débris végétaux originels ? Mais ces anthracites sont formés essentiellement de vitrain tout comme des charbons gras ou flambants.

— Dans l'action du temps, dans un vieillissement prolongé ? Mais ils ne sont pas plus anciens que les charbons gras ou flambants de Lorraine, par exemple.

— Dans le rôle de la pression, des efforts tectoniques subis ? C'est la conclusion à laquelle arrive J. R. FANSHAW (1930), pour les anthracites de Pennsylvanie, et ce que nombre d'auteurs semblent admettre implicitement, quand aux anthracites alpins.

Dans ce cas des anthracites intra-alpins qui nous intéressent ici, nous avons précisément un cas limite : celui de **peranthracites** — voire même parfois de graphite, nous le verrons dans la suite de cette étude. Or quelques observations nouvelles effectuées sur les anthracites briançonnais me semblent projeter quelques lueurs sur le phénomène d'anthracitisation.

(1) Dans ses travaux DUPARQUE (notamment 1933 et 1949b) en donne une bibliographie quasi exhaustive, les résume et les discute.

1) J'ai décrit et représenté un peu plus haut des échantillons de houille impure récoltée sur la rive gauche de la Clarée, dans les déblais d'un ancien grattage à la cote 2 000 au bord du ravin de la Cula (pl. II).

L'examen de ces échantillons, effectué à la fois en lames minces et en surfaces polies, montre qu'il s'agit d'un charbon disjoint par action mécanique en fragments anguleux. Ces fragments ont été ultérieurement enrobés dans un ciment cristallin secondaire, d'origine hydro-thermale. Ce ciment se montre au microscope presque uniquement siliceux. Il est cristallisé soit en petits amas de quartz, soit en fibres normales aux épontes ou radiales autour des fragments charbonneux.

C'est évidemment l'enrobement dans le ciment cristallin qui a protégé les éléments charbonneux d'un broyage plus poussé qui est une règle assez générale pour les anthracites briançonnais, les « momifiant » en quelque sorte avec leurs angles vifs.

L'analyse immédiate de cet échantillon a donné, je le rappelle (analyse n° 25) :

Cendres	35,26 % (sur sec)
M. V. (hum. déd.)	18,43
Carbone fixe	46,31

On voit tout de suite que la teneur en matières volatiles est anormalement élevée : 18,43 %. Si l'on tient compte de ce que ces résultats sont faussés par la présence d'au moins 30 % de silice secondaire, on rétablit pour le charbon une teneur en M. V. de l'ordre de 25 % au moins.

2) J'exposerai plus bas comment les sills de microdiorites, si abondants dans le Houiller briançonnais sont souvent associés aux couches charbonneuses. Retenons seulement, pour le moment, qu'on observe alors, au contact, des « cokes » naturels où de nombreuses alvéoles criblent la masse charbonneuse, témoignant du départ des matières volatiles. Ceci postule, évidemment, qu'au moment des intrusions éruptives ces charbons aient été riches en matières volatiles. Bien plus, les vides qui en résultent (alvéoles de cokéfaction et fissures de retrait) ont été ultérieurement colmatés par des produits minéraux divers, surtout par de la silice sous forme de quartz ou de calcédoine, jouant le même rôle de ciment que dans l'échantillon précédent. Or l'analyse immédiate de tels échantillons nous révèle, ici encore, des teneurs en M. V. anormalement élevées.

C'est ainsi qu'un échantillon recueilli sur la rive gauche de la Clarée donne, je le rappelle (n° 30) :

Cendres	52,15 (sur sec)
Mat. vol. (hum. déd.)	10,68
Carbone fixe	37,17

Si l'on tient compte des 50 % de cendres secondaires, on arrive, pour ce coke naturel, à une teneur actuelle en M. V. de l'ordre de 20 %. La teneur originelle, avant cokéfaction, était évidemment supérieure.

Un échantillon similaire, recueilli près de Valloires⁽¹⁾, titre 7,91 % de M. V. pour 49,27 % de cendres, soit en réalité environ 15 % de M. V.

On a ainsi, paradoxalement, des « cokes » plus riches en M. V. que les échantillons non cokéfiés. Pour ces « cokes » comme pour l'échantillon décrit en premier lieu, ce doit être l'enrobement dans le ciment cristallin qui les a empêchés d'évoluer dans le même sens que le reste des anthracites briançonnais et les a fixés dans leur état primitif.

(1) Emplacement : point coté 1 913, au lieu-dit Les Granges.

A ce raisonnement, on pourrait objecter que ces analyses immédiates concernent des échantillons constitués par un mélange de matière charbonneuse et de cendres minérales secondaires. Les essais de matières volatiles ayant été faits par distillation au double creuset à 1 050 et 960 °C, certains minéraux peuvent se décomposer, laissant ainsi échapper des pseudo-matières volatiles, qui seraient ajoutées à tort à celles provenant réellement du charbon. Certains échantillons montrent effectivement, dans la minéralisation secondaire, une quantité variable de carbonates ou sulfures, parfois un peu d'opale. Je précise donc que les analyses sur lesquelles je m'appuie concernent des échantillons pour lesquels cette objection ne peut être retenue, en raison de l'absence ou de l'infime proportion de minéraux décomposables par la chaleur, ce qu'on vérifie par l'étude en lame mince et l'analyse chimique quantitative des cendres. Je précise aussi que les échantillons dont il est question ici ont été prélevés dans de bonnes conditions, et n'ont pu être sensiblement modifiés par l'altération atmosphérique.

3) Je rappelle enfin que l'étude de nombreuses surfaces polies d'anthracites briançonnais, en lumière réfléchie naturelle, les montre formés essentiellement de vitrain, complètement amorphe, à fort pouvoir réflecteur, avec des lits lenticulaires de fusain, d'importance et de quantité variables. Mais les mêmes surfaces polies, examinées entre nicols croisés, montrent fréquemment, dans le vitrain, des bandes alternativement claires et foncées, correspondant à des débris végétaux cutinisés : pellicules épidermiques, enveloppes de spores, etc.

De tels dépôts, évoluant normalement, auraient abouti à des houilles grasses ou flam-bantes, comme celles de Lorraine, par exemple. Si elles sont aujourd'hui à l'état d'anthracite, sans doute faut-il chercher la cause de cet amaigrissement dans l'action des efforts tectoniques alpins. Tout comme au Canada l'on sait que des houilles bitumineuses passent progressivement à des anthracites quand elles se rapprochent des Montagnes Rocheuses et commencent à être prises dans la tectonique. Et c'est parce que certains échantillons, enrobés dans un ciment cristallin secondaire, ont été ainsi épargnés par les efforts mécaniques, qu'ils ont conservé, jusqu'à nos jours, leurs teneurs originelles en matières volatiles.

En résumé, les anthracites briançonnais, de même que les anthracites de Pennsylvanie étudiés par DUPARQUE et FANSHAWE (1930) dérivent à la fois de houilles de cutine et de houilles cellulosiques. A un stade d'évolution aussi avancé, les différences de nature des constituants originels sont effacées et ont cessé d'influer sur les qualités de ces anthracites.

PHENOMENES DE PLASTICITE ET DE MIGRATIONS DANS LES CHARBONS BRIANÇONNAIS

L'extrême plasticité de la houille est d'une observation courante. Qui n'a entendu de vieux mineurs soutenir que le charbon « vit » et augmente de volume, à la manière d'un champignon, puisqu'il se déplace, gonfle et foisonne dans les chantiers, et vient combler les traçages abandonnés ?

Différents auteurs ont noté cette plasticité, comme FOURMARIER (1927), DUPARQUE (1921) : même dans un bassin houiller tel que celui du Nord - Pas-de-Calais, le passage de la veine aux épontes se fait presque toujours par une zone épaisse de quelques centimètres d'un « escaillage » de schistes charbonneux laminés, véritable brèche de friction (« faux mur » et « faux toit » des mineurs).

Dans tous les bassins houillers, on observe souvent entre la veine et ses épontes au moins une pellicule lustrée, témoin de mouvements relatifs entre les différents feuillet. Les « joints » des ouvriers mineurs et des géomètres de mines peuvent désigner aussi bien les plans de stratification que des miroirs de faille ou des remplissages de cassure.

Dans les gisements des Alpes, où les efforts tectoniques ont été d'une exceptionnelle puissance, de tels phénomènes atteignent une ampleur étonnante, et de nombreux auteurs ont signalé les effets curieux de cette plasticité.

Citons, sans prétendre être complets :

Alb. HEIM (1896) signale déjà des injections de houille dans les fissures et les failles. KILIAN (1902) compare l'anhracite alpin à un savon. MOULINIER (1924) donne des exemples d'anomalies dues à la plasticité. CHRIST (1925) en donne d'autres exemples. LOMBARD et FALCONNIER (1943) montrent l'existence de migrations importantes, et, tout récemment LOMBARD (1946) a même donné un essai d'explication de la répartition des anhracites valaisans en fonction de la migration frontale et du refoulement latéral provoqué par les poussées alpines.

Une étude récente de Arnold BERSIER (1948), sur des charbons mollassiques suisses nous apporte des observations nouvelles, très détaillées et replacées dans une vision d'ensemble du phénomène et de ses causes. Enfin FEUGUEUR (1952) a signalé des phénomènes analogues pour un lignite alpin d'âge priabonien.

En collaboration avec J. FABRE, j'ai décrit précédemment des phénomènes analogues observés tant en Maurienne et en Tarentaise qu'en pays briançonnais (FABRE et FEYS, 1952). J'y reviens ici rapidement, en y ajoutant quelques observations effectuées depuis.

D'un point de vue purement géologique, la connaissance de telles déformations, observées sur un matériel de choix, peut aider à comprendre le mécanisme des grands bouleversements tectoniques.

D'un point de vue minier, cette plasticité des anhracites alpins conditionne le style des gisements houillers du Briançonnais, et peut amener des difficultés particulières dans l'exploitation.

Quand, dans une galerie, on voit une section fraîche d'une veine, la « molle » se présente soit en amas homogènes et compacts, soit, le plus souvent en lentilles, en écailles aux surfaces lisses et courbes, imbriquées, enrobées dans un lustrage noir à toucher savonneux (fig. 18) :



FIG. 18. — Aime.

Sur l'ensemble de la veine, à voir l'orientation de ces écailles, il se dégage des lignes générales qui donnent l'impression d'un fluide en mouvement, avec des zones tumultueuses, un peu comme une photographie révèle des remous, des volutes, dans un fluide qui s'écoule (fig. 19) :

LE CHARBON

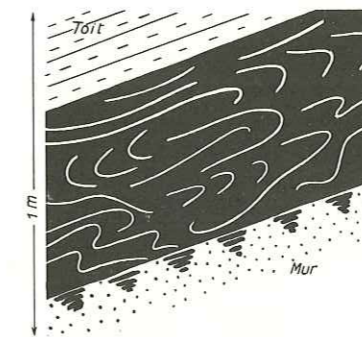


FIG. 19. — Aime, couche 2.

Dans ce flux du charbon entre ses épontes, certaines zones de la veine ont pu être protégées, alors que d'autres ont subi une mylonitisation très poussée.



FIG. 20. — Pierre Grosse.

Le charbon intact se trouve dans des zones protégées de l'écrasement, contre le mur, le toit, ou encore en lentilles au centre de la veine. On le rencontre beaucoup plus fréquemment dans les secteurs calmes que dans les crochons ou les parties faillées.

Introduction de cendres dans l'anhracite

Entre le toit et la veine existe souvent, comme dans beaucoup d'autres bassins, une certaine épaisseur de schistes charbonneux glissés (« escaillage »).

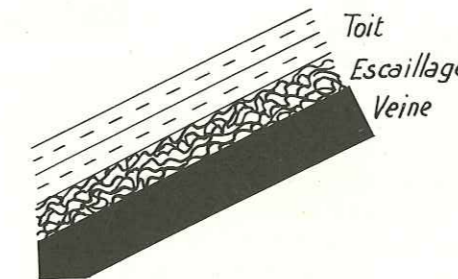


FIG. 21. — Escaillage.

Ces schistes charbonneux, très onctueux, participent à la déformation du charbon, ce qui a pour résultat d'introduire une quantité appréciable de cendres dans l'anhracite. De même pour les nerfs schisteux et les intercalations stériles diverses qui ont été broyées et mélangées au charbon. Si on ajoute que les eaux d'infiltration circulent facilement dans ce charbon broyé, en y déposant du quartz, de la calcite, des phyllites ou autres produits minéraux en quantité appréciable, on comprendra comment la teneur en cendres de ce charbon, exploité dans des régions tectonisées, abattu sans précautions par des mineurs inexpérimentés, non trié ni lavé, peut atteindre 40 ou même 50 %.

« Crasse » de quartz

On observe souvent l'interposition, entre la veine et ses épontes, d'une « crasse », ou « blancheurs » de quartz et de calcite d'origine hydrothermale, mélangée aux schistes charbonneux broyés.

Ce phénomène est très fréquent : les mineurs qui ont « perdu » la veine dans une serrée ou un accident quelconque suivent la trace blanche de quartz pour essayer de retrouver la couche.

Cette « crasse » elle-même peut être entraînée et broyée, puis recimentée dans la molle, d'où une nouvelle augmentation de la teneur en cendres de l'anhracite.

Inclusions stériles dans les veines : « Truites »

Très souvent, des fragments des épontes ont été enrobés dans la molle par écaillage, ou bien ce sont des nerfs stériles disloqués et entraînés de la même façon.

Dans des cas rares, ces fragments ont conservé leurs contours déchiquetés.

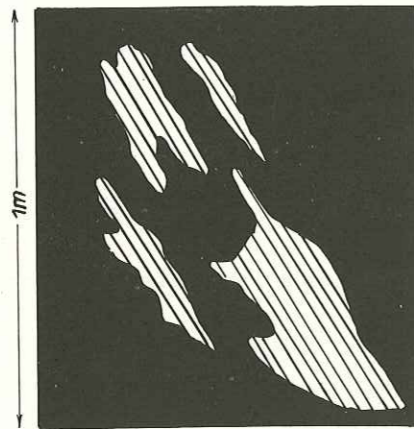


FIG. 22. — Aime, couche 4.

Dans la très grande majorité des cas, ces inclusions ont été parfaitement usées et arrondies par les frottements, leurs contours sont lustrés : ce sont les « truites » des mineurs alpins, inclusions stériles ovoïdes ou pisciformes.

Inversement, il arrive qu'une partie du charbon de la veine s'insère dans une fissure des épontes (par exemple à la faveur d'un recoutelage), isolant parfois un gros quartier de roches.

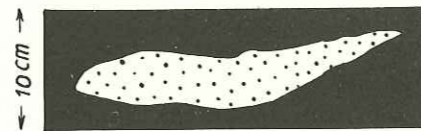


FIG. 23. — Notre-Dame de Vaux.



FIG. 24. — Aime, couche 4.

Cette fausse veine peut être assez importante pour être suivie par une galerie. On a alors l'impression que la veine se dédouble en deux branches qui peuvent se rejoindre ensuite.

Pour les mineurs, ce sont encore des « truites ». Leur volume peut être considérable. Dans la mine d'Entraigues (en zone externe) j'en ai observé une d'un volume égal à celui d'une maison de plusieurs étages, complètement entourée de charbon. Après dépilage, l'aspect, dans les chantiers, malgré un remblayage partiel en était saisissant.

Dans la mine de Chanteloube une « truite » schisteuse de plus de 10 m de diamètre a été reconnue par les travaux d'exploitation d'un grand amas de charbon dit « Grande Couche ».

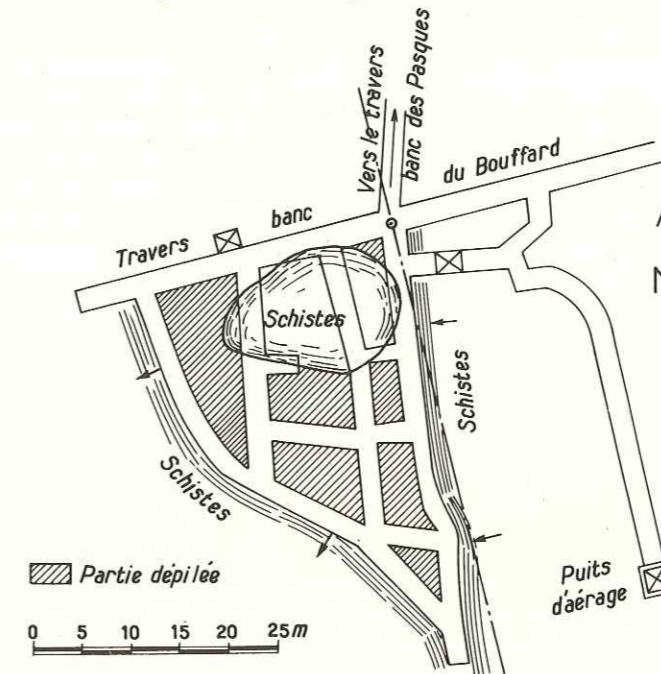


FIG. 25. — « Truite » de la Grande Couche de Chanteloube (d'après un plan des archives).

Nous pouvons ainsi, de la même façon que BERSIER (1948) distinguer divers types de migrations :

1) Glissement des épontes

C'est le cas le plus simple : les niveaux charbonneux, plus plastiques, servant de plans lubrifiés, facilitent le glissement couche sur couche des épontes. Ce phénomène est très général dans tous les terrains houillers, où il se traduit par le lustrage des épontes, et quelquefois de petits écaillages de schistes charbonneux (« noireux » du Nord - Pas-de-Calais).

Pratiquement partout où des chantiers de mine permettent une observation fine, on en reconnaît les indices plus ou moins accentués : le toit et le mur ont été décalés depuis leur dépôt (de combien ?).

Dans ce cas simple, le charbon n'est pas broyé, ni sa fine stratification sensiblement dérangée. D'un point de vue mécanique, il suffit d'ailleurs d'un effort modeste pour provoquer un tel glissement.

2) Migrations laminaires

Mais dans les gisements alpins, les faits observés montrent que le charbon, lui aussi, a migré. En plus des faits exposés dans la première partie de cette étude, des stries et des canelures dans le lustrage des épontes viennent confirmer la réalité de cette migration. Loin d'être parallèles, ces stries divergent fortement sur un espace de quelques mètres carrés, ou se croisent. J'ai pu ainsi observer jusqu'à trois familles de stries grossièrement parallèles, superposées et se recoupant (Clot la Rama).

Dans un cas simple, les épontes restent sensiblement parallèles, et il semble qu'il y ait eu fuite au large de l'anhracite comprimé entre toit et mur à la manière d'un bloc de savon écrasé dans une presse.

On peut se demander quelle a été l'ampleur de cette migration : pour la mesurer on manque de points de repères.

On peut penser que la migration n'ayant pas été partout la même au même moment, il y a eu mouvement de flux et de reflux entre des aires inégalement comprimées.

3) Migrations turbulentes

A la faveur de cassures, ou de vides entre les épontes, l'anhracite est expulsé de la veine, et vient former des poches, des hernies aux formes capricieuses.

4) Migrations filoniennes

Ici, la molle est injectée dans les fissures des épontes. Souvent, ce n'est qu'un lustrage formant miroir de faille, mais on peut trouver de petits amas de quelques centimètres cubes, quelquefois davantage. Ces filons d'anhracite se croisent, se divisent, comme le feraient des filonnets de quartz dans des terrains tectonisés (fig. 26-27).



FIG. 26. — Filonnets d'anhracite injectés dans un toit de grès fissuré.

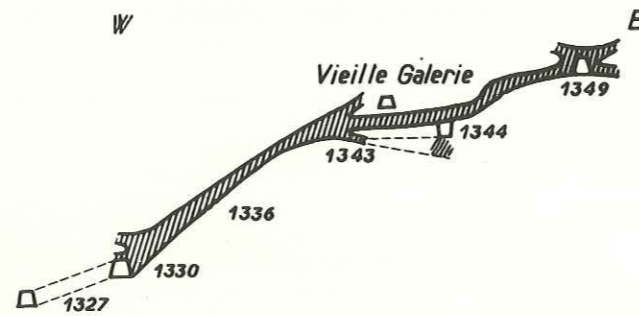


FIG. 27. — Queues dans une coupe d'exploitation - Gagniare (d'après LOCHARD).

La veine semble alors envoyer des « filons » un peu dans toutes les directions. Que de fois nous avons visité des galeries paysannes où le mineur, voulant « suivre le fil » du charbon, s'enfilait en réalité dans une « queue » de remplissage de faille. Si ce « filon » se serre ou s'effi-

loche dans le stérile, le mineur a « perdu la veine » et doit revenir en arrière pour rechercher le point où la veine se divise en plusieurs branches et essayer de retrouver la bonne.

D'autres fois, il s'obstine à « suivre le fil » et peut réussir à trouver de petits amas de charbon, ou même à déboucher dans une veine voisine. En effet, dans les régions fortement fracturées, de tels « filons » de charbon arrivent à faire communiquer plusieurs veines entre elles. Le mineur, suivant toujours le charbon, arrive à passer sans s'en apercevoir tout de suite, d'une veine à l'autre, d'où, au bout de quelque temps, des traçages à cheval sur plusieurs veines, et un désordre inextricable dans la numérotation des couches.

MOULINIER (1924) est le premier à ma connaissance, à s'être penché, en mineur, sur ces irrégularités; il en a figuré de beaux exemples, et énoncé quelques règles simples d'exploitation adaptées à ces gisements tourmentés.

Bien entendu, ces trois types de migrations sont très rarement séparés, et, en fait, on observe des phénomènes complexes. Dans la réalité, on observe surtout, dans les secteurs tourmentés, un manque de parallélisme entre les épontes, des variations brusques et continues de puissance de la veine, avec des étrointes, des renflements, etc.

Beaucoup de veines sont laminées et amincies, la « molle » venant refluer dans les angles morts (crochons).

A la Combarine, par exemple, à côté de panneaux calmes et réguliers où l'on a exploité du charbon lité, avec une puissance et une allure régulière (couche 4), on connaît des secteurs tectonisés, où la même couche forme une succession de poches et de serrées.

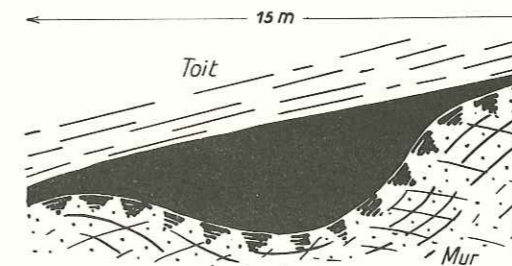


FIG. 28. — Combarine. Couche 4, niveau 1540.

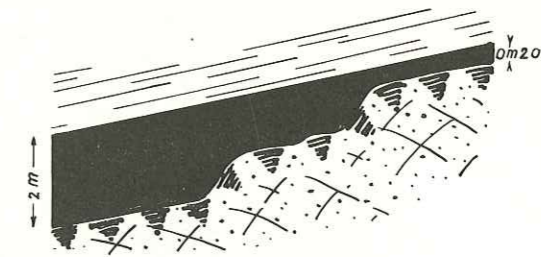


FIG. 29. — Combarine. Couche 4.

En général, le toit restant sensiblement plat, le mur forme une sorte de V très ouvert, sur 30 à 40 m de relevée. On a alors des lentilles allongées parallèlement, N.-S. ou E.-W. suivant les secteurs.

Mais en dehors de ces lentilles bien formées, on observe un peu partout des ressauts du mur qui sont les principales causes d'irrégularité de la veine.

Il est probable que ce bossellement du mur soit en partie d'origine sédimentaire, quoiqu'il soit difficile de savoir exactement dans quelle mesure. Mais ici, comme dans beaucoup d'autres cas, l'allure en gradins montre que ces irrégularités sont surtout secondaires et d'origine tectonique : les toits, plus schisteux, ont « encaissé » avec souplesse les efforts tectoniques, tandis que les murs, de grès schisteux ou de grès massifs ont été fracturés.

Cas du charbon cokéfié de la galerie Cordier

Je dois ici anticiper un peu sur des phénomènes qui seront décrits dans un chapitre ultérieur : quand une roche éruptive d'intrusion arrive au contact d'une veine, le charbon est

transformé en une sorte de coke naturel. Les planches XVIII, XIX, XXIII et XXIV représentent l'aspect de certains de ces coques, examinés en sections polies. On y retrouve à l'échelle microscopique les figures fluidales décrites plus haut.

Les conditions de gisement d'un de ces coques sont révélatrices. Il s'agit de la galerie paysanne Cordier Emile (quartier de l'Olivier dans la concession du Grand Villard). Cette galerie pénètre à flanc de coteau dans les grès houillers et rencontre, à 85 m du jour une veine qui a été activement exploitée. A cette veine est accolé un sill au contact duquel le charbon a été transformé en coke. Ces terrains sont dirigés sensiblement au N.-N.-W., et pendent très fortement à l'ouest. Des échantillons de ce coke, récoltés dans les travaux, à 95 m du jour, sont décrits et figurés plus bas, dans le chapitre consacré aux coques géologiques.

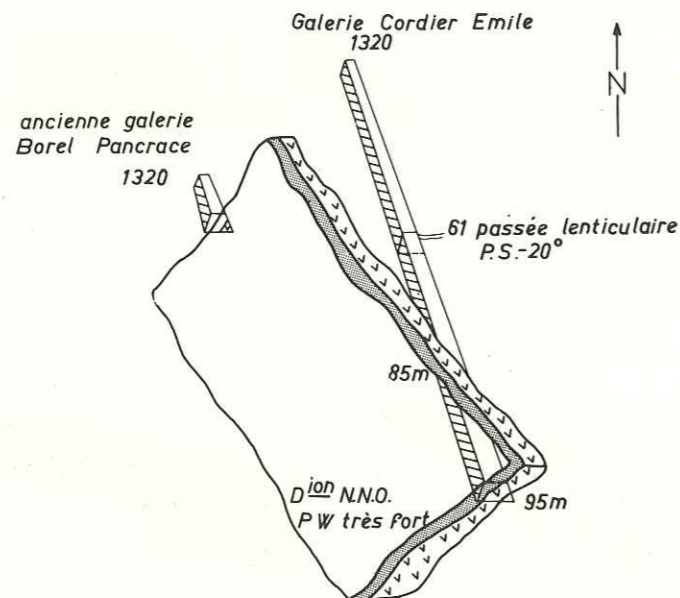


FIG. 30. — Galerie Cordier (quartier de l'Olivier - Grand Villard).

Mais on observe, dans la galerie d'accès, à 61 m du jour, une petite « queue » charbonneuse, d'allure lenticulaire et discontinue, qu'on avait commencé de suivre en direction, mais dont la trace a été perdue au bout de 2 m. Il s'agissait seulement d'une cassure des stériles gréseux, pendant au sud de 20°, et injectée de charbon.

On n'observe aucune roche éruptive au contact, mais j'ai eu la surprise, en examinant les échantillons qui y avaient été récoltés, de retrouver un coke naturel !

Ce coke se montre formé par l'agrégat de multiples petites écailles glissées, étirées ou contournées. L'architecture d'ensemble est d'allure fluidale, tout à fait comparable à celle des écailles de « molle ». De plus, parmi ces petites écailles de coke, on trouve des inclusions pisciformes — des « microtruites », pourrait-on dire, de vitrain non transformé, voire de petits fragments de schistes houillers. Seul l'écoulement différentiel des écailles peut expliquer cette disposition, entremêlant du charbon cokéfié par l'intrusion éruptive, et du charbon préservé du fait de son éloignement au moment de la cokéfaction. Notons en passant qu'avec cette disposition, les phénomènes de migration sont forcément postérieurs à la cokéfaction.

Il est tentant ici de se servir du sill de microdiorite comme d'un témoin pour mesurer l'ampleur de la migration du coke. Les microdiorites les plus proches de la queue du coke que j'ai pu observer dans la galerie Cordier se trouvent à une trentaine de mètres de là :

à 85 m distance où la galerie a retrouvé la couche exploitée et le sill de microdiorites qui lui est accolé.

Malheureusement, les travaux miniers ne sont pas assez développés pour qu'on puisse affirmer qu'elles ne s'approchent pas plus près quelque part sans qu'on le sache, par exemple par un filonnet transversal. Quoiqu'il en soit, elles sont au moins à plusieurs mètres, dans le cas le plus simple, sans que rien d'ailleurs prouve que c'est le plus simple qui s'est effectivement produit.

« Fumées »

Les mineurs paysans ont remarqué que des affleurements de veines, sous l'argile à blocs, sont souvent indiqués par des « fumées » c'est-à-dire des traînées noires ou grises, chargées de particules charbonneuses très altérées.

Nous en avons vu maints exemples dans le Houiller briançonnais, et souvent dans des cas où il s'agissait certainement d'autre chose que de cryoturbation ou de l'altération terreuse d'un charbon à l'affleurement ou d'un matériel glaciaire riche en débris de roches houillères :

Sur une pente où le terrain houiller est recouvert de plusieurs mètres d'argile à blocs, des paysans notent une trace noire, creusent une galerie dans le glaciaire en suivant cette trace, et peuvent atteindre ainsi une couche en place (du moins avons-nous vu plusieurs cas où des recherches conduites de cette façon avaient réellement trouvé une veine).

RITTER (1925) avait déjà signalé l'existence de phénomènes analogues dans des charbons alpins sous le nom de *kohlenschweif*.

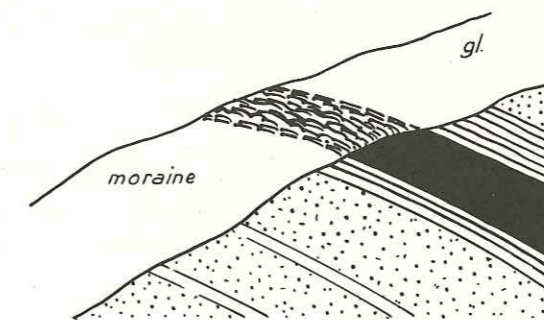


FIG. 31. — « Fumées » (inspiré de Bersier).

Il est clair que ces traînées charbonneuses ne peuvent provenir d'une saillie de la veine laissée en place par l'érosion, puis enrobée par la moraine : la molle a été extravasée après le dépôt de l'argile à blocs, et ce phénomène est contemporain : autrement dit, **l'anthracite alpin est en mouvement dans les conditions actuelles.**

Bien mieux, pour en revenir aux galeries paysannes, qui ont trouvé la veine à travers le glaciaire, quand elles se sont enfoncées en direction dans la veine ainsi trouvée, on s'aperçoit que la traînée noire dans le glaciaire était sensiblement **dans le prolongement de la veine en place !**

BERSIER (1948, p. 104) a déjà signalé, à propos de charbons molassiques, de telles traînées de particules charbonneuses au delà des affleurements, dans la moraine, et situées rigoureusement dans le prolongement des veines. (Les faits signalés par cet auteur ont d'ailleurs été

observées avec une rigueur et une précision auxquelles se prêtent mal les anthracites briançonnais.)

Ainsi le charbon projeté hors de la veine conserve sa direction : on pourrait presque parler de sa trajectoire si la vitesse de déplacement n'était si réduite.

On conçoit très bien que la migration du charbon se poursuive dans les conditions actuelles : une veine affleurant à flanc de montagne subit, dans sa partie profonde, l'énorme pression des terrains sus-jacents : elle s'écoule en dehors.

Il y a là un ensemble de faits encore mal connus, et qui apporteraient sans doute de nouvelles lumières sur l'étude de la déformation des terrains.

IV. L'exploitation de l'anthracite dans le Briançonnais

Sommaire

L'anthracite briançonnais a été exploité par des mines paysannes, pauvres et pittoresques. Mais il existe également de petites mines, à caractère semi-industriel, florissantes surtout en périodes de crise économique.

LES MINES PAYSANNES

De temps immémorial, les montagnards briançonnais ont gratté du charbon en surface, pour leur consommation personnelle, comme ils auraient ailleurs glané du bois mort en forêt. Dès le XVIII^e siècle, des documents écrits signalent des exploitations paysannes tant soit peu importantes.

La méthode généralement employée est des plus primitives : dans les parties hautes des montagnes, là où les affleurements sont largement dénudés, on creuse des tranchées profondes de 2 à 3 m, qu'on prolonge au fur et à mesure des besoins. C'est ce que font encore des bergers de transhumants pour se procurer du combustible à une altitude où il n'y a plus de bois. Près du Chardonnet, par exemple, de tels grattages ont produit à la longue des tranchées parallèles de plusieurs centaines de mètres de longueur, qui permettent de suivre la trace des couches sur photos d'avion.

Mais le plus souvent, les paysans briançonnais cherchent à extraire du charbon à proximité de leurs chalets, donc sur les parties basses ou moyennes des montagnes, recouvertes de glaciaire ou d'éboulis de bas de pente. Ils sont alors obligés de creuser des galeries. Pour cela on fait un trou à l'endroit où la terre paraît noire (« fumées »). Si, au bout de quelques mètres la couche paraît intéressante, on la suit en descendant. Sinon, on fait un autre trou un peu plus loin. Avec cette méthode, les travaux sont rapidement envahis par les eaux : on recommence à côté.

Les paysans qui travaillent aux champs durant la belle saison, ouvrent une galerie en

automne, s'enfoncent le plus loin possible : 20 à 30 m du jour, puis reviennent en arrière en grattant un peu de charbon sur 2 à 3 m de chaque côté de la galerie. Le charbon est sorti, soit dans des sacs portés à dos d'homme, soit dans des brouettes rudimentaires roulant sur un chemin de planches. Les galeries les moins pauvres ont des rails en bois. Dans les quartiers où il faut monter les bois à dos de mulet, on se borne à placer un cadre aux endroits ébouleux, et la galerie ne tient que grâce à sa faible section (dans certaines galeries on ne peut circuler qu'en rampant). Dans les exploitations les plus pauvres on ne boise pas du tout, et on se fie au gel pour maintenir les courtes galeries pendant les quelques mois d'hiver où on y travaille. Les produits sont descendus par ramasses, sortes de petits traîneaux rustiques que le mineur guide et retient dans la descente en suivant les couloirs enneigés, et remonte à dos d'homme ou de mulet.

Au printemps, à la fonte des neiges, les galeries sont régulièrement inondées. L'automne suivant, on les remet en état tant bien que mal, ou bien on entreprend une nouvelle galerie 2 ou 3 m au-dessous de la première, jusqu'à épuisement complet de la partie superficielle du gîte. Naturellement, dès qu'une recherche a trouvé une veine intéressante, d'autres galeries viennent s'agglomérer autour, et le plus près possible de la première. Pour peu que la veine soit un peu épaisse, les galeries s'y enfoncent comme des vers dans un fromage, sans aucun souci d'exploitation rationnelle.

Des méthodes aussi primitives sont encore parfois employées dans certains quartiers reculés. Il y a eu, dans la région de Briançon, une prolifération extraordinaire de tels travaux, sur lesquels les archives du Service des Mines fournissent une documentation abondante, quoique fort incomplète et décousue ⁽¹⁾.

Ces exploitations paysannes avaient des côtés pittoresques qui paraîtraient peu croyables à un mineur de Bruay ou de Merlebach :

Par exemple, les premiers travaux exécutés dans le quartier qui devint plus tard la concession des Eduits, remontent aux environs de 1860. A cette époque, racontent les archives, les frères ... connus pour être de mauvais sujets, avaient mis en route une exploitation dont l'entrée était dissimulée dans la cave de leur chalet. Les gens du pays furent intrigués de les voir vendre du charbon sortant on ne sait d'où, et une enquête fut faite. Le contrôleur des Mines découvrit et visita la mine avec indignation : « loin d'améliorer leur mine avec les bénéfices réalisées, ils les ont honteusement dissipés ... la mine est une véritable barbarie ... le charbon abattu était amené au jour dans un petit chariot, véritable jouet d'enfant, qu'un mineur traînait en se l'attachant à la jambe... ».

LOCHARD (1917) décrit ainsi d'anciens travaux paysans de la Benoite : « Ces travaux, de quelques dizaines de mètres de profondeur, avec galerie d'entrée en pente vers la montagne, et descenderies franches, exécutées à peu près sans boisage, éveillent l'idée de terriers de lapins; le charbon est remonté au jour à grand peine, dans des paniers traînés sur le mur inégal de la couche ».

Dans la vallée de la Durance, au sud de Briançon, les archives rapportent des démêlés courtelinesques : tel mineur avait entrepris de gratter du charbon quelques mètres sous la voie ferrée du P.L.M. Tel autre voyait ses galeries régulièrement inondées chaque fois qu'était irrigué le champ de pommes de terre sous lequel il creusait...

Les conditions de travail était plus que pénibles, les accidents fréquents.

(1) Les archives du Service des Mines de Briançon ont souffert des combats de 1944, et une partie en a été détruite.

LES CONCESSIONS PAYSANNES

Vers 1850, pour mettre un peu d'ordre, le Service des Mines pousse à l'institution de nombreuses concessions qui, en peu d'années, couvrent la majeure partie du bassin briançonnais, sur les premières pentes des vallées.

Peu à peu, et de plus ou moins bon gré, les mineurs paysans se groupent alors sous l'autorité d'un gérant et se plient à une certaine discipline dans la conduite de leurs travaux (c'est ainsi par exemple que deux galeries rivales dans une même couche, qui auparavant auraient été poussées le plus vite possible, l'une en montant, l'autre en descendant, pour essayer de se couper mutuellement l'herbe sous le pied, vont être reliées par des montages en couche, pour provoquer un aérage naturel).

On voit alors se développer de puissants ensembles paysans, comme par exemple les concessions du Grand Villard, de Saint-Jean et de Saint-Jacques, sur les premières pentes du massif de Peyre-Eyraute. Les travaux s'y enfoncent jusqu'à 2 ou 300 m vers l'intérieur de la montagne et on y procède à de véritables dépilages. On en a extrait, et continue d'extraire, un tonnage important, surtout si l'on songe aux moyens rudimentaires employés.

Actuellement, on compte les concessions suivantes, du sud vers le nord :

<i>Lambeau houiller de Saint-Crépin</i>	1. Chanteloube
<i>Lambeau houiller de l'Argentière</i>	2. Le Fournel
	3. Cote Olivière
<i>Massif de Peyre-Eyraute</i>	4. Saint-Martin-de-Queyrières
	5. Roche Baron
	6. La Rame
	7. Le Villaret
	8. Saint-Jacques
	9. Saint-Jean
	10. La Plaine-Saint-Panrace
	11. Grand Villard
	12. La Tour
<i>Massif du Prorel</i>	13. Le Bouchier
	14. Prelles
	15. Chamandrin
	16. Gagniare
	17. Puy-Saint-André
	18. Combarine
	19. Roche Pessa
	20. Praira
	21. Puy-Saint-Pierre
	22. Rochasson
	23. Le Pinet
	24. Le Chabas
	25. Pramorel

	26. L'Avalanche
	27. Eduits
	28. Les Souliers
	29. Goudissarts
Rive gauche de la Guisane	30. Puy Izoard
	31. Verdarel
	32. Gardéolles
	33. Fontastier
	34. Les Couyres
	35. La Salle
	36. Ban de la Salle
	37. Chaméant
	38. Pierre Grosse
	39. Puy Freyssinet
	40. L'Aréas
	41. Le Puy du Cros
	42. La Benoitte
	43. Le Grand Vallon
	44. Les Aiguilliers
	45. Le Pervon
	46. Les Gadjors
	47. Roche Colombe
Rive droite de la Clarée	48. Fontaine Lombarde
	49. L'Echerenne

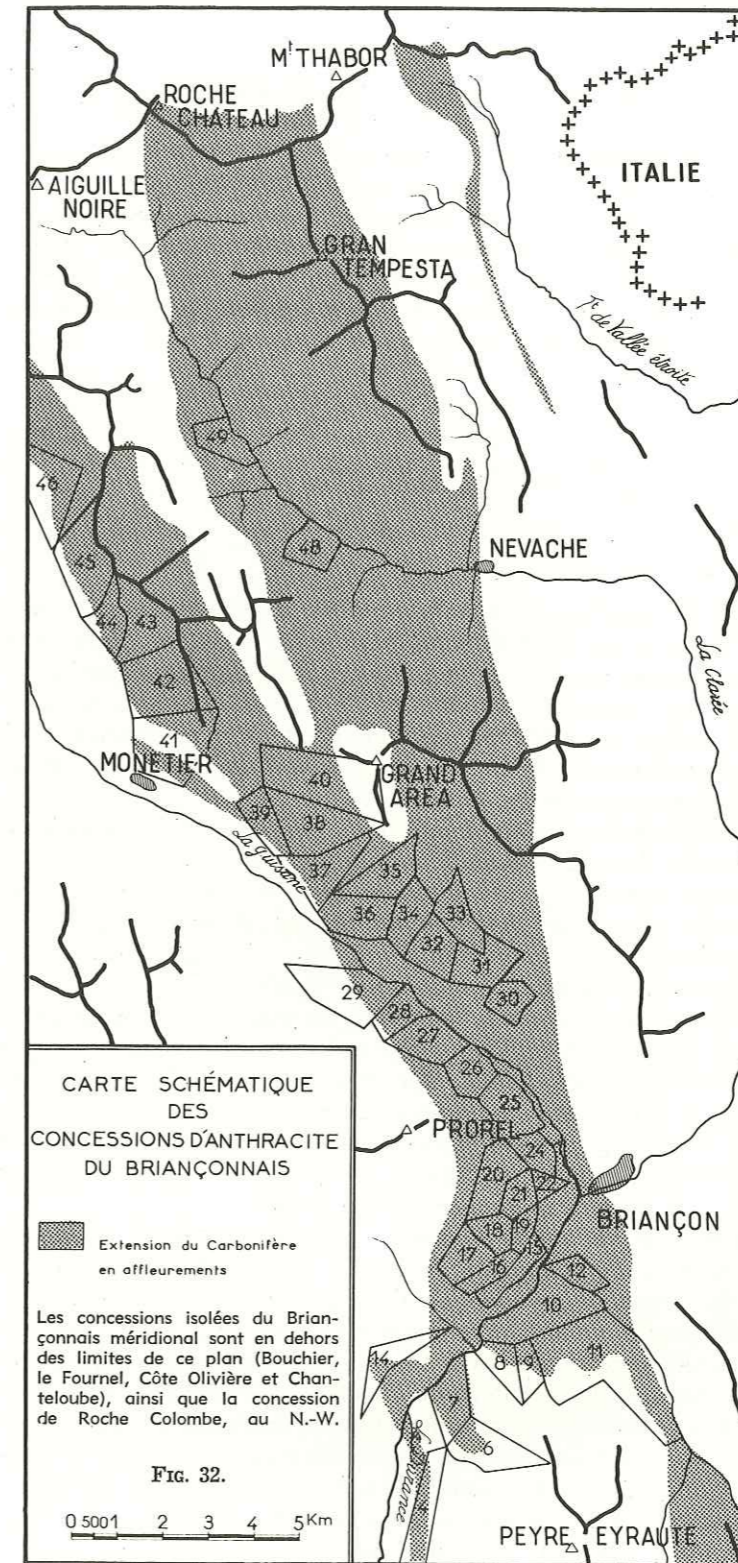
Il convient d'y ajouter les trois concessions de graphitoïde — ou « plombagine » de
Fréjus
Cote Péallas
le col du Chardonnet

SITUATION JURIDIQUE PARTICULIERE DES CONCESSIONS PAYSANNES

Presque toutes ces concessions sont des propriétés collectives, de fait sinon de droit. Quelques-unes sont des propriétés communales, comme celle de **Puy-Saint-André**. La municipalité de Puy-Saint-André concédait à des particuliers le droit d'y ouvrir des galeries et leur fournissait un peu de bois, à charge pour eux de vendre une partie du charbon extrait aux habitants de la commune et à un prix fixé assez bas.

D'autres, quoique appartenant en principe à plusieurs personnes nommément désignées, étaient également considérées comme propriété commune par tous les habitants d'un village.

Certaines n'ont plus de propriétaire connu. Pour la concession des **Couyres**, par exemple, les impôts furent réglés pendant un certain temps par un sieur Prat, qui possédait 3/14 des parts, les autres propriétaires étant inconnus. Une dame Dumont qui en avait hérité continua à payer quelque temps, puis se lassa, et fit valoir qu'elle n'était pas sûre du tout d'être propriétaire. Sa mort mit fin aux controverses. Depuis un usage est établi : admission de la redevance en non valeur. Mais l'Administration a renoncé à savoir à qui appartiennent les 11/14 restants !



Pour d'autres concessions encore, comme celle de **Saint-Jacques**, les galeries les plus importantes sont transmises de père en fils. Il en résulte des parts minières inextricables. Telle concession serait actuellement divisée en plusieurs milliers de parts, dont quelques-unes seulement ont des propriétaires connus. Autrement dit, toute personne ayant des liens de parenté avec un ancien habitant de la commune s'estime peu ou prou concessionnaire...

Aussi les sociétés les plus importantes ont-elles systématiquement acquis des parts dans le plus grand nombre possible de concessions paysannes, en pensant à l'avenir et en espérant par ce biais se retrouver à la tête d'un très vaste secteur concédé; ceci est évidemment contraire à l'esprit de la législation minière.

PETITES EXPLOITATIONS

Çà et là se sont développées de véritables petites mines, le plus souvent dirigées par un maître mineur du Nord ou de Saint-Etienne, parfois un ingénieur. Celui-ci impose quelques règles élémentaires d'exploitation tout en utilisant avec souplesse une main-d'œuvre semi-paysanne. L'exploitation s'y poursuit sur une petite échelle, mais sans à-coups, surtout si une industrie locale lui assure un débouché régulier. C'est ainsi par exemple que l'usine de la Schappe, à Briançon (peignage de déchets de soie), absorbait avec régularité la majeure partie de la production de la petite mine des Eduits.

Cette mine des Eduits a exploité, depuis 1917 jusqu'à ces dernières années un fond de bateau dans une couche dont la puissance varie entre 0,30 m et 2,50 m. Ici, c'est un sill de microgranite qui forme le toit de la veine et qui, par son irrégularité est responsable de ces variations de puissance. Malgré cet inconvénient, et celui d'une main-d'œuvre semi-paysanne, cette mine a obtenu des résultats intéressants.

Dans la mine de la Combarine (*Charbonnages et Electricité du Sud-Est*), la couche dite « 4 » a été défilée sur plusieurs hectares, avec une puissance moyenne de 1,80 m et une allure très régulière. Mais le gisement exploité comprend aussi des parties très tourmentées, dont l'exploitation ne peut être menée qu'avec une très grande souplesse. L'antracite extrait est descendu par câbles jusqu'à l'usine à boulets de la Tour, près de la gare de Briançon, qui agglomère aussi du charbon provenant des galeries paysannes de Peyre-Eyraute.

La mine du Freyssinet exploite un faisceau de couches sur les premières pentes de la rive gauche de la Guisane, et possède sa propre usine à boulets.

La mine de la Benoite (*Mines de Carvin*) a exploité une partie du riche gisement qu'on voit affleurer sur la crête de la Benoite. Elle était située à 2 400 m d'altitude, soit plus de 1 000 m au-dessus du niveau de la vallée. Un câble permettait de descendre le charbon extrait jusqu'à la route de Briançon, de monter le matériel nécessaire et le ravitaillement du personnel.

Les ouvriers ne redescendaient qu'à la fin de la semaine, si le temps le permettait, ce qui ne facilitait évidemment pas le recrutement. Pendant l'été de 1951, l'horaire de travail était le suivant : les ouvriers montaient à la mine à pied le lundi matin et effectuaient un premier poste normal de 8 h dans la journée du lundi; ils dormaient sur place et dans la journée du mardi fournissaient deux postes consécutifs séparés seulement par le repas de midi; après quelques heures de sommeil, ils recommençaient le mercredi. Ils pouvaient ainsi redescendre au Monétier dès le jeudi soir pour travailler dans leurs champs. Si on pense que le travail

de ces mineurs reposait presque uniquement sur l'effort musculaire, on comprend bien que le rendement ne pouvait être qu'assez bas.

Aussi l'exploitation du gisement de la Benoite a-t-elle été récemment suspendue, la *Société des Mines de Carvin* préférant reporter ses efforts sur le gisement de **Pierre Grosse**, peu élevé au-dessus du fond de la vallée, ce qui permet aux ouvriers de rentrer tous les soirs chez eux.

Ces petites mines représentent des expériences intéressantes car leur existence n'est pas en relation directe avec des conditions de gisement plus favorables qu'ailleurs, suivant la croyance populaire; mais les travaux y sont conduits avec plus d'esprit de suite, et de façon plus rationnelle. Nous avons là, à petite échelle, une indication de ce que pourrait rendre le Houiller briançonnais si l'on y installait une exploitation d'envergure.

Mais de nos jours encore, et dans la grande majorité des cas, il s'agit de petites mines paysannes, qui prolifèrent à l'occasion des périodes de crise économique, comme la dernière guerre et les années qui ont suivi. Les méthodes n'y ont guère varié depuis un siècle; les accidents y sont fréquents et tous ne parviennent pas à la connaissance de l'Administration; la plupart du temps il ne s'agit heureusement que de brûlures sans gravité par le grisou, car on n'emploie que des lampes à feu nu.

TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES

Bien entendu, les mineurs paysans du Briançonnais ne se sont jamais souciés de relever, encore moins de tenir à jouer des plans de leurs grattages. Ils n'en auraient d'ailleurs pas eu les moyens, et se fiaient à la tradition orale.

Sur les anciens travaux, nous avons cependant quelques croquis, relevés et plans partiels au 1/1 000 accompagnant les procès verbaux de visites des agents du *Service des Mines*.

En 1942, sur l'initiative du *Service des Mines de Marseille*, le *Bureau de Recherches Géologiques et Géophysiques* a entrepris un travail d'ensemble de topographie souterraine, commencé par M. PERINO, géomètre résidant à Briançon, et continué par M. BUISINE, géomètre aux Houillères du groupe de Lens, détaché à l'étude du Briançonnais.

Nous disposons ainsi d'un ensemble de plans des travaux miniers au 1/1 000, rattachés au nivellement général et au système Lambert, où figurent les travaux éboulés, excavations, effondrements, etc. Les anciennes exploitations dont nous possédons les plans ont été reportées avec un figuré spécial, quand elles ont pu être repérées avec une exactitude suffisante.

Pour les petites mines possédant déjà des plans des travaux (comme la mine des Eduits, par exemple), les levés existants ont été reportés tels quels, après vérification de leur exactitude et éventuellement correction, et après rattachement au système Lambert.

Ce travail n'est d'ailleurs pas encore achevé. Il serait souhaitable de penser à l'avenir et de le tenir à jour.

CONTRIBUTION DES MINES PAYSANNES A LA CONNAISSANCE GEOLOGIQUE DU HOULLER BRIANÇONNAIS

La plupart des mines paysannes ne sont que des grattages superficiels; il ne faut donc pas en attendre de révélations sur ce qui se passe en profondeur, mais ces travaux permettent de relever avec précision le pendage des couches, mal visible sur une pente plus ou moins masquée par les éboulis et la terre végétale; ils nous renseignent aussi sur la puissance réelle des couches, jamais visible en affleurement. En somme, pour le géologue, ce sont des « affleurements améliorés ».

Les informations qu'ils nous fournissent sont particulièrement précieuses dans les secteurs masqués; c'est le cas par exemple des bois où se trouvent les concessions paysannes du Grand Villard, de Saint-Jean et de Saint-Jacques, sur les premières pentes du massif de Peyre-Eyraute. Elles permettent de reconnaître le Houiller sous un manteau presque continu de terre végétale, de glaciaire et d'éboulis de bas de pente, et de tracer, par « pointillisme » une carte géologique finalement aussi précise que si les affleurements étaient dénudés.

J'ai donc utilisé pour cette étude du Houiller briançonnais les observations effectuées à l'occasion d'un relevé géologique systématique de tous les travaux accessibles, ainsi que, pour les anciens travaux, la documentation fournie par les archives ⁽¹⁾.

REPARTITION DES TRAVAUX MINIERES DANS LE BRIANÇONNAIS

S'il y a du charbon à tous les niveaux du Houiller briançonnais la répartition des exploitations est fort inégale.

Les travaux ont proliféré surtout sur les premières pentes, à proximité des agglomérations

(1) Remarques sur le dépouillement et l'utilisation des archives :

La première impression qui se dégage du dépouillement des archives du Service des Mines est assez décourageante : ce sont surtout une succession de procès-verbaux de visites des Ingénieurs du Service des Mines, qui fournissent des renseignements de valeur très variable, où d'excellentes observations cotoient l'inexactitude évidente. J'ai compilé ces archives en effectuant un premier tri sévère, éliminant ce qui était d'évidence ou très probablement faux (mieux vaut pas de renseignement qu'un renseignement faux). J'ai ensuite essayé d'ordonner cette documentation, en reliant entre elles, chaque fois que cela a été possible, les observations concernant un même quartier, ou des galeries voisines.

Le résultat d'une telle « digestion » des archives figure dans les rapports du B.R.G.M. consacrés au Houiller briançonnais, auxquels il conviendra de se reporter si on désire des renseignements détaillés sur tel ou tel secteur. Cette compilation est bien trop volumineuse pour être reproduite ici; je me bornerai à en retenir les faits les plus saillants que j'utiliserai dans la description régionale qui constitue la deuxième partie de ce travail.

Ce qui rend plus inextricable encore l'utilisation de ces archives, c'est l'habitude qu'on avait prise de désigner toutes les galeries par le nom des exploitants. Comme les noms et les prénoms des paysans briançonnais sont très peu variés des quantités de galeries différentes sont désignées à peu près de la même façon. De même, il suffisait qu'une galerie passe du père au fils, soit vendue, ou simplement que l'exploitant s'adjoigne un nouvel associé, pour qu'une même galerie soit désignée successivement de plusieurs façons différentes. Il est évident que, seule, une topographie d'ensemble permettrait de coordonner cet amoncellement de faits imprécis. Dans les cas les plus favorables, nous possédons actuellement des plans de galeries ou de quartiers au 1/1 000, levés d'ailleurs avec beaucoup de soins (du moins autant que nous pouvons le juger), et qui viendront facilement trouver leur place dans la topographie d'ensemble qui est actuellement en cours.

les plus importantes : comme dans les massifs de Peyre-Eyraute et du Prorel, et sur les premières pentes de la rive gauche de la Guisane. Par contre ils sont très rares dans une vallée reculée comme la vallée de la Clarée en amont de Névache, où par ailleurs le bois ne manque pas.

Nous avons vu plus haut que les couches du Houiller briançonnais étaient à l'origine, comme celles du bassin franco-belge ou du bassin sarro-lorrain, nombreuses, d'épaisseur moyenne, mais régulières sur de grandes distances. Actuellement, par le jeu de la tectonique, il reste des secteurs bien conservés, à côté de régions complètement bouleversées. Pour ces dernières, et dans les cas extrêmes, la répartition du charbon est d'une étonnante fantaisie : ce ne sont que serrées, amas, « queues » (injections de charbon dans des fissures), « truites » (injections de stérile dans la veine), etc.

Par un curieux phénomène, les mines paysannes ont proliféré avec constance sur les régions à serrées et renflements, ce qui obéit d'ailleurs à une parfaite logique : le mineur paysan n'exploite qu'au voisinage immédiat de la surface, souvent dans des régions disloquées où les veines sont discontinues; il a tendance à chercher des « poches » et s'arrête lorsque la veine se rétrécit à 30-50 cm.

Inversement, lorsqu'il prospecte un gisement, il s'enfoncé en suivant n'importe quelle trace charbonneuse, que ce soit une veine en serrée, une faille, une diaclase, une traînée dans la moraine.

Si on ajoute que la répartition des grattages paysans dépend du peuplement et des voies de communication, donc des zones broyées où l'érosion a le plus rapidement travaillé, on comprend que les premiers observateurs, généralisant des observations locales, en aient un peu rapidement conclu que tout le Houiller briançonnais se trouve aujourd'hui bouleversé de telle façon qu'il sera à jamais impossible d'en débrouiller le détail de la structure, encore moins d'installer une exploitation rentable de quelque envergure.

Ajoutons que cette impression d'anarchie est souvent due à la façon biscornue dont le mineur paysan conduit ses travaux : telle galerie paysanne du Grand Villard est soigneusement levée par le géomètre : le plan des travaux au 1/1 000 montre un enchevêtrement de galeries en couches qui se bifurquent, tournent en tous sens, reviennent en arrière, et ainsi de suite. On pense d'abord à une tectonique de détail très compliquée, avec des quantités de ridements. Mais quand le géologue circule dans les travaux il a la surprise de trouver une couche sensiblement horizontale et régulière.

Ailleurs, le plan montre des galeries sinueuses : c'est parce que le minier paysan s'est procuré à bon compte un petit stock de rails courbes, et veut les utiliser. On pourrait multiplier de tels exemples.

Si j'insiste un peu sur ces faits, c'est parce que, suivant une opinion communément admise, le Houiller briançonnais est partout complètement bouleversé. La vérité est que s'il y a des zones bouleversées (c'est bien évident), il y a aussi des zones calmes, régulières sur de grandes étendues.

V. Roches éruptives d'intrusion

Sommaire

Le Houiller briançonnais contient une grande quantité de roches éruptives d'intrusion, le plus souvent en sills, parfois en dykes ou laccolites. Il s'agit de microgranites et microdiorites, quartziques ou non. Toutes ces roches forment une famille homogène, et dériveraient d'un seul et même magma profond. Le « centre éruptif » se trouverait près de la Cée Haute, où affleure une « diorite », dont la structure est presque grenue.

Le terrain houiller briançonnais est lardé d'une grande quantité d'intrusions éruptives. Le plus souvent, il s'agit de sills de microdiorite interstratifiés dans la formation houillère, parfois de dykes ou d'énormes laccolites.

PREMIERES OBSERVATIONS

Le premier, Elie DE BEAUMONT (1828) signale, dans les assises houillères du col du Chardonnet, de nombreux filons-couches d'une roche éruptive verte, qu'il appelle « porphyre dioritique ».

Charles LORY (1864) décrit à nouveau ces filons-couches et signala d'autres affleurements du même « porphyre dioritique » à Puy-Saint-André et Prelles.

De nouveaux affleurements furent signalés par LACHAT et KUSS (1884-1885) : entre autres, aux Gardéolles, une roche porphyrique blanche, déterminée comme « porphyre euritique ».

Enfin, à partir de 1896 KILIAN et TERMIER reprirent l'étude systématique des roches éruptives du Houiller briançonnais. De nouveaux gisements furent signalés et décrits. TERMIER publia des analyses pétrographiques précises de ces roches, puis expliqua leurs rapports et leurs différences dans une belle synthèse, après laquelle il me reste peu à dire (TERMIER, 1898a, b, etc. 1899, 1901, 1903).

RESUME DES ETUDES DE P. TERMIER

Je ne saurais donc mieux faire qu'inciter le lecteur à se reporter d'abord aux études de TERMIER, et me borne à les résumer ici d'une façon que je regrette trop succincte :

ROCHES ERUPTIVES D'INTRUSION

Les roches intrusives du Houiller briançonnais appartiennent à quatre types distincts, différents les uns des autres, soit par la structure, soit par la composition :

- 1) *Diorites micacées* : avec quartz et amphibole, à structure granitoïde, ou presque granitoïde, connues seulement sur le versant méridional des montagnes du Chardonnet. L'aspect, à l'œil nu, en est celui d'un granite à grain fin. Elles passent aux microdiorites par des variétés intermédiaires, riches en amphiboles, où s'avère déjà un hiatus dans la consolidation.
- 2) *Microdiorites* : c'est parmi les microdiorites qu'il faut ranger la plupart des roches intrusives du Houiller briançonnais. Les grands cristaux en sont de Labrador et de Hornblende, la teneur en silice est très variable (de 50 à 60 %).
- 3) *Microsyénites* : elles affleurent sous le village de Puy-Saint-André. Ce sont des roches de couleur claire, dépourvues d'amphiboles, ne renfermant plus, comme minéral ferromagnésien qu'un peu de Biotite, et ne tenant, avec 62 % de Si O₂, que 7 % d'alcalis.
- 4) *Microgranites* : ils affleurent aux Gardéolles. Ce sont des roches tout à fait blanches, à peu près dépourvues de fer et de magnésium, contenant 9 % d'alcalis, avec 72 % de Si O₂.

Toutes ces roches sont « hypo-abyssiques ». « Toutes offrent de telles analogies de composition et de structure qu'elles ne forment qu'une série continue, comparable aux plus belles suites lithographiques étudiées à ce jour. » (TERMIER, 1901, p. 170).

Toutes dérivent, par voie de différenciation intratellurique d'un seul et même magma profond. Quelle était la nature de ce magma ? La roche « abyssique » correspondante n'affleure nulle part dans la région; tous les affleurements connus sont « hypo-abyssiques » et formés de roches qui ont épuisé leur faculté de différenciation, en même temps qu'elles ont perdu tout pouvoir d'agir sur les sédiments encaissants.

TERMIER tentait alors d'estimer la composition de ce magma en admettant qu'il contenait des quantités des divers magmas hypo-abyssiques proportionnelles à l'importance des affleurements de chaque type. Affectant des coefficients de fréquence aux affleurements des diverses roches qu'il connaissait, il arrivait ainsi à la composition hypothétique suivante :

Si O ₂	57,2
Al ² O ³	19,975
FeO	6,65
MgO	3,10
CaO	6,475
K ² O	1,95
Na ² O	4,65

	100,00

Un tel magma, remarquait TERMIER, différerait peu de la diorite quartzifère micacée du Chardonnet. Il correspondrait à une monzonite, c'est-à-dire à une roche d'acidité moyenne, très riche en alumine, tenant peu de magnésie, et dans laquelle la somme des teneurs en alcalis serait à peu près égale à la teneur en chaux.

Les microdiorites, et autres roches intrusives du Houiller briançonnais seraient des formes de bordure (*grenzfaciès*) de cette roche granitique fondamentale.

PRINCIPAUX TYPES DE ROCHES INTRUSIVES

Les levers détaillés de surface et de galeries, m'ont permis d'observer de très nombreux affleurements nouveaux de roches intrusives (plusieurs centaines). La plupart entrent dans le cadre des descriptions de TERMIER, mais certaines s'en écartent sensiblement.

Il n'est pas question de décrire ici séparément chaque affleurement, ni chaque lame mince; une telle énumération comporterait des redites fastidieuses. Pour la commodité de l'exposé, j'ordonnerai donc les descriptions autour de certains types choisis, les uns pour leur banalité même les autres en raison de caractères exceptionnels. Cet exposé part des roches les plus acides, pour aller vers les plus pauvres en silice. Les gisements sont décrits dans la seconde partie de ce mémoire, à laquelle je renvoie le lecteur. De plus, l'affleurement de chaque roche est situé sur le plan schématique de la figure 33 par le numéro de l'analyse correspondante.

Microgranite des Gardeolles

x = 935,5
y = 302,1
z = 1 500 env.

Analyse n° 32
(pl. XIII, fig. 4)

Il s'agit du « porphyre euritique » découvert par LACHAT et KUSS (1884 et 1885) et étudié en détail par TERMIER (1899) qui le considérait comme une forme extrêmement différenciée du magma monzonitique originel.

Mes échantillons ont été prélevés dans le sill interstratifié et le gros amas qui lui fait suite, traversés par la route du Granon.

Cette roche est très blanche; soit compacte, soit laminée parallèlement à la stratification du Houiller : ce sont alors des écailles schisteuses satinées, couvertes de séricite et de kaolin.

Au microscope, les deux temps de cristallisation sont nettement séparés : phénocristaux de quartz, grands et très abondants, idiomorphes, à golfes de corrosion, quelquefois craquelés et à extinction roulante, de feldspaths altérés, orthose et surtout plagioclases, de biotite peu abondante, altérée et chloritisée. La pâte est très finement cristallisée et montre les mêmes éléments. Veinules et mouches de carbonates secondaires.

Très pauvre en éléments ferromagnésiens, cette roche est de loin la plus riche en silice de toutes les intrusions du Carbonifère briançonnais. J'en rapproche une série d'affleurements du même type, tous situés dans le même secteur, sur les pentes de la rive gauche de la Guisane, autour de La Salle, Serre Barbin, Chaméant.

Microgranite du torrent de La Salle

x = 934,7
y = 303,5
z = 1 760

Non analysé
(pl. XIII, fig. 5)

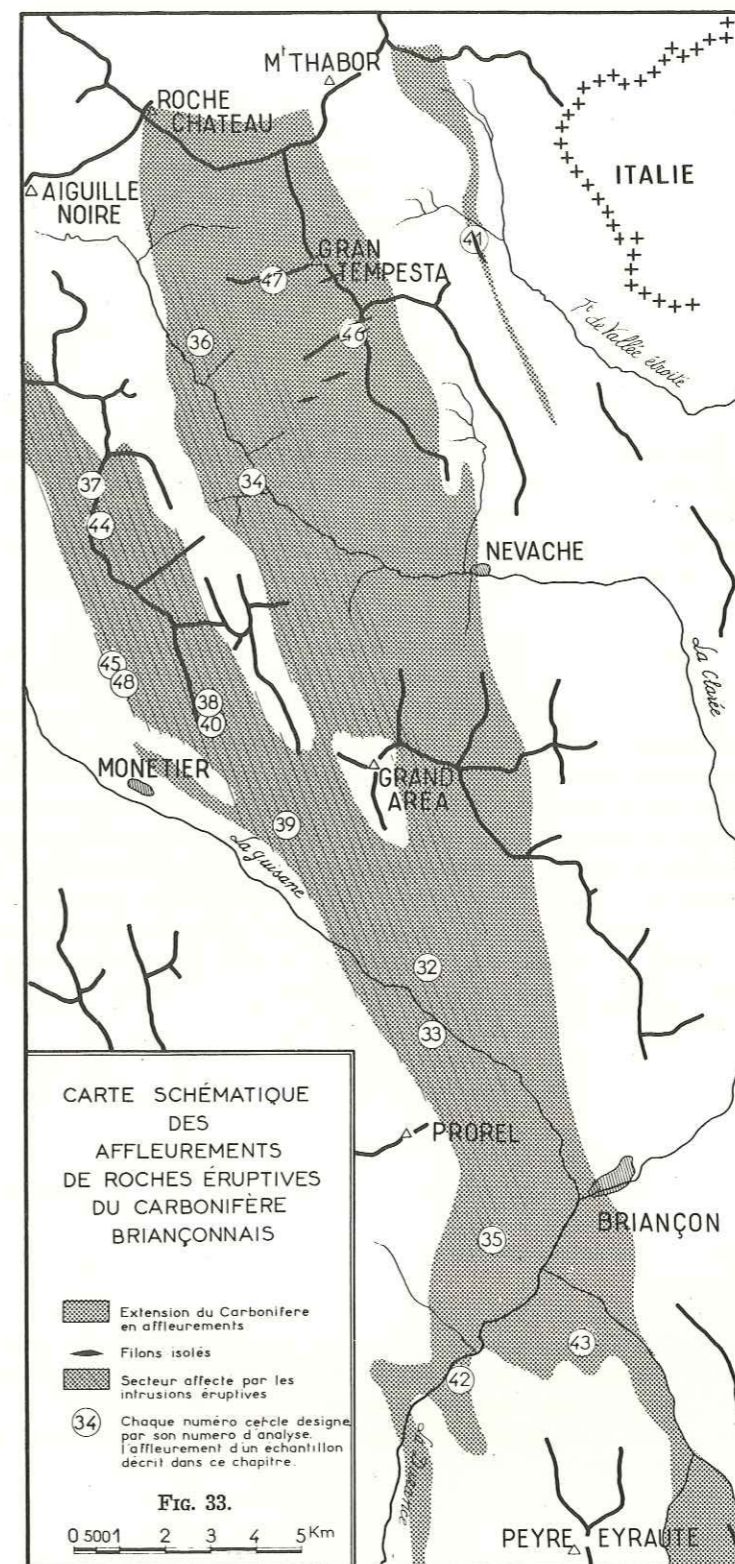


FIG. 33.

En particulier, 1 km au NW du gisement précédent, affleure un microgranite tout à fait comparable avec, en plus, quelques très rares phénocristaux d'apatite.

La pâte montre ici de fines formations sphérolitiques de quartz et de feldspaths, rappelant une pâte de rhyolite dévitrifiée. Parfois les éléments de deuxième temps sont orientés autour des grands quartz, qui semblent eux-mêmes se fondre dans la pâte par de fines protubérances capillaires.

Microgranite des Eduits

Analyse n° 33

Mine des Eduits

Affleurant sur la rive droite de la Guisane, dans le massif du Prorel, ce microgranite a pu être étudié commodément grâce aux travaux de la mine des Eduits, où il sert curieusement de toit à la principale couche exploitée.

Comme aux Gardéolles, il s'agit d'une roche très blanche, tantôt massive, tantôt en écailles schisteuses satinées ou talqueuses (ce sont les « schistes blancs » des mineurs briançonnais).

Au microscope, on y reconnaît des phénocristaux de quartz, en grands cristaux limpides, typiques, corrodés par la pâte, des feldspaths plagioclases (andésine) le plus souvent altérés et indéterminables, parfois de l'orthose, quelques cristaux ou sphérolites de muscovite.

La pâte, probablement recristallisée, montre les mêmes éléments, très petits.

Appartenant au même groupe, citons ici une série d'affleurements de microgranites du même secteur (torrent du Peytavin, ravin du ruisseau Carle, mine de l'Avalanche).

Pour toutes les roches précédentes, on peut se demander s'il ne s'agit pas en réalité de rhyolites plutôt que de microgranites, et hésiter longtemps avant d'en décider. Au microscope, les quartz ont franchement l'aspect rhyolitique, mais on n'observe aucune structure fluidale nette. L'examen minutieux des affleurements montre que ces intrusions ont arraché et enrobé des fragments de roches houillères, non seulement à leur mur, mais encore à leur toit; qu'elles émettent des apophyses, des filonnets secondaires dans les terrains sédimentaires au-dessus et au-dessous, qu'elles sautent parfois d'un banc à un autre, qu'enfin le charbon est cokéfié au contact, quelle que soit sa position par rapport à l'intrusion éruptive. Il ne peut donc s'agir que de roches mises en place sous une certaine épaisseur de terrains.

Châlets du Queyrellin

$x = 931,1$
 $y = 312,5$
 $z = 1\ 900$ env.

Analyse n° 34

Sur les premières pentes de la rive droite de la Clarée, à la hauteur des châlets du Queyrellin, affleurent une série de sills voisins les uns des autres.

Toutes ces roches sont claires, gris verdâtre ou gris rosé par rubéfaction secondaire, toujours très cassurées et altérées.

Au microscope, elles sont peu lisibles; on y reconnaît des phénocristaux de quartz, rares, des plagioclases de grande taille altérés, le plus souvent transformés en masses sériciteuses et calciteuses. Des traînées, des amas ferrugineux provenant de l'altération des éléments ferro-

magnésiens. La pâte en est finement cristallisée, avec quartz, feldspaths, séricite et calcite secondaire abondante.

L'affleurement qui a fourni l'échantillon analysé ici se trouve sous les châlets du Queyrellin, au bord du chemin muletier du col du Chardonnet.

Ravin du Loup

$x = 937$
 $y = 295,9$
 $z = 1\ 500$ env.

Analyse n° 35

Dans le massif du Prorel, sous le village de Puy-Saint-André, affleurent quelques puissants amas d'une roche éruptive verte. Ces roches ont été étudiées et analysées par TERMIER (1899) qui les considérait comme des microsyrénites. TERMIER n'indique pas le lieu de prélèvement de ses échantillons, ce qui n'a d'ailleurs pas d'importance, étant donnée la remarquable constance d'aspect et de composition de ces roches dans les divers amas ou à l'intérieur de chaque amas.

J'ai prélevé les échantillons analysés au bord de la nouvelle route menant de Briançon à Puy-Saint-André, à l'endroit où cette route franchit la profonde entaille du ravin du Loup.

Cette roche, qu'on peut appeler microdiorite quartzique est grise à vert clair. Compacte, à cassure esquilleuse, elle semble à peu près homogène à l'œil nu. Une direction de clivage privilégiée lui donne un faux pendage apparent, perpendiculaire au contact des roches houillères encaissantes.

Au microscope, cette roche se montre altérée, avec deux temps de cristallisation bien séparés: plagioclases abondants (andésine) séricitisée, anciennes amphiboles pseudomorphosées en chlorite. Pas de quartz, sinon de très rares cristaux isolés. Mais dans la pâte, le quartz est abondant, en quantité comparable aux feldspaths, avec chlorite éparses.

Il n'y a que peu de différence entre la roche du Ravin du Loup, et la série de microdiorites ou microsyrénites que nous allons citer ensuite:

Ruisseau de Saint-Jacques

$x = 928,8$
 $y = 315,5$
 $z = 2\ 150$ env.

Analyse n° 36

Les montagnes de la rive gauche de la Clarée, sur les premières pentes du vallon de la Cula et de la crête des Muandes, laissent affleurer une série de sills de microdiorites à **structure microlithique** (cette structure est exceptionnelle dans les autres secteurs du Houiller briançonnais).

Ces roches sont grises à vert sale, d'aspect hétérogène et presque toujours très altérées.

Au microscope, les phénocristaux de quartz sont rares et rongés, sinon absents; les feldspaths plagioclases, le plus souvent méconnaissables, sont transformés en masses de produits sériciteux et carbonatés; les amphiboles sont elles aussi transformées en calcite, chlorite et produits ferrugineux. La pâte est toujours très finement cristallisée, avec de la séricite dans un fond quartzo-feldspathique; parfois calcite secondaire.

L'échantillon analysé ici provient d'un gros sill affleurant au bord du Ruisseau de Saint-Jacques. En affleurement cette roche, assez laminée, est feuilletée normalement à la stratification des roches houillères encaissantes.

Montagne de la Cula

Sans analyse
(pl. XIV, fig. 1 et 2)

$x = 931,3$
 $y = 315,4$
 $z = 2\ 390$ env.

Un filon éruptif, du même groupe à structure microlithique affleure dans la montagne de la Cula. Je le mentionne ici car c'est le seul exemple que j'ai observé dans toutes ces roches intrusives, d'une structure fluidale nette, qui ne doit rien au laminage tectonique. Les figures 1 et 2 de la planche XIV en montrent l'aspect général fluidal autour de grands phénocristaux non écrasés. Les figures 3 et 4, données à titre de comparaison montrent un litage par laminage.

Un autre exemple de structure fluidale a cependant été déjà signalé par P. TERMIER, aux châteaux de Loriol, dans le massif de Peyre-Eyraute.

Diorite quartzique de la Cée Haute

Analyse n° 37
(pl. XIII, fig. 6 et 7)

$x = 927,8$
 $y = 312,3$
 $z = 2\ 874$

Près du col du Chardonnet, se trouve un énorme amas dioritique, formant la montagne de la Cée Haute. Les échantillons prélevés à la périphérie de cet amas sont encore des roches à deux temps bien marqués, avec de grandes amphiboles visibles à l'œil nu, dans un fond homogène vert foncé.

Mais à mesure qu'on pénètre à l'intérieur de cet amas, le premier temps se montre plus largement cristallisé (comme par exemple dans l'éperon de la Cée Basse). Plus avant encore, le deuxième temps, lentement et largement cristallisé suit immédiatement, et vient presque se confondre avec le premier temps.

On arrive ainsi, vers le sommet de la Cée Haute, centre de l'amas, à une structure presque grenue.

Au microscope, on y observe un premier temps, formé surtout de grands feldspaths, idiomorphes, altérés, de grands cristaux d'amphiboles, assez abondants (parfois pseudomorphosés en calcite et chlorite), de biotite, plus rare, chloritisée. Le deuxième temps, proche du premier, montre d'abondants petits cristaux de quartz, cristallisé en dernier, en manchons autour des feldspaths. Eléments accessoires : Epidote, Zoïsite, Sphène, Zircon.

A vrai dire, la dénomination de « diorite » est donc ici impropre, puisque la structure de cette roche n'est pas franchement grenue; c'est encore une roche « **hypo-abyssique** », comme l'aurait appelée TERMIER.

Mais sa structure est bien différente de celle des autres microdiorites briançonnaises. En allant du microgrenu au grenu — passage progressif, nous l'avons vu —, elle représenterait le dernier terme avant la vraie diorite profonde (probablement sommes nous ici à la périphérie du massif dioritique ?).

C'est pourquoi, quoique la dénomination de diorite ne convienne pas en toute rigueur, je continuerai à l'employer ici, de façon à bien marquer la différence avec l'ensemble des intrusions briançonnaises. Je ne ferai d'ailleurs en cela que suivre l'exemple de TERMIER qui, au demeurant, ne connaissait pas les affleurements de la Cée Haute et pour qui cette notion de structure grenue au Chardonnet était surtout intuitive. J'y reviendrai plus loin.

Microdiorite de la Benoite (couche 7 bis)

Sur la rive gauche de la Guisane, le terrain houiller est lardé d'une grande quantité de sills de microdiorites gris verdâtre. Toutes ces roches sont très proches les unes des autres, à tous points de vue. Pour représenter ce groupe homogène, j'ai choisi cet échantillon et les deux suivants parce que, prélevés en profondeur dans des travaux miniers, ils étaient a priori moins altérés qu'en affleurements.

Analyse n° 38

Mine de la Benoite

Dans la mine de la Benoite, le toit de la couche 7 bis est formé par un sill de microdiorites, qui accompagne cette couche de façon constante.

En lames minces, cette microdiorite se montre profondément altérée. On y reconnaît des phénocristaux de plagioclases, séricitisés, d'amphiboles transformées en chlorite, de quartz enfin, mais plus rares et plus petits que les éléments précédents. La pâte, fine, montre de très petits feldspaths séricitisés, entourés de chlorite. Quartz et calcite secondaire largement cristallisés dans les fissures.

Microdiorite de Pierre Grosse

Analyse n° 39

Mine de Pierre Grosse à 98 m du jour

Il s'agit ici encore d'un sill gris verdâtre qui accompagne un niveau charbonneux.

Au microscope : roche à deux temps, altérée : phénocristaux de plagioclases, en grande partie séricitisés, d'amphiboles chloritisées, avec parfois calcite et pyrite. Pâte finement cristalline, silico-feldspathique et sériciteuse.

Microdiorite de La Benoite (couche 10 bis)

Analyse n° 40

Mine de la Benoite

Cet échantillon a été prélevé dans la mine de la Benoite, dans le sill qui forme le toit de la couche 10 bis.

Phénocristaux : abondants plagioclases de grande taille, généralement transformés en masses de séricite et de calcite; amphiboles, transformés en chlorite et calcite. La pâte, très fine, montre les mêmes éléments. Pas de quartz, ou alors rare, petit et secondaire.

Microdiorite de Banchet

Analyse n° 41

$x = 935,8$
 $y = 318$
 $z = 2\ 060$

Sur la rive droite du torrent de Vallée Etroite, près de l'ancienne mine de Banchet, le long du chemin montant au mont Thabor, affleure un filon interstratifié de microdiorite associée à du quartz filonien. Ici, la roche éruptive est gris clair, altérée, et feuilletée par laminage.

Au microscope : grandes formes altérées, traces d'anciens phénocristaux de plagioclases, complètement séricitisés et calcifiés, et d'amphiboles, transformées en chlorite et calcite. Pâte, finement cristallisée, de quartz et séricite .

Rocher de La Verne

$x = 936,4$
 $y = 292,8$
 $z = 1\ 200$ env.

Analyse n° 42

Sur la rive gauche de la Durance, dans le massif de Peyre-Eyraute, non loin du hameau du Villaret, le Rocher de la Verne est formé par un gros dyke de microdiorite, perçant un petit synclinal houiller.

C'est une roche d'un beau vert, massive et très dure, à cassure esquilleuse, qui fournit une pierre à bâtir très appréciée dans le pays.

Au microscope, des lames minces taillées dans des échantillons prélevés soit à la périphérie, soit au centre du dyke, ne montrent pas de variation sensible dans la composition ni la structure :

Phénocristaux de plagioclases grands et abondants, d'amphiboles brunes très altérées, de chlorite (soit seule, soit associée à de la calcite en pseudomorphose d'éléments ferromagnésiens), de quartz, rares et petits. Parfois apatite. La pâte est très fine, avec de la calcite secondaire.

Fontaine du Corbeau

$x = 939,2$
 $y = 293,8$
 $z = 1\ 500$ env.

Analyse n° 43

Dans le massif de Peyre-Eyraute (concession du Grand Villard), une roche éruptive arrive au contact du charbon exploité dans les mines paysannes des quartiers de l'Olivier et de la Fontaine du Corbeau. Suivant les points de prélèvement, l'aspect en varie très rapidement : soit saine, soit très altérée, soit compacte, soit feuilletée par laminage (ce sont alors les « schistes blancs » des mineurs). De même, l'aspect au microscope varie au point que suivant les lames, on est conduit à des déterminations différentes : microgranite, microsyénite, ou microdiorite quartzifère, quoiqu'il s'agisse de toute évidence du même filon, ou de filons voisins et communicants.

L'analyse que je fournis ici porte sur un groupe d'échantillons provenant du quartier de la Fontaine du Corbeau : c'est donc une sorte de moyenne entre différents échantillons, où le microscope montre les extrêmes suivants :

- 1) Microdiorite quartzifère : Roche à deux temps, très altérée et calcifiée. Phénocristaux : feldspaths dominants, entièrement transformés en produits micacés, amphiboles transformées en masses de chlorite, pâte finement cristallisée, sériciteuse avec un peu de quartz.
- 2) Microgranite : roche à deux temps en parfait état : phénocristaux de quartz, en grands cristaux à bords francs, d'andésine, de muscovite. Pâte très finement cristallisée.

Les deux échantillons ci-dessus proviennent de la même galerie paysanne et, apparemment du même filon. Serait-ce qu'il y eut en réalité plusieurs intrusions successives, de compositions

différentes ? Je pense plutôt que ces variations rapides de composition (d'un même filon, tout nous porte à le croire) sont ici liées à l'extrême ramification de la roche intrusive dans le Houiller sédimentaire, actuellement enchevêtrés de façon inextricable. Le cheminement et la mise en place de l'intrusion à travers un réseau complexe de fissures, de cavités anastomosées, aurait en somme joué le rôle mécanique d'un filtre, arrêtant ici les parties les premières refroidies, laissant aller plus loin d'autres parties encore fluides. A cet effet mécanique, s'est peut être ajoutée une action chimique du charbon ? C'est ce que donnent à penser d'autres observations — que j'exposerai plus loin — et qui montrent l'existence d'échanges chimiques entre charbon et intrusions éruptives.

Col du Chardonnet

$x = 928,5$
 $y = 311,4$
 $z = 2\ 648$

Analyse n° 44

Echantillon de microdiorite prélevé dans le sill qui affleure au col du Chardonnet même. Il s'agit ici, par opposition à la « Diorite » de la Cée Haute, d'une roche à deux temps bien marqués :

Phénocristaux de plagioclases séricitisés, et d'amphiboles transformées en grands fantômes chloriteux. Pâte finement cristallisée avec plagioclases, chlorite très abondante, quartz rare.

Après le groupe homogène précédent, où toutes les analyses montrent des teneurs en silice voisines, nous arrivons à des roches sensiblement différentes. Le tableau des analyses (fig. 153), montre bien ce hiatus, puisque la teneur en silice tombe brusquement de 55,46 à 46,45 %.

Crête du Grand Vallon

$x = 928,3$
 $y = 308,4$
 $z = 2\ 340$ env.

Analyses n° 45 et 48

J'ai trouvé ces roches sur la rive gauche de la Guisane, à l'endroit où le « sentier des chasseurs » passe au pied de la crête du Grand Vallon. L'affleurement en est très mal observable : sur une partie peu pentée, herbeuse, on trouve des fragments épars, dont les relations avec le Houiller encaissant sont mal visibles. Quelques grattages superficiels ont sorti pêle-mêle du charbon, et des blocs de cette roche. Probablement s'agit-il d'un sill, mais je ne puis rien affirmer.

C'est une roche d'aspect tout à fait inhabituel : de couleur ocre à gris jaunâtre, massive mais criblée de petites cavités parfois emplies de limonite. En-dessous, on trouve des fragments rouge brunâtre, dont l'aspect ferait penser à des plaquettes de grès schisteux du houiller, mais rubéfiés; si bien que sur le terrain j'avais d'abord pensé avoir affaire à une roche d'épanchement, bulleuse, qui aurait « cuit » le houiller sous-jacent.

Mais au microscope, on n'y voit ni bulles ni traces de fluidalité. Ce sont des roches à deux temps, dans un état d'altération extrême. Comparables entre elles malgré les différences macroscopiques, elles seraient dues à des altérations différentes. Certains échantillons montrent d'ailleurs le passage d'un aspect à l'autre.

Les échantillons ocres, vacuolaires (analyse 45) montrent en lames minces des plagioclases en grands prismes allongés, très profondément altérés, où la séricite, bien développée, forme de véritables plages, du quartz, mais petit et rare, quelques traces d'éléments ferromagnésiens. Calcite et traînées ferrugineuses par altération.

Les échantillons brun rouge (analyse 48) montrent des plagioclases complètement damouritisés, dans une pâte fine, très rubéfiée de quartz (rare), feldspaths, séricite et pyrite. Masses de quartz et calcite secondaires, largement cristallisées.

Les deux roches éruptives suivantes ont été trouvées, de façon inattendue, sur les crêtes de la rive gauche de la Clarée, dans un secteur qui est par ailleurs complètement dépourvu de sills ou laccolites de microdiorites. Elles diffèrent du cortège habituel des microdiorites briançonnaises, non seulement par une teneur en SiO_2 nettement moins élevée, mais encore par leur gisement particulier, en filons perpendiculaires aux strates houillères.

Crête de la Cula

$$\begin{aligned} x &= 933,2 \\ y &= 316 \\ z &= 2900 \end{aligned}$$

Analyse n° 46

Echantillon prélevé près du sommet de la Cula, un peu en contrebas sur le versant S.-E. C'est un filon, parfois bifide, perpendiculaire aux couches, et à peu près parallèle à la ligne de crête, d'une roche éruptive compacte, gris verdâtre, à cassure esquilleuse.

La structure microscopique est celle d'une roche microlitique basique, profondément altérée et calcifiée. On y distingue à peine quelques phénocristaux, complètement transformés en calcite, rarement en chlorite. Les plagioclases sont en grands microlites, entièrement damouritisés. La pâte est finement cristallisée, avec de la chlorite et, probablement, du quartz.

Notons que pour une raison restée mystérieuse, il n'a pas été possible de mener à bien cette analyse de façon satisfaisante, puisqu'elle aboutit à un total de seulement 95,49 ?

Crête des Muandes

$$\begin{aligned} x &= 931,2 \\ y &= 317,1 \\ z &= 2830 \end{aligned}$$

Analyse n° 47
(pl. XIV, fig. 5, 6 et 7)

Un curieux filon éruptif, non interstratifié, recoupe les bancs houillers de la crête des Muandes, passant sur la crête à la cote 2830.

Il offre la particularité de contenir par places des inclusions de galets, parfaitement arrondis, de quartz et de quartzites. Ces galets sont parfois microscopiques, mais peuvent atteindre plusieurs centimètres. Leur origine sédimentaire ne fait pas le moindre doute, ils ont évidemment été arrachés aux épontes de grès et poudingues houillers, puis enrobés dans la roche éruptive lors de la mise en place. En somme, c'est une brèche de faille, à ciment de roche éruptive d'intrusion (pl. XIV, fig. 6 et 7).

L'analyse montre pour cette intrusion une teneur en SiO_2 de seulement 44,52 %, degré d'acidité exceptionnellement bas pour les roches éruptives du Houiller briançonnais. On

notera que les échantillons remis à l'analyste ont été choisis à un endroit où il ne semblait pas y avoir d'inclusions de quartz. Mais on ne peut être sûr qu'il n'en soit pas restés d'inaperçus, à l'intérieur de l'échantillon, ou bien trop petits pour être discernés à l'œil nu. Si donc un mauvais choix de l'échantillon analysé peut avoir été cause d'erreur, cette erreur aura joué dans le sens d'un dosage de la silice trop élevé.

Au microscope on reconnaît qu'il s'agit d'une roche microlitique calcifiée et ferrugineuse, profondément altérée. On y retrouve des plagioclases, en grands microlites damouritisés dans une pâte microlitique très finement cristallisée, sériciteuse.

EN RESUME

Les analyses de nos roches, et les diagrammes qui en découlent montrent que toutes ces intrusions éruptives constituent une famille homogène, acide, à teneur en alumine constante. Ce sont des microgranodiorites, riches en soude ou en chaux (ou les deux), mais pauvres en potasse.

Dans ce groupe s'individualisent deux tendances :

- l'une acide et pauvre en éléments ferromagnésiens (*al* de beaucoup supérieur à *fm*), représenté par deux analyses seulement. Je pense qu'il doit y avoir en réalité passage continu entre les points extrêmes de cette tendance, et le groupe central des microdiorites, étant donné le grand nombre d'affleurements à caractères microscopiques intermédiaires qui n'ont pas été soumis à l'analyse.
- la deuxième tendance, relativement pauvre en silice, mais riche en ferromagnésiens (*fm* nettement supérieur à *al* n'est représentée que par un petit nombre d'affleurements, qui ont été presque tous analysés, étant donnée leur rareté. Aussi le hiatus qui les sépare du groupe central des microdiorites briançonnaises me semble-t-il irréductible — à m'en tenir aux seuls affleurements connus en pays briançonnais.

Ces différences se retrouvent d'ailleurs dans la répartition géographique des affleurements des divers types.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES INTRUSIONS ERUPTIVES

Il ne semble pas y avoir de relations entre l'âge des terrains affectés par les intrusions éruptives et le degré d'acidité de celles-ci. Par contre, la répartition géographique des intrusions dans le Carbonifère briançonnais obéit à certaines règles :

Un secteur donné n'est, en règle générale, injecté que par des intrusions d'un seul type.

Par exemple, alentour du microgranite des Gardéolles (n° 32), on ne trouve que des microgranites, se ressemblant tous beaucoup : affleurements des Eduits (n° 33), du Peytavin, du Ruisseau Carle, du torrent de la Salle, etc. En pointant tous les affleurements de cette sorte sur la carte, on les voit s'ordonner à l'intérieur d'une grande bande allongée du nord au sud, du col de Cristol aux Eduits, c'est-à-dire précisément suivant une des grandes unités que nous

sommes amenés à individualiser dans l'étude tectonique de la région, nous le verrons plus tard ⁽¹⁾.

De même, le long de la crête de la Benoite, de la crête du col de Roche Noire, de la croupe Sainte-Elizabeth, et dans tout le secteur environnant, on ne trouve que des microdiorites, et toutes ces roches se ressemblent étroitement.

Autre exemple encore : dans les massifs du Prorel et de Peyre-Eyraute, avec les amas microdioritiques du Ravin du Loup, de Puy-Saint-André, de Sachas, du Chatelard et du Rocher de la Verne.

Dans d'autres cas plus rares, comme dans la région de Pierre Grosse, on voit alterner les affleurements de microgranite et de microdiorite. Faut-il penser qu'ici l'injection s'est faite en deux temps, avec chaque fois un matériel d'acidité différente ?

« CENTRE ERUPTIF » DE LA CEE HAUTE

Les affleurements éruptifs, rares sinon absents dans certains secteurs deviennent de plus en plus fréquents et importants au fur et à mesure qu'on se rapproche du Chardonnet, autrement dit de la « diorite » de la Cée Haute.

Considérons par exemple la rive droite de la Clarée : la partie orientale de la bande houillère est ici complètement dépourvue d'intrusions. Plus à l'ouest, commencent à apparaître de rares et timides sills de microgranites (un sill isolé sur la crête de l'Oule, deux sills jumeaux sur la crête de l'Echaillon dans le Westphalien C). Plus à l'ouest encore, ce sont surtout des microdiorites en sills, d'abord isolés (mine de Souchère), puis de plus en plus abondants (Rambert) et épais (crête de Baude) à mesure qu'on se rapproche de la Cée Haute, autour de laquelle on finit par ne plus trouver, en fait de terrains sédimentaires, que quelques enclaves de schistes et grès dans la masse dioritique.

Sur une carte détaillée d'ensemble, la Cée Haute apparaît ainsi comme le centre géométrique compact autour duquel s'éparpillent les filons et amas éruptifs.

D'autre part, on peut raisonnablement, à la suite de P. TERMIER (1901) penser que les innombrables filons qui lardent le terrain houiller briançonnais sont tous des « formes de bordure », des émissaires d'un même magma profond, dont il faut bien supposer l'existence quelque part. Essayant de retrouver la composition de ce magma en attribuant des coefficients de fréquence aux divers affleurements alors connus de microgranites et microdiorites, TERMIER en déduisait la composition chimique du magma fondamental qu'il trouvait être fort proche de la roche du Chardonnet.

D'après nos propres analyses, nous arrivons à une conclusion similaire : la « Diorite » du Chardonnet a bien la composition moyenne des roches éruptives briançonnaises ⁽²⁾.

En faisant cette hypothèse, TERMIER n'avait d'ailleurs à sa disposition que des échantillons provenant du col du Chardonnet, ou ramassés dans des moraines. Il ne connaissait pas les affleurements de la Cée Haute. Les levers de détail viennent appuyer sa façon de voir, et tout

(1) De même, dans les divers diagrammes exécutés, certaines roches montrent des tendances communes à former des groupes ou des séries, qui se retrouvent dans la position géographique des prélèvements (carte schématique des affleurements, fig. 33). C'est le cas par exemple des analyses 32-33-35 ou encore 34-36.

(2) A vrai dire, si les analyses de TERMIER et les nôtres amènent à la même conclusion, c'est par des voies sensiblement différentes, puisqu'on aboutit dans le premier cas à une composition moyenne de monzonite, dans le deuxième cas de granodiorite. Mais cela n'a pas d'importance ici, puisque si les analyses de TERMIER sont entachées d'erreurs — systématiques par rapport aux nôtres, nous l'avons vu —, ces erreurs restent les mêmes dans tous les cas, y compris l'estimation de la composition moyenne. Ce qui compte, c'est que dans les deux séries d'analyses, la roche du Chardonnet soit proche de cette composition moyenne.

donne à penser que ce magma fondamental se trouve — où plus précisément qu'on voit ses couches périphériques — dans la Cée Haute.

Tout se passe comme si ce magma fondamental avait envoyé dans le sédimentaire encaissant d'innombrables filons, d'abord denses, épais, riches en premier temps de cristallisation et de même composition chimique que le magma originel. A distance, ces filons deviennent rares et ténus, le premier temps se raréfie, en même temps que ces intrusions se différencient chimiquement en microdiorites chargées d'éléments ferromagnésiens et microgranites riches en quartz. Les levers cartographiques traduisent ces faits avec évidence.

Un autre argument peut être trouvé dans la position du **point d'isofalie** (c'est-à-dire, dans le diagramme de variation, l'intersection des deux courbes *al* et *fm*). Ce point indique, d'après la théorie, la composition du magma originel. Or la roche qui en est la plus voisine est précisément la « Diorite » de la Cée Haute.

ABSENCE D'INTRUSIONS ERUPTIVES DANS LES BORDURES ORIENTALE ET OCCIDENTALE DU HOULLER BRIANÇONNAIS

Tout au long de la bande houillère en pays briançonnais, les roches éruptives sont absentes dans la partie orientale de cette bande : cela est vrai depuis le Bois des Ayes au sud, jusqu'à la Roche de Valmeinier au nord (fig. 33).

Peut-être cette partie du bassin était elle à l'origine, trop éloignée du Centre éruptif pour que les intrusions puissent y parvenir ?

Peut être aussi, le faciès essentiellement conglomératique n'a-t-il pas offert aux intrusions des voies aussi faciles que les schistes et surtout les couches de houille des autres régions ? Cette application serait admissible au sud du Granon. Elle ne l'est plus dans la région de Névache (dans la bande houillère du Vallon, riche en schistes et charbon).

Une troisième explication enfin pourrait être envisagée : c'est que la bordure orientale montre des terrains stériles attribuables au Stéphanien, et qui seraient postérieurs à la mise en place des intrusions éruptives ? Mais cette hypothèse, défendable au sud de Névache, ne l'est plus au nord, puisque sur la rive gauche de la Clarée, dans la région du col de Névache, par exemple, de vastes secteurs dépourvus d'intrusions sont datés Westphalien C par de bons gisements fossilifères, tout comme le Houiller renfermant les affleurements de microgranite alentour des Gardéolles. En outre, rien ne prouve que ces intrusions soient anté-stéphaniennes.

Il n'y a pas non plus d'intrusions éruptives dans la partie ouest de la bande houillère, c'est-à-dire dans le Westphalien C productif situé immédiatement à l'ouest des synclinaux de quartzites triasiques de Roche Baron (région de Saint-Martin-de-Queyrières) et du Puy du Cros (région de Monétier-les-Bains).

Seule la première explication envisagée peut donc à mon sens être retenue dans les deux cas : qu'il n'y a pas de roches éruptives dans les parties orientale et occidentale de la bande houillère simplement parce qu'elles n'ont pu arriver jusque-là. Cette façon de voir est d'ailleurs confirmée par les cas particuliers auxquels nous arrivons maintenant.

FILONS TRANSVERSAUX SUR LA RIVE GAUCHE DE LA CLAREE

Sur la rive gauche de la Clarée, on note plusieurs filons de roches éruptives perpendiculaires aux bancs sédimentaires : sur les Rochers de la Tempête, la crête de la Cula, dans le

vallon des Gardioles. Chose curieuse, ces filons se trouvent dans des régions complètement dépourvues de sills ou de laccolites. Ils semblent s'être mis en place à la faveur de fractures transversales, car les épontes en sont généralement très tectonisées, et d'autres produits filoniens les accompagnent : quartz (avec quelquefois ripidolite), calcite, minerai de fer.

Nous avons vu plus haut que ces roches (analyses 46 et 47) par leur composition chimique se séparent nettement du reste des microdiorites briançonnaises, de même d'ailleurs que la roche de la crête du Grand Vallon (45 et 48).

Probablement faut-il chercher la raison de ces différences soit dans le temps (elles seraient dues à un autre acte du cycle éruptif), soit dans l'espace (elles représenteraient une avancée extrême du magma du Chardonnet, hautement différencié par suite d'un long cheminement souterrain, ou même elles proviendraient d'un autre « centre éruptif ») ? Pour ma part, je penserais volontiers que l'explication doit en être cherchée ailleurs qu'en pays briançonnais, probablement en Maurienne.

CAS DE LA MICRODIORITE DE BANCHET

Dans la petite bande houillère extrême orientale, c'est-à-dire quelques kilomètres plus à l'est que la bande orientale dépourvue de roches éruptives, à Banchet même, affleure un mince sill de microdiorite isolé (analyse 41).

Les graphiques précédents montrent que si elles se rattache indiscutablement au cortège des microdiorites briançonnaises habituelles, c'est avec des particularités qui lui assignent sur les diagrammes une position le plus souvent excentrique.

Ici encore, je pense qu'il faut en chercher l'explication en Maurienne, dans un centre éruptif distinct. En effet la bande houillère de Banchet prolonge le Houiller de Modane, inconnu partout ailleurs dans le Briançonnais où n'existe que le prolongement du Houiller de Saint-Michel-de-Maurienne. J'y reviendrai plus loin.

VI. Cokes naturels

Sommaire

Les intrusions éruptives sont très fréquemment en contact avec les niveaux charbonneux, ce qui est logique, puisqu'elles ont naturellement dû se mettre en place à la faveur des plans de moindre résistance que constituaient ces niveaux.

Par effet thermique, elles ont produit des sortes de cokes naturels et d'autres curieux phénomènes, mais jamais de graphite à proprement parler, contrairement à l'opinion d'anciens auteurs.

ASSOCIATION DANS LE TERRAIN HOULLER BRIANÇONNAIS DES ROCHES ERUPTIVES D'INTRUSION ET DES NIVEAUX CHARBONNEUX

Nous avons vu que des roches éruptives d'intrusion se rencontrent dans toute l'épaisseur du terrain houiller productif, mais jamais dans des formations plus récentes. Or, dans la presque totalité des cas, le contact du Houiller sédimentaire et des venues intrusives se fait par l'intermédiaire d'une veine d'anthracite, ou simplement d'une passée charbonneuse, généralement très sale et disloquée. L'explication en paraît simple : les niveaux charbonneux constituent des plans de moindre résistance dans la masse des « grès à anthracites », et les venues éruptives ont naturellement eu tendance à s'insinuer là où le passage était plus facile, c'est-à-dire entre une veine et ses épontes. C'est là un phénomène qui a été constaté à maintes reprises; on peut y voir une nouvelle preuve du rôle mécanique joué par les niveaux charbonneux.

Quelques exemples de contact :

LACCOLITES : RAVIN DU LOUP

Ce ravin, situé à l'ouest de Briançon entame profondément le flanc du Prorel, et permet d'observer une très belle coupe naturelle. Ici, le contact entre la puissante masse de roche



microdiorite veine en 2 sillons grès houiller en gros bancs

FIG. 34. — Contact dans le ravin du Loup.

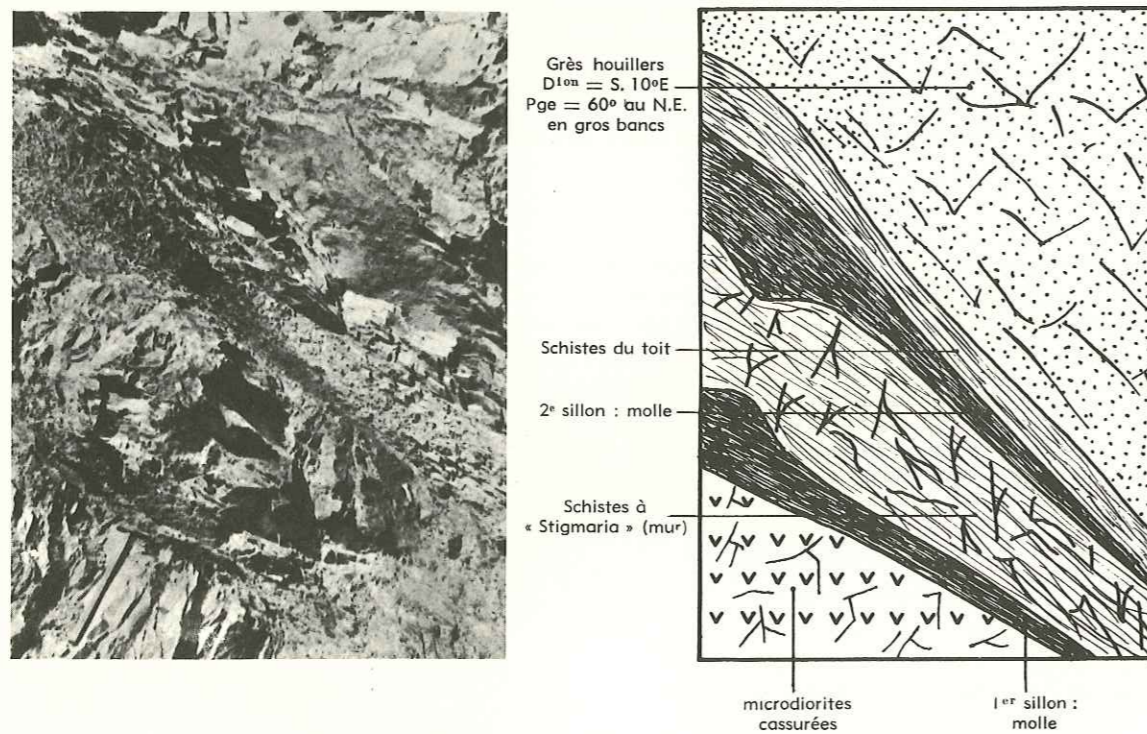


FIG. 35. — Détail du contact.

éruptive et le terrain houiller est bien visible le long de la route qui mène au village de Puy-Saint-André, et peut être suivi sur une assez grande distance; il est parallèle à la stratification.

La roche éruptive est ici une microdiorite quartzifère altérée (analyse n° 35) et renferme de petits fragments de schistes houillers enrobés dans la roche éruptive, spécialement au voisinage du contact. Le contact avec le sédimentaire se fait à la partie supérieure du laccolite par l'intermédiaire d'une veine en deux sillons, séparés par une barre stérile à caractères de mur. La veine est surmontée elle-même, par des schistes gréseux à caractères de toit.

Cet affleurement avait déjà été signalé par L. MORET (1923, p. 21) qui avait émis l'hypothèse que ce contact pouvait être purement tectonique, les microdiorites paraissant « grâce à leur dureté, s'être enfoncées comme un coin dans le Houiller, postérieurement à leur refroidissement », et parce que le charbon, au contact, n'est pas transformé en graphitoïde.

Je pense, au contraire, que le contact actuel est, à peu de chose près, ce qu'il était lors de la mise en place de la roche éruptive, parce que :

- 1) La roche éruptive renferme de nombreux grumeaux de roches houillères, évidemment arrachés aux épontes.
- 2) Elle « saute » d'un banc à l'autre; l'observation de détail montre une telle intrication mutuelle de l'éruptif et du sédimentaire, qu'il ne peut absolument pas s'agir d'un « coin » tectonique.
- 3) Le fait que le charbon n'est pas transformé de façon appréciable à l'œil nu, ne prouve pas qu'il n'y a pas eu contact au moment de la mise en place, puisque nous avons observé des faits analogues dans nombre d'autres cas où on est, sans contestation possible, en présence du contact originel. Nous reviendrons ultérieurement sur ce dernier point.

Ravin de Peytavin

Le Peytavin est un petit affluent de la rive gauche de la Guisane, au nord de Briançon.

A peu près à la hauteur du village de Chantemerle, on observe une masse de microgranites épaisse d'au moins 40 m. Ici, le contact entre la roche éruptive et le Houiller semble, en certains points, et sur quelques mètres d'épaisseur, se faire de façon progressive. En fait, il s'agit de microgranites très altérés, contenant de nombreux fragments de schistes noirs et surtout une multitude de grumeaux charbonneux, enrobés comme des phénocristaux dans la masse éruptive. C'est l'abondance plus ou moins grande de ces débris houillers qui donne l'impression d'un passage continu.

DYKES

Coupe du Rocher de la Verne

Cette coupe s'observe au sud de Briançon, sur la rive gauche de la Durance et a également déjà été signalée par L. MORET (1923, p. 21).

Le Rocher de la Verne est constitué par des microdiorites (analyse n° 42), analogues à celles du Ravin du Loup. Ici encore, le contact entre la roche éruptive et le terrain houiller se fait par l'intermédiaire d'un niveau charbonneux. Il s'agit vraisemblablement d'un dyke de microdiorites ayant traversé un petit synclinal de terrain houiller.

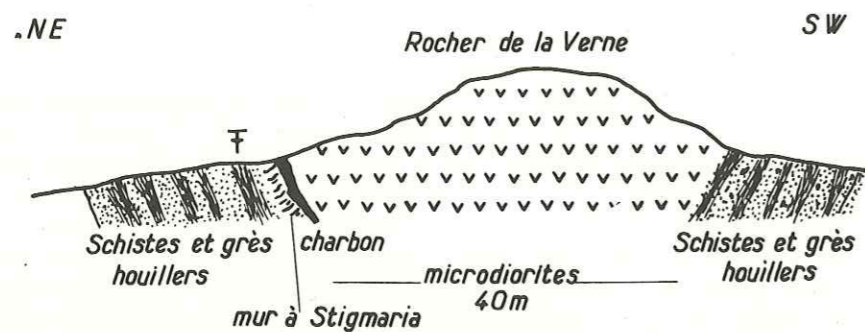


Fig. 36. — Coupe schématique du Rocher de la Verne.

SILLS

C'est, de très loin, le cas le plus général : la roche éruptive s'est insinuée à l'intérieur du terrain houiller en **filons couchés**, ou **sills**, épais d'environ 1 à 2 m dans le cas le plus général. Comme ils sont associés à des couches de houille, les nombreuses galeries de mine qui suivent, en direction, les couches qui en sont affectées, permettent de les étudier en détail.

Ces sills sont souvent compris entre la veine et son toit, ou bien séparent la veine en deux sillons irréguliers, ou bien encore forment un mélange, une sorte d'« éponge » avec le charbon.

Rocher des Gardéolles

Ce gisement, situé au nord de Briançon, sur la rive gauche de la Guisane, donne une très belle coupe en affleurement, bien visible sur le talus de la route militaire du col du Granon, décrite par ailleurs.

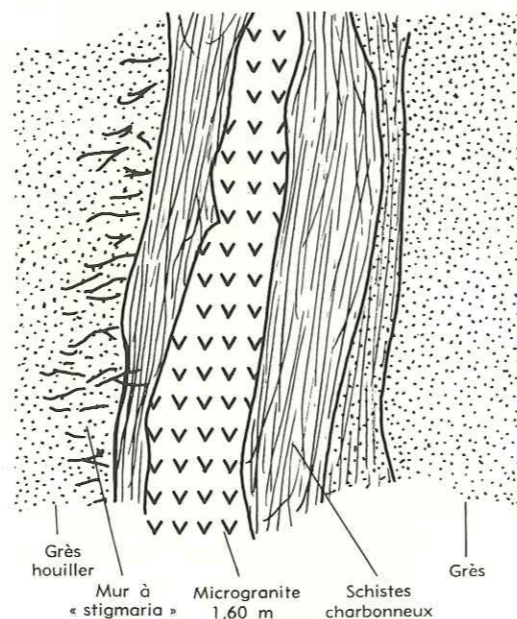
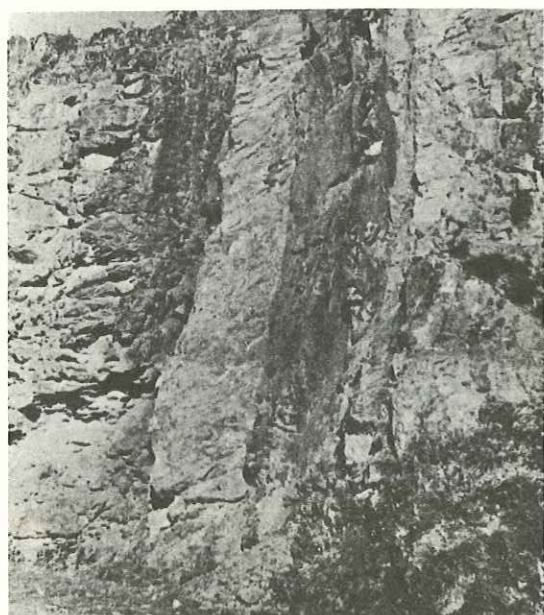


Fig. 37. — Rocher des Gardéolles.

Ici les couches sont verticales et l'on peut voir, notamment, un sill de microgranite blanc, épais de 1,50 m en moyenne, s'intercaler dans une couche charbonneuse.

A quelques mètres de l'endroit représenté ici, on voit ce sill « passer » à un autre banc houiller, s'élargir, englober un gros bloc de grès houiller. Un deuxième sill, de même nature, forme le toit d'une autre veine autrefois exploitée et, par endroits, se mélange au charbon de façon intime.

Mine des Eduits

La Mine des Eduits est située au nord de Briançon, sur la rive droite de la Guisane, à la hauteur du village de Chantemerle. La couche principale exploitée, dite couche A, a son toit constitué par un sill de microgranite (analyse n° 33).

La surface de contact entre le toit et la veine étant très irrégulière, il s'ensuit que la couche elle-même a une puissance très variable. Le mur de la couche est un véritable « mur » géologique à *Stigmaria*. La partie inférieure de la veine est constituée par de la « molle ». Dans les poches du toit, au contraire, l'antracite est souvent resté bien stratifié, à l'état de « gazon ». La surface de séparation entre ces deux sortes de charbon est, elle-même, soulignée par un mince filet de calcite secondaire. Tout se passe comme si le charbon compris à l'intérieur des poches avait été protégé des déformations tectoniques postérieures à la consolidation. Dans ces conditions, il est évident que les contacts observés dans les poches sont bien les mêmes que lors des intrusions.



Fig. 38. — Détail d'une poche dans le microgranite... (veine A de la mine des Eduits).

Mine de la Benoitte

La Mine de la Benoitte est située sur la rive gauche de la Guisane, au-dessus de Monétier-les-Bains, à la cote 2 400 environ. Dans les travaux miniers, on observe des phénomènes analogues.

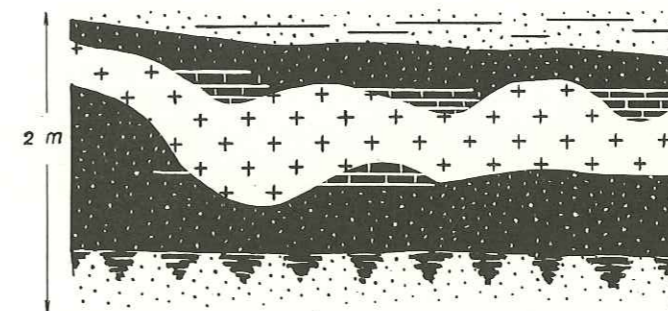


Fig. 39. — Coupe de la couche 10 de la Benoitte.

De nombreuses couches naguère exploitées sont accompagnées par un sill. Parfois ce sill divise la veine en deux sillons : c'est le cas de la couche 10 (microdiorite : analyse n° 40).

Des poches dans la roche éruptive, soit à la partie supérieure, soit à la partie inférieure de l'intrusion, permettent l'observation du contact originel. Parfois le sill a été fragmenté, et la roche éruptive se retrouve dans la veine à l'état de « truites », c'est-à-dire de blocs arrondis qui ont migré à l'intérieur du charbon transformé en « molle ».

C'est également le cas de la couche 7-7 bis où la microdiorite (analyse n° 38) vient se mélanger au charbon, formant soit une sorte de nerf irrégulier à la manière d'un chapelet de saucisses, plus souvent des masses irrégulièrement réparties.



FIG. 40. — Inclusions de microdiorite dans le charbon de la couche 7-7 bis de la Benoite.

Quartiers de l'Olivier et de la Fontaine du Corbeau

Les deux quartiers de mines paysannes de l'Olivier et de la Fontaine du Corbeau sont situés au sud de Briançon, dans la concession du Grand Villard. On y exploite entre autres une veine d'antracite associée à un microgranite blanc, quelquefois très feuilleté (schistes blancs des mineurs), décrit plus haut (analyse n° 43).

Ici, non seulement la roche intrusive s'est insinuée en filon couche entre la veine et son toit, mais encore a pénétré la veine en tous sens, sur toute son épaisseur. La « veine » est ainsi constituée par une succession de poches d'antracite irrégulièrement injectée de filonnets, de poches, de chapelets de microgranite. Les figures 41 et 42 sont des photographies prises dans la mine. Elles montrent de quelle façon capricieuse se fait cette interpénétration.

J'ai pu observer des contacts analogues en de multiples points du Houiller briançonnais, qu'il serait sans intérêt de passer en revue ici. Parfois l'intrication de la roche éruptive et de la matière carbonneuse est à ce point intime qu'il en résulte une sorte d'éponge avec remplissage de roche éruptive.

Cette disposition permet de prélever un matériel de choix pour étudier les modifications du charbon, car il est évident qu'il s'agit bien là de contacts originels (en particulier dans les

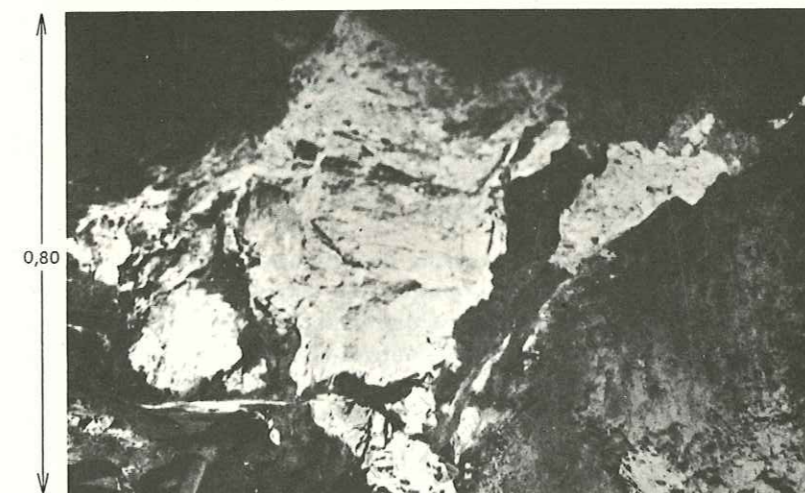
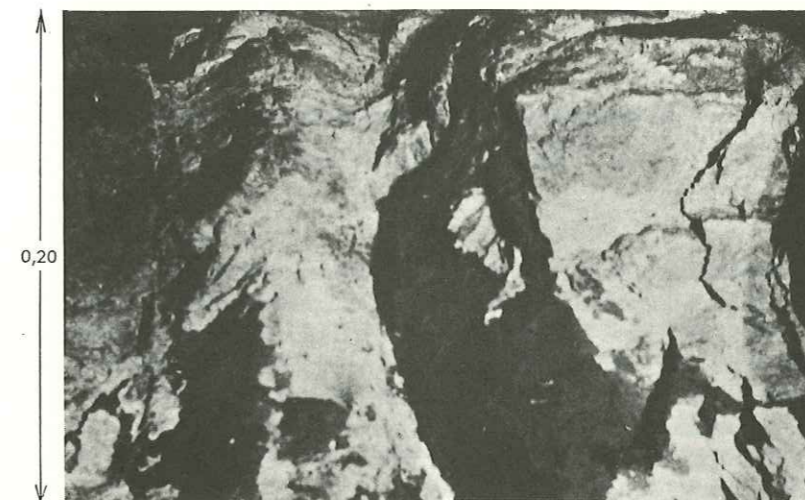


FIG. 41 et 42. — Inclusions de microdiorite dans le charbon du quartier de l'Olivier.

galeries exploitant de telles couches. C'est en effet dans les travaux miniers que ce phénomène s'observe dans les meilleures conditions, le charbon et la roche éruptive étant généralement en affleurements très altérés par les agents atmosphériques).

Tout comme les nerfs et épontes sédimentaires, ces roches éruptives participent fréquemment au brassage et à la migration du charbon décrits dans un chapitre précédent.

On observe alors des injections de charbon dans les fractures de la roche éruptive (pl. II, fig. 3; pl. XVIII et XIX) et, inversement, des « truites » de roches éruptives dans la masse de la veine.

RESUME SUCCINCT DES TRAVAUX ANTERIEURS SE RAPPORTANT A L'ACTION DE ROCHES ERUPTIVES SUR LE CHARBON

La présence de roches éruptives au contact de sédiments charbonneux a déjà été signalée un peu partout dans le monde, et dans des formations d'âges très divers : notamment en Ecosse, dans le pays de Galles, en Basse-Silésie, dans le Donetz, en Nouvelle-Zélande, dans l'Inde, ainsi qu'en Amérique du Nord (Colorado, Virginie, Alaska, etc.). En France, de tels faits ont été signalés dans les bassins houillers de Commentry, de Lorraine, de Messeix, etc.

Un des premiers, DELESSE (1858) décrit des phénomènes de contact, avec une précision et une pénétration admirables, si l'on songe à la pauvreté des techniques pétrographiques en usage à cette époque.

Citons encore : M. CORYELL (1875), WURTZ (1875), RAYMOND (1883), T. M. DROWN (1883), FAYOL (1887), BOLTON (1895), W. PETRASCHECK (1902), F. COLOMER (1906), Brian EBY Jr. (1925), TESCH (1927), W. PETRASCHECK (1929), W. P. EVANS (1929), LEGRAYE (1932), M. M. MUKHERJI (1934), P. PRUVOST (1934), CARSON et J. S. FURTHER (1936), *Economic Geology of the central coalfields of Scotland, area I* (1937), Z. V. ERGOLSKAIA (1937) ⁽¹⁾.

Tout récemment, E. STACH (1951) a décrit un coke naturel du Carbonifère sarro-lorrain.

D'après les différents auteurs qui ont étudié et décrit ces contacts, on peut distinguer — de façon très générale — les deux cas suivants :

1) Le charbon est en contact avec une roche éruptive de coulée, telle que basaltes, dolérites, mélaphyres. Dans ce cas, on constate, la plupart du temps, une transformation du charbon due surtout à une action thermique. Par suite d'une cokéfaction plus ou moins complète, il se forme une sorte de coke naturel que les auteurs anglo-saxons nomment « carbonite ».

Les caractères pétrographiques de ces cokés varient évidemment suivant la nature originelle du charbon transformé. Parfois aussi, certains auteurs signalent une « anthracitisation ». Les transformations constatées dans tous les cas, correspondent à un départ des matières volatiles, accompagné d'une augmentation de la teneur en carbone fixe, ainsi que de la teneur en cendres. Une autre cause d'augmentation de la teneur en cendres peut être l'apport de minéraux provenant de la roche éruptive.

Dans tous les cas, les auteurs remarquent la faible distance à laquelle cessent d'agir les causes thermiques, ce qui n'a rien d'étonnant si l'on songe aux faibles effets thermiques des coulées de laves actuelles. Enfin, certains auteurs ont signalé une sorte de disjonction polyédrique du charbon au contact direct de la coulée éruptive.

2) Un deuxième type de contact est celui où la roche éruptive est intrusive et se présente sous forme de sills, de dykes ou de laccolites, et on a affaire à des roches porphyriques.

Ici encore, le métamorphisme ne s'étend pas très loin du contact direct de la roche intrusive; il se traduit par une sorte de cokéfaction partielle, comme dans le cas précédent, ou encore par une sorte d'« anthracitisation », voire même une graphitisation. C'est à ce dernier cas que se rapportent les gisements et contacts décrits ici.

(1) Dans une publication préliminaire (FEYS et GREBER, 1951), on a donné la bibliographie des travaux antérieurs. Elle est assez lourde, et je n'en reprends ici que les titres les plus marquants.

EFFETS DES INTRUSIONS ERUPTIVES SUR LES CHARBONS BRIANÇONNAIS

Le contact charbon-roche éruptive est rarement régulier, le plus souvent tourmenté et capricieux; on observe souvent, dans la masse de la roche éruptive des quantités de petits grumeaux charbonneux (pl. XXI, fig. 2; pl. XX, fig. 5; pl. XXV, fig. 4 et 5; pl. XXVII).

Quels sont les effets que l'on peut attribuer à l'intrusion de la roche éruptive ? Les échantillons pris au contact immédiat sont plus lourds, et beaucoup plus durs que des charbons non transformés. Leur couleur est gris terne, alors que l'anthracite briançonnais ordinaire est d'un beau noir brillant. Leur masse est sillonnée par de multiples filonnets siliceux.

L'étude pétrographique en a été effectuée en combinant l'examen en lames minces et en sections polies; ces dernières ont été obtenues par la méthode décrite plus haut. Un choix de microphotographies de ces préparations sont reproduites sur les planches XV à XXVIII. Les analyses correspondantes ont été réunies en un seul tableau avec les analyses de charbons non transformés (fig. 152) de façon à en faciliter la comparaison. Elles soulignent la teneur en cendres très élevée. J'ai déjà remarqué plus haut, à propos de l'origine des anthracites briançonnais, que la teneur en matières volatiles est paradoxalement plus élevée que dans les charbons non transformés.

Phénomènes de retrait et disjonction polyédrique

C'est l'effet le plus marqué, celui qui se fait sentir le plus loin du contact, et qui est déjà visible à l'œil nu. La masse charbonneuse a été fissurée, probablement par l'effet d'une dessiccation rapide sous l'influence de la chaleur de l'intrusion éruptive. Les fissures qui en résultent sont cicatrisées, non par des filonnets de la roche éruptive, mais par des produits cristallins divers : surtout de la silice (quartz ou calcédoine), calcite, parfois bouillie argileuse et micacée.

Cet effet est bien observable à la fois en lames minces et en surfaces polies : il en résulte des charbons disjoints en multiples petits fragments enserrés dans un réticulum cristallin. Ceci explique à la fois leur dureté, bien connue des mineurs paysans, et leur teneur en cendres élevée (pl. XX, XXI et XXII).

Alvéoles de cokéfaction

En sections polies, la masse charbonneuse se montre criblée d'une multitude de petites cavités, à peu près circulaires, de volume assez variable (pl. XV à XIX). Elles sont parfois restées vides, mais le plus souvent ont été colmatées, comme les fissures, par des produits minéraux divers. L'origine de ces matériaux pose un problème. Probablement ont-ils été amenés là en des micro-solutions à partir d'une épigénéisation des minéraux de la roche éruptive, comme le remplissage des fissures du retrait polyédrique ?

En lames minces, ce phénomène se traduit par le fait que la masse charbonneuse opaque est illuminée par de multiples petites inclusions cristallines, parfois groupées en traînées d'allure vaguement stratifiée, le plus souvent en « nébuleuses » irrégulièrement réparties.

Sur des polissages d'échantillons peu ou pas mylonitisés — et dont par conséquent l'architecture originelle n'a été que peu bouleversée — on voit que les alvéoles de cokéfaction se répartissent, d'après leur volume et leur fréquence, suivant certains lits privilégiés (pl. XVI et XVII). Cette organisation montre que les différents lits élémentaires de ces houilles, plus ou moins riches en matières volatiles, ont réagi sélectivement à la cokéfaction : les uns en donnant de multiples petites cavités, d'autres quelques grosses cavités espacées, certains enfin ne réagissant pas.

Cristallites de « graphite »

La matière charbonneuse des cloisons intervacuolaires, quand on l'examine entre polariseurs croisés, se montre formée par l'agrégat d'une multitude de petites paillettes biréfringentes, ayant les caractères optiques du graphite, et dont l'orientation optique ne paraît obéir qu'au hasard (pl. XIX et XXVIII).

Sans pousser jusqu'au bout la comparaison de tels cokes naturels avec des cokes industriels, on notera la ressemblance des microphotos reproduites ici, avec des cokes industriels examinés de la même façon en sections polies ⁽¹⁾.

Faible portée des effets de cokéfaction

Ces effets sont extrêmement limités dans l'espace. Les phénomènes décrits ci-dessus ne s'observent bien dans le charbon atteint que jusqu'à une distance de 2 cm en moyenne du contact pour la cokéfaction, un peu plus pour la fissuration. Puis ils disparaissent rapidement et, au delà d'une dizaine de centimètres, aucune observation ne nous montre plus de différences entre le charbon près d'une roche éruptive et n'importe quel charbon alpin.

De même, en observant des lames minces de grès houillers qui ont été au contact de l'intrusion, je n'ai pu déceler aucune trace de métamorphisme. Les effets d'une intrusion éruptive sur les sédiments houillers ne se font donc sentir que jusqu'à une faible distance. La chaleur produit une cokéfaction limitée à une sorte de croûte superficielle, ainsi que des vides de retrait.

De nombreux auteurs avaient déjà signalé la faible portée des effets thermiques sur les veines de houille (cas des laves actuelles). Probablement le charbon a-t-il joué le rôle d'isolant thermique vis-à-vis des parties de la couche non directement en contact avec l'intrusion. Certaines sections polies nous montrent ainsi à la fois de la matière charbonneuse transformée en paillettes biréfringentes et, un peu plus loin, des débris végétaux à structure bien reconnaissable (pl. XXII, fig. 5).

Autres phénomènes

Réciproquement, il semble que le contact du charbon ait agi sur la composition des roches intrusives : en lames minces, on voit très fréquemment la roche éruptive teintée, le long du contact, par un liseré brunâtre de produits ferrugineux, évidemment émanés de la masse charbonneuse (pl. XXV, fig. 4 et 5, pl. XXVI et XXVII).

Dans plusieurs lames, on constate que des phénocristaux de quartz de la roche intrusive

(1) Par exemple avec les cokes figurés par B. ALPERN (1953).

sont coupés, comme à l'emporte pièce, par le contact du charbon, autrement dit que ces cristaux se sont développés en se modelant sur le contact charbonneux (pl. XXI, fig. 1 et 2).

Enfin, il y a souvent interposition, entre le charbon et la roche éruptive, d'une croûte siliceuse, parfois carbonatée, qui ne peut alors provenir que d'une épigénisation des feldspaths de la roche éruptive.

Au toit de la couche A des Educts, on observe une telle croûte, atteignant jusqu'à plusieurs centimètres d'épaisseur. Elle est formée essentiellement de carbonate, rendu plus ou moins opaque par un pigment ferrugineux, et présente un **litage** : on y voit cristalliser de la silice en longues bandes parallèles, alternant avec des bandes carbonatées ou même charbonneuses. Ceci traduit évidemment une cristallisation sous tension. A cet endroit, d'ailleurs, le microgranite du toit est laminé en minces feuilletts schisteux, à surface talqueuse, et le charbon sous jacent est à l'état de « molle ».

PHENOMENES DE MIGRATION DANS LES COKES

Ces cokes naturels ont participé aux mêmes phénomènes de broyage et de migration, décrits précédemment, que les anthracites.

Sur des sections polies, on reconnaît des phénomènes de mylonitisation affectant des cokes, ce qui a souvent pour résultat de brasser des grains intacts et des grains cokéfiés (pl. XVII et XXV). Certaines préparations montrent des micro-écailles de coke disposées suivant des figures de fluidalité fort démonstratives (pl. XVIII, XIX, XXIII et XXIV).

On a vu plus haut comment du charbon cokéfié avait été transporté à quelque distance du contact éruptif (cas du coke à 61 m de la galerie Cordier (pl. XV à XIX), fournissant une démonstration élégante de la réalité de la migration.

Inversement, un charbon intact peut se trouver amené au contact d'un banc éruptif. C'est pourquoi j'ai insisté sur la nécessité de s'assurer, avant de prélever un échantillon de coke, qu'il s'agit bien du contact originel.

VII. Le graphite

Sommaire

L'examen aux rayons X montre la transformation en graphite au sens propre, des niveaux charbonneux situés au col du Chardonnet. Il s'agit d'un effet de métamorphisme de contact, lié au voisinage de la « Diorite » de la Cée Haute.

Il est proposé une mise au point du rôle des différents effets de diagénèse et de métamorphisme qui ont amené les charbons intra-alpins à l'état soit d'anthracites, mylonitisés ou non, soit de cokes naturels, soit même de graphite.

Il y a du graphite dans le terrain houiller briançonnais. ELIE DE BEAUMONT (1828) et Ch. LORY (1864, p. 528-534 et pl. IV, fig. 2) avaient déjà signalé l'existence au Chardonnet de **graphitoïde**, exploité à cette époque, dans des couches houillères contenant en même temps des fossiles végétaux.

Dans les Hautes-Alpes, il existe trois concessions de « graphitoïde » : à Fréjus, à Cote Péallas, au col du Chardonnet. Les gisements en seront décrits dans la seconde partie de ce travail. Dans tous les cas, il s'agit en réalité d'un charbon chargé de graphite par métamorphisme; il se présente sous forme de veines interstratifiées dans la formation houillère, et qui ne se distinguent en rien, à première vue, des veines exploitées dans la même région pour l'anthracite.

LE « GRAPHITOÏDE » DU CHARDONNET

Mais la seule exploitation qui ait eu quelque importance est celle du col du Chardonnet. Le produit extrait servait surtout à des usages métallurgiques : fabrication de creusets, mélangé à de la houille pour préparation du noir de fonderie, mélangé à de l'huile comme graisse à machines. Broyé et épuré au carbonate de soude, il a servi à la fabrication de crayons, de frotteurs de dynamo. L'exploitation n'a jamais été très importante, et les travaux sont aujourd'hui abandonnés.

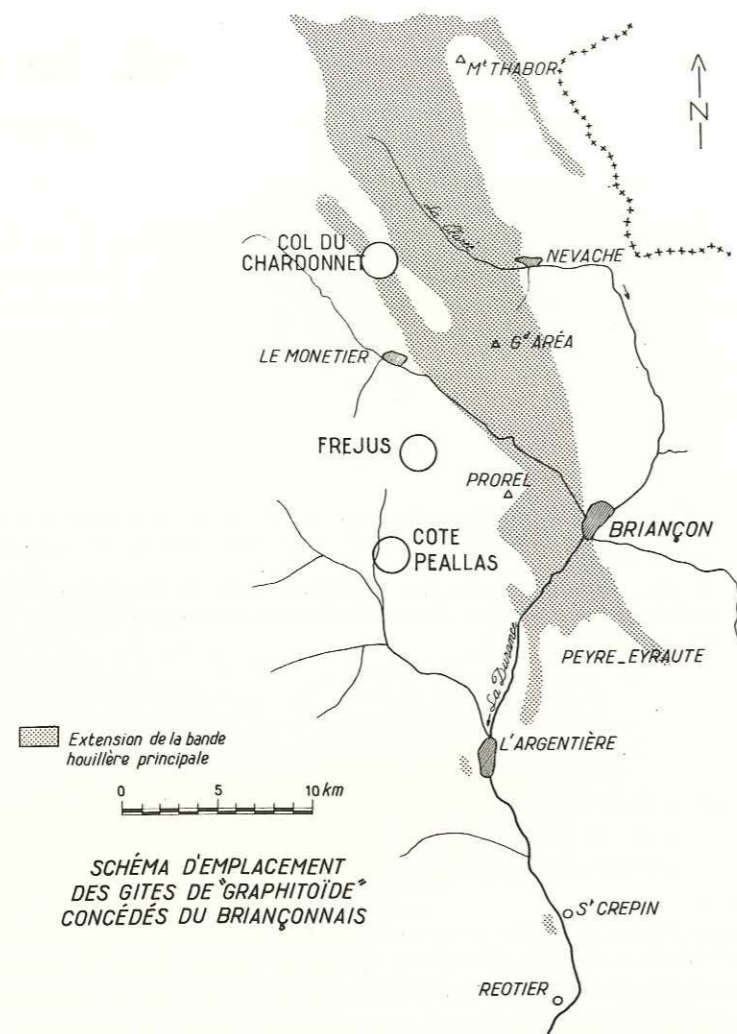


FIG. 43. — Schéma d'emplacement des gites de « graphitoïde » concédés du Briançonnais.

J'ai pu retrouver, dans les escarpements W. du Chardonnet, l'entrée du T. B. principal, niveau 2655. Les abords en sont très endommagés par les avalanches et éboulements, fréquents à cet endroit; l'entrée est partiellement obstruée, mais la galerie elle-même est encore en bon état, si bien que j'ai pu y pénétrer et circuler dans les anciens chantiers. Dans le traçage N., à front d'une taille, j'ai pu ainsi récolter pour étude quelques kilogrammes du « graphitoïde » exploité.

Aspect macroscopique

Il se présente sous forme de rognons tuberculeux, où s'exfolient de grandes paillettes flexueuses, d'un beau noir luisant. Il ressemble à de la « molle », mais très lamelleuse, onctueuse au toucher, tachant très fortement les doigts en laissant une poussière grise. Il est chargé d'impuretés diverses : grains de quartz, de pyrite, etc.

Analyse

L'analyse de ce graphitoïde est donnée dans le tableau général des analyses de charbons briannonnais (fig. 152, n° 31). Le pouvoir calorifique supérieur, à la bombe, est de 6 781 cal sur sec.

La teneur en matières volatiles obtenue : 4,32 % sur sec est du même ordre que celle des anthracites briannonnais ordinaires. Elle doit provenir, non pas de composés carbonés volatils, très probablement disparus à ce stade d'évolution du charbon, mais de produits minéraux décomposables à chaud : pyrite, directement observable à la loupe, carbonates dont la présence est indiquée par l'analyse chimique des cendres.

Examen microscopique

J'ai pu obtenir de bons polissages de ce graphitoïde en suivant la méthode employée pour les anthracites et cokes, et exposée plus haut. La principale difficulté était ici d'obtenir une imprégnation parfaite, pour éviter que les multiples grains minéraux ne se détachent au cours du polissage et viennent rayer la surface tendre du graphitoïde.

Au microscope (pl. XXIX), on observe des empilements contournés de grandes lamelles flexueuses, ayant les caractères optiques du graphite : couleur grise en lumière naturelle, avec un pouvoir réflecteur beaucoup plus élevé que celui des impuretés cristallines transparentes, mais nettement plus faible que celui de la pyrite. Entre polariseurs croisés, teintes jaune paille ou jaune orange, à violet ou gris violacé, avec anisotropie maximale dans le jaune.

Aucune structure végétale, même fantomatique, n'y est plus discernable. Parfois ces lamelles sont brisées, et les fragments entassés en désordre, un peu à la façon de la « molle », mais les segments conservent toujours leur aspect finement feuilleté.

Entre polariseurs croisés, les lamelles d'un même empilement vertical montrent la même orientation optique. Quand elles sont courbées, la frontière entre plages éclairées et plages éteintes coïncide avec les microcharnières. Cette disposition donne à penser que le brassage des lamelles du graphitoïde est postérieur au développement de l'anisotropie (l'examen des anthracites et cokes briannonnais nous avait menés à la même conclusion). Parfois cependant, à l'intérieur d'une même plage, toutes les lamelles s'éclairent ou s'éteignent simultanément — ou presque simultanément — et ceci quelle que soit l'architecture apparente de ces lamelles en lumière naturelle. Serait-ce que la graphitisation, responsable de l'orientation optique de ces lamelles, serait postérieure à un premier stade de broyage du charbon, lui-même responsable du désordre des petites écailles charbonneuses ?

Examen aux rayons X

M^{lle} DURIF, du Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France (C.E.R. C.H.A.R.) a bien voulu examiner mes échantillons du point de vue radiocristallographie. Je lui en exprime ici ma vive reconnaissance.

« Il a été effectué des diagrammes Debye-Scherrer dans les conditions expérimentales précisées plus bas, ainsi que des diagrammes sur film plan afin de mettre en évidence de plus grandes distances réticulaires que celles qui sont accessibles sur film cylindrique dans les conditions usuelles.

Le graphitoïde du Chardonnet donne effectivement les raies du graphite : certaines sont élargies, mais les raies sont suffisamment nombreuses et nettes pour qu'on puisse véritablement parler de graphite, dans un état de cristallisation moins parfait qu'un beau graphite naturel, mais incomparablement mieux organisé qu'un anthracite. »

COMPARAISON AVEC LES COKES NATURELS

Dans un chapitre précédent, nous avons vu comment, au contact d'une intrusion éruptive, le charbon est transformé en une sorte de **coke géologique**, de couleur gris terne. Je rappelle qu'au microscope, la matière charbonneuse constituant les parois intervacuolaires se montre formée par l'agrégat de multiples paillettes biréfringentes, sans orientation optique commune, qui semblent être des cristallites de « graphite. »

Il est intéressant de confronter ces résultats avec ceux de l'examen aux rayons X, et de comparer ces cokes au graphitoïde du Chardonnet.

M^{lle} DURIF a donc examiné aux rayons X, de la même façon que précédemment, deux échantillons de tels cokes naturels, provenant l'un de Valloires, l'autre de la rive gauche de la Guisane ⁽¹⁾. Tous les diagrammes obtenus « révèlent du quartz et de la chlorite, dont les raies à 14,7, 4,7 et 3,5 Å sont nettes et caractéristiques. Quant à la substance carbonée, elle ne se manifeste par aucune raie ou anneau. Tout au plus peut-on constater un léger renforcement du fond continu entre 4,7 et 3,3 Å. Le carbone de ces cokes géologiques ne présente donc aucune organisation graphitique à l'échelle des rayons X. »

QUE FAUT-IL ENTENDRE EXACTEMENT PAR « GRAPHITE » ?

Le terme « graphite » a été employé à maintes reprises dans les travaux consacrés au Carbonifère alpin. Mais seul l'examen aux rayons X permet de reconnaître s'il s'agit effectivement de graphite, au sens cristallographique du terme.

Quand, dans le Briançonnais, il y a contact d'une microdiorite sur du charbon, on comprend bien que certains géologues aient parlé de charbon « graphitisé » au contact, admettant implicitement que l'action métamorphisante de la roche éruptive ne pouvait modifier le charbon qu'en graphite; cela paraissait aller de soi. Nous avons vu qu'en réalité il se forme des cokes naturels; le microscope y montre une multitude de lamelles biréfringentes; à l'examen optique, le pétrographe y reconnaît les caractères optiques du graphite. Mais le radiocristallographe lui, refuse de les appeler « graphite », puisqu'il n'y reconnaît pas les raies caractéristiques de ce minéral.

De même, des sections polies d'anthracites, examinées entre polariseurs croisés montrent une biréfringence d'ensemble, ce qui les oppose aux charbons gras, optiquement isotropes. Des diagrammes de rayons X Debye et Scherrer y font apparaître des halos disposés aux emplacements des raies principales du graphite. Mais il ne s'agit pas non plus de graphite

(1) Ces échantillons proviennent :
a) Valloires : point coté 1913 au nord-est de Valloires, lieu-dit « Les Granges » (Savoie);
b) Rive gauche Guisane : sur l'arête de la crête des Rochers de Privé, à la cote 2 650, au sud du col de Chardonnet (Hautes-Alpes).

vrai. Tout au plus peut-on parler ici d'une évolution plus ou moins poussée vers le graphite, voire d'un « taux de graphitisation », puisque l'anisotropie, comme les rayons X, traduisent l'existence d'une orientation, donc d'une organisation de la matière.

Le graphite nous apparaît ainsi comme une sorte d'état idéal vers lequel tendent les composés organiques du charbon. On conçoit fort bien que l'organisation métastable du carbone dans les gels charbonneux tende à aboutir à l'équilibre stable constitué par les cristaux de graphite, en passant par l'organisation « graphitique » de l'anthracite. Dans cette évolution continue, les caractères optiques définissent mal la frontière à partir de laquelle il s'agit réellement de graphite, au sens cristallographique du terme, d'autant qu'il se produit, dans les anthracites, des arrangements moléculaires plus ou moins fortuits, très proches de la structure du graphite. Seuls les rayons X fournissent ce critère précis. Convenons donc de n'appeler ici « graphite » que ce qui a été reconnu comme tel par les radiocristallographes, et aventurons nous dans le problème de la formation du graphite dans le Briançonnais.

LE PROBLEME DE L'EVOLUTION DES ANTHRACITES ET DE LA FORMATION DU GRAPHITE DANS LE BRIANÇONNAIS

La formation de ce graphite soulève des problèmes fort délicats. A l'origine, il y avait du carbone amorphe, plus exactement du charbon riche en composés hydrogénés du carbone, c'est bien évident. Que ce charbon ait ensuite été transformé par action métamorphique en graphite, cela paraît encore aller de soi.

Mais comment se fait-il, dans le Briançonnais, que les sédiments charbonneux aient été tantôt modifiés en anthracites, tantôt en cokes naturels, tantôt en graphitoïde ?

Une opinion communément admise est que les intrusions éruptives aient été directement responsables, par métamorphisme de contact, de la transformation de ces anthracites en graphitoïde. Le principal gisement de graphitoïde briançonnais ne se trouve-t-il pas au Chardonnet, c'est-à-dire là où les roches éruptives sont le plus abondantes, et à proximité de l'énorme masse dioritique de la Cée Haute ? Il n'en est rien, car :

- 1) Nous avons vu que tous les échantillons de charbon prélevés au contact d'une roche éruptive se sont montrés en réalité transformés en cokes naturels.
- 2) Dans des secteurs où les sills sont très abondants (comme le gisement de la mine de la Benoite), où les laccolites sont d'une importance considérable (comme les mines paysannes de Puy-Saint-André, près du ravin du Loup), le charbon ne se montre pas davantage « graphitisé » que dans les secteurs dépourvus d'intrusions éruptives.
- 3) Tous les charbons alpins examinés (et non seulement ceux de la zone intra-alpine, mais encore de Belledonne, de La Mure, des Grandes Rousses...) témoignent d'une certaine évolution vers le graphite, même quand ils ne sont pas en contact ou sont éloignés de toute masse éruptive. Par exemple la mine de l'Herpie, dans le massif des Grandes Rousses, se trouve dans une bande houillère dépourvue de coulées éruptives. Cependant, l'anthracite de ce gisement, étudié par CAPDECOMME (1950) contient du graphite.

- 4) Dans le petit gisement de graphitoïde de Fréjus, plusieurs petites passées charbonneuses ont été autrefois exploitées pour le graphite, à cause de leur teneur élevée, alors qu'une seule est en contact avec un mince sill de microdiorites. De même pour le gisement de graphitoïde de Cote Péallas, où on ne voit aucune venue éruptive dans le petit lambeau houiller qui a donné lieu à cette concession. La valeur de cet argument est cependant faible, puisqu'on n'a pu ni en obtenir, ni en examiner de bons échantillons, et qu'il ne s'agit peut être pas réellement de graphite au sens où nous avons convenu de l'accepter ici.

La description des anthracites briançonnais nous a fourni des arguments, nous l'avons vu plus haut, pour attribuer à la pression et aux effets tectoniques le principal rôle dans le processus d'anthracitisation.

Les travaux de CAPDECOME (1950 entre autres) montrent que dans les anthracites il y a concordance entre le développement de la schistosité et l'organisation « graphitique ». Observant des cristallites de « graphite » orientés dans les anthracites, il est conduit à admettre que les anthracites sont un terme d'évolution du charbon résultant d'une sorte de laminage du gel carboné, sous l'influence d'une haute pression, et estime que ces hautes pressions, accompagnées de glissement, « peuvent permettre la formation de graphite à des températures nettement inférieures à celles qui aboutissent, statiquement, à la même organisation du Carbone sous la pression normale » (1950, p. 49).

J'ai insisté plus haut sur l'ampleur des phénomènes de laminage différentiel et de migrations dans les anthracites briançonnais : nul doute qu'ils aient joué un rôle important dans ce processus d'anthracitisation, puisque les « molles » sont toujours plus pauvres en matières volatiles que les charbons non mylonitisés (tableau, fig. 152).

D'autres observations militent en faveur du rôle de la pression dans l'organisation « graphitique », connexe de l'anthracitisation; c'est ainsi que le gîte de « graphitoïde » de Cote Péallas est formé par un petit lambeau houiller en position tout à fait paradoxale dans la zone sub-briançonnaise, pincé dans du Flysch et des Marbres en plaquettes. De même le gîte de Fréjus est constitué par un petit lambeau houiller très laminé, associé à de petites écailles laminées de Trias, le tout entraîné dans le chevauchement du Briançonnais sur le Sub-Briançonnais.

Dans le cas du **graphitoïde du Chardonnet**, qui est du **graphite vrai**, on observe que les veines exploitées sont, non au contact, mais à proximité immédiate de la **Diorite de la Cée Haute**. La mise en place de cette énorme masse cristalline a dû jouer son rôle par sa chaleur, puisque son refroidissement a été beaucoup plus long que celui des sills, peut être en amenant des catalyseurs de cristallisation (1), probablement encore en contribuant à développer des pressions élevées.

Je pense que cette Diorite de la Cée Haute n'a pas achevé la métamorphisation en graphite d'un charbon déjà amené à l'état d'anthracite. En effet, sa mise en place est d'âge tardi-hercynien puisqu'elle est surmontée, en discordance de transgression par les quartzites werféniens, et il semble évident que le développement des énormes pressions responsables

(1) La transformation allotropique du Carbone amorphe en graphite se fait dans des conditions qui semblent encore mal connues, mais qui sont certainement fort complexes. La température élevée nécessaire — de l'ordre de 2 000 °C — peut être considérablement abaissée par la présence de catalyseurs tels que la vapeur d'eau. Les facteurs temps et pression ont dû jouer aussi. Enfin, le matériel transformé ne consiste pas seulement en carbone amorphe mais aussi en composés, surtout hydrogénés, variés.

de l'anthracitisation soit un effet de l'orogénèse alpine, pour la plus grande part. La formation du graphitoïde du Chardonnet serait donc le résultat des effets de pressions « alpins » sur un sédiment charbonneux déjà « préparé » par un métamorphisme de contact « hercynien ».

En résumé :

L'effet thermique d'un sill de microdiorite sur un charbon briançonnais est impuissant à le transformer en graphite, mais provoque seulement une sorte de cokéfaction naturelle. Par contre les phénomènes de pression ont joué un rôle déterminant dans l'anthracitisation des charbons briançonnais. Cet effet de **métamorphisme régional** correspond à une évolution vers la structure « graphitique ». Au Chardonnet, il s'y ajoute le **métamorphisme de contact** de la Diorite de la Cée Haute, et les sédiments charbonneux ont ici été effectivement transformés en **graphite vrai**, au sens cristallographique du terme.

La figure 44 résume ces conclusions.

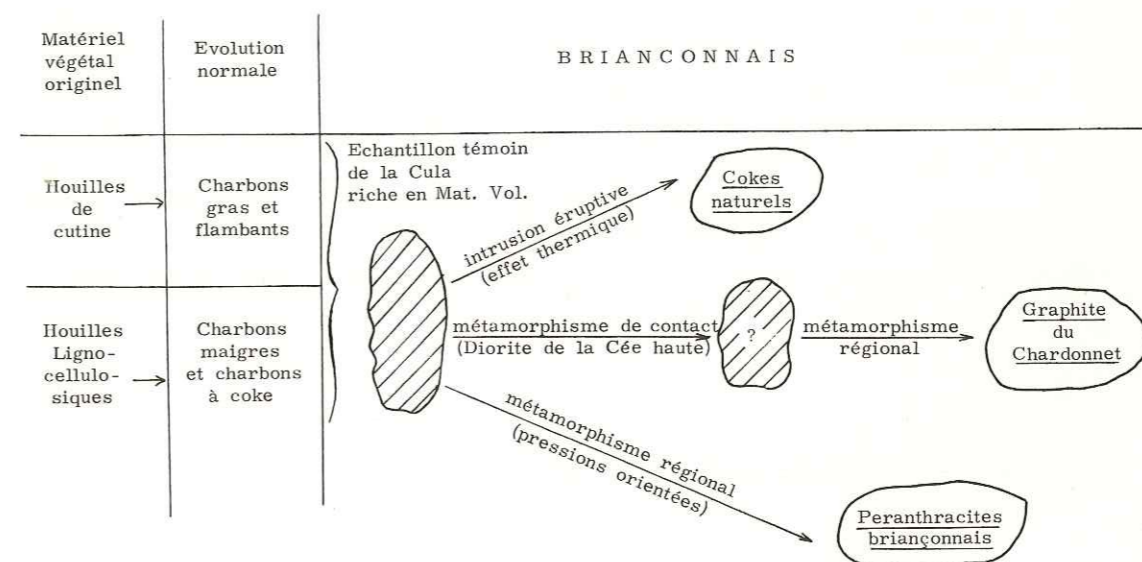


FIG. 44. — Métamorphisme et évolution des charbons briançonnais.

VIII. Tectonique

Sommaire

Le Carbonifère briançonnais montre un comportement tectonique particulier, dû surtout à l'extrême plasticité des niveaux charbonneux, qui ont favorisé les décollements et glissements couche sur couche. Il en résulte que l'antracite est souvent broyé, chargé de cendres, que son gisement est dans de nombreux cas bouleversé de façon inextricable. Mais de cette richesse en niveaux charbonneux qui jouent le rôle de lubrifiants, il résulte également que le Houiller briançonnais a résisté avec souplesse à des efforts tectoniques qui ont bouleversé des formations ne jouissant pas des mêmes propriétés mécaniques (comme les quartzites du Trias, au comportement rigide et cassant). Aussi, à côté de multiples accidents de détail, la structure d'ensemble reste simple.

Les grandes lignes de cette structure sont définies (axes synclinaux et anticlinaux, accidents directionnels et transversaux, schéma structural, coupes transversales sériées interprétatives).

En conclusion, est proposée une tentative pour retrouver la part de l'orogénèse hercynienne dans l'édifice des Alpes occidentales, et pour replacer le Paléozoïque alpin dans le cadre de l'Europe hercynienne.

LE COMPORTEMENT TECTONIQUE DU CARBONIFERE BRIANÇONNAIS

La tectonique de la région briançonnaise est d'une complication classique. Elle est dominée par le charriage, par le chevauchement du Paléozoïque briançonnais ou de sa couverture sur les terrains sub-briançonnais.

Elle est conditionnée par les comportements mécaniques différents des terrains dans lesquels on peut distinguer, à la suite notamment de J. GOGUEL (1940), trois ensembles lithologiques, donc mécaniques, jouant des rôles tectoniques dissemblables :

- au sommet, un ensemble essentiellement calcaire, allant des dolomies triasiques aux Marbres en plaquettes, au comportement tectonique souple;
- au-dessous, un bloc siliceux, constitué par les quartzites du Trias et les conglomérats du Verrucano; son comportement est rigide et cassant.
- Entre les deux se trouvent les gypses et cargneules du Trias, niveau classique de décollement, toujours prêt à servir de lubrifiant;
- à la base, le Carbonifère à faciès houiller, et le Paléozoïque supérieur versicolore, constitués par une série silico-argileuse, globalement très plastique, grâce à ses multiples niveaux schisto-charbonneux.

Une telle répartition des propriétés mécaniques a donné lieu à des décollements au contact de deux formations de plasticité très différente : décollement de la couverture du Briançonnais et indépendance relative des tectoniques du Houiller d'une part, des terrains mésozoïques de l'autre.

En ce qui concerne plus spécialement le Houiller, l'extrême plasticité des niveaux charbonneux lui confère un comportement tectonique particulier :

Jouant le rôle de lubrifiant, l'anthracite briançonnais a facilité les glissements couche sur couche, et les mineurs peuvent dire, non sans raison, que toutes les veines sont en même temps des failles, de plus ou moins grande amplitude.

Ces faits ne sont pas particuliers aux bassins alpins : on en retrouve dans toutes les exploitations houillères, mais ils revêtent ici une ampleur exceptionnelle et sont la règle générale. Ils amènent d'importantes conséquences pratiques :

- 1) l'anthracite est généralement broyé. La qualité du tout venant, très chargé de cendres, est quelquefois déplorable;
- 2) son gisement est quelquefois anarchique, d'où des difficultés d'exploitation.

Mais, des curieux phénomènes que nous avons décrits dans le chapitre III, il ne faudrait pas conclure que tout le gisement briançonnais est à ce point bouleversé qu'il sera à jamais impossible d'y installer une exploitation rationnelle de quelque envergure.

J'ai choisi à dessein les exemples les plus caractéristiques, les cas extrêmes et mon exposé suggère sans doute un désordre inextricable. En réalité, il y a des régions où ces phénomènes sont la règle générale et des secteurs calmes où ils sont atténués et n'altèrent que peu la régularité du gisement. La richesse du Carbonifère briançonnais en niveaux charbonneux qui jouent le rôle de lubrifiants lui permet justement d'« encaisser » avec souplesse des efforts tectoniques qui ont bouleversé des formations ne jouissant pas des mêmes propriétés mécaniques. On observe ainsi, à proximité immédiate de secteurs très abîmés, de vastes secteurs d'une régularité d'allure remarquable.

C'est ainsi qu'à Briançon, où le terrain houiller sert de socle aux fameuses écailles de P. TERMIER, tout se passe comme si l'énorme masse du terrain houiller sous-jacent avait gardé son indépendance d'allure, et au prix de la perte d'une faible partie de sa substance, entraînée dans l'aventure des écailles briançonnaises, avait gardé un inaltérable fond d'indépendance et de régularité. On y observe de multiples petits accidents de détail, mais les grandes lignes de la structure restent relativement simples.

Il est donc justifié de reconstituer l'architecture du Houiller briançonnais indépendamment de celle des autres terrains. Nous allons tenter de le faire maintenant, non par désinvolture, mais parce qu'elles sont effectivement indépendantes dans une large mesure.

LES GRANDES LIGNES DE LA STRUCTURE DU CARBONIFERE BRIANÇONNAIS

Dans tout le Briançonnais les couches houillères montrent une direction d'ensemble très constante N.-S. dont elles ne s'écartent qu'en de très rares points, correspondant le plus souvent à des terminaisons périclinales. Un léger gauchissement de cette direction est cepen-

dant sensible, puisqu'au sud de Briançon les directions relevées oscillent entre N. 10° W et N.-N.-W., tandis qu'au nord de Névache elles sont franchement N.-S. (« l'Arc alpin »).

Ces couches pendent tantôt à l'est, tantôt à l'ouest, en une succession de replis (« l'Eventail briançonnais »), que nous allons maintenant passer en revue, en tentant la synthèse des faits exposés dans la deuxième partie de cet ouvrage. L'ensemble du Carbonifère briançonnais s'ennevoie vers le sud (fig. 45, 46, 47, 48, 49; voir dépliant en pochette).

AXES SYNCLINAUX ET ANTICLINAUX

MASSIF DE PEYRE-EYRAUTE

D'ouest en est, nous y rencontrons les principaux axes anticlinaux et synclinaux suivants :

Anticlinal de Saint-Martin-de-Queyrières

Déversé à l'ouest. Son flanc normal, constitué par des couches d'âge Westphalien C s'enfonce à l'est sous les quartzites triasiques de Roche Baron et de la crête de Testas (coupes n° 1 et 2).

Synclinal de Roche Baron

Il apparaît nettement dans la topographie, grâce aux falaises de quartzites de Roche Baron et de la crête de Testas. Il est dissymétrique, son flanc E. étant légèrement renversé à l'ouest. Il paraît être faiblement enraciné, du moins près du village de Saint-Martin-de-Queyrières puisqu'on voit affleurer le Verrucano et un peu de Houiller dans le talweg du torrent de Saint-Sébastien.

Anticlinal du Villaret

Il correspond à la partie déprimée où se trouvent les affleurements houillers du Villaret, de Clot la Rame et de l'Hermetière (coupes n° 1, 2 et 3).

Synclinal du Bois des Bans

Il est bien marqué dans les terrains mésozoïques : dolomies triasiques de Rochemotte et de Coste Rousse, quartzites triasiques du Grand Bois des Bans, et conglomérats du Verrucano, étalés et plus ou moins glissés au-dessus du hameau du Villaret (coupes n° 1, 2 et 3). Cet axe s'ennevoie vers le sud.

Anticlinorium houiller de Saint-Jean - Saint-Jacques

La structure compliquée du Houiller, avec ses replis de détail, y est mise en évidence par les multiples grattages et exploitations paysannes qui ont proliféré sur les premières pentes de Peyre-Eyraute (concessions de Saint-Jean, Saint-Jacques et, en partie, du Grand Villard,

coupes n° 3 et 4). J'en fournis des coupes de détail dans la deuxième partie de cet ouvrage, à propos de la description de ces concessions (fig. 61, 63 et 64).

Synclinal du Mélézein et du Petit Puy

Il est bien marqué en surface par le Trias et les Marbres en plaquettes.

Anticlinal des Ayes

Le terrain houiller réapparaît dans la vallée des Ayes, en anticlinal faillé, dissymétrique et renversé vers l'est sur le Trias (fig. 66). Ce mouvement anticlinal est important puisque malgré l'ennoyage général du Carbonifère briançonnais vers le sud, il se trouve à une côte élevée au sommet du Bois des Ayes et que, dans la même direction, mais plus au sud encore, il réapparaît dans le Queyras, aux chalets de Clapeyto (coupes n° 1 et 2).

MASSIF DU PROREL

Nous ne nous occupons pas ici des affleurements houillers du massif de Montbrison qui correspondent seulement à des copeaux étirés à l'extrême, et coincés de façon irrégulière entre des terrains plus récents; ils sont en dehors de notre sujet.

C'est le cas par exemple de la minuscule traînée houillère à l'ouest du hameau de Bouchier, entraînée à la base d'une écaille et que je cite uniquement parce qu'elle a donné lieu à la petite concession paysanne de Bouchier.

Tout se passe en somme comme si le Houiller de ce secteur était venu s'écraser contre le massif de Montbrison. Seuls les affleurements houillers de la concession de Prelles, de part et d'autre du Rocher du Piollier ont quelque peu résisté, et présentent encore un intérêt pour l'exploitation paysanne.

Anticlinal de Prelles

C'est le prolongement vers le nord de l'anticlinal de Saint-Martin-de-Queyrières, très abîmé, et haché de multiples failles. On peut y rattacher les petits anticlinaux de détail de la Chapelle-Saint-Ours, de Coste Rousse, du Gros Riou de Prelles, à flanc W. laminé. Plutôt que de véritables anticlinaux ce sont d'ailleurs de petits copeaux juxtaposés, et limités par des failles (coupes n° 4 et 5).

Pour mémoire, rappelons que plus au sud le Houiller réapparaît dans des déchirures de son manteau de quartzites triasiques, sur les pentes de la rive droite de la Durance, et en face de Saint-Martin-de-Queyrières.

A l'est, le contact avec les quartzites du Piollier se fait par l'intermédiaire d'une faille longitudinale.

Synclinal du Piollier

La barre synclinale de quartzites triasiques du Rocher du Piollier prolonge dans le Prorel le synclinal de Roche Baron (coupe n° 4).

Anticlinal du Chatelard

Le Houiller est ici pincé entre le Rocher de microdiorites du Chatelard et les quartzites du Piollier, contre lesquels il est venu s'écraser et se laminer (coupe n° 4). C'est le prolongement vers le nord, mais très abîmé, du synclinal du Villaret.

La vallée du torrent de Sachas correspond à la séparation naturelle entre le secteur très bouleversé dont il vient d'être question, et le massif du Prorel proprement dit, où le Carbonifère affleure largement, sans que son ensemble participe à la tectonique des écailles mésozoïques.

L'important synclinal du Bois des Bans, que nous avons vu très bien développé dans la couverture mésozoïque du massif de Peyre-Eyraute ne se retrouve plus sur la rive droite de la Durance. Nous n'y voyons plus que quelques affleurements restreints de dolomies triasiques, descendus par des accidents transverses (l'Eyrette, l'Armaillière, etc.) interprétables comme des vestiges du fond de ce synclinal, maintenant enlevé par l'érosion.

La région de Pierrefeu et de Puy-Saint-André est confuse et se laisse mal déchiffrer : il semble que les couches y soient le plus souvent en plateaux, avec quelquefois un léger pendage dans n'importe quelle direction; mais on y signale aussi des dressants. Ce que nous savons de ce secteur grâce au dépouillement d'archives sur les mines paysannes, est un tel amoncellement de faits mal reliés entre eux que nous ne pouvons pour le moment nous en faire une idée claire. Il est vraisemblable que les nombreuses intrusions de roches éruptives, et surtout l'énorme laccolite de microdiorites du ravin du Loup soient en grande partie responsables de la confusion actuelle.

Anticlinorium de Combarine et Puy-Saint-André

C'est la suite naturelle, sur l'autre rive de la Durance, de l'anticlinorium de Saint-Jean, Saint-Jacques et du Grand Villard. Mais tandis que pour ce dernier, la grande densité de travaux miniers permet une interprétation fine et sans doute assez complète, nous ne pouvons, dans le Prorel, reconnaître le passage que de certains axes de détail.

Anticlinal de Combarine

C'est le dôme anticlinal où se trouvent les exploitations de la couche médiane et de la couche supérieure de la Combarine. En réalité ce petit dôme présente lui-même des ondulations de détail (coupe n° 5).

Il se raccorde logiquement, vers le sud aux couches exploitées autrefois à Gagniare, et vers le nord aux couches qu'on voit affleurer dans le talweg du ravin de la Sagne. Il est séparé de la région de Puy-Saint-André par un accident longitudinal dit faille W. de la Combarine, et de la région que nous allons voir ensuite, plus à l'est, par une autre faille, également parallèle à l'axe des plis.

Anticlinal de Chamandrin et Roche Pessa

Nous appelons ainsi l'unité tectonique constituée par les veines exploitées autrefois à Chamandrin et à Roche Pessa, la partie E. du gisement de la Combarine, et le sondage de Puy

Richard. Il est très pincé, et il semble que le flanc W. de cet anticlinal, se déversant à l'est, corresponde aux veines renversées observées sous la falaise de Notre-Dame-des-Neiges.

De l'autre côté de la Durance les veines de la Tour qui en sont le prolongement géométrique, se trouvent également en dressants, ainsi que les couches du sondage du Clot, dans la Plaine-Saint-Pancrace, et du quartier de l'Olivier, dans la concession du Grand Villard.

Zone synclinale de Puy-Saint-André

Elle est confuse et mal définie, étant donné la rareté des affleurements masqués par le bois du Prorel, et la quasi absence de travaux miniers. Elle est cependant marquée par la falaise de conglomérats grossiers sous Puy-Saint-Pierre, où le mouvement synclinal est sensible (coupe n° 6) et le petit synclinal de la mine des Eduits, dont l'axe se relève rapidement vers le sud et passe au-dessus de la surface topographique (coupe n° 6). Cette zone synclinale se raccorde logiquement au grand axe **synclinal du Melezein** dont l'existence est évidente dans le massif de Peyre-Eyraute.

Anticlinal de Saint-Chaffrey

Nous le nommons ainsi, quoique Saint-Chaffrey ne soit pas situé dans le Prorel, car nous le verrons plus tard passer près de Saint-Chaffrey, sur la rive gauche de la Guisane, où il est bien marqué.

Dans le massif du Prorel, son flanc W. constitue les pentes douces et boisées de l'est du Prorel, où les couches plongent toutes à l'ouest. Nous ne pouvons nous en faire ici qu'une idée très schématique.

Il prolonge logiquement l'anticlinal faillé du Bois des Ayes.

RIVE GAUCHE DE LA GUISANE

Alors que dans les massifs de Peyre-Eyraute et du Prorel le terrain houiller n'affleure de façon générale que confusément, sur des pentes ébouleuses, masquées et mal déchiffrables, nous le voyons, dans le massif montagneux compris entre les vallées de la Guisane et de la Clarée, culminer à un peu plus de 2 800 m. On peut alors l'observer avec précision le long des excellentes coupes naturelles fournies par de nombreuses lignes de crête.

L'ensemble de ce massif montagneux peut être schématisé comme un vaste synclinal dont le cœur est occupé par les falaises mésozoïques du Grand Aréa, de la Grande Manche et de la crête du Queyrellin, etc. Le flanc W. de ce synclinal correspond grosso modo au Houiller de la rive gauche de la Guisane au nord de la Salle, et à toute sa rive droite. Le flanc E. de ce synclinal occupe la rive gauche de la Guisane au sud de la Salle, ainsi que la vallée de la Clarée.

D'ouest en est, on observe successivement les axes suivants :

Vers l'ouest, le Houiller est charrié sur les terrains mésozoïques du Sud-Briançonnais. Cet accident considérable s'accompagne d'écaillés et laminages importants. Les copeaux de Houiller entraînés et visibles dans la zone bouleversée ne peuvent être que restreints, et sans grand intérêt économique.

Anticlinal du Monétier

On connaît son flanc normal qui affleure sous la falaise de quartzites du Puy du Cros (coupe n° 12). C'est du Westphalien C. On le retrouve quelques kilomètres plus au nord sous l'Aiguillette du Lauzet (coupe n° 17).

Vers le sud, il passe sur la rive droite de la Guisane, s'enfonce sous le Prorel, et c'est très probablement la même unité dont il a été question dans les massifs du Prorel et de Peyre-Eyraute sous le nom de bande anticlinale de Saint-Martin-de-Queyrières (Westphalien C du ravin de Queyrières).

Synclinal du Puy-du-Cros

Déversé à l'ouest, il est marqué par la falaise de quartzites triasiques du Puy du Cros, à l'est du Monétier (coupe n° 12).

Nous avons vu que sa structure près du Monétier, est plus simple que ne l'indique la feuille géologique de Briançon au 1/80 000, puisqu'il n'y a pas de repli amenant un copeau de houiller au cœur de ces quartzites.

Anticlinal de la Benoite

Il s'agit d'un vaste anticlinal déversé vers l'ouest. Son flanc inverse, très fortement laminé, est très réduit. La faille importante qui correspond à la charnière anticlinale passe au col de la Ponsoinière, au fond du vallon de la Bruyère, au col de l'Aiguillette du Lauzet, à l'est de Roche Courbe; plus au sud, on ne peut situer cette charnière avec précision entre la Benoite et le Puy du Cros, car d'importants recouvrements par le glaciaire et les éboulis masquent le Houiller. Plus au sud encore, il vient s'enfoncer sous le talveg de la Guisane au voisinage de la mine du Freyssinet.

Son flanc normal, très développé, montre une régularité remarquable; les assises qui le composent correspondent au Namurien, au Westphalien A, B et probablement C, en superposition normale (coupes n° 8-10-12-13-15).

Nous le retrouverons plus bas, à propos d'une partie de la rive droite de la Clarée.

On y voit quelques flexures, mais de faible amplitude, et très largement étalées, comme au col du Raisin, où s'ébauche une ondulation synclinale.

Synclinaux triasiques du Grand Aréa et du Queyrellin

La montagne est couronnée par des falaises mésozoïques synclinales : Grand Aréa, Tête Noire, Tête de la Cassille, Pic de la Moulinière, etc. (coupes 8-10-12-13-20).

On remarquera que l'axe du synclinal de la Grande Manche ne s'aligne pas exactement avec celui du Grand Aréa, soit qu'il s'agisse de deux axes différents (donc d'un synclinatorium), soit d'un décrochement transversal important ?

Il paraît logique de relier cet axe aux grandes directions synclinales de Puy-Saint-Pierre (Prorel) et du Melezein (Peyre-Eyraute).

Anticlinal de Saint-Chaffrey

Déversé à l'est, sa structure paraît encore confuse; nous y manquons de repères stratigraphiques, de fossiles; d'importants recouvrements y masquent le Houiller, et, en l'absence de travaux miniers, aucune coupe tant soit peu continue ne vient en éclairer la structure.

Nous y avons noté des replis de détail (Torrent du Verderel, col des Cibières, crête du Granon, coupes 6 et 7) mais nous ne savons pas les relier entre eux avec certitude. La bibliographie mentionne aux « Gardéolles » de nombreuses espèces qui donnent l'impression d'un mélange de flores, correspondant peut-être à des plissements aigus.

Mais comme les lieux dits « Gardéolles » ou « Gardiolles » sont très nombreux dans le Briançonnais, il peut s'agir en réalité de plusieurs points éparpillés sur une quinzaine de kilomètres. Autant dire que de tels renseignements sont inutilisables.

Vers l'est, ce Houiller est renversé avec un pendage de 45° en moyenne sur les terrains mésozoïques du Briançonnais oriental. Les levers de M. LEMOINE (observations inédites) dans les terrains post-houillers montrent ici une grande complication de détail : les accidents décelés par lui se prolongent certainement vers le nord, affectant la masse du Houiller vers le col du Granon : on peut y supposer des structures en écaillés poussées vers l'est, avec éventuellement zones de broyage.

Paquets glissés de Chaméant

Sous le Grand Aréa, on remarque, anormalement disposés au milieu de Houiller que toutes les autres observations montrent par ailleurs calme et régulier, des paquets de Verrucano, de quartzites et calcaires dolomitiques du Trias.

Ceux ci, loin de représenter un repli synclinal inattendu, sont, très vraisemblablement des paquets arrachés aux falaises du Grand Aréa, et glissés sur la pente (coupe n° 8).

RIVE DROITE DE LA CLAREE

Distinguons deux bandes principales :

- 1) Une bande occidentale, flanc W. du grand synclinal axial briançonnais : elle affleure surtout sur la rive gauche de la Guisane, où elle est constituée par la superposition des Namurien, Westphalien A, B et C. Nous retrouvons le prolongement de cette bande à l'est de la crête des Rochers de Privé, sur la rive droite de la Clarée.
- 2) Une bande orientale. Nous l'avons déjà rencontrée au sud de la rive gauche de la Guisane; c'est elle qui occupe presque toute la rive droite de la Clarée. C'est en somme le flanc E. du grand synclinal axial briançonnais avec des pendages presque uniformément W.-S.-W.

Tout à fait à l'est, enfin, en bordure orientale, les couches sont renversées sur le Mésozoïque du Briançonnais oriental.

D'ouest en est on y rencontre successivement les principaux axes synclinaux et anticlinaux suivants :

BANDE OCCIDENTALE

Anticlinal de la Benoite

Déjà signalé à propos du versant Guisane. Son flanc normal se continue, avec les mêmes caractères de richesse et de régularité à l'est de la crête des Rochers Privé (crête du Chatellard, vallon du Chardonnet, coupes n°s 12-13-15-20).

Synclinal de la Tête de Cassille

Vers l'est, les couches, avant de s'enfoncer sous les falaises mésozoïques de la Grande Manche esquissent un mouvement synclinal de plus en plus marqué vers le nord. D'abord flexure timide sur la crête du col de Roche Noire (coupe 13), ce mouvement s'affirme sur la crête du Chatellard (coupe 15). Enfin, tout au nord, ce synclinal s'observe avec évidence de part et d'autre de la Tête de Cassille (coupe 20).

Anticlinal de Casse Blanche

Ebauché sur les crêtes du col de Roche Noire et du Chatellard. Sur la crête de Casse Blanche, il n'en reste qu'une partie du flanc W.; tout le flanc E. est supprimé par un grand accident longitudinal (coupe 20). Après quoi cette bande disparaît vers le nord sous le massif mésozoïque des Cerces.

Synclinaux triasiques du Grand Area, Grande Manche, etc.

Une série de synclinaux mésozoïques à relief inversé, déjà notés à propos de la rive gauche de la Guisane, sépare nos bandes houillères occidentale et orientale. Plus exactement, il ne s'agit pas de vestiges alignés d'une seule ancienne chaîne synclinale, mais de plusieurs synclinaux distincts, ce qui n'a d'ailleurs pas forcément d'incidence immédiate sur la structure du Houiller sous-jacent, les tectoniques du Carbonifère et du Trias étant, nous le savons, relativement indépendantes. Aussi l'axe synclinal du Grand Area n'est-il prolongé vers le nord dans le Houiller qu'à titre d'hypothèse.

RIVE DROITE DE LA CLAREE : BANDE ORIENTALE

Anticlinal de Baude

Nous avons ici un énorme empilement de couches pendant isoclinale vers l'ouest, et constituées surtout, sinon uniquement, de Westphalien C. La faible densité de gîtes fossilifères ne permet pas de préciser exactement le tracé en surface de cet axe.

L'énorme épaisseur apparente du Westphalien C, qui occupe ici à lui seul presque toute la rive droite de la Clarée fait penser qu'il doit être repliée sur lui-même.

C'est en somme le prolongement de l'axe anticlinal de Saint-Chaffrey, noté sur le versant Guisane (FEYS, 1952) comme lui déversé à l'est et dont la structure de détail n'est pour le moment pas mieux précisée. Aussi le tracé de son axe n'est-il que supposé (coupes 8 à 13).

Plus probablement y-a-t-il plusieurs axes parallèles, comme on l'observe effectivement dans son prolongement vers le nord, sur la rive gauche de la Clarée.

Synclinal de la Croix de la Gardiole

Celui-ci se déduit immédiatement d'observations réelles : son axe passe à peu près par le sommet de la Croix de la Gardiole, puis un peu au sud-ouest du pic du Longet (coupes 8 et 9).

Anticlinal de Pasquier

La bordure orientale du Houiller briançonnais est ici une bande anticlinale, déversée vers l'est, à la faveur de laquelle on voit le Namurien et l'assise grise stérile (= Stéphanien) reposer renversés sur la série mésozoïque du Briançonnais oriental (coupes 8-9-10).

Sur la crête du Granon même, au voisinage du col, un repli de détail amène l'affleurement, au milieu du Houiller gris stérile renversé, d'un peu de Houiller productif noir en position normale.

Enfin, et pour mémoire, bien à l'est, le lambeau houiller de l'Infernet, près de Val des Près, isolé au milieu du Trias du Briançonnais oriental.

RIVE GAUCHE DE LA CLAREE ET VALLEE ETROITE

1. Ensemble du terrain houiller de la rive gauche de la Clarée et de la Vallée Etroite (Bande de Banchet mise à part)

C'est en somme le prolongement vers le nord de l'anticlinal de Baude, épanoui en anticlinorium.

Sur le schéma structural de la figure 45 (voir dépliant en pochette), j'ébauche ce prolongement de l'axe de Baude, mais sans le tracer sur la rive gauche, ce qui n'aurait aucune signification à cette échelle, puisque les couches sont plusieurs fois repliées. La direction des bancs est constante, très sensiblement N.-S., les pendages presque uniformément à l'ouest comme on le voit bien par exemple sur le flanc S. de la crête des Muandes. Dans de tels empilements isoclinaux, c'est l'observation de veines alternativement en place ou renversées qui permet de déchiffrer les replis déversés à l'est.

J'indique sur le schéma structural les principaux replis synclinaux visibles sur le terrain, sans bien entendu avoir l'ambition d'en faire un inventaire complet. Il ne serait pas moins vain de vouloir les relier entre eux en les prolongeant sur de grandes distances. Sur la crête des Muandes, par exemple, deux plis majeurs apparaissent avec évidence : d'abord, à l'est, un énorme pli couché et déversé vers l'est, accompagné de plusieurs replis satellites; et, à l'ouest un vaste mouvement d'allure synclinale (coupe 24). Mais, sur cette crête, il y en a certainement d'autres que je n'ai pu déchiffrer. En certains points, tels que la Pointe de Névache, ou Roche du Chardonnet, c'est un plissement de détail quasi inextricable (coupe 26). Le long des Rochers de la Tempête et des Rochers de l'Aquila, les nombreuses charnières observées montrent qu'il y a plusieurs axes synclinaux, voisins et parallèles, se relayant mutuellement. Je les indique conventionnellement sur la carte schématique par deux axes jumelés.

Chose curieuse, entre ces zones violemment plissées subsistent des secteurs calmes. C'est ainsi qu'entre la Pointe de Névache et le col de Névache, par exemple, les couches dessinent un large et tranquille fond de bateau dont l'axe s'ennoie doucement vers le sud (coupe 26). On le retrouve, ébauché, près du point côté 2711 dans le vallon des Muandes (coupe 25).

Vers l'ouest : le Houiller s'enfonce sous les massifs mésozoïques de Queyrellin et des Cerces (coupe 21).

Vers l'est : plusieurs fois replié sur lui-même en replis aigus, et très affecté par les efforts tectoniques, le Houiller est renversé sur le Mésozoïque du Briançonnais oriental. Le contact est d'ailleurs loin d'être un plan à pendage W. : au Serre de Veyre, un repli synclinal de détail amène un écaillage réciproque du Houiller et des quartzites du Trias (coupe 14). Cette surface de contact étant ondulée, on voit, sur l'éperon E. de Moume, le Houiller s'affronter verticalement au Trias (coupes 18 et 21). Localement, au Lac Blanc, on le voit même s'enfoncer à l'est sous les quartzites; mais quelques centaines de mètres plus au nord, sur le versant N. du Rocher Blanc, il est à nouveau renversé à 45° sur le Trias. A l'est de Roche du Chardonnet (coupe 25), le Houiller, plissé de façon indéchiffrable est ici encore renversé sur les quartzites du Roc de Valmeinier. Mais encore plus au nord, dans la haute vallée de Valmeinier, on le voit s'enfoncer sous le massif triasique du Thabor.

Lambeau houiller du Vallon

Dans le « Vallon », les quartzites du Trias, eux mêmes repliés, affleurent sur une grande étendue. Au milieu de ceux-ci, on trouve quelques mauvais affleurements de Carbonifère et de Verrucano (coupe 16).

2. Bande de Banchet

Cette bande est étroitement pincée dans le Mésozoïque, et son épaisseur décroît vers le sud jusqu'à n'être plus que de quelques dizaines de mètres près du col des Thures, avant de disparaître complètement dans les gypses et cargneules du vallon des Thures.

Tout ce qu'on peut dire, c'est que le Houiller de cette bande plonge uniformément à l'ouest. Cependant, tout à fait au nord de la Vallée Etroite, la coupe que l'on peut relever suivant l'ancienne arête frontière, de Rocca Boussort (= Rocher du Cheval Blanc) au col de Vallée Etroite, à la latitude où cette bande houillère de Banchet commence à s'élargir en passant en Maurienne, montre ici plusieurs anticlinaux déversés à l'est. Mais l'interprétation n'en est possible qu'à partir de la vallée des Herbiers (J. FABRE, obs. inéd.).

ACCIDENTS LONGITUDINAUX (DIRECTIONNELS)

Des accidents longitudinaux considérables affectent le Carbonifère briançonnais; ils représentent en somme l'exagération, avec rupture de charnières, des axes tectoniques inventoriés. Les accidents majeurs sont bien entendu le charriage du Carbonifère briançonnais vers l'ouest sur le Sub-Briançonnais et, vers l'est, son renversement sur le Mésozoïque du Briançonnais oriental, qui entraînent des écaillages et laminages.

Parmi les accidents qui affectent plus particulièrement la masse du Carbonifère, citons :

- dans Peyre-Eyraute : l'anticlinal faillé des Ayes (coupes 1 et 2);
- sur la rive gauche de la Guisane, la grande cassure de la charnière anticlinale de la Benoite, véritable charriage, dont nous avons vu qu'il supprime presque tout le flanc inverse de ce vaste anticlinal (coupes 12, 13, 15).

— Entre Guisane et Clarée, un grand accident accompagne l'enfoncement du Houiller vers l'est sous les synclinaux mésozoïques de la Grande Manche et du Queyrellin. Sur la croupe Sainte-Elizabeth et la crête du col de Roche Noire (coupes n^{os} 12 et 13), il lamine et supprime presque complètement les quartzites du Trias, le Verrucano et une partie inconnue du sommet du Houiller. La masse houillère affronte ainsi de hautes falaises de dolomies triasiques sous lesquelles elle s'enfoncé brusquement.

On le retrouve sur la crête du Chatellard, où le Houiller affronte verticalement les dolomies triasiques, et, tout au nord sur la crête de Casse Blanche, où il supprime toute la retombée E. de l'anticlinal houiller de Casse Blanche, le Verrucano et les quartzites (coupes 15, 20).

Des accidents de moindre ampleur produisent des laminages tectoniques et sont responsables de la disparition de certains bancs :

Cette suppression s'observe facilement quand c'est par exemple le Verrucano qui est supprimé, comme en certains points de la bordure orientale, entre autres près du col de Gueyta et du lac du Chatellard.

— sur le versant oriental du Grand Aréa où le Houiller de la crête de Cristol s'enfoncé directement au sud-ouest sous les falaises de dolomies triasiques, avec laminage des quartzites et du Verrucano (coupe 10);

— sur la crête de Baude, où, dans l'enfoncement du Houiller vers l'ouest sous le Trias de la Grande Manche, un laminage de détail a fait disparaître localement le Verrucano, mettant directement en contact Houiller et quartzites.

Mais dans la masse même du Houiller, de telles suppressions ont toutes chances de passer inaperçues, à moins qu'elles ne soient mises en évidence par les travaux miniers (failles de la Combarine, par exemple, coupe 5).

Sur le flanc S. des Rochers de l'Aquila, où les grès houillers sont violemment repliés plusieurs fois sur eux-mêmes, de grandes fractures longitudinales ont favorisé l'arrivée de venues ferrugineuses abondantes, probablement en rapport avec les filons d'hématite longitudinaux, naguère exploités dans la bande de Banchet, en Vallée Etroite.

ACCIDENTS TRANSVERSAUX

Les plus importants se traduisent par de brusques abaissements axiaux, interrompant la continuité de la remontée générale vers le nord.

C'est ainsi qu'au nord de la crête de la Ponsonnière, la bande houillère disparaît brusquement en affleurement. Un « Permien » très développé recouvre alors complètement le Houiller qui ne réapparaîtra que plus au nord, dans la région de Valloires.

De même, la bande anticlinale de Houiller qui culmine sur la crête de Casse Blanche subit un brusque abaissement d'axe au nord de cette crête, et disparaît vers le nord sous le massif mésozoïque des Cerces.

Un petit nombre d'accidents, dont le rôle semble mineur, peuvent être décelés dans le Houiller même :

— sur la rive gauche de la Guisane, les travaux d'exploitation de la Benoite ont mis en évidence une petite faille transversale que DE MAISTRE (*s. d.*) qui l'a observée estime avoir un rejet de l'ordre d'une centaine de mètres;

— dans les affleurements rocheux des Gardéolles (route du Granon), on voit une faille très oblique sur les bancs, de rejet inconnu;

— sur la rive droite de la Clarée, près des chalets du Queyrellin, dans la partie inférieure du torrent du Chardonnet, les terrains se montrent très bouleversés, et ne correspondent pas d'une rive à l'autre. Il est donc très vraisemblable que le parcours du ravin y emprunte le tracé d'une faille transversale;

— sur la rive gauche de la Clarée, existe un système de fractures transversales comme celle qui est signalée par un miroir dans le vallon des Gardioles vers la cote 2 770, ou de petits décrochements comme celui qui au point 2 930 des Rochers de l'Aquila, un peu au sud de Roche du Chardonnet, amène un peu de schistes en position normale au milieu d'un gros banc gréseux.

D'autre part, la présence de filons transversaux de roches éruptives dans des secteurs par ailleurs complètement dépourvue de microdiorites fait penser que ces venues se sont mises en place à la faveur de fractures transversales, ainsi d'ailleurs que le filon de quartz à patine ferrugineuse du col des Muandes, et le grand filon de quartz de Brune et de la Madeleine. Dans ce dernier cas, les terrains affleurant de part et d'autres sont assez bouleversés, mais je n'ai pas observé de rejet appréciable.

Mais le plus souvent de tels accidents transversaux ont toutes chances d'échapper à l'observation sur les pentes confuses et croulantes du Houiller. On les observe plus facilement quand ils mettent en contact des terrains différents :

Dans le massif de Peyre-Eyraute, un accident transversal dans le synclinal de quartzites triasiques de Roche Baron amène un copeau de Houiller et de Verrucano à l'intérieur des quartzites, dans le ravin du torrent de Saint-Sébastien.

Sur la rive droite de la Clarée, on observe un autre accident transversal au niveau du « Ravin de l'Infernet » de la carte au 1/20 000 (lequel n'existe d'ailleurs pas dans la réalité). Cet accident est signalé par une cassure dans les quartzites du Trias, formant falaise ⁽¹⁾.

Entre Guisane et Clarée, des synclinaux mésozoïques couronnent le massif houiller. Ils semblent être peu profondément enracinés et « flotter » sur l'énorme masse de ce Houiller. Or les axes de ces synclinaux ne sont pas dans le prolongement les uns des autres. Entre l'axe de la Grande Manche et le Grand Aréa, de même qu'entre la Grande Manche et le Queyrellin, il semble y avoir des décrochements transversaux importants (de l'ordre du kilomètre). Mais ce n'est là qu'une hypothèse, et jusqu'ici rien, dans le Houiller que j'ai seul étudié, n'indique que ce Houiller ait été affecté par des décrochements transversaux aussi importants.

Enfin B. TISSOT (1955) dans une étude récente des massifs du Grand Galibier et des Cerces, a mis en évidence un système de failles transversales dans les terrains mésozoïques qui affectent également — au moins en partie — le Paléozoïque; mais il reste délicat de dire exactement dans quelle mesure.

(1) Pour cet accident, j'avais d'abord pensé qu'il relevait le compartiment N. (FEYS, 1954a). Mais B. TISSOT (1955) a montré qu'en réalité cet accident a pour effet d'abaisser le compartiment N.

L'IMPORTANCE DE L'OROGENESE HERCYNIEUNE
DANS LES ALPES OCCIDENTALES

Au terme de cette étude, nous pouvons tenter de retrouver la part de l'orogénèse hercynienne dans l'édifice des Alpes occidentales, et de replacer le Paléozoïque alpin dans le cadre de l'Europe hercynienne.

L'entreprise est ambitieuse : c'est que déchiffrer la stratigraphie et la tectonique du Paléozoïque intra-alpin est délicat, du fait des bouleversements successifs qui l'ont affecté. Mais je ne m'y hasarderai pas seul; les résultats obtenus ces dernières années, tant par nous-mêmes que par d'autres chercheurs, permettent dès à présent, sinon de dresser un inventaire détaillé, du moins de dégager quelques idées simples. Mes amis J. FABRE, Ch. GREBER et moi-même avons récemment attiré l'attention sur ces idées (FABRE, FEYS et GREBER, 1955); elles représentent le fruit d'une longue et étroite collaboration; j'y reviens ci-dessous.

En ce qui concerne la tectonique, une source de confusions vient du fait que le terme d'Hercynien au sens de H. STILLE, sert à désigner des phénomènes étalés sur tout le Carbonifère et le Permien, soit une très longue durée, du même ordre de grandeur que celle du Mésozoïque tout entier, alors que les géologues alpins ont tendance à parler d'une « discordance hercynienne » comme synonyme d'orogénèse anté-westphalienne (DAL PIAZ, 1939, par exemple) ou d'autres fois anté-néopermienne, voire même d'une « pénéplaine hercynienne » comme synonyme de pénéplaine anté-triasique (LUGEON et GAGNEBIN, 1941, par exemple). Précisons donc que nous prenons ici le terme d'Hercynien dans le sens de : somme des effets orogéniques et corollaires, depuis le commencement du Carbonifère, jusqu'à la fin du Permien.

1) Considérons d'abord l'énorme masse de sédiments détritiques dont l'accumulation forme le Paléozoïque briançonnais. Rien qu'en territoire français, le terrain houiller productif à lui seul y forme une bande connue en affleurements sur plus de 100 km de long, sur une dizaine de kilomètres de large en moyenne. On y trouve, datée par des flores fossiles, une série houillère où tous les termes stratigraphiques sont représentés depuis le Namurien jusqu'au Stéphanien moyen, donnant une épaisseur totale de plusieurs milliers de mètres (FABRE, FEYS et GREBER, 1952). Encore ne connaissons-nous qu'une faible part des dépôts originels, puisque ce Houiller est replié sur lui-même, et que l'érosion en a enlevé une bonne part. C'est ainsi, par exemple, que le Carbonifère déposé à la latitude de Briançon correspond seulement à la partie W. du Houiller de Maurienne (régions de Saint-Michel et Valloires). La partie orientale du Houiller de Maurienne (régions de Freney et Fourneaux) ne se prolonge pas vers le sud au delà de la Vallée Etroite; mais le petit lambeau houiller de l'Infernet, près de Val des Prés, bien à l'est de la bande houillère actuelle, que les avatars tectoniques du pays briançonnais ont par hasard préservé, pincé dans le Mésozoïque du Briançonnais oriental, subsiste pour nous donner une idée de l'extension orientale primitive des lagunes houillères briançonnaises (FEYS, 1955). J. FABRE (1953b) arrive à une conclusion analogue par l'inventaire détaillé de la tectonique du Houiller de Maurienne.

Ajoutons-y encore par la pensée les parties profondes invisibles de ce Carbonifère, la masse déritique du Verrucano et du « Permo-Houiller » métamorphique de la Vanoise. Un tel volume représente l'arasement de reliefs importants, dont la surrection a été antérieure au dépôt du Namurien, plus exactement a commencé avant le Namurien, mais a dû se poursuivre avec plusieurs paroxysmes au cours du Carbonifère et du Permien.

2) Le Paléozoïque intra-alpin renferme de nombreuses et brusques décharges conglomératiques, le plus souvent lenticulaires et discontinues. Au Westphalien, les galets en sont de nature pétrographique peu variée, le plus souvent arrondis et de taille moyenne. Au Stéphanien, apparaissent de gros conglomérats polygéniques, avec des galets parfois très gros et variés. C'est l'indice que des terrains, qui jusqu'ici ne contribuaient pas à la sédimentation houillère, formaient, à partir du Stéphanien, des reliefs en voie d'arasement rapide.

Soulignons la grande abondance, dans les grès et conglomérats du Carbonifère intra-alpin, de galets de schistes houillers. Certains proviennent de sédiments frais, repris peu après leur dépôt, dans le ravinement de chenaux deltaïques. D'autres, bien arrondis et calibrés, postulent un transport notable à partir de reliefs déjà exondés. C'est là un autre témoignage de l'émergence d'anciens dépôts houillers déjà consolidés et ravinés, par un phénomène analogue à celui décrit par P. PRUVOST (1939) dans le bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais.

3) Nous avons pu montrer, dans le Paléozoïque intra-alpin, l'existence d'au moins deux discordances majeures : entre Westphalien et Stéphanien (FABRE, FEYS et GREBER, 1953) et entre Carbonifère et Néopermien (FEYS et GREBER, 1950), ce qui correspond à deux paroxysmes orogéniques que l'on peut assimiler aux phases asturienne et saalienne, pour reprendre la nomenclature de STILLE. Quant au paroxysme initial anté-namurien, il est pour le moment non encore observé directement, ni exactement daté; il est simplement déduit et pour la commodité nous l'appellerons sudète.

Avant la synthèse de STILLE, LUGEON avait déjà reconnu dans les Alpes occidentales, antérieurement à la « houle » et à la « tempête » alpines, les manifestations d'une « tempête ségalaunienne » (ou anté-stéphanienne), et d'une « tempête allobroge » (ou anté-triasique) (LUGEON, 1911a, 1911b et 1930). Nous ne nous méprenons certes pas sur le côté — disons un peu schématique — d'un tel découpage rigoureux dans le temps de phénomènes en réalité lents et continus. Mais il est impossible de ne pas en reconnaître l'exactitude dans de nombreux cas.

Dans la zone briançonnaise, les preuves de l'orogénèse sudète sont encore enfouies dans les tréfonds, sous le Namurien non métamorphique. C'est probablement elle qui a été mise en évidence dans les massifs externes par CORBIN-OULIANOFF (1925) et Michel LEVY (1928). Dans la zone briançonnaise encore, la phase asturienne s'est traduite par une transgression générale du Stéphanien moyen dont les conglomérats polygéniques viennent recouvrir les assises carbonifères sous-jacentes. La phase saalienne, outre les manifestations plutoniques dont il sera question plus loin, est responsable de la discordance générale dans tout le Briançonnais du Néopermien (= « Verrucano » = « Permotrias ») sur toutes les assises antérieures. Mais entre ces paroxysmes, le Carbonifère briançonnais n'a cessé de se déformer lentement : les inégalités et les arrêts de subsidence, révélés par exemple par l'absence de Westphalien D à Briançon, en sont les témoins.

Aussi bien, si nous nous étendons ici sur ces phases orogéniques, c'est pour souligner que le Carbonifère intra-alpin obéit aux mêmes lois générales que les autres bassins houillers de la vieille Europe hercynienne.

4) Le granite du Pelvoux est généralement considéré comme étant d'âge « hercynien ». Sans doute peut-on préciser qu'il est anté-stéphanien, puisqu'il supporte les petites cuvettes stéphanien et limniques de la zone externe : l'Herpie, La Mure, Arêches, etc. et même anté-westphalien : quels sont en effet les terrains dont l'érosion a fourni le matériel déritique nécessaire à l'édification du Houiller briançonnais ? A considérer leur composition minéralogique et chimique, les grès et arkoses du Houiller proviennent de la désagrégation d'un massif cristallin à micaschistes, gneiss et granite, et l'hypothèse qui vient immédiatement à l'esprit

(LORY, 1864), c'est qu'il s'agit de massifs cristallins antérieurs au Houiller, probablement « de la région cristallophyllienne devenue plus tard le massif du Pelvoux » (TERMIER, 1903) et des massifs cristallins plus internes. Cette idée paraît évidente à considérer la grande carte synthétique de HERMANN (1938).

Une objection se présente (TERMIER, 1903; BELLAIR, 1948) : c'est qu'on n'a jamais signalé de galets de granite du Pelvoux dans le Carbonifère intra-alpin, et que, par conséquent, il faut supposer ailleurs l'origine de ses matériaux. En réalité, nous avons pu observer, dans des conglomérats westphaliens de Briançon, de très rares galets de granite, isolés parmi une grande quantité de galets cristallophylliens. Dans les conglomérats stéphaniens de l'assise de Courchevel (FABRE, 1952), apparaissent de gros galets de micaschistes, gneiss fin, gneiss œillé, aplites, rhyolite et plus rarement de granite, mais en proportion non négligeable. Une telle objection ne peut donc être retenue et, comme l'on bien pressenti TERMIER (1903, p. 4), puis BELLAIR (1948, p. 338), le Westphalien briançonnais a pris d'abord ses matériaux dans l'arrachement de la couverture cristallophyllienne du Pelvoux; quand elle a été suffisamment décapée, le granite, mis au jour, commence à fournir des galets aux conglomérats houillers. Et d'ailleurs, l'âge anté-westphalien du granite du Pelvoux s'accorde bien avec ce que nous savons de la mise en place générale des granites en Europe au Carbonifère inférieur.

5) L'activité plutonique était loin d'être achevée au début du Westphalien; nous en avons de multiples témoignages, depuis les microdiorites intrusives dans le Houiller briançonnais jusqu'aux migmatites du Sapey, impliquant un métamorphisme saalien (ELLENBERGER, 1954), en passant par les épanchements rhyolitiques de la Valloirette (FABRE, 1953), les tufs rhyolitiques de Roche Château (LEMOINE, 1952), tous deux d'âge stéphano-autunien, les prasinites de la base du Houiller sur le pourtour du massif du Ruitor (FABRE, ELLENBERGER, obs. inéd.), voire d'un granite carbonifère à Entraigues ? (LLADO, 1951; LORY et DEBELMAS, 1952).

Nous avons donc affaire, dans le Paléozoïque intra-alpin, à un cycle d'orogénèse et de plutonisme, dont les découvertes récentes nous laissent, dès à présent, entrevoir l'ampleur et la complexité.

6) Un des résultats de l'étude de la flore houillère briançonnaise poursuivie par Ch. GREBER et encore inédite est que le bassin houiller briançonnais présentait, dans sa flore, des caractères différents de ceux des autres bassins houillers français, par exemple des bassins intra-hercyniens du Massif Central ou de la zone alpine externe. Si nous avions à tracer la frontière séparant ces diverses provinces paléobotaniques elle passerait à l'emplacement des massifs cristallins externes. On peut penser que, dès le Carbonifère, ces massifs jouaient le rôle de limite climatique.

Cette limite, nous la connaissons : n'est-ce pas cette cordillère « aux reliefs escarpés » (TERMIER, 1903), supportant au Stéphien les bassins limniques des massifs cristallins externes, surgie avec l'orogénèse sudète (ségalaunienne), alimentant par sa destruction la formidable masse des dépôts permocarbonifères du bassin briançonnais. « Elle dut être bien haute, l'antique chaîne », pour reprendre les termes de LUGEON (1930), puisqu'au Stéphien, entaillée « jusque dans le tréfonds de ses masses granitiques », elle envoyait de gros galets de granite dans les lagunes houillères.

Ces montagnes, dont une partie s'élevait en bordure du Paléozoïque intra-alpin, et qui supportaient les bassins limniques stéphaniens de la zone externe, devaient avoir plus d'un point commun avec les massifs cristallins externes actuels, alignés du Mercantour au Mont-Blanc (LORY, 1864, p. 591).

Nous rejoignons ainsi le concept de la fameuse chaîne vindélicienne imaginée par

GÜMBEL, mais fort controversée ces derniers temps. Son existence à la fin des temps primaires ne peut être mise en doute; les questions qui se posent concernent seulement le détail de sa paléogéographie et l'historique de ses orogénèses et démantèlements successifs. Existait-elle ou n'existait-elle pas au Trias ? De nombreux auteurs ont abordé ce problème, entre autres GIGNOUX (1950), GIDON (1953) et ELLENBERGER (1954). Mais c'est là sans doute mal poser la question; mieux vaudrait se demander si elle constituait encore une barrière géographique, des reliefs adoucis en voie de pénéplanation, ou seulement une ligne de hauts-fonds entrecoupés d'îlots émergés ? Sans doute la vérité n'est-elle pas dans les extrêmes; pour nous, indépendamment de son rôle paléogéographique, il paraît douteux qu'elle ait pu entièrement disparaître.

Replaçons maintenant le Paléozoïque intra-alpin dans son cadre hercynien. On ne peut plus imaginer, à l'emplacement de la zone briançonnaise actuelle, un immense bassin, on ne sait trop pourquoi appelé géosynclinal, où d'énormes accumulations de sédiments se seraient entassées sans interruption sur des milliers de mètres avant de fournir les matériaux de la future orogénèse alpine (le fameux manteau continu de Permo-houiller à faciès géosynclinal d'ARGAND et TERMIER).

Mais tout ce qu'on sait maintenant du Permocarbonifère de la zone interne a bien démontré qu'il s'agit de dépôts continentaux qui ne se sont pas déposés régulièrement et d'une façon continue dans une fosse de subsidence (ou dans des lacs de montagne), mais se sont accumulés dans les lacs et les marais d'une vaste zone déprimée bordant le continent hercynien. Cette zone, qui se déformait pendant tout le Permocarbonifère, a été à certains moments le théâtre de phénomènes volcaniques très importants. Il est d'ailleurs remarquable que les conclusions auxquelles nous arrivons ainsi, mes amis J. FABRE, Ch. GREBER et moi-même, concordent aussi pleinement avec celles obtenues par d'autres chercheurs dans des régions voisines, notamment F. ELLENBERGER (1954) pour la Vanoise et R. MICHEL (1953) pour le Grand Paradis. Sans doute sont-elles valables pour l'ensemble des Alpes occidentales.

C'est au début du Carbonifère moyen, ne l'oublions pas, qu'avec la surrection de la « Cordillère de l'Europe moyenne », notre continent a pris sa forme presque définitive, et nous avons le privilège, grâce aux dépôts continentaux les plus importants de toute l'histoire de la Terre, et probablement les plus fouillés, puisqu'ils fournissent du charbon, de pouvoir en retrouver les contours. Le Paléozoïque alpin ne fait pas exception : ce n'est pas dépasser les prémisses fournies jusqu'à présent par l'observation que de constater l'existence de montagnes dans les Alpes à la fin du Primaire et tout nous porte à croire qu'il s'agissait d'importants reliefs. Le Carbonifère et le Permien alpin cessent donc d'être un cas particulier pour reprendre harmonieusement leur place dans l'édifice de l'Europe hercynienne : il y avait une cordillère, peut-être plusieurs, dépendance probable du Massif Central (LUGEON, 1930), supportant des bassins limniques intra-hercyniens, et bordées à l'est par de grandes lagunes houillères.

Mais allons plus loin : ELLENBERGER (1954) l'a déjà noté et résumé d'heureuse façon : « les faciès carbonifères (intra-alpins) paraissent s'ordonner en bandes étroitement calquées sur la future orogénèse alpine ». Il serait évidemment plus conforme à la chronologie de constater que l'orogénèse alpine s'est en partie adaptée à un cadre hercynien préexistant.

Pour nous faire mieux comprendre, sortons des Alpes où justement l'Alpin est si majestueux qu'il nous masque l'Hercynien. Ailleurs l'Alpin se réduit à un faible rejeu d'anciennes cassures hercyniennes. On connaît par exemple, dans le nord de la France, le cas des failles épicrotacées de l'Artois, de J. GOSSELET. Dans le nord du Massif Central (bassin houiller de Blanzay et du Creusot) la faille « permienne » de Perrecy (DELAFOND, 1902), cassure imputable à la phase saalienne, présente un rejet direct de l'ordre de 1 000 m au moins. Or cet accident

présente aussi un rejeu inverse de 90 m y affectant le Jurassique et mesuré avec précision grâce aux repères que constituent, de part et d'autre, les couches du Trias et du Lias.

Citons enfin le cas des Vosges où N. THÉOBALD (1953) a montré qu'il existe une liaison étroite entre la structure du socle ancien et celle de la couverture, avec nécessité pour cette dernière de se modeler sur les déformations du socle.

C'est dans ce sens que l'on peut admettre dans les Alpes, une incidence de l'Hercynien sur l'Alpin, mais toutes proportions gardées, bien entendu, car nous sommes ici, au contraire, dans une région de paroxysme alpin. En d'autres termes, et sans aller jusqu'à vouloir à tout prix, « chercher dans les Altaïdes une réplique ou mieux une préfiguration des Alpes » (FALLOT, 1944), nous ne croyons pas que l'on puisse délibérément fermer les yeux sur cette évidence : le jeu alpin a été dirigé dans une certaine mesure par le bâti hercynien qu'il s'est incorporé.

Charles LORY (1864) l'avait déjà admirablement pressenti : « Les premières dislocations qui ont produit le relief des Alpes (...) ont dû s'effectuer dès cette époque très reculée, à peu près suivant les directions et sur les emplacements des principales chaînes cristallines actuelles, auxquelles se sont coordonnées toutes les rides produites par les dislocations ultérieures » (p. 592). Et encore : « L'emplacement et le plan de l'édifice actuel des Alpes ont été déterminés et préparés dans une période géologique très reculée, et, dès avant la période houillère, les fondations de cet édifice, si l'on peut ainsi parler, étaient déjà posées de manière à en montrer la disposition future et tous les principaux alignements » (p. 593). Peut-être même la préhistoire des Alpes occidentales débute-t-elle bien avant la période hercynienne (STAUB, 1948), nous n'en savons rien.

Et voici que nous rejoignons, après quelques détours il est vrai, la vieille notion géosynclinale d'ARGAND et TERMIER, renouvelée récemment par F. ELLENBERGER (1951). La zone intra-alpine nous apparaît comme une vaste aire de subsidence (PRUVOST, 1930; GIGNOUX, 1950, p. 237), plusieurs fois recommencée, « une grande vallée de ploiement des terrains primitifs, entre deux bords saillants qui avaient sensiblement la même direction que les chaînes cristallines dans leur état actuel » (LORY, 1864, p. 592). L'histoire de cette région géologique exceptionnelle ne commence pas au Mésozoïque. On peut la lire au moins dès le Carbonifère inférieur, c'est-à-dire, en fait, dès que nous pouvons y dater avec certitude les terrains paléozoïques.

Si nous avons à nouveau attiré l'attention sur ces faits, c'est que les progrès de l'analyse stratigraphique ont précisé la notion qui s'était déjà imposée, il y a un siècle, à Ch. LORY.

Aussi loin que l'on puisse remonter dans le temps, avait commencé le lent accomplissement de la destinée géologique des Alpes occidentales. Le contraste entre l'histoire des bassins houillers de la zone externe et celle de la zone carbonifère briançonnaise, le fait que le grand chevauchement pennique s'est accompli à la limite de ces deux régions, témoignent que le paroxysme orogénique alpin a tenu compte, dans une large mesure, de sa propre interférence avec la vieille chaîne hercynienne.

DEUXIÈME PARTIE

IX. Lambeaux houillers du Briançonnais méridional

LAMBEAU HOULLER DE REOTIER

Le minuscule lambeau houiller de Réotier est situé sur la rive droite de la Durance, un peu en aval de la station de chemin de fer de Montdauphin-Guillestre (feuille géologique de Gap, n° 200).

Ce secteur a été étudié entre autres par MORET, BLANCHET et ROCH (1923), BLANCHET (1934), GIGNOUX et MORET (1937), et surtout J. DEBELMAS (1954) qui vient d'y consacrer une importante monographie. Aussi j'en parle ici surtout pour mémoire.

Les terrains y forment un anticlinal très pincé, si l'on veut l'enracinement d'une nappe (GIGNOUX), où les différents terrains, étirés à l'extrême, sont réduits à une très faible épaisseur.

La coupe que l'on relever au niveau de la voie de chemin de fer montre seulement, pincé dans du Mésozoïque et du Flysch, un banc, ou plutôt une sorte de filon de 1 à 3 m de quartzites broyés, accompagnés de schistes violets et verdâtres, représentant tout ce qui reste des quartzites du Trias et du Permien; ceci donne une idée du laminage intense auquel ont été soumises ces formations. Des schistes houillers y ont été signalés, mais je pense que c'est par suite d'une confusion avec des schistes et grès du Flysch, qui ressemblent assez à ceux du Houiller, et affleurent largement à proximité immédiate. On y note cependant un petit éperon rocheux, d'une roche cristalline verte, très dure, qui est probablement une microdiorite, mais cette roche est à ce point broyée et altérée qu'on ne peut rien affirmer. BLANCHET (1934) l'a considérée comme une andésite, mais sans avoir pu non plus, semble-t-il, s'appuyer sur de bonnes lames minces. Enfin DEBELMAS (1954, p. 22) en a fourni une description aussi précise que l'état de la roche le permet. Quoiqu'il en soit, l'hypothèse la plus vraisemblable est que cette roche microgrenue est tout ce qui reste ici, après laminage, du terrain houiller briançonnais.

— 100 m environ au-dessus de la coupe précédente, sur la route de Montdauphin à Réotier, on peut relever une coupe des mêmes terrains, minutieusement décrite par BLANCHET (1934, p. 142-145, pl. X et XXI). On y retrouve la même roche cristalline verte, épaisse d'une dizaine de mètres, mais pas de Houiller sédimentaire.

— Enfin, 200 m plus haut, au hameau de Réotier même, on voit quelques affleurements de Houiller. Ce sont des schistes et des grès micacés (à direction N.-N.-W., à pendage très fort au N.E.) qui auraient toutes chances de passer inaperçus s'ils n'étaient signalés par des microdiorites, vertes, bien visibles, et formant « os ».

Le Houiller est ici coincé entre deux masses de calcaires triasiques, les quartzites étant supprimés par le laminage. On n'en voit réellement affleurer qu'une épaisseur de quelques mètres, mais en supposant que toute la dépression recouverte de glaciaire et comprise entre les deux masses de calcaires correspond au passage du Houiller, on est conduit à lui donner une épaisseur maximale possible de 50 m.

LAMBEAU HOULLER DE SAINT-CREPIN

Le lambeau houiller de Saint-Crépin est situé sur la rive droite de la Durance, à faible altitude en face de la station de chemin de fer de Saint-Crépin. Il y forme une bande allongée du N.-W. au S.-E., et longue d'environ 2 500 m. Ce sont des pentes douces, où le Houiller est mal visible sous les cultures et les éboulis.

Néanmoins, 100 m environ au S.-W. des maisons du hameau des Achards, on voit un mauvais affleurement charbonneux, de direction N.-N.-W. - S.-S.-E. et de pendage N.-E. 45° environ. Les schistes du toit ont fourni une flore où domine *Neuropteris linguaefolia* P. B. et indiquant un âge Westphalien C.

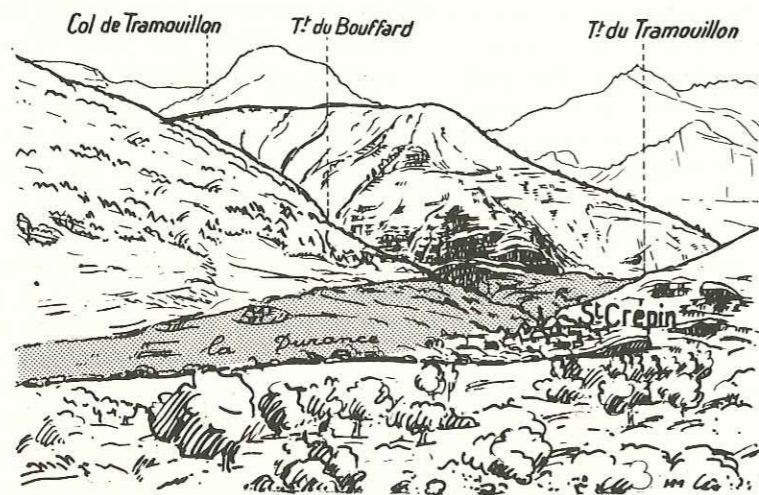


FIG. 50. — Le lambeau houiller de Saint Crépin.
Sur cette figure, comme sur les suivantes, le grisé indique l'extension du Houiller en affleurements.

Entre les ravins du Bouffard et de Tramouillon, on a autrefois exploité les couches qui affleurent dans les ravins. Au nombre d'une dizaine, réparties en deux faisceaux schisto-charbonneux séparés par une dizaine de mètres de grès, elles étaient dirigées N.-S., comme d'ailleurs dans tout le terrain houiller briançonnais. Toutes étaient fort irrégulières d'allure, mais l'une présentait un renflement important, atteignant 28 m, et qui a fait les beaux jours de l'exploitation.

LAMBEAU DU COL DE TRAMOUILLO

J. DEBELMAS (1954) a décrit une petite écaille carbonifère affleurant au Col de Tramouillon, quelques kilomètres à l'ouest du lambeau houiller de Chanteloube, sous la Tête de Gaulent.

On y voit, sous des conglomérats stériles et très grossiers, quelques mètres de schistes et grès houillers à faciès productif normal, qui ont fourni à J. DEBELMAS une florule d'abord considérée comme stéphanienne (CORSIN et DEBELMAS, 1952), mais où de nouvelles récoltes ont fourni une flore westphalienne, caractérisée par l'abondance de *Neuropteris linguaefolia* P. B. (Ch. GREBER, obs. inéd.).

LAMBEAU HOULLER DE L'ARGENTIERE

Il est situé sur la rive droite de la Durance, à l'altitude de 1 000 m environ.

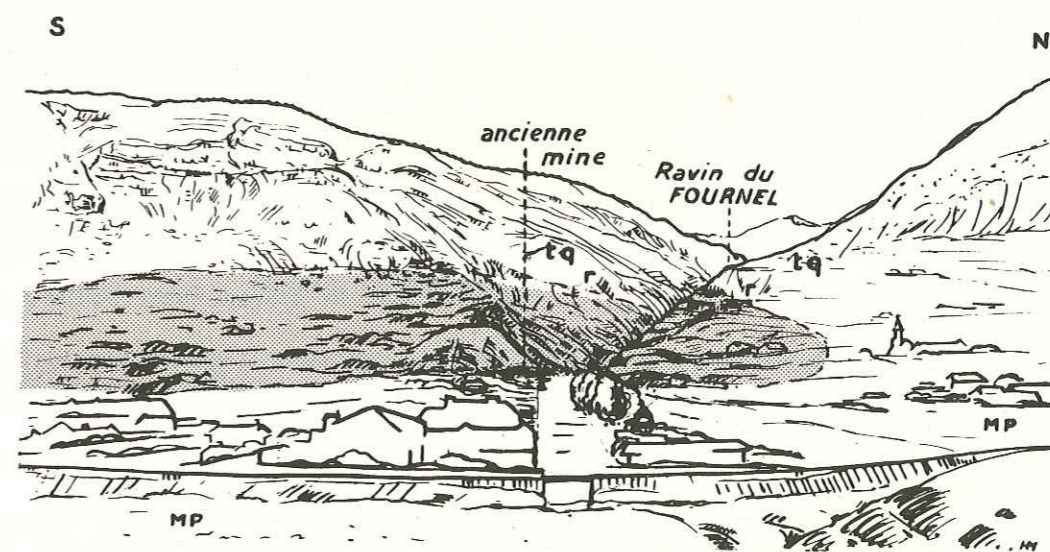


FIG. 51. — Le lambeau houiller de l'Argentière (depuis la rive gauche de la Durance).

La structure de cette **fenêtre de l'Argentière** est compliquée, et l'interprétation en a été laborieuse. On peut consulter à ce sujet GIGNOUX, MORET et SCHNEEGANS (1933) et J. GOGUEL (1940). Mais nous laisserons ici de côté les problèmes qui se posent à ce sujet, pour ne nous occuper que du terrain houiller qu'on y voit affleurer.

Le lambeau houiller de l'Argentière repose en contact anormal sur un socle de Marbres en plaquettes. Ce sont des schistes et grès, avec nombreux niveaux charbonneux, dont quelques uns sont intéressants et ont été exploités. Ils forment des pentes douces, surmontées par des falaises de quartzites et calcaires triasiques.

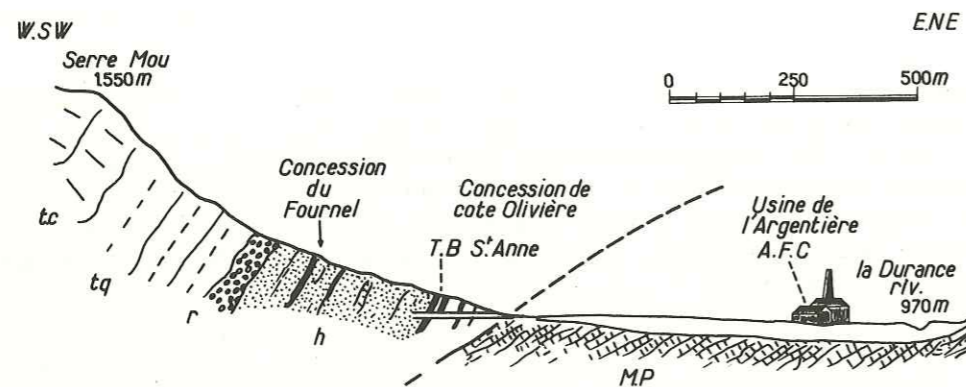


Fig. 52. — Coupe schématique par le gisement de l'Argentière.

La direction générale des bancs dans ce terrain houiller est N.-S. ou N.-N.-W. - S.-S.-E., avec quelques irrégularités, comme d'ailleurs dans l'ensemble du Houiller briançonnais. Les pentages sont à l'ouest; ils sont variables, mais en général compris aux environs de 45°.

Les travaux de mine entrepris dans les deux concessions du Fournel et de Cote Olivière ont montré la présence d'assez nombreux niveaux charbonneux, dont certains avaient une puissance intéressante, mais avec une allure en chapelet. Le comportement des couches, à en juger par le seul plan, d'ailleurs très schématique que nous possédions, semble beaucoup moins irrégulier qu'on pouvait s'y attendre a priori, d'après les conditions générales du gisement.

Des fossiles trouvés dans les déblais du T. B. Sainte-Anne, montrent qu'il s'agit ici encore de Westphalien C.

Affleurement du Travers-Bancs Sainte-Anne

Il existe un affleurement où le contact du Houiller sur des terrains plus récents est bien visible : c'est l'orifice du Travers-Bancs Sainte-Anne, sur la rive droite du torrent du Fournel. (Coordonnées de l'affleurement : $x = 933,0$ — $y = 284,3$).

On y voit des grès houillers typiques, massifs et diaclasés, mais avec quelques délits micacés indiquant un pendage d'environ 30° au S.-E.

Ils surmontent des calcaires feuilletés, en petits bancs bleuâtres, lustrés, plus ou moins irréguliers et noduleux, interstratifiés avec des schistes noirs et des grès brunâtres⁽¹⁾. Ces derniers sont cassurés et sillonnés en tous sens par des filonnets de calcite. En l'absence de fossiles, je les interprète comme un copeau de Flysch, très laminé, coïncé anormalement entre le terrain houiller, et le soubassement de Marbres en plaquettes qui affleurent largement à proximité immédiate.

(1) Un échantillon isolé, prélevé dans un de ces niveaux siliceux pourrait présenter, si l'on veut, une certaine ressemblance avec des grès du Houiller. Mais en lames minces, aucune confusion n'est possible.

On a donc ici le contact anormal du Houiller sur des terrains plus récents. La surface de contact semble plonger faiblement au S.-W.; de même d'ailleurs que les deux formations en présence. Il n'y a pas de zone broyée, ni de brèche de faille entre les deux, et il faut regarder attentivement pour voir où passe exactement le contact.

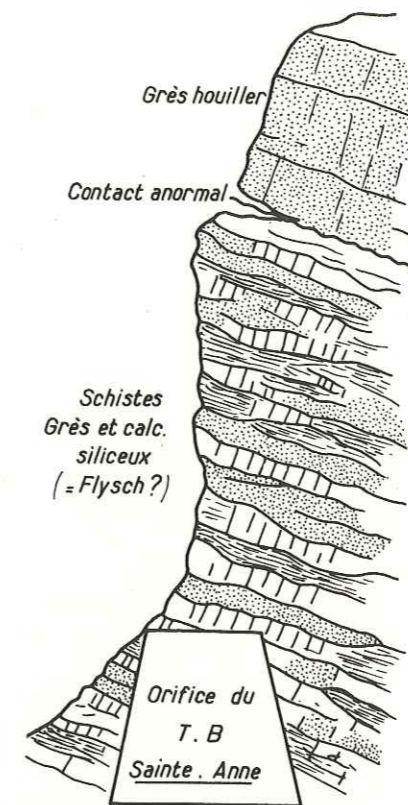


Fig. 53. — Contact anormal du Houiller sur le Flysch.

X. Le massif de Peyre - Eyraute

Le massif de Peyre-Eyraute ⁽¹⁾ englobe tous les affleurements carbonifères situés à l'est de la Durance. Il est dominé par quelques hauts sommets mésozoïques : Pic de Peyre-Eyraute, Pic de Jean Rey. Nulle part le Houiller ne forme de crête, mais seulement des pentes douces, généralement situées à faible hauteur.

Le Houiller y est exploité de temps immémorial, et les flancs de la montagne sont criblés d'une quantité prodigieuse de grattages superficiels, de galeries généralement peu profondes, pour la plupart effondrées. Tous ces travaux ont été faits, avec des moyens rudimentaires, par les gens du pays.

Je rappelle que cette description est faite en allant du sud vers le nord. Pour la commodité du lecteur, une carte schématique (fig. 55) situe par des lettres cerclées l'emplacement des principaux points décrits et renvoie aux paragraphes désignés par les mêmes lettres mises entre crochets.

RAVIN DU RIOU DE L'UBAC [a] ⁽²⁾

Nous rencontrons d'abord les affleurements houillers de Sainte-Marguerite et de Queyrères. Dans ce secteur, le **terrain houiller productif** surmonte en contact anormal les Marbres en plaquettes, dans lesquels sont creusées les gorges de la Durance. Il est d'âge **Westphalien C** *Neuropteris linguaefolia* P. B. dans le ravin du Riou de l'Ubac au point 1440 environ du talweg).

(1) Il existe plusieurs orthographes pour ce sommet : Pierre-Eyraute, Peyre Haute, etc. Je m'en tiens ici à la toponymie de la carte de l'I.G.N. : Peyre-Eyraute.

(2) Les lettres a à o entre crochets renvoient à la figure 55.

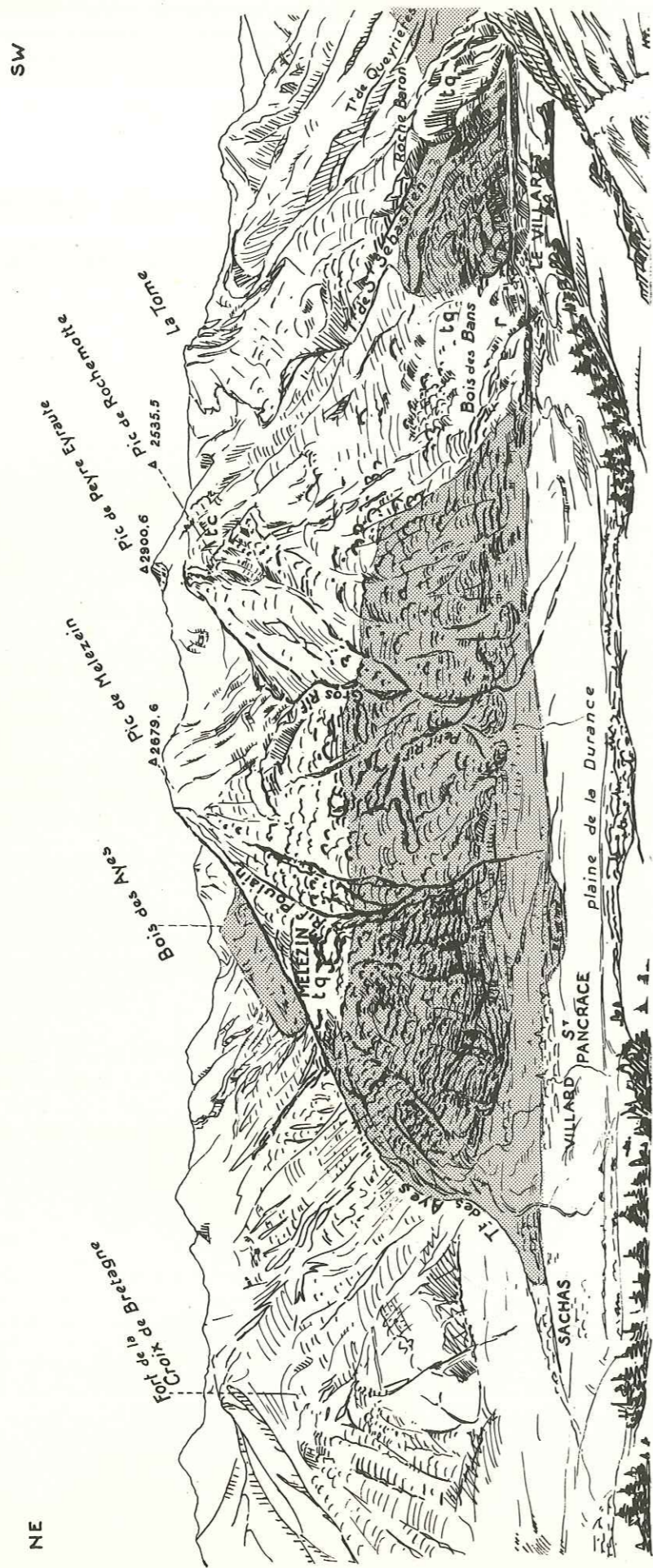


FIG. 54. — Vue d'ensemble du Massif de Peyre-Eyraute (depuis Combaraine).

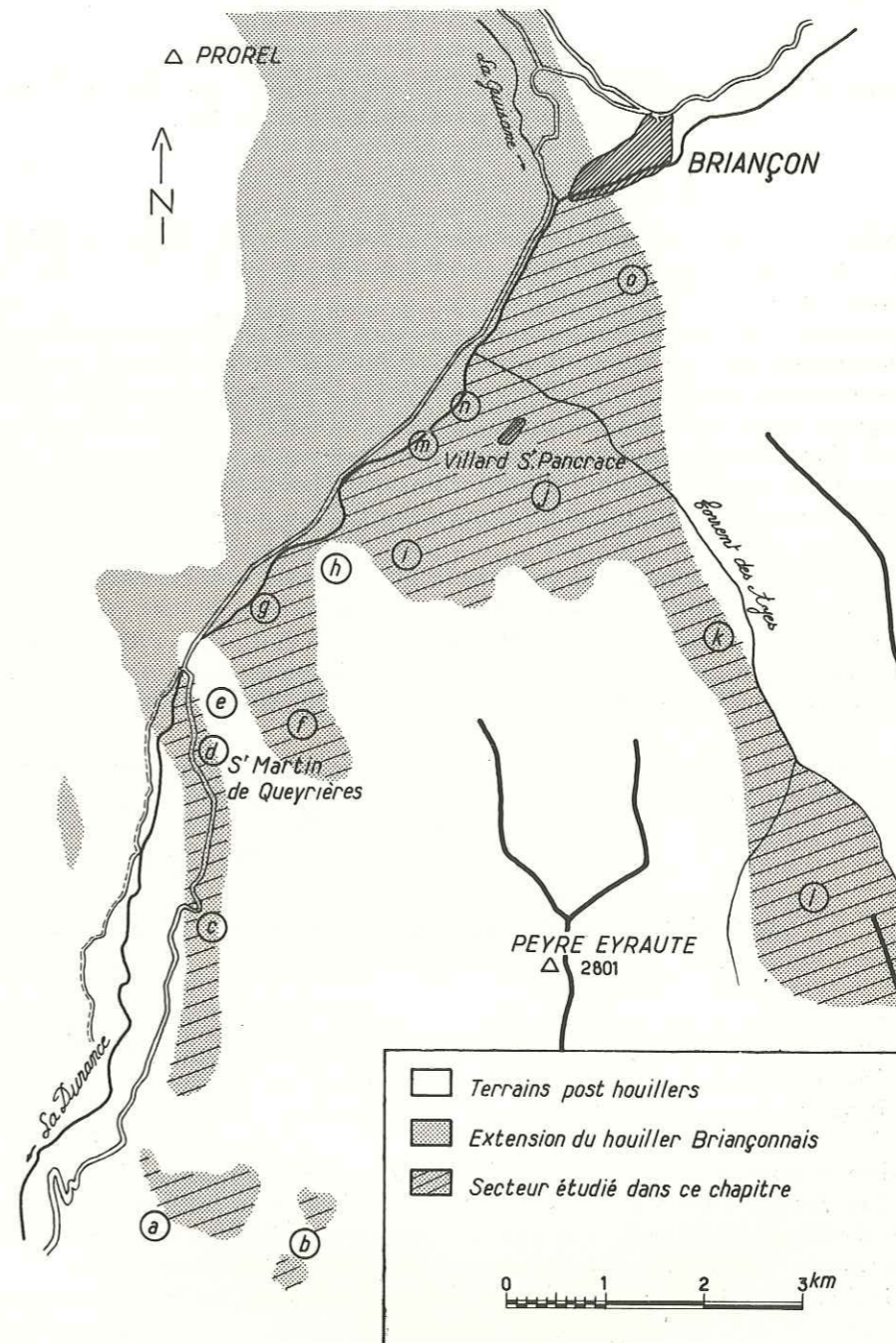


FIG. 55. — Carte schématique du Carbonifère de Peyre-Eyraute.

LAMBEAUX HOUILLERS DES CHALETS DE L'ORIOU DE QUEYRIERES
ET DE L'ORIOU SAINTE-MARGUERITE [b]

Aux Châlets de l'Oriou de Queyrières et de l'Oriou Sainte-Marguerite se trouvent deux lambeaux de terrain houiller, curieusement perchés à plus de 2 000 m d'altitude, et qui sont les plus élevés du massif de Peyre-Eyraute.

Il sont tous deux situés au-dessus et à l'est de la bande houillère concédée de Saint-Martin-de-Queyrières, dont ils sont séparés par d'importants affleurements de calcaires et de quartzites triasiques. Quoique relativement importants par la surface qu'ils occupent sur la carte géologique, ils ne montrent que peu d'affleurements intéressants, car ils sont « rongés » par des éboulis dans lesquels s'estompent leurs contours.

Il faut y ajouter un troisième lambeau, minuscule celui là puisqu'il ne mesure que quelques mètres carrés, situé quelques centaines de mètres au nord du lambeau de l'Oriou de Queyrières.

Ce lambeau de schistes houillers à pendage E. 15° à 25° est isolé au milieu des quartzites du Trias (coordonnées Lambert $x = 936,8$; $y = 287,6$). Vers l'est, on voit qu'il est séparé des quartzites par un mince liseré de grès multicolores du type Verrucano. De ce côté, le contact semble donc être normal avec la partie tout à fait inférieure du Trias. Vers l'ouest, tout est masqué par des éboulis, mais plus bas, on retrouve une haute et importante falaise de quartzites.

Ces lambeaux ne peuvent avoir été remontés et isolés au milieu des terrains mésozoïques que par une tectonique violente et complexe.

BANDE DE SAINT-MARTIN-DE-QUEYRIERES [c]

Plus au nord, le Houiller forme une bande anticlinale continue, limitée à l'ouest par la vallée de la Durance. Les couches y plongent à l'est de 45° en moyenne, et s'enfoncent sous le synclinal de quartzites de Roche Baron et de Testas. La direction des bancs est franchement N.-S.

De nombreux travaux miniers ont été effectués dans la concession de Saint-Martin-de-Queyrières. Les premiers travaux, connus par les archives, remontent à 1789. Depuis cette date, les affleurements ont été criblés d'une multitude de travaux dont il ne reste généralement plus que des traces. Actuellement, la concession est dans un demi sommeil.

En particulier, dans l'important quartier de Queyrières, ont été ainsi grattées plusieurs couches (au moins cinq), d'une puissance oscillant autour de 1 m, à pendage E. variable, quelques ondulations amenant des pendages inverses.

Ravin de Queyrières : Cet important ravin fournit une belle coupe où les conglomérats du Verrucano surmontent en discordance angulaire les couches très redressées du Houiller

productif, ici daté Westphalien C par un gisement de plantes situé quelques mètres seulement sous le Verrucano.

La coupe commence au niveau de la route nationale de Briançon à Gap où le ravin commence à entamer les assises houillères. Les deux rives sont alors dans des schistes et grès houillers, très altérés en surface, ce qui leur donne un aspect un peu ruiniforme. Dans l'ensemble, le pendage est à l'est ou au sud-est, mais il est impossible de le déterminer avec précision. Il y a plusieurs niveaux charbonneux, mal visibles en surface, mais exploités par les galeries paysannes du quartier du ravin de Queyrières.

Les différences de dureté des diverses couches du Houiller sont soulignées par le profil du talweg. Des successions de petites cascades et de pentes douces correspondent à des bancs de grès grossiers et durs, et à des bancs de schistes plus tendres.

Sur les deux rives, le Houiller est bientôt surmonté d'une haute falaise abrupte, de Verrucano, lui même surmonté par les quartzites du Trias. A 1 350 m le ravin quitte les assises houillères pour s'encaisser dans d'étroites gorges creusées dans le Verrucano. C'est à cet endroit qu'on peut voir la discordance angulaire du Permien sur le Houiller, dont il a été question dans la première partie de cette étude (les coordonnées Lambert de cet emplacement sont $x = 936,0$ et $y = 289,5$).

En continuant de remonter le ravin, et après avoir traversé le Verrucano qui est ici puissant d'une trentaine de mètres, on arrive, vers la côte 1 370, dans les quartzites werféniens.

RAVIN DU TORRENT DE SAINT-SEBASTIEN [d]

Il se jette dans la Durance au niveau du village de Saint-Martin, franchit la crête de Testas à la faveur d'une faille transversale, et entaille ensuite largement le Houiller du synclinal de l'Hermetière-Villaret.

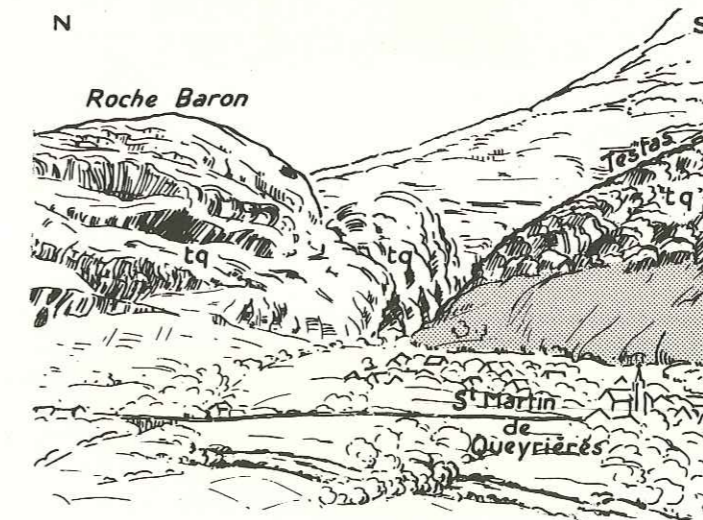


FIG. 56. — Le ravin de Saint Sébastien (vu de la route de Prelles à Villard Meyer).

Au sommet du cône de déjection, le ravin entame le synclinal de quartzites triasiques de Roche Baron et de la crête de Testas, y creusant une entaille étroite et profonde.

A cet endroit, une faille transversale a facilité l'érosion, et favorisé le passage du ravin de Saint-Sébastien, suivant une loi maintes fois vérifiée dans le Briançonnais.

Cette faille est facilement observable sur la rive droite du ravin, au niveau de la route qui monte de Saint-Martin-de-Queyrières aux châlets de Roche Baron ($x = 935,85$ et $y = 291,27$). Elle met en contact des quartzites triasiques et les grès houillers par l'intermédiaire d'une zone broyée, formée d'un mélange de quartzites finement pulvérisés, à consistance sableuse, et de « molle » très cendreuse. Sur les épontes de la faille, dépôts de soufre. Une petite galerie paysanne y a autrefois été creusée.



FIG. 57. — Faille transversale du ravin de Saint Sébastien.

SYNCLINAL DE ROCHE BARON [e]

Le synclinal de quartzites triasiques de Roche Baron, au sud-ouest du Villaret, se détache nettement dans la topographie (fig. 54).

Il forme une crête allongée du N. 15° W. au S. 15° E., qui barre étroitement la vallée de la Durance, au niveau de Prelles, forme ensuite la crête de Roche Baron, au relief curieux, interrompue par le ravin du Torrent de Saint-Sébastien, puis la crête de Testas, etc. Il est déversé à l'ouest, et montre des plissements de détail.

A l'est de la crête formée par les quartzites de Roche Baron, une vaste combe correspond à l'affleurement d'une bande houillère anticlinale, allongée du nord au sud, où se trouvent les deux concessions de La Rame [f] et du Villaret [g].

ROCHER DE LA VERNE [g]

On peut relever une bonne coupe naturelle le long de la route qui monte du hameau du Villaret à l'Hermetière, déjà signalée à plusieurs reprises dans la première partie de cette étude.

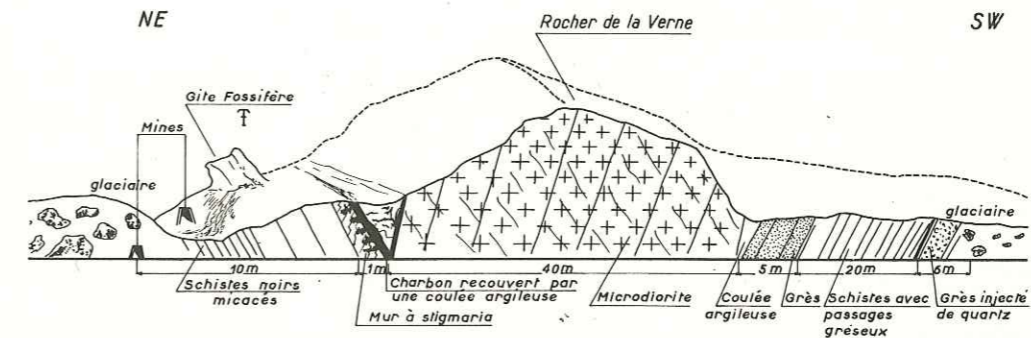


FIG. 58. — Coupe du Rocher de la Verne.

En allant du nord-est au sud-ouest on trouve successivement : des schistes noirs fins devenant plus gréseux, direction N.-W. - S.-E., pendage S.-W., 60°, puis des schistes noirs froissés et étirés :

- du charbon (molle) : 30 cm environ;
- quelques mètres au-dessus de la route se trouve un gisement fossilifère qui n'a fourni qu'une seule espèce, mais en abondance extraordinaire : *Neuropteris linguaeformis* P.B. Les couches fossilifères ne descendent pas jusqu'à la route ($x = 936,5$ et $y = 292,9$).

Puis, au contact immédiat du charbon, dont il semble cependant séparé par une zone un peu broyée, un petit massif de microdiorites, formant une arête dans la topographie, qui constituent le Rocher de la Verne proprement dit. Ces microdiorites sont vertes, massives et très dures, à cassure esquilleuse. On les exploite actuellement comme pierre à bâtir.

De l'autre côté de cette arête, on retrouve des schistes et des grès houillers, mais, cette fois avec un pendage inverse (quartier du Rochasson).

SYNCLINAL DU BOIS DES BANS [h]

Entre les concessions de Saint-Jean, Saint-Jacques et du Villaret, et séparant ces concessions, se trouve une zone non concédée et qui correspond à un synclinal de morts terrains secondaires. C'est le synclinal du Bois des Bans, dont l'axe passe un peu à l'est du hameau du Villaret et suivrait à peu près la crête de Rochemotte.

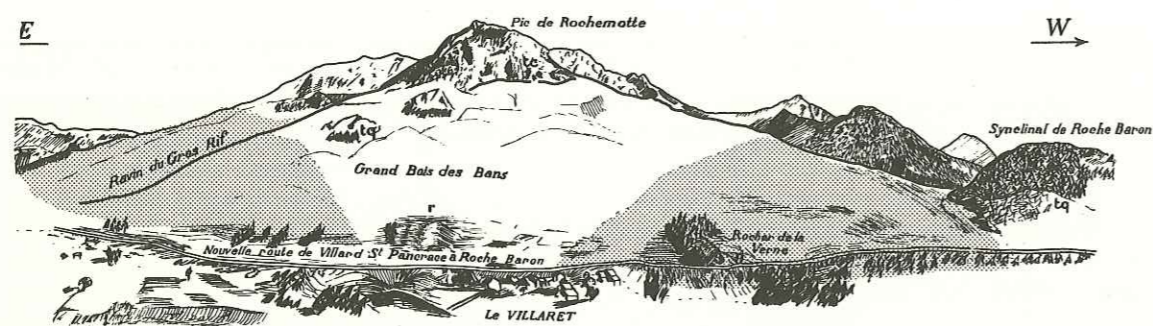


FIG. 59. — La rive gauche de la Durance à la hauteur du Villaret.

Ce synclinal semble être peu profondément enraciné près de la Durance, avec un fond très plat, à peu près à la même côte que le hameau du Villaret, mais doit s'envoyer rapidement vers le sud.

Il se traduit, sur les premières pentes à l'est du Villaret, par de vastes affleurements de Verrucano qui descendent jusqu'au talweg de la Guisane, sous forme de gros blocs disloqués, amoncelés les uns sur les autres et noyés dans leur propre arène de décomposition. L'ensemble mime une morphologie de paquets glissés, et je dirais volontiers qu'il s'agit d'affleurements « sub en place ».

Au-dessus, et leur succédant régulièrement, viennent les quartzites de base du Trias, eux aussi largement étalés dans le Grand Bois des Bans où ils forment des pentes ébouleuses et dépourvues d'eau. Directement au-dessus, on voit les calcaires dolomitiques gris bleutés du Trias, qui forment la crête de Rochemotte.

A l'est du synclinal mésozoïque du Bois des Bancs, le terrain houiller affleure largement sur les premières pentes du massif de Peyre-Eyraute; mais il y est très mal visible sous les bois et les éboulis.

Aussi ne peut-on y faire que très peu d'observations de surface intéressantes, et presque toutes les informations utiles à la compréhension du Houiller de ce secteur proviennent des travaux miniers, soit par l'intermédiaire des archives du Service des Mines pour les anciens travaux, soit par les observations effectuées dans les travaux actuels ⁽¹⁾.

CONCESSIONS DE SAINT-JEAN ET DE SAINT-JACQUES [i]

Les zones plus productives ont vu les travaux de nombreux exploitants paysans s'y grouper par « quartiers ». Les galeries sont exploitées par des « Sociétés » de mineurs qui sont chacune propriétaires de leur exploitation. Grâce aux renseignements fournis par ces travaux, et malgré la rareté des affleurements, nous sommes finalement assez bien renseignés sur la géologie de ce secteur.

(1) Rappelons que la minute des observations géologiques détaillées sur les travaux miniers, les plans d'exploitation et de surface, la compilation des archives, et d'une façon générale tous les documents impossibles à reproduire ici en raison de leur volume, sont conservés dans les archives du B.R.G.M. Je prie le lecteur de bien vouloir s'y reporter s'il désire des renseignements complémentaires sur tel ou tel secteur. Seules sont fournies ici les principales de ces informations, celles qui sont indispensables à la compréhension générale du Houiller briançonnais.

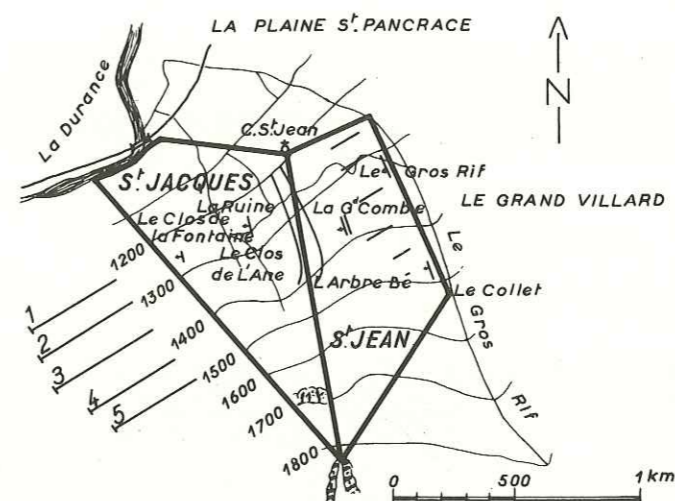


FIG. 60. — Plan schématique des concessions de Saint-Jean et Saint-Jacques.

Coupes transversales dans les concessions de Saint-Jean et de Saint-Jacques

Les coupes schématiques de la figure 61 tentent de synthétiser ces renseignements. Elles montrent, d'ouest en est :

- 1) L'existence d'un petit synclinal, percé par une venue éruptive, bien visible dans la coupe de la route au-dessus du Villaret (n° 1);
- 2) L'anticlinal dessiné comme lui faisant suite à l'est, est hypothétique mais très vraisemblable du fait de l'existence du grand synclinal du Bois des Bans.
- 3) Le synclinal que nous appelons synclinal du Bois des Bans, est large, faiblement enraciné au niveau du Villaret, si l'on en juge d'après le large affleurement du Permien qui existe en cet endroit, et par le petit affleurement de Houiller et de microdiorites visible juste au niveau de la Durance, mais s'envoie vers le sud.
- 4) Entre le synclinal du Bois des Bans et la concession de Saint-Jacques, un passage masqué par des éboulis de quartzites et de houiller cachant complètement le terrain, ne permet aucune interprétation; nous en sommes réduits à un tracé arbitraire. On a représenté un anticlinal après le synclinal du Bois des Bans pour faire le relais avec le synclinal suivant, mais ce n'est là qu'une hypothèse, il est vraisemblable que la tectonique de cette région soit en réalité plus complexe.
- 5) Plus à l'est, les coupes pénètrent dans les quartiers exploités, ce qui nous permet de donner une représentation plus précise. La coupe n° 1 passe approximativement par le début de la galerie Barnéoud Vincent à 1286,44. On y voit les terrains présenter un pendage E., mais en renversé, puis l'on passe à la zone très accidentée de la Grand'Combe. Les coupes faites à un niveau plus élevé, permettent de dessiner un synclinal dont l'axe serait déversé vers l'est, et dont le flanc E. serait entamé par un accident qui viendrait le couper. Derrière cet accident, dans la rive gauche du Gros Rif, on trouve les terrains presque en plateaux.
- 6) Enfin, à mesure que l'on va vers le sud, (comme c'est le cas pour les coupes nos 3, 4 et 5), on voit que ce synclinal se redresse, que son flanc W. n'est plus en renversé, tandis que l'accident de la Grand'Combe persiste.

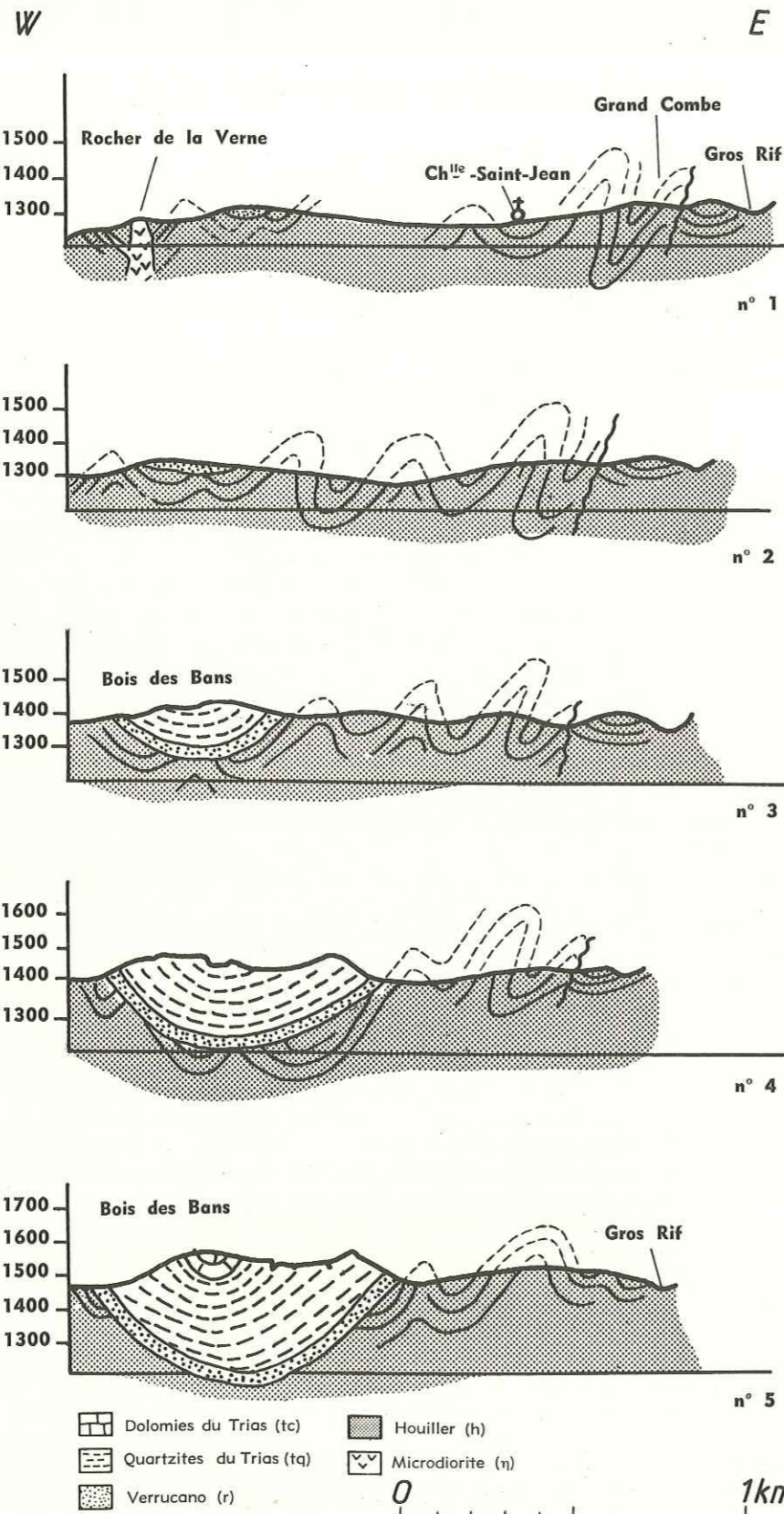


FIG. 61. — Coupes transversales sériees dans les concessions de Saint-Jean, Saint-Jacques et le synclinal du Bois des Bans. (la trace des lignes de coupe est indiquée sur la figure 60)

LE MASSIF DE PEYRE-EYRAUTE

On n'a pas représenté les accidents de détail observés dans les quartiers de la Ruine et du Clos de l'Ane, dont l'interprétation exacte est très difficile en l'absence de renseignements plus précis.

CONCESSION DU GRAND VILLARD [i]

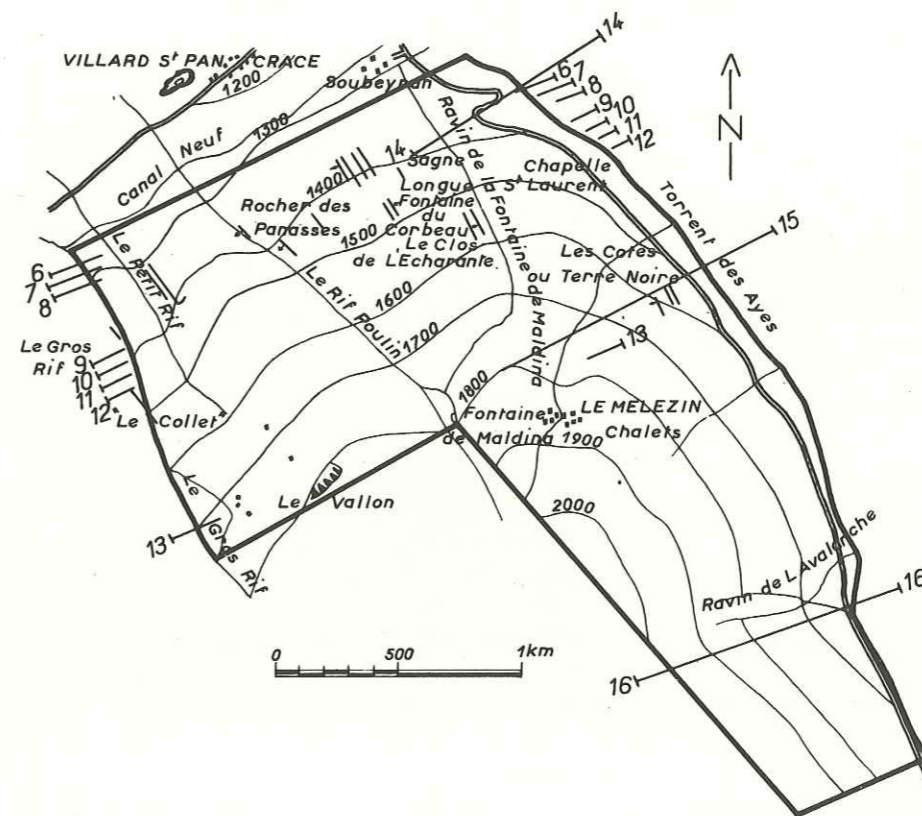


FIG. 62. — Plan schématique de la concession du Grand Villard.

La concession du Grand Villard renferme des couches nombreuses et puissantes qui ont provoqué d'importants travaux paysans, favorisés de plus par la proximité de Briançon. C'est dans la partie occidentale de la concession que se trouvent concentrés presque tous les travaux, avec les quartiers de la Fontaine du Corbeau, du Clos de l'Echarante, du Rocher des Panasses, du Rif Poulin, de Sagne Longue, du Petit Rif, du Collet et surtout de l'Olivier. Dans ce dernier, une « Grande Couche » montre une puissance irrégulière atteignant 10 à 12 m. On y a même signalé des renflements de 14 m. L'exploitation en a été très intense, et elle est signalée en surface par de nombreux affaissements (dépilage sans remblais). Il est difficile de connaître le tonnage total extrait, ces exploitations échappant en partie au contrôle du Service des Mines. LOCHARD (1917) estimait cette quantité à 2 000 ou 2 500 t pour une saison, c'est-à-dire les cinq mois d'hiver.

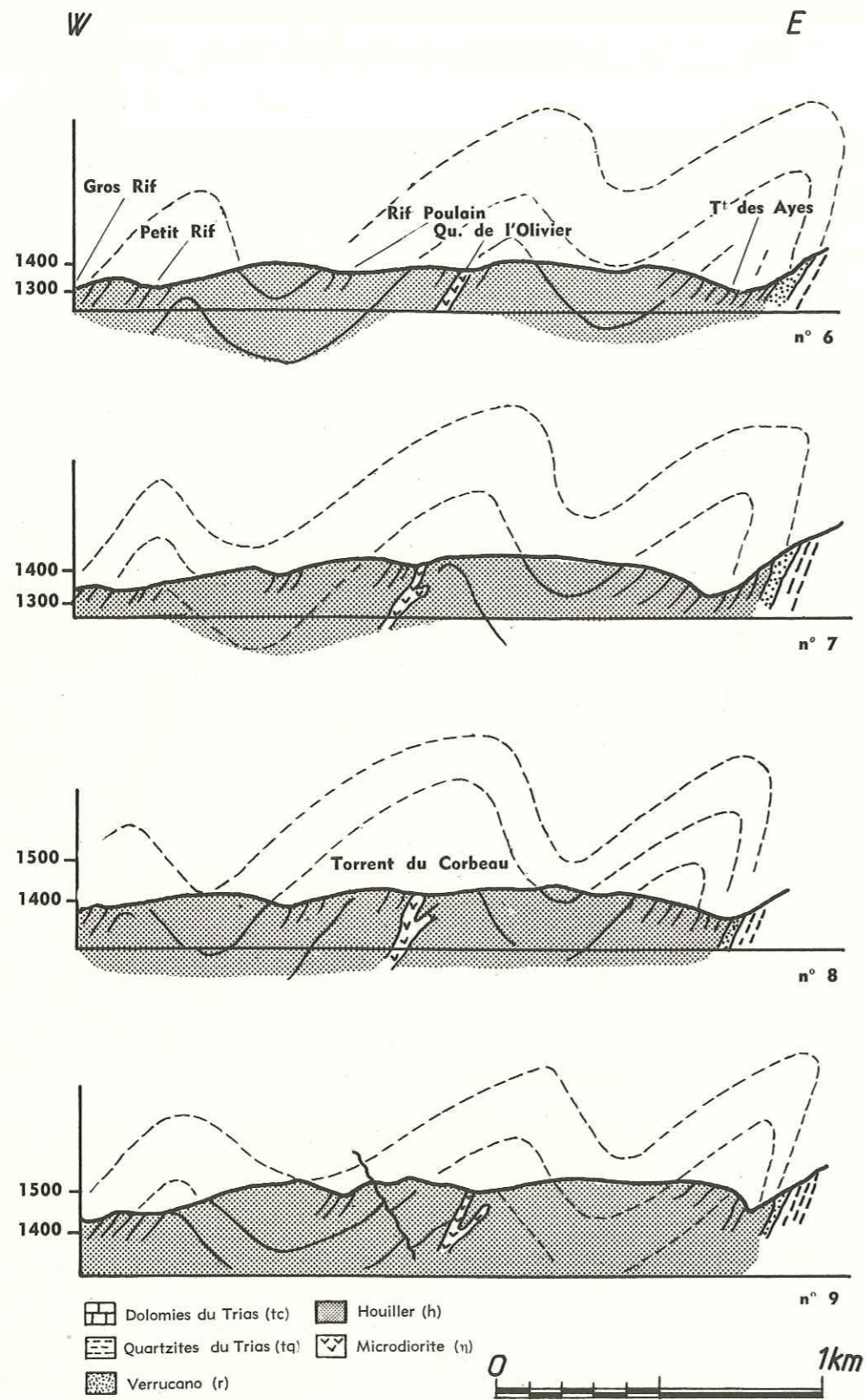


FIG. 63. — Coupes transversales séries dans la concession du Grand Villard (n° 6 à 9).
(la trace des lignes de coupes est indiquée sur la figure 62)

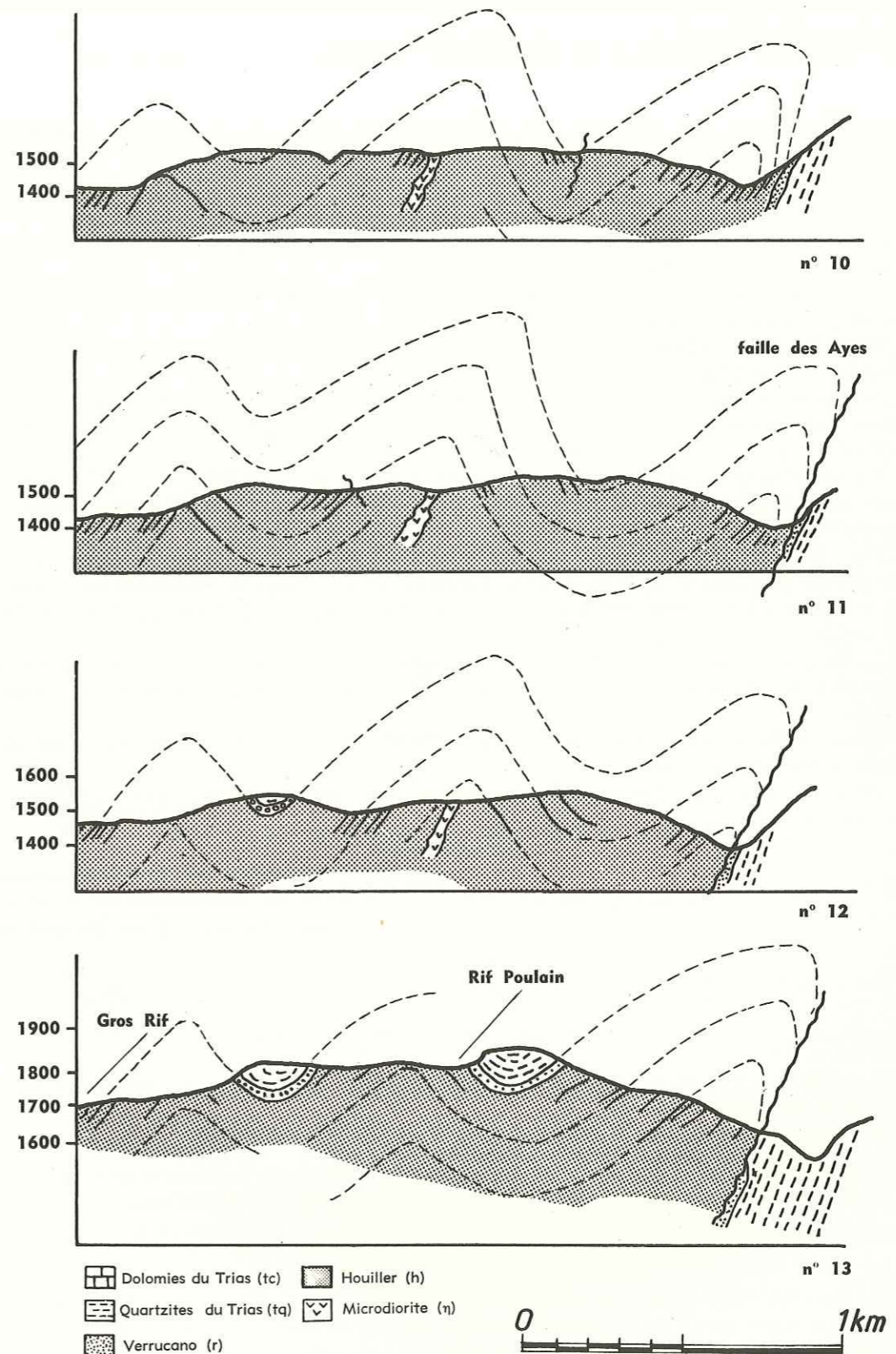


FIG. 64. — Coupes transversales séries dans la concession du Grand Villard (n° 10 à 13).
(la trace des lignes de coupes est indiquée sur la figure 62)

**Coupes transversales
dans la concession du Grand Villard**

En l'absence de coupe continue sur le terrain, une série de coupes transversales sérieuses à travers la concession du Grand Villard tentent de synthétiser le « pointillisme » des multiples renseignements obtenus (fig. 63 et 64).

Toutes ces coupes numérotées de 6 à 13, sont équidistantes de 100 m environ, partent du Gros Rif à l'ouest pour atteindre le torrent des Ayes, à l'est.

En l'absence de niveaux repères dans la masse du Houiller, on ne peut interpréter la stratigraphie que d'après les divers pendages observés.

Ici encore, le Houiller présente une plus grande complexité tectonique que le Permien et le Trias superposés : alors que la crête du Petit Puy représente grossièrement l'axe d'un large synclinal, nous voyons d'est en ouest dans le Houiller :

Un premier axe anticlinal, passant dans le quartier de la Cabane, ou du Petit Rif. La grande couche orientale, exploitée par les galeries Travail Justin et Colomban Pierre Fine présente un dôme qui pourrait bien être l'axe en question.

Dans la région du Rif Poulin et de la Fontaine du Corbeau, on retrouve des pendages W. Nous devons être dans le flanc W. d'un deuxième anticlinal. Pour souligner certaines anomalies dans les pendages observés sur la rive droite du Rif Poulin, on a porté sur la coupe 11 un petit accident.

Le flanc E. de cet anticlinal que nous appellerons anticlinal du Rif Poulin est visible dans le quartier de l'Echarante, avec un accident qui correspondrait au ravin de la ferme de Maldina.

Enfin, à cet anticlinal succède l'anticlinal faillé du torrent des Ayes, que nous allons rencontrer un peu plus bas.

On peut remarquer une certaine dissymétrie, tous ces anticlinaux ayant tendance à se déverser vers l'est.

**Inventaire des Couches reconnues
dans les concessions de Saint-Jean,
Saint-Jacques et du Grand-Villard**

On observe les principales formations charboneuses suivantes, d'ouest en est :

SAINT-JEAN ET SAINT-JACQUES

- 1) A la limite ouest de la concession de Saint-Jacques, au **Clot de la Fontaine** une petite couche, de peu d'intérêt.
- 2) **La veine Lucile**, de 0,60 m de puissance, qui n'a donné lieu qu'à des travaux insignifiants.
- 3) **L'Arbre Bé** : deux couches intéressantes, d'une puissance de 1 à 3 m, à pendage W. très accentué. Une troisième couche, peu exploitée au quartier de **la Ruine**.
- 4) **La Grand'Combe** : deux petites couches, de 0,40 et 0,60.
- 5) **Le Collet** : une couche irrégulière, de 1 m en moyenne.
- 6) **Le Gros Rif** : Une couche de 1,50 m de puissance moyenne, à pendage 10° W. Son exploitation a donné lieu à des travaux intenses — pour le Briançonnais, bien entendu — depuis fort longtemps. Une couche satellite de 0,60 m à 1 m, peu régulière y a aussi été exploitée.

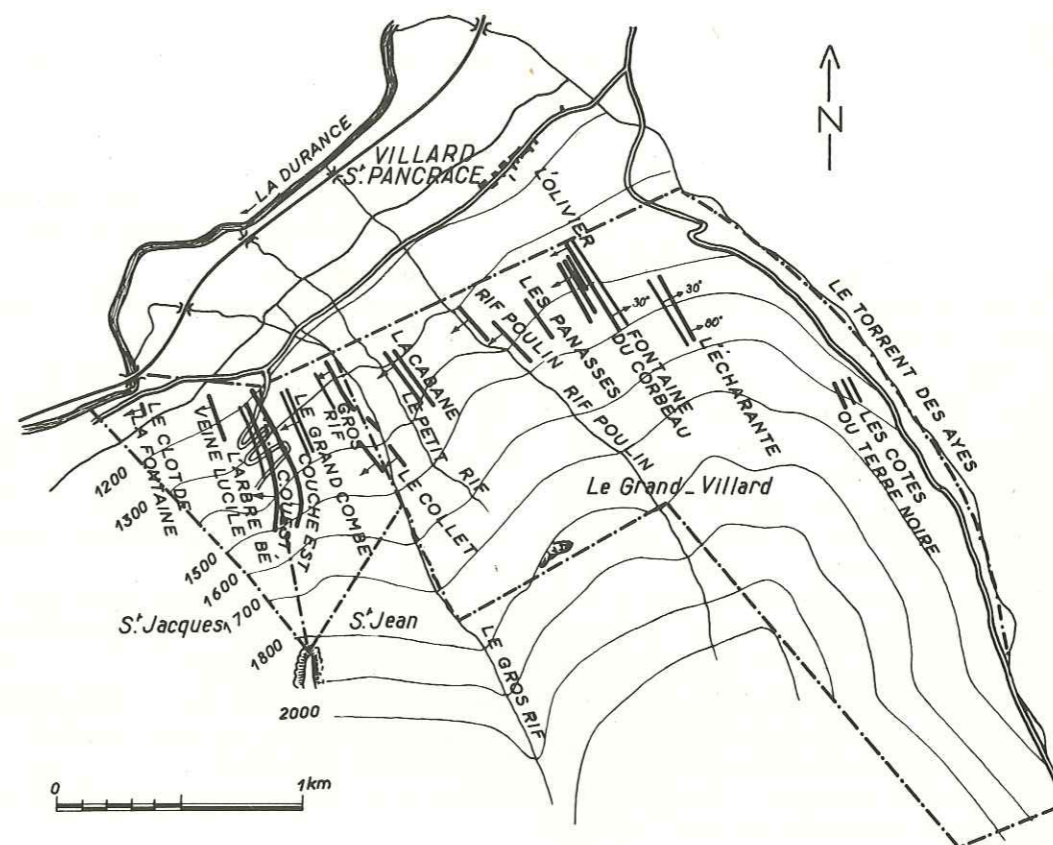


FIG. 65. — Les couches connues dans la concession du Grand Villard (d'après PERRINO)

GRAND VILLARD

(pour mémoire, le Gros Rif)

- 7) **La Cabane** : Deux couches distantes de 50 m. Puissance de 0,80 m avec, pour la couche orientale, des épanouissements atteignant 5 m. Pendage W. très fort.
- 8) **Rif Poulin** : Deux couches, l'une de 0,60 à 1 m de puissance, l'autre plus importante, présentant des épanouissements de 3 m et plus. Presque verticales, avec pendage W.
- 9) **Les Panasses** : On y a exploité une couche de 1 à 1,20 m.
- 10) **L'Olivier et la Fontaine du Corbeau** : sur 50 m d'épaisseur on y trouve cinq couches, dont la principale de la concession, dite **Grande Couche**. Comme toutes les autres, elle a une allure en chapelet, avec des lentilles offrant jusqu'à 14 m de puissance. Son pendage est à l'est dans les travaux supérieurs, à l'ouest dans les inférieurs. Les autres couches offrent une puissance moyenne de 0,60 à 1 m. Elles sont presque verticales, et pendent à l'ouest.
- 11) **L'Echarante** : deux couches parallèles, distantes de 20 m environ. Puissance : 1,50 à 3 m avec des étreintes et des renflements dont certains atteignent 6 m.
- 12) **Les Terres Noires** : trois couches, dont l'une de 1,20 m, à pendage W. 45°.

Toutes ces couches sont sensiblement parallèles, avec une direction N.-N.-W. Elles pendent tantôt à l'est, tantôt à l'ouest, en une succession de replis, si bien qu'en réalité les mêmes couches reviennent plusieurs fois dans cette succession.

Tectonique de la bordure orientale du Houiller de Peyre-Eyraute [k]

La disposition des terrains observés dans ce secteur s'explique par un pli anticlinal dissymétrique, dont l'axe serait déversé vers l'est.

En effet, tous les bancs du Houiller y pendent à l'ouest, de 40 à 60°, y compris les couches renversées. Ces bancs sont surmontés, en concordance apparente, par les conglomérats du Verrucano et les différentes assises du Trias, sur les hauteurs de la rive gauche. Sur la rive droite on retrouve ces assises à un niveau bien inférieur. On constate en outre dans la coupe du chemin des Ayes, ainsi que sur la rive droite du torrent, la disparition brutale des quartzites du Trias et la réduction du Permien. Enfin, les bancs de grès houillers y présentent souvent des indices de laminage.

Tous ces faits entraînent à penser que le flanc inverse de l'anticlinal est étiré, que cet étirement s'accroît à mesure que l'on remonte le torrent, et que l'on passe progressivement à une faille inverse qui fait disparaître le Permien et les quartzites du Trias.

Au niveau du talweg des Ayes, au point coté 1 667, sur la rive droite, les calcaires dolomitiques du Trias surplombent directement le torrent. Sur la rive gauche, au contraire, on trouve tout de suite, après un court passage masqué, le terrain houiller en place.

Les coupes 14, 15 et 16 (fig. 66), schématisent l'allure probable de cet anticlinal faillé, que nous appellerons **anticlinal des Ayes**.

BOIS DES AYES [l]

Au fond de la vallée des Ayes, se trouve le Grand Bois des Ayes, montagne qui est, ou plutôt semble tout entière constituée par du Houiller désagrégé, « sub en place », recouvert de bois et taillis très touffus, où il est impossible de relever le moindre pendage avec certitude.

Les seuls bons affleurements sont visibles sur la crête même : en la parcourant du sud-sud-est vers le nord-nord-ouest, on rencontre, sous les quartzites du Trias, le Houiller qui culmine ici en position anticlinale au point coté 2 445. Le contact s'effectue par une faille, le Verrucano manque en crête même.

C'est une épaisse formation de grattes et grès grossiers, avec des galets de quartz filonien blanc gros et très abondants, quelques galets de houiller remanié. L'épaisseur de cette formation est difficilement appréciable. Elle est de 100 m ou plus. Vers la base, la granulométrie devient plus fine, et les grattes font place à des grès, fins dans l'ensemble, rubéfiés par places.

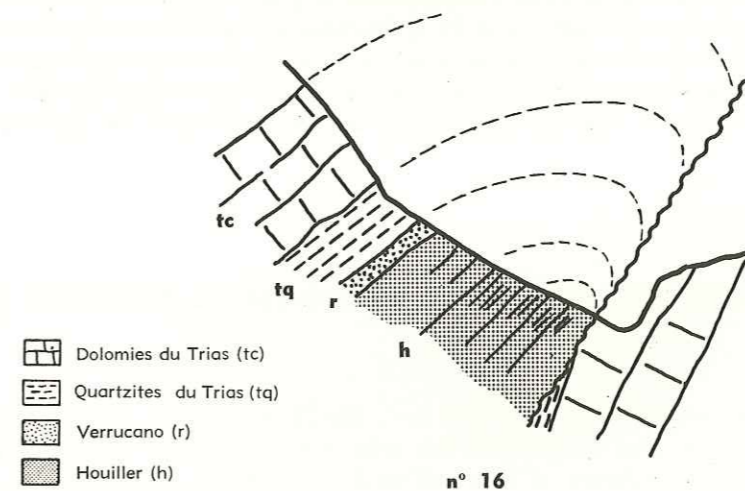
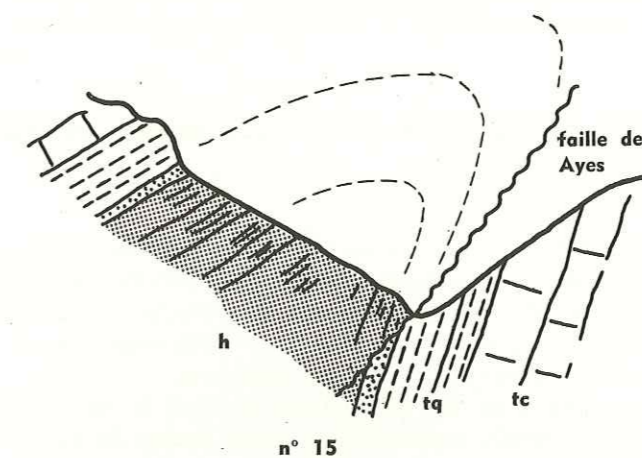
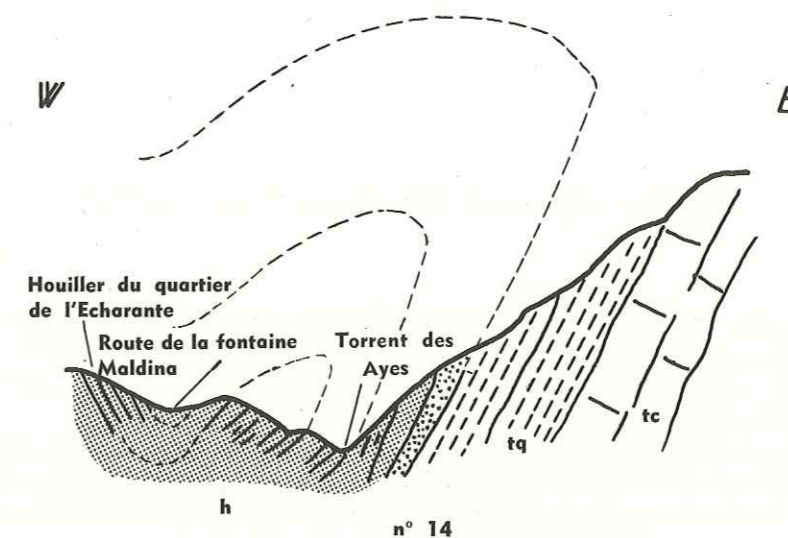


FIG. 66. — Coupes schématiques de l'anticlinal des Ayes. (la trace des coupes est indiquée sur la figure 62)

LAMBEAU HOULLER DES CHALETS DE CLAPEYTO

Près des chalets de Clapeyto, dans le Queyras, affleure un minuscule lambeau de Houiller encastré dans les quartzites. En gros, le pendage est de 60° au sud-ouest (MORET, 1923, p. 29). Si j'en parle ici, malgré sa position géographique, c'est qu'il s'agit d'un témoin évident de l'ancien prolongement vers le sud de l'anticlinal des Ayes.

Ce Houiller de Clapeyto est tout à fait semblable à celui du Bois des Ayes : ce sont les mêmes grès stériles et gros conglomérats, bourrés de galets de quartz blancs, localement teintés de rouge « *per descensum* », qui semblent passer progressivement au Permien en se chargeant de galets roses, puis aux quartzites blancs du Trias.

CONCESSIONS DE LA TOUR ET DE LA-PLAINE-SAINT-PANCRACE [m] [n]

Au nord du Grand Villard, le Houiller de Peyre-Eyraute est masqué par les alluvions de la Durance. Seuls en émergent quelques petits monticules de grès houillers, comme le Rocher du Clos, où des schistes ont fourni une flore du Westphalien C. Au même endroit, un sondage a traversé 39 m d'alluvions puis a été poussé dans le Houiller jusqu'à la profondeur de 273 m où il a été abandonné dans des bancs presque verticaux.

Dans ce secteur, les deux concessions de la Tour et de la Plaine-Saint-Pancrace ont reconnu et exploité un certain nombre de couches, toutes dirigées N. 10 à 20° W., avec un pendage W. variant du subvertical à 45°. Toutes ces couches n'ont été exploitées qu'au voisinage de la surface (aux mines de la Tour, l'exploitation a cependant atteint la profondeur de 60 m), et sont interrompues par les alluvions de la Durance au nord, et quelquefois même au sud. Mais il n'y a aucune raison de supposer qu'elles ne se poursuivent pas au nord en direction du massif du Prorel, en passant sous la Durance. Vers le sud, il est évident qu'elles se prolongent par les couches exploitées dans les concessions du Grand Villard, de Saint-Jean et de Saint-Jacques.

HOULLER PSEUDO-METAMORPHIQUE AU SUD-EST DE BRIANÇON [o]

Près de l'entrée du cimetière de Briançon ($x = 939,75$; $y = 296,6$) le talus de la route entame des schistes gréseux, plus exactement des grès et conglomérats feuilletés, qui ont ici un faciès particulier, un peu verdâtres, et très chiffonnés, avec des filets glandulaires de quartz en tous sens.

A l'œil nu, ces caractères les font un peu ressembler, si l'on veut, au Carbonifère métamorphique de Modane. En fait, l'étude pétrographique en lames minces n'y révèle aucun minéral de métamorphisme, mais y met en évidence les déformations, dues aux efforts tectoniques subis par la roche.

De même, dans le torrent de Cervières ($x = 940$; $y = 296$) des affleurements houillers ont un aspect bien particulier : ce sont des schistes, des grès et surtout des conglomérats très écrasés et laminés, recouverts d'un enduit argenté de séricite. C'est probablement pourquoi ils ont pu être considérés comme métamorphiques (MORET, 1923, p. 23). Mais ici encore, et pour les mêmes raisons, je pense que l'expression **Houiller laminé** convient mieux.

Non loin de là se trouve la classique **coupe du pont Baldy**, qu'on peut observer sur le talus de la route allant du pont Baldy au Rocher Gaffouille. Nous ne la décrivons pas ici, car elle est un peu en dehors de notre région. Disons seulement qu'elle montre, dans un fouillis tectonique inextricable, des copeaux de schistes houillers sériciteux, tellement mylonitisés qu'ils sont peu reconnaissables.

On doit penser, avec beaucoup de vraisemblance, que des efforts tectoniques, exceptionnellement puissants dans ce secteur, y sont à l'origine de l'aspect pseudo-métamorphique des roches houillères laminées.

XI. Le massif du Prorel

Face à Briançon, et de l'autre côté de la Durance, se trouve la montagne du Prorel (2 572 m). C'est un massif bien individualisé, surplombant Briançon de sa masse trapue et qui, par son aspect arrondi, ses pentes douces, tranche sur les formes hardies des montagnes environnantes.

Toute la base de ce massif est formée par une énorme masse de terrain houiller, qui n'est d'ailleurs que le prolongement des importants gisements du massif de Peyre-Eyraute, décrit précédemment, et qui sert de socle aux fameuses écailles décrites par P. TERMIER.

Ce terrain houiller, productif, a donné lieu, de date immémoriale, à de multiples exploitations paysannes, et, plus récemment aux petites mines de Combarine et des Eduits.

Il est surmonté par une couverture de morts-terrains (Secondaire et Tertiaire) engagée dans un certain nombre d'accidents tectoniques, qui sont ces « écailles ». Disons tout de suite que le Houiller ne participe que pour une faible part à cette tectonique complexe de la couverture, et d'une façon toute particulière, car, entre l'ensemble surtout gréseux Houiller-Verrucano-Quartzites triasiques et la série calcaire Trias supérieur-Jurassique-Crétacé de cette couverture, il existe un niveau de gypses et cargneules, plastique, qui, lors des efforts orogéniques, a conféré à chacun de ces ensembles une certaine indépendance vis-à-vis de l'autre (GOGUEL, 1940). La coupe schématique de la figure 68 permet de se rendre compte de cette indépendance. Les efforts tectoniques qui sont à l'origine de la formation des différentes « écailles » à matériel secondaire et tertiaire n'ont entraîné que des copeaux de Houiller à leur base, de plus en plus ténus et laminés au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'ouest. Le lambeau de Fréjus, où le Houiller contient des traces de graphite, en est un exemple.

Ce schéma rend compte du fait que, dans la partie est de la région étudiée ici (Bois du Prorel, Puy-Saint-Pierre et Puy-Saint-André), le Houiller forme une masse importante, tandis qu'à l'ouest (Prelles), il diminue très rapidement, en même temps qu'il se lamine.

La limite géographique entre ces deux secteurs coïncide sensiblement avec le ravin du grand torrent de Sachas. C'est pourquoi, pour la commodité de notre exposé, nous examinerons successivement le secteur situé au sud-ouest de ce torrent, et où, à part la concession de Prelles, nous n'aurons plus que des lambeaux discontinus et très bouleversés, puis l'important gisement houiller du massif du Prorel proprement dit, et enfin les petites concessions de Fréjus et de Cote Péallas, où le terrain houiller a été exploité pour le graphite qu'il contient.

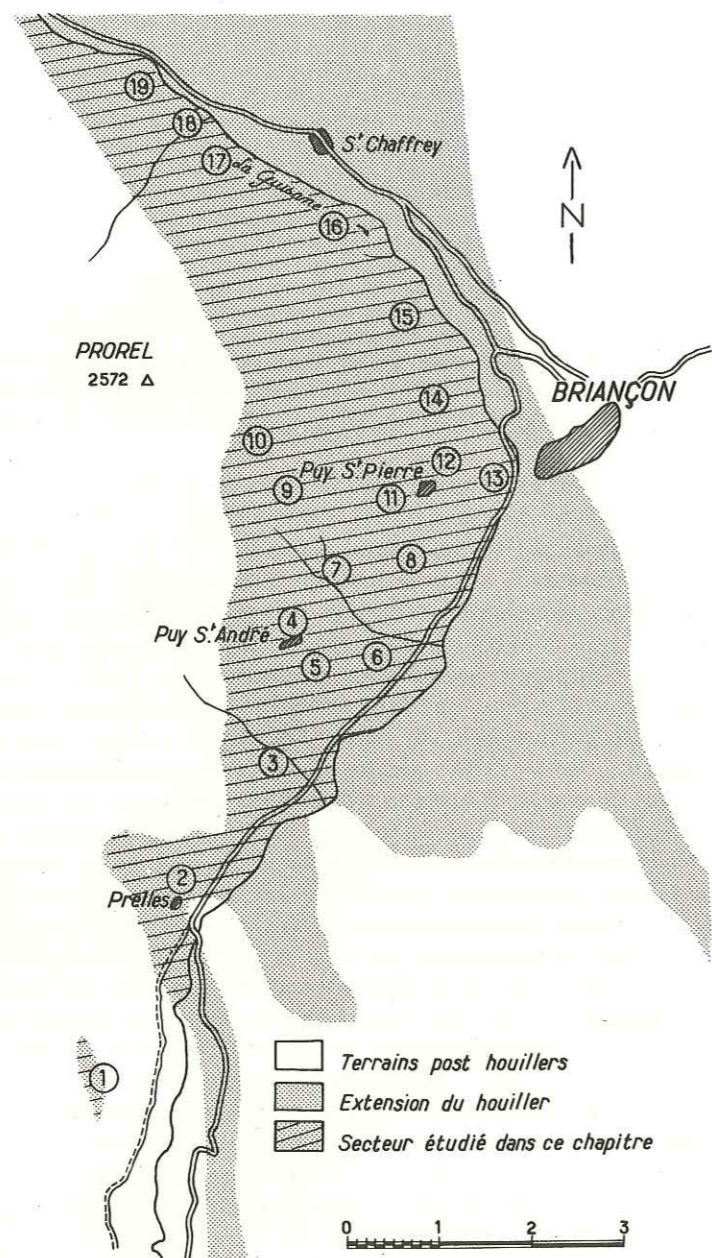


FIG. 67. — Carte schématique du Carbonifère du Prorel.

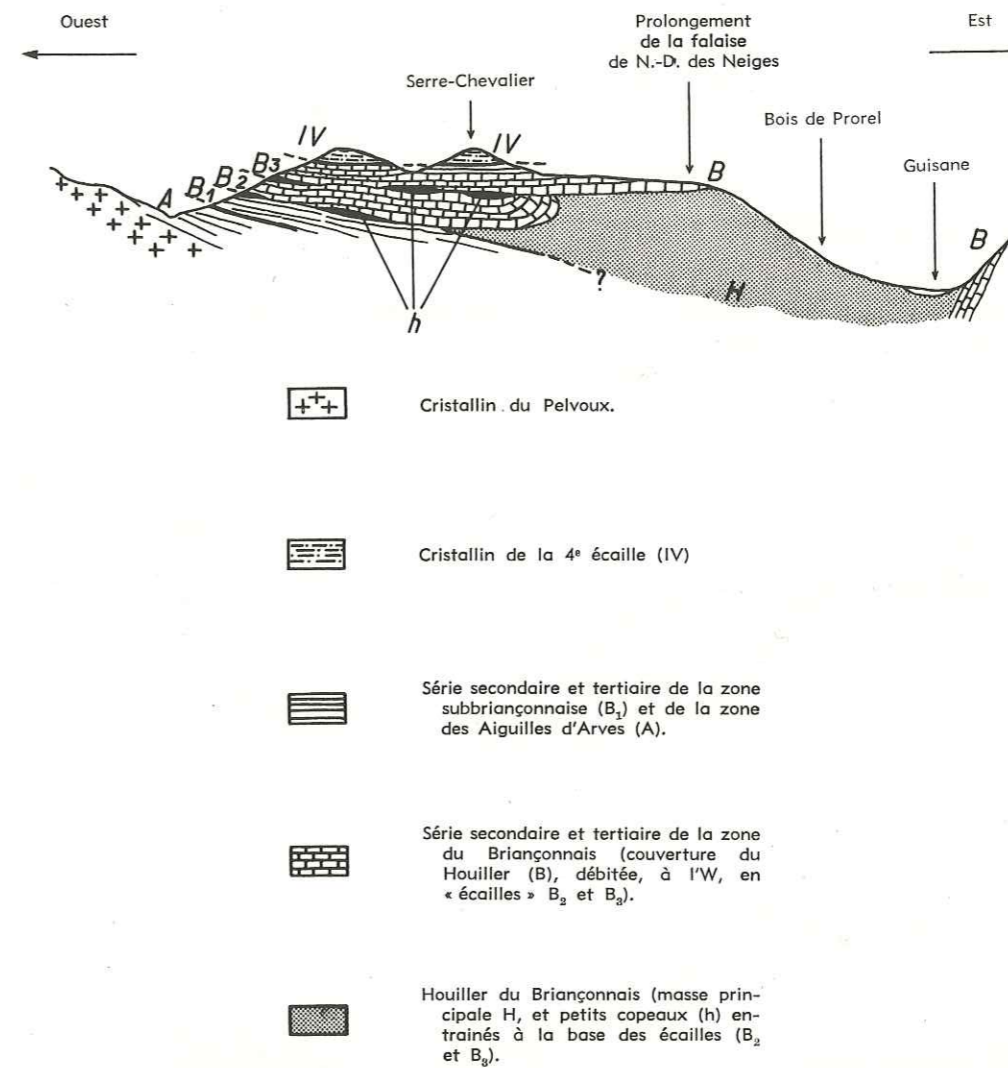


FIG. 68. — Coupe purement schématique, montrant la position probable du Houiller par rapport aux écailles briannonnaises à matériel secondaire et tertiaire.

1. LAMBEAUX HOUILLERS AU SUD DU TORRENT DE SACHAS

Le Carbonifère de ce secteur, engagé dans une tectonique d'une complication extrême, est étiré, coincé, laminé, écrasé, bouleversé, de telle façon que l'on trouve des affleurements houillers un peu n'importe où, et au milieu de n'importe quels autres terrains.

CONCESSION DE BOUCHIER [1] (1)

C'est certainement la concession la plus deshéritée de tout le Briançonnais. Elle est très mal située, à une altitude élevée, et d'un accès toujours pénible, en certains points franchement dangereux. Elle n'a jamais donné lieu qu'à des grattages disséminés un peu partout sur la concession. Chaque année des habitants de Bouchier y creusaient de petites fouilles, sans

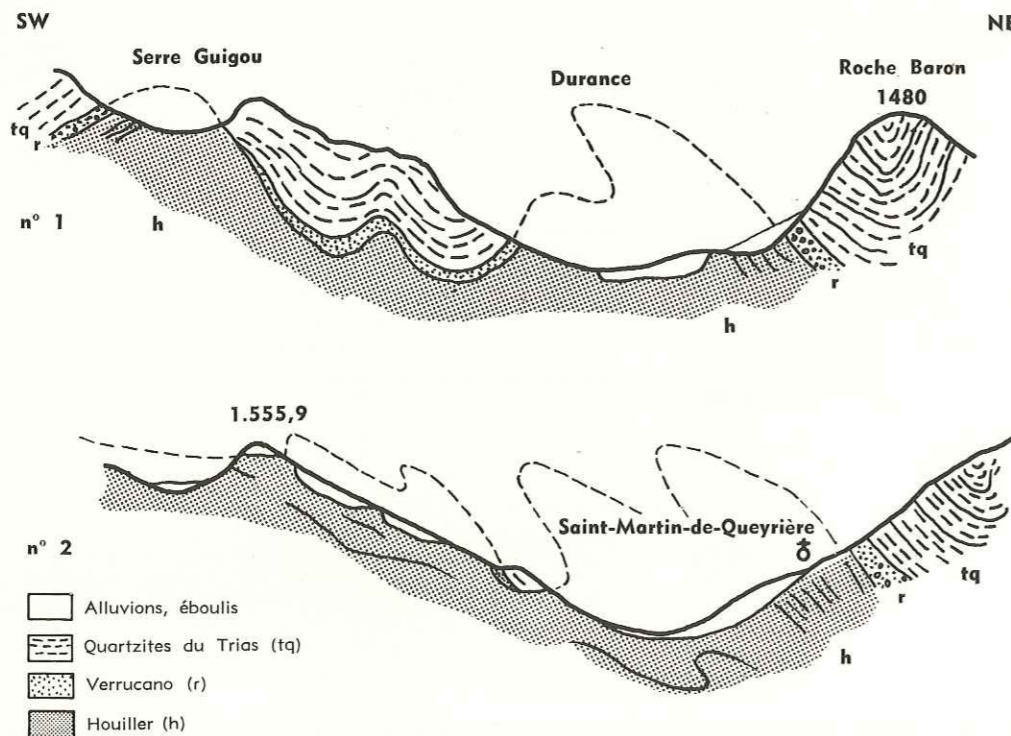


FIG. 69. — Coupes transversales de l'anticlinal houiller de Saint-Martin-de-Queyrières, sur la rive droite de la Durance.

(1) Les chiffres 1 à 19 entre crochets renvoient à la figure 67.

boisage ni muraillement d'aucune sorte. Presque toujours en descenderies, elles étaient rapidement noyées, remplacées par d'autres fouilles à proximité immédiate.

Quant au gisement, il ne s'agit que de minuscules copeaux de terrain houiller laminés, entraînés dans la tectonique d'écaillés et je n'en fais mention ici que parce qu'il y a une concession.

Plus au nord sur les pentes de la rive droite de la Durance, on retrouve quelques mauvais affleurements, restreints et discontinus, là où le terrain houiller perce sa couverture de quartzites.

CONCESSION DE PRELLES [2]

Elle a donné lieu à des travaux miniers d'une certaine importance sur les affleurements houillers situés de part et d'autre du synclinal de Prelles, et qui sont d'ailleurs les seuls présentant un intérêt d'exploitation au sud du torrent de Sachas.

Synclinal du Piollier

L'axe de la concession est marqué par une barre de quartzites triasiques, qui semblent venir barrer la vallée de la Durance. C'est le synclinal du Piollier, prolongement évident de celui de Roche Baron, sur l'autre rive de la Durance.

De part et d'autre de ces quartzites affleure le Houiller, très chiffonné et faillé, exploité dans les nombreux quartiers paysans de la concession de Prelles.

TORRENT DE SACHAS [3]

Le torrent de Sachas a creusé l'important ravin qui sépare le massif de la Condamine (à la structure complexe et où se trouvent les lambeaux houillers dont il vient d'être question) et la montagne du Prorel proprement dite, où se trouve la masse principale du Houiller.

Il entame le Houiller dans sa partie inférieure : à 2 000 m, au sommet du cône de déjection, on voit des affleurements de microdiorites, analogues à celles de la butte du Chatelard, et les orifices de nombreuses galeries abandonnées, avec d'abondants déblais (hors concession).

Plus haut, le ravin entame à plusieurs reprises d'autres amas de microdiorites, sous le hameau de Sachas; c'est de ces amas que proviennent les échantillons décrits et analysés par TERMIER, dont il a été question dans la première partie de cette étude.

2. PROREL PROPREMENT DIT (REGION AU N.-E. DU TORRENT DE SACHAS)

Les premières pentes sont entièrement couvertes de concessions paysannes :

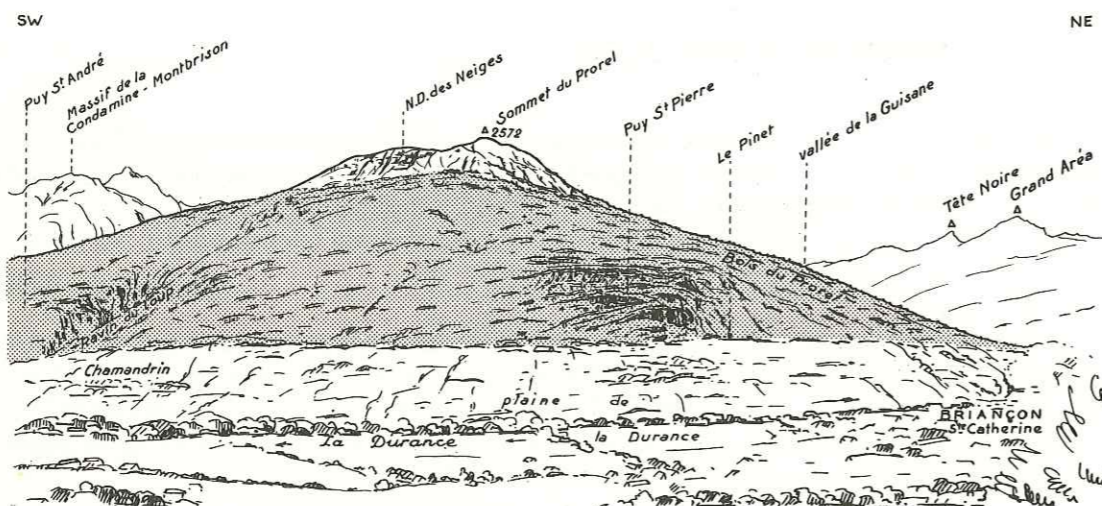


Fig. 70. — Le massif du Prorel.

CONCESSION DE PUY-SAINT-ANDRE [4]

En dehors de grattages insignifiants, effectués un peu partout sur le territoire de cette concession, il n'y eut de travaux, d'ailleurs importants, que sur les rives du torrent du Fossa et de ses affluents, avec les deux importants quartiers du Fossa et, en-dessous, de l'Envers, où l'on retrouve le prolongement du gisement de Combarine. On y connaît notamment une belle couche d'antracite non broyé.

CONCESSION DE GAGNIARE [5]

Une partie importante de la surface de cette concession est constituée par l'important amas de microdiorites qu'on voit affleurer largement dans le ravin du Loup, et sur les pentes au sud du village du Puy-Saint-André.

CONCESSION DE CHAMANDRIN [6]
RAVIN DU LOUP [6] [7]

En remontant le talweg, nous traversons d'abord les concessions de Chamandrin et de Gagniare. L'érosion y a dénudé les affleurements où se sont installés les quartiers du Rif Claret, de la Draye et de la Vignette, des Richardes, du ravin du Fossa.

Puis le talweg forme la limite entre les concessions de Puy-Saint-André et de Combarine. Le Houiller surmonte ici un énorme amas intrusif de microdiorites qui ont été décrites dans la première partie de cette étude, ainsi que leur curieux contact avec le Houiller sédimentaire.



Fig. 71. — Rive gauche du ravin du Loup, contact des microdiorites.

CONCESSION DE COMBARINE [7]

APERÇU HISTORIQUE

On sait que des mines paysannes étaient déjà installées sur la rive gauche du ravin de la Sagne, dès 1850. On y exploitait alors la couche « Grande Mine » qui était renommée pour sa puissance et sa régularité.

L'exploitation s'étendit peu à peu vers l'est, et vers 1880 l'exploitation s'était établie au lieu-dit « Cabane des Mineurs » où se trouve encore l'entrée des travaux actuels. D'autres couches furent reconnues sans que l'on comprenne bien tout d'abord leurs relations, ni même qu'on arrive à les identifier.

Comme dans les autres mines paysannes du Briançonnais, les travaux étaient interrompus durant toute la belle saison : on poussait des galeries en direction jusqu'à une assez faible distance dans la profondeur du gîte : on les abandonnait au printemps pour les reprendre en automne, si toutefois elles étaient encore en état. Il en résulte une grande confusion qu'il est actuellement impossible de démêler avec la seule aide des archives, d'autant plus que les plans n'ont pas été tenus de façon suivie.

Vers 1917, les travaux sont repris par la *Société des Mines et Agglomérés du Briançonnais*, qui leur donne une ampleur exceptionnelle pour le pays, et en fait une mine de caractère industriel, la production étant acheminée par câble jusqu'à l'usine d'agglomérés de la Tour, ce qui lui assure un débouché suffisant.

Actuellement, la mine de Combarine est aux mains de la *Société des Charbonnages et Electricité du Sud-Est*. Les travaux sont poursuivis sans interruption pendant toute l'année, et dirigés de façon continue par M. ROUSTAN, Ingénieur, qui en tient les plans. Je dois à M. ROUSTAN la compréhension de l'allure d'ensemble du gisement, et de nombreux renseignements que j'ai utilisés ici.

DESCRIPTION DU GISEMENT DE LA COMBARINE

A première vue, le gisement de la Combarine est divisé en trois régions bien distinctes par deux grandes failles N.-S. Comme on ne sait pas encore quelles peuvent être les relations des couches entre ces trois secteurs, nous allons, pour la clarté de l'exposé, les décrire successivement.

1. Partie ouest

C'est la plus anciennement exploitée. Sur la rive gauche du ravin de la Sagne, on voit affleurer, au-dessus des microdiorites, une série gréseuse puissante d'une quarantaine de mètres, contenant trois ou quatre passées charbonneuses inexploitable, qui constitue le mur de la **couche 4** ou « Grande mine ». Tous ces terrains sont très bien visibles en affleurement.

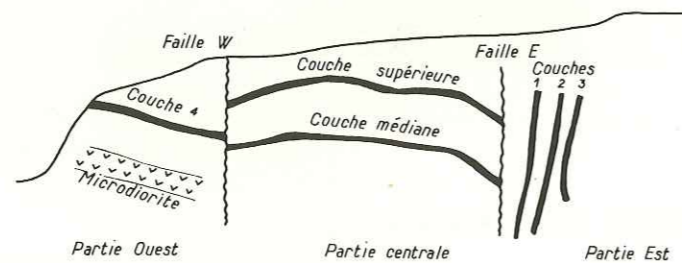


FIG. 72. — Coupe schématique du gisement de la Combarine.

La couche 4 a une puissance moyenne de 1,50 à 1,70 m, s'élevant jusqu'à 2 ou 2,50 m, mais avec de nombreuses serrées. Elle est généralement formée de beau charbon bien lité (= gazon) contenant moins de 10 % de cendres.

Le toit immédiat est généralement formé de grès, sur une épaisseur variable (1 m en général, quelquefois plusieurs mètres) surmontés de grattes grossières. Le mur fait des bosses et « monte » au toit, d'où la puissance irrégulière de la veine.

Cette couche plonge doucement à l'est (en général 30° au nord-est) mais se relève localement au voisinage de la faille W., comme l'avaient noté les anciens exploitants et comme viennent de le mettre en évidence les travaux de recherches et d'aménagement.

Faille ouest

Cet important accident, dirigé sensiblement N.-S. sépare la partie ouest, du gisement central de la mine de Combarine. On observe son passage dans le T. B. E.-W. au niveau 1 483, où elle se traduit par une zone broyée d'une dizaine de mètres de traversée horizontale.

2. Partie centrale

On y connaît deux, et, peut-être, trois couches.

Couche supérieure :

Elle a autrefois été exploitée sous le nom de couche n° 4, dont on pensait, à tort, qu'elle était le prolongement. En fait, la confusion n'est plus possible aujourd'hui, puisqu'on sait que la couche 4 est située à 40 m au toit des microdiorites du ravin du Loup, tandis que la couche supérieure, dont il est question ici, est au toit de la couche médiane.

Cette couche dessine un dôme anticlinal, mais avec des ondulations (pendages très variables), et de nombreuses serrées ou accidents divers.

Couche médiane (ou intermédiaire) :

Cette couche est située au mur de la précédente, dont elle est séparée par un entre-deux gréseux d'une trentaine de mètres. Elle a, elle aussi, une allure lenticulaire marquée. Dans le T. B. 1483, elle a un pendage de 30 à 40°, mais elle dessine, comme la couche supérieure, un mouvement anticlinal, avec de nombreuses ondulations secondaires.

Couche inférieure :

Son existence réelle est incertaine. Certains documents font état de grattages qu'on aurait faits dans un niveau charbonneux affleurant un peu au-dessous de la galerie 1 523,90.

Faille est

Cet accident, tout comme le précédent, est dirigé grossièrement N.-S. Il sépare la partie centrale du gisement du secteur oriental.

Le sens et l'amplitude du rejet nous sont inconnus.

3. Partie est

Cette partie étant maintenant complètement abandonnée, je ne peux ici que répéter ce que m'en a dit M. ROUSTAN :

Il y a trois couches reconnues, presque verticales; la plus importante est la deuxième (puissance 1 m et pendage 75° W). On y a surtout fait quelques grattages en affleurement.

CONCESSION DE ROCHE-PESSA [8]

Le Houiller affleure sur toute sa surface, mais de façon assez confuse. Un gisement fossilifère y a fourni *Neuropteris linguaefolia* P. B. (en $x : 937,7$ et $y : 296$, sur le talus de la route).

CONCESSION DE PRAIRA [9]

Cette concession est la plus élevée de tout le massif du Prorel puisqu'elle est située entre 1 650 et près de 2 000 m sur les pentes entre le village du Puy-Saint-Pierre et la falaise de Notre-Dame-des-Neiges. Elle a donné lieu à un grand nombre de travaux, généralement très mal conduits, et tout ce qu'on a pu dire sur l'anarchie et l'état misérable des mines briançonnaises trouve ici un de ses plus beaux exemples. De plus, les renseignements qui nous ont été fournis par les archives du Service des Mines, sont presque toujours incomplets et fragmentaires, et ceci pour la raison très humaine que l'accès pénible des travaux en hiver ne pouvait en encourager une surveillance assidue. Bien entendu, il n'y a aucun plan d'ensemble, et pour plusieurs des quartiers dont les archives font mention, nous n'avons aucune idée de leur emplacement dans la concession. Il semble y avoir une assez grande densité de niveaux charbonneux, qui n'ont guère été suivis plus loin que le voisinage immédiat de la surface, mais il s'agit surtout de couches peu puissantes, et assez irrégulières d'allure, avec du charbon de qualité médiocre.

Plusieurs gîtes fossilifères, au-dessus du hameau de Puy-Richard, montrent qu'il s'agit de Westphalien C.

AFFLEUREMENTS HOUILLERS AU-DESSUS DE LA CONCESSION DU PRAIRA [10]

Dans le chemin muletier qui monte de Puy-Saint-Pierre à la chapelle de Notre-Dame-des-Neiges, on peut voir l'affleurement d'une veine renversée (1).

Ce fait est important, car il montre que la structure du Houiller du Prorel est beaucoup plus complexe que ne le croyaient LORY (1864) et MORET (1923) quand ils proposaient une stratigraphie du terrain houiller briançonnais fondée sur la morphologie du versant du Prorel

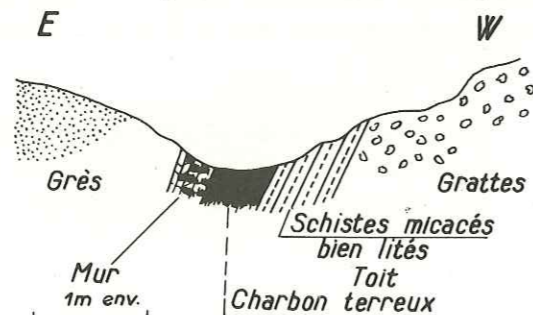


FIG. 73. — Affleurement renversé au-dessus de la concession du Praira.

(1) Cet affleurement est situé dans le chemin même qui emprunte à cet endroit un petit ravinement creusé en direction dans le charbon, plus tendre, à peu près à la limite de la concession du Praira. Les coordonnées sont $x : 936,5$ et $y : 297,5$. La direction des bancs est sensiblement N.-S., le pendage à l'est, très fort, localement même vertical.

décrié ici; j'ai discuté ces faits à propos de la stratigraphie du Houiller, dans la première partie de cette étude.

Les affleurements houillers montent jusqu'au pied de la falaise mésozoïque de Notre-Dame-des-Neiges, c'est-à-dire jusqu'à la cote 2 100 environ.

CONCESSION DE PUY-SAINT-PIERRE [11]

Le village de Puy-Saint-Pierre est bâti sur un imposant abrupt de grès et grattes houillers, où le détail des pendages donne l'impression d'une grande confusion, par suite de la stratification entrecroisée. Une vue d'ensemble montre cependant un mouvement synclinal.

Depuis fort longtemps déjà, cette concession a fait l'objet, tous les hivers, de travaux généralement peu importants, disséminés çà et là sur tout son territoire. Dans les déblais du quartier du Mas du Cros, des schistes noirs fins ont fourni quelques plantes, parmi lesquelles *Sphenopteris schatzalarensis* Stur et *Sphenopteris cf. ovata* Weiss.

CONCESSION DU ROCHASSON [12]

Elle n'a donné lieu qu'à très peu de travaux.

CONCESSION DU PINET [13]

Les éboulis de bas de pente couvrent presque toute la surface de cette concession qui est encore inexplorée.

CONCESSION DU CHABAS [14]

Les affleurements en sont presque entièrement masqués sous les pâturages ou la forêt du Prorel.

CONCESSION DE PRAMOREL [15]

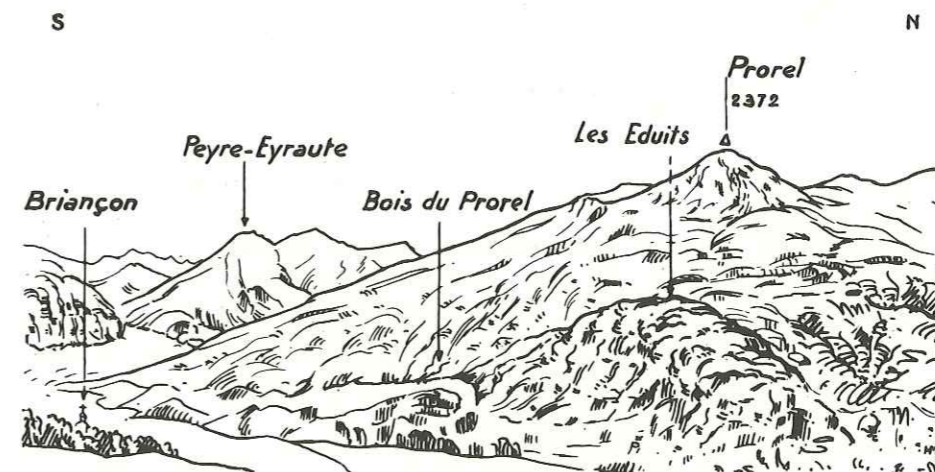


FIG. 74. — Le versant E. du Prorel.

CONCESSION DE L'AVALANCHE [16]

Elle n'a donné lieu qu'à des travaux peu importants. Près du Rocher Noir, des schistes fins ont fourni quelques plantes, dont *Pecopteris plumosa-dentata* Artis.

Au Pont Carle, une galerie ouverte à T. B. dans un affleurement de grès houillers surmontés de microgranites, a trouvé une couche dont le toit immédiat est formé d'un microgranite pétrographiquement identique à celui qui forme le toit de la couche des Eduits que nous allons voir maintenant; on peut faire l'hypothèse, d'ailleurs très vraisemblable, d'un raccordement entre ces deux couches.

CONCESSION DES EDUITS [17]

Elle est traversée par une falaise de grès houillers massifs qui déterminent une importante falaise, dirigée N.-N.-W., surplombant la vallée de la Guisane. Cet épais banc gréseux est au mur du gisement exploité aux Eduits. La partie supérieure de la concession est masquée par les riches pâturages (sur glacière) des chalets des Eduits.

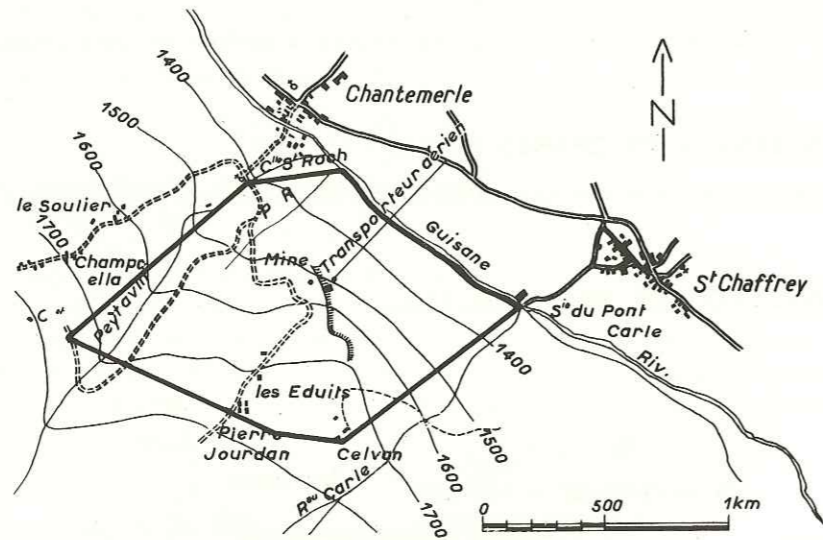


FIG. 75. — Plan schématique de la concession des Eduits.

TRAVAUX MINIERS

J'ai conté, dans la première partie de cette étude, les débuts pittoresques de cette concession, quand du charbon était extrait clandestinement de travaux débouchant dans la cave d'un chalet.

Après la régularisation de leur situation, les travaux furent menés de façon plus rationnelle. Ils se trouvaient dans la couche encore actuellement exploitée. Jusqu'en 1917, les travaux ressemblèrent à toutes les mines paysannes, en demi-activité avec deux ou trois mineurs

pendant l'hiver, en abandon pendant l'été. Mais, en 1917, la Société pour la Schappe, devenue propriétaire, se décida à une exploitation méthodique et plus intensive. La mine qui n'était reliée à la vallée que par le mauvais chemin des Ramasses, fut dotée d'un câble porteur, qui amenait directement les produits extraits à la route de Briançon, au voisinage de Chantemerle.

NIVEAUX CHARBONNEUX

On connaît trois couches :

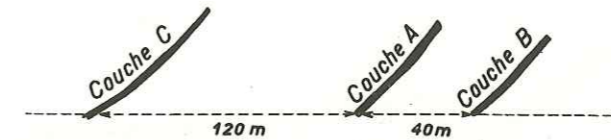


FIG. 76.

Couche A

C'est la principale couche, la seule d'ailleurs qui présente de l'intérêt. Elle a été exploitée depuis l'origine de la concession.

Elle est surtout caractérisée par son toit, toujours formé d'un banc de microgranites, que j'ai étudié dans un chapitre antérieur, consacré aux roches éruptives du Houiller briançonnais. Quant au mur, il est constitué par des schistes à *Stigmaria*, c'est donc un véritable « mur » géologique.

Couche B

L'existence de cette veine, située au mur de la couche A, a été constatée à deux reprises : la première fois en 1910, au niveau 1 599. Une petite galerie de reconnaissance, prise à faible distance de l'orifice de la galerie n° 1, rencontra une veine en deux sillons, de 5 cm et 45 cm, séparés par un entre-deux stérile. Elle a été suivie en direction sur quelques mètres, mais on n'a pas persévéré, en raison de l'accroissement, en dureté et en épaisseur du nerf stérile.

On a retrouvé cette veine B au niveau 1 522, par un T. B. E. pris à faible distance de l'orifice de la galerie n° 4. Elle a été reconnue en direction sur une centaine de mètres, mais n'a pas été exploitée, ici non plus, parce que trop pauvre. Elle avait une ouverture totale de 1,80 m, avec un nerf stérile de 1 m.

Couche C

Située à 120 m (horizontalement) au toit de la couche A, elle a été reconnue par la galerie n° 2, faite en 1917 à la cote 1 589,7. La couche C avait une puissance variant de 0,40 à 0,90 m de charbon pur, avec un toit de schistes, et un mur de schistes gréseux. Elle était parallèle à la couche A.

Etant donnée la grande constance de ce toit de microgranites au toit de la couche A, on peut faire l'hypothèse que les couches des concessions voisines des Souliers, au nord, et de l'Avalanche, au sud, qui montrent le même toit, peuvent lui être raccordées stratigraphiquement.

On pourrait également penser à un raccordement avec la couche Elise de la concession des Gardéolles, sur l'autre rive de la Guisane, mais, étant donnée la distance assez grande qui la sépare de la couche des Eduits, c'est là une hypothèse beaucoup plus hasardeuse, et qui demanderait à être appuyée par des arguments plus solides.

ALLURE DES COUCHES

Elle se lit clairement sur le plan d'ensemble, grâce aux galeries de niveau qui la représentent nettement : c'est un synclinal, dirigé N.-N.-W. (c'est la direction générale de toutes les couches du Houiller briançonnais) qui s'ennoie vers le nord. L'axe de ce synclinal serait marqué par une cassure qui a été notamment reconnue par le T. B. de recherches W., pris dans la galerie 4, au niveau 1 522.

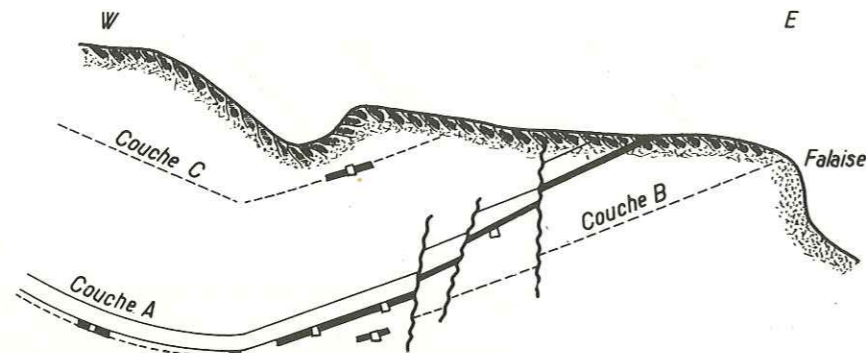


Fig. 77. — Coupe schématique par le gisement des Eduits.

CONCESSION DES SOULIERS [18]

Elle est presque tout entière recouverte par le glaciaire et des éboulis; c'est sans doute pourquoi il n'y a jamais eu que des travaux peu importants.

CONCESSION DE GAUDISSERT [19]

Malgré sa vaste superficie, cette concession, pauvre en affleurements houillers, n'a donné lieu qu'à des travaux insignifiants.

Le massif houiller du Prorel se termine vers le nord par une région très accidentée; il y a notamment superposition anormale des dolomies du Trias directement sur le Houiller. P. TERMIER (1903) y voyait un pli fortement déversé; la vérité est sans doute encore plus compliquée, car de multiples accidents mettent en contact anormal des copeaux houillers avec des terrains plus récents. Le détail de la structure reste indéchiffrable, car les affleurements ne sont que de petits pointements noyés au milieu des éboulis.

XII. Gisement de graphitoïde de Côte-Péallas

Le gîte de graphite de Côte-Péallas est situé dans la vallée de l'Eychauda, sur la rive gauche et à 2 100 m d'altitude, à 1 500 m au sud des chalets de Rambran (fig. 43).

Il a été étudié par P. TERMIER (1903). Si on considère la carte géologique au 1/80 000 de Briançon, on voit que le minuscule lambeau houiller de Côte-Péallas est curieusement isolé au milieu des terrains sub-briançonnais, c'est-à-dire dans une série dépourvue, en principe, de sédiments carbonifères. On ne peut l'interpréter que comme un petit lambeau synclinal pincé dans des terrains plus récents. Cette interprétation est d'ailleurs confirmée par l'étirement et l'écrasement extrême du gisement.

Le Houiller est situé sur le flanc de la montagne, à un endroit où la pente est relativement douce, et recouverte de façon discontinue par des argiles glaciaires. Il est donc impossible de mesurer avec exactitude l'extension de ses affleurements. J'estime qu'ils forment une mince bande large de 30 à 40 m, allongée sur une bonne centaine de mètres, au N.-W. ou au N.-N.-W.

Dans l'ensemble, on peut dire qu'il est coincé entre les deux puissantes formations du Flysch et des Marbres en plaquettes. Dans le détail, le gisement est d'une complication extrême, et il est accompagné de traînées de cargneules et d'une arkose verte métamorphique de provenance énigmatique.

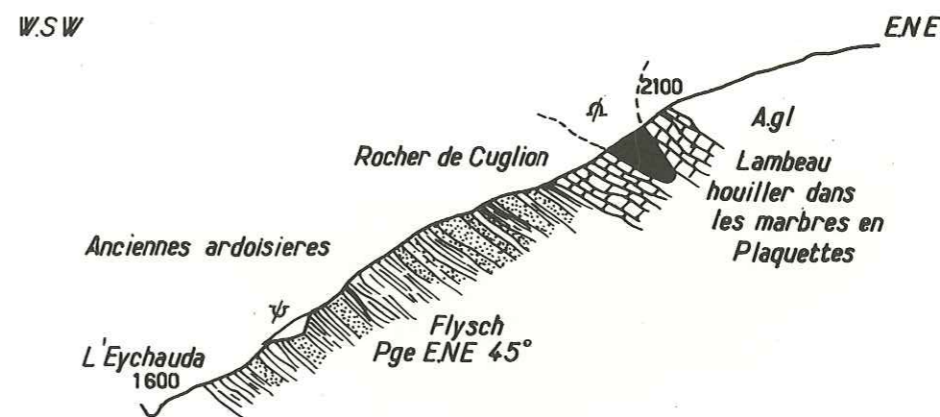


Fig. 78. — Coupe transversale schématique suivant le ravin de Cuglion.

Ce gisement a donné lieu à la concession de « plombagine » de Côte-Péallas. Des travaux insignifiants, allant au maximum jusqu'à une vingtaine de mètres de la surface ont gratté plusieurs filons, d'une puissance de 30 cm environ.

Mais ces travaux ont été rapidement abandonnés : mauvaise qualité des produits, chargés d'impuretés siliceuses, difficultés de transport, gisement très restreint, bas cours du graphite.

Gisement de "Graphitoïde" de Fréjus

A Fréjus, un gisement de « graphitoïde » a été concédé et exploité dans une mince lame de Houiller (quelques dizaines de mètres d'épaisseur au grand maximum).

Ce Houiller est très laminé, de faible extension, et il jalonne, associé à d'autres petites écailles laminées de Trias, un contact anormal important (charriage du « Briançonnais » sur le « Sub-Briançonnais »).

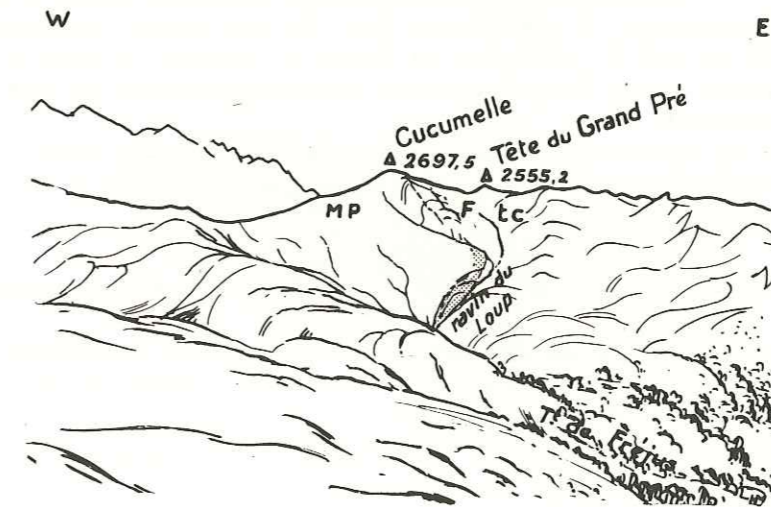


FIG. 79. — Le lambeau houiller de Fréjus
(depuis Serre-Chevalier)

Entre les marbres en plaquettes de la Cucumelle (MP) et le Flysch (F), écailles de Trias et Houiller laminés. En grisé, Houiller à graphite.

Le gisement est situé sur la rive droite de la Guisane, à l'altitude de 2 250 m environ, au sud-est du sommet de la Cucumelle.

On y accède en partant du Bez, d'où un bon chemin monte jusqu'au hameau de Fréjus. De là, un sentier muletier remonte le cours du torrent de Fréjus, jusqu'à un vaste bassin de réception, où se réunissent quantité de petits torrents qui dévalent les pentes de la Cucumelle

et des crêtes environnantes. L'un de ceux-ci, le ruisseau du Loup de Fréjus, entamant la couverture superficielle de dépôts glaciaires, donne une bonne coupe du lambeau houiller de Fréjus.

Coupe du Ruisseau du Loup de Fréjus

En remontant le talweg, du sud-sud-est au nord-nord-ouest :

- Au confluent (alt. 2 200) avec le torrent de Fréjus, le ravin du Loup est creusé dans les « Marbres en plaquettes » gris ou verdâtres, d'âge crétacé, qui pendent légèrement à l'est.
- A 2 200 m environ, on observe, sur la rive gauche du ravin, le contact avec des schistes et des grès houillers, qui reposent sur les Marbres en plaquettes, avec toujours un pendage à l'est ou l'est-nord-est, faible. Entre les deux formations, on voit une zone broyée, épaisse de 1 m environ, parcourue en tous sens par des filons de calcite.

Immédiatement au-dessus, sur la rive gauche, on peut voir les vestiges d'anciennes galeries. On n'observe pas ici de veine à proprement parler, mais une série de lits schisteux, très laminés, associés à des ovoïdes de grès plus ou moins arrondis par frottement, entrelardés de filets ou plutôt d'enduits d'une matière pulvérulente noire tachant les doigts, qui est sans doute le « graphite » que l'on exploitait autrefois. Le tout est très bouleversé, écrasé et laminé. Au mur de cette passée schisteuse, on observe un banc de microdiorite légèrement quartzifère, parcourue par des filonnets de calcite dont la dissolution ultérieure a laissé ouvertes de nombreuses fissures larges de 1 à 2 mm. Le contact schistes-microdiorites est légèrement ondulé, avec un faible pendage E.

— Le ravin, qui n'avait cessé d'entamer le Houiller depuis la cote 2 000, n'est plus creusé, au-dessus de 2 260, que dans du Quaternaire (dépôts glaciaires et éboulis) ou dans de rares affleurements de Flysch.

Affleurements environnants

Nous avons donc traversé, en direction N.-N.-W., une masse de Houiller plus ou moins bouleversé et écrasé, pendant à l'est-nord-est sous un angle variable (de 10 à 70° suivant les points), reposant sur les Marbres en plaquettes.

A l'ouest, les pentes qui remontent vers le col de la Cucumelle laissent apparaître des affleurements de Marbres en plaquettes, qui, pendant en moyenne à l'est-nord-est, vont s'enfoncer sous le Houiller du ravin du Loup.

A l'est, ce Houiller est recouvert par une masse de Flysch, qui est elle-même surmontée par les calcaires triasiques qui prolongent ceux de la Tête du Grand Pré.

Si maintenant, nous nous dirigeons vers le nord ou le nord-ouest, nous constatons que la masse des Marbres en plaquettes se prolonge en direction de la Cucumelle, et la masse de Flysch en direction du col entre Cucumelle et Tête du Grand Pré. Quant à notre Houiller du ravin du Loup, compris entre ces deux masses, on le voit affleurer un peu plus au nord-ouest moins épais, pendant toujours à l'est-nord-est, ayant toujours les Marbres en plaquettes à son mur et le Flysch à son toit. Plus haut, il est « relayé » par des écaillés de quartzites ou de calcaires triasiques, très laminés, toujours comprises entre Marbres en plaquettes et Flysch, avec le même pendage.

La concession de « plombagine » de Fréjus n'a donné lieu qu'à des travaux peu importants, abandonnés depuis longtemps.

Dans les 50 ou 60 m représentant toute l'épaisseur du lambeau ont été ainsi reconnues et grattées cinq couches parallèles, en chapelet. C'étaient d'ailleurs plutôt des passées schisto-charbonneuses, renfermant des rognons ou des enduits de plombagine. Leur puissance variait entre 0,10 et 0,80 m.

XIII. La rive gauche de la Guisane

Au nord de Briançon, le Carbonifère affleure largement sur les pentes de rive gauche de la Guisane. Ses affleurements sont limités au nord-ouest par le chevauchement sur le Sub-Briançonnais — cet accident traversant obliquement la vallée de la Guisane. Il se prolonge à l'est dans la vallée de la Clarée (le secteur étudié ici n'étant en somme que le flanc W. d'un vaste synclinal dirigé N.-S., à cœur mésozoïque, dont nous retrouverons le flanc E. plus tard, à propos de la rive droite de la Clarée. Au nord, le Houiller subit un enfoncement d'axe, et disparaît momentanément sous le Permien de la Ponsonnière, pour ne reparaitre qu'à Valloires.

Dans ce secteur, le terrain houiller affleure depuis la cote 1 200 (talweg de la Guisane) et culmine à un peu plus de 2 800. Vers le sud, il donne des pentes molles, quelquefois couronnées par des falaises abruptes et déchiquetées de Mésozoïque, et n'affleure ordinairement que de façon confuse. Vers le nord, au contraire, de nombreuses crêtes en plein Houiller nous fournissent d'excellentes coupes naturelles.

En allant du sud-est vers le nord-ouest, les premiers affleurements visibles sont ceux du Bois de l'Ours et du Ravin du Régulier. Ils correspondent à la bordure E. de la bande houillère, renversée vers l'est sur les terrains mésozoïques du Briançonnais oriental, qui occupent la crête Peyrolle-Serre des Aigles.

Mais cette bordure est loin d'être aussi simple que ne l'indique la feuille de Briançon au 1/80 000 : dans le versant W. de la crête de Peyrolle, le contact de la grande masse houillère avec les calcaires triasiques du Serre des Aigles se fait par l'intermédiaire d'écaillés très complexes comprenant des calcaires triasiques, des cargneules, du gypse (haut du ravin de Sainte-Elisabeth), des quartzites, du Verrucano, et même du Houiller (la Pinée, au nord du ravin du Régulier, près de la Bergerie, et sous la cote 2 250, en haut du ravin du petit Verderel). Ces lambeaux apparaissent à la faveur de l'écaillage de la bordure E. de la zone houillère.

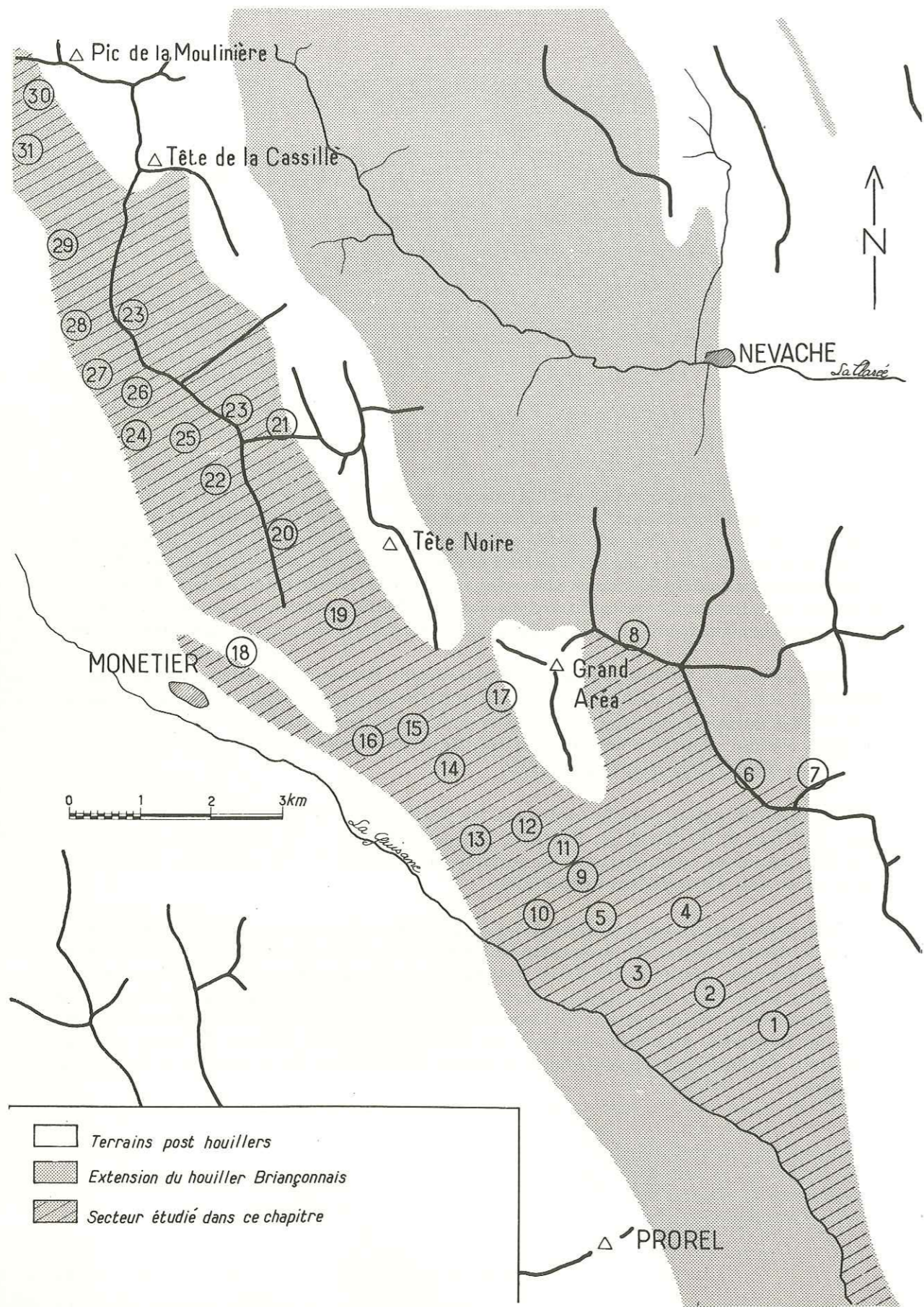


FIG. 80. — Carte schématique du Carbonifère sur la rive gauche de la Guisane.

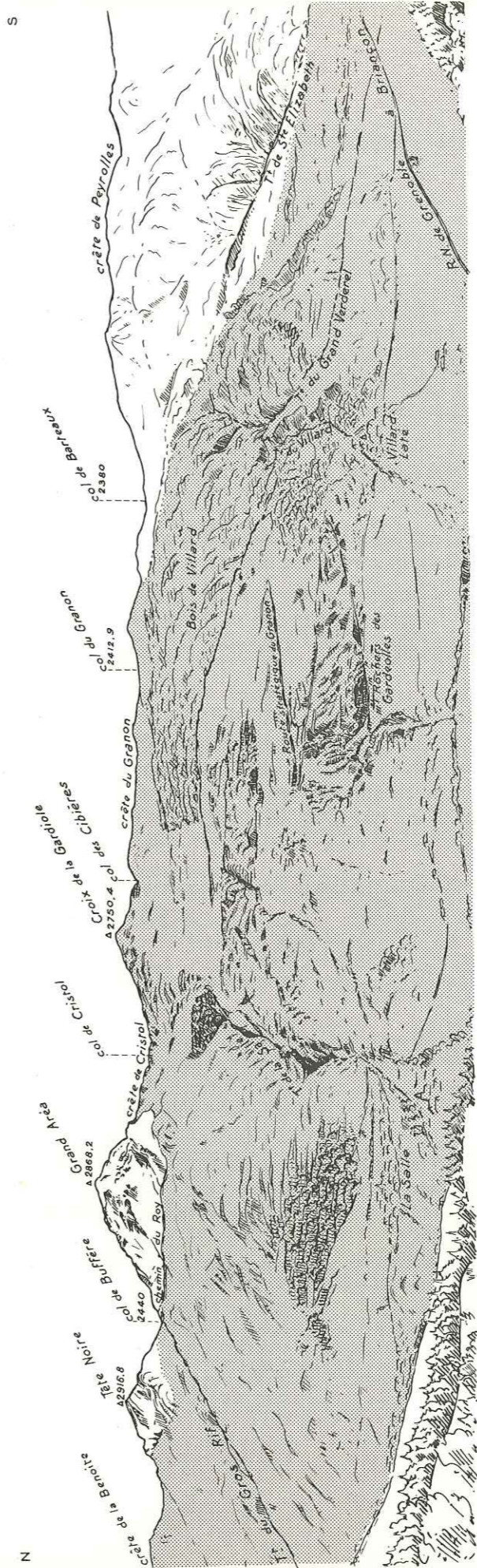


FIG. 81. — Vue d'ensemble du terrain houiller sur la rive gauche de la Guisane (depuis la station de Serre-Ratier).

CONCESSION DE PUY-IZOARD [1] ⁽¹⁾

C'est la plus méridionale des nombreuses concessions existant sur la rive gauche de la Guisane; elle est située sur les premières pentes, au nord de Saint-Chaffrey, et ne renferme que du terrain houiller plus ou moins masqué en surface par des éboulis, des dépôts glaciaires ou torrentiels. Elle n'a donné lieu qu'à des travaux insignifiants.

CONCESSION DU VERDAREL [2]

Elle paraît pauvre, et les travaux y sont complètement abandonnés. Ici encore, le Houiller est mal visible, sous d'importants recouvrements récents.

CONCESSION DES GARDEOLLES [3]

Elle couvre, au N.-E. de Chantemerle, les premières pentes de la montagne, bien desservies par les lacets de la route stratégique du col du Granon.

Dans sa partie inférieure, des affleurements rocheux permettent de lever une intéressante coupe de détail, où l'on voit des microgranites intrusifs, généralement interstratifiés dans la série houillère, passer d'un banc à un autre, ou encore former des sortes d'amas, emballant des gros blocs de grès houillers.

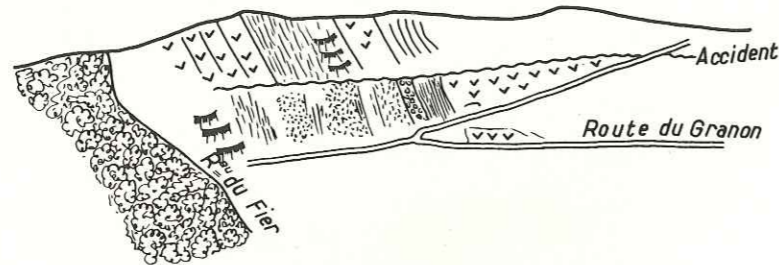


FIG. 82. — Affleurements rocheux des Gardéolles.

J'ai décrit en détail dans la première partie de cette étude le microgranite des Gardéolles, son action sur le charbon au contact, et n'y reviendrai donc pas ici.

Tous les bancs sont dirigés N. 10° à 15° W., avec un pendage 75° E. à subvertical; ils semblent parfaitement interstratifiés.

Dans les schistes, on trouve : *Pecopteris plumosa dentata* Artis et *Neuropteris linguaefolia* P. B.

(1) Les chiffres 1 à 31 entre crochets renvoient à la figure 80.

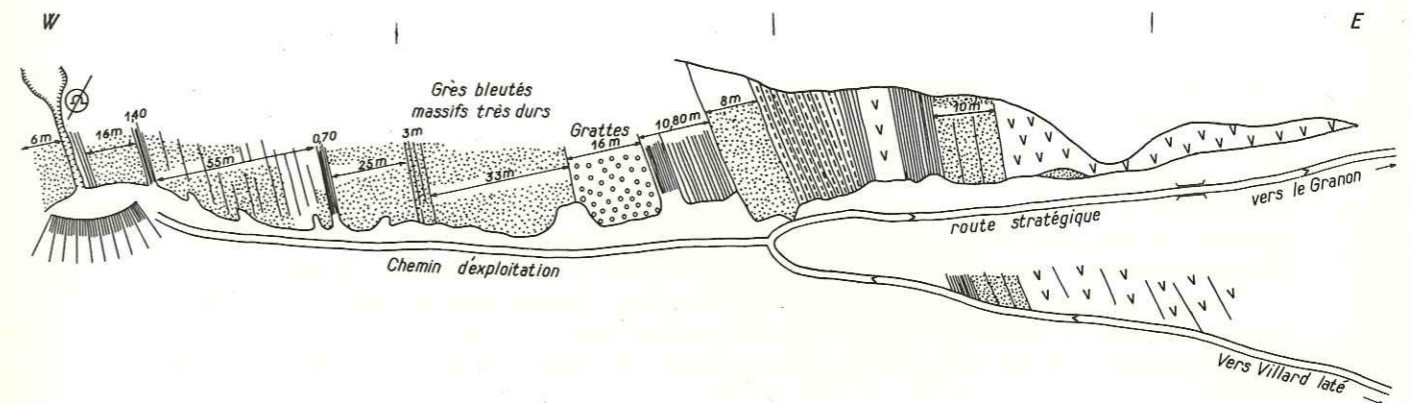


FIG. 83. — Coupe de détail du Rocher des Gardéolles.

Mais on peut voir aussi (à droite sur la coupe) un gros bloc de grès houillers « emballés » dans la masse éruptive. L'interstratification n'est donc pas aussi parfaite qu'on pourrait le croire à première vue.

Les affleurements rocheux qui forment le talus de la route sont surmontés par une partie déprimée, à laquelle font suite d'autres rochers, où l'exploitation a été active autrefois, à en juger par les déblais. Mais ici les bancs de microgranites sont légèrement décalés par rapport à la coupe décrite. Plusieurs explications sont possibles pour ce décalage :

- 1) les microgranites auraient « sauté » d'un banc à un autre;
- 2) un accident aurait décalé les deux parties.

La seconde hypothèse est plus vraisemblable parce que le trajet de l'« accident » supposé correspond à une partie déprimée, et recoupe le talus de la route à un endroit où les pendages sont tourmentés.

Reste une troisième hypothèse, suivant laquelle le « saut » des microgranites se serait fait à la faveur d'un accident ?

CONCESSION DE FONTASTIER [4]

Au-dessus de la concession des Gardéolles, sur une pente adoucie de la montagne. Les rares affleurements houillers visibles montrent un pendage E. à N.-E. variable. Les travaux paysans y ont été nombreux, et certains relativement importants.

CONCESSION DES COUYRES [5]

Travaux paysans peu importants.

CRETE DU GRANON [6]

Le Carbonifère est ici renversé, vers l'E., sur le Trias et le Verrucano de la crête de Peyrolles.

Au col du Granon même, on peut observer commodément la partie tout à fait supérieure du Carbonifère, qui est ici constituée par de puissants conglomérats, formés presque uniquement de gros galets de quartz blanc dans un ciment arkosique, le tout lardé de filonnets de quartz. **Il ne contient ni charbon, ni schistes fins**; sa couleur est d'un gris très clair, plutôt blanc sale. Un tel faciès est très étroitement localisé (du moins avec un tel développement), dans les environs du **col de Granon** et du **col de Barteaux**. Par places, dans la masse de ces conglomérats, des circulations d'eau ont amené une **rubéfaction secondaire**. C'est probablement une des raisons pour lesquelles les premiers observateurs ont cru à un passage continu du Houiller au Trias « par des grès de plus en plus clairs et de plus en plus grossiers ».

A noter l'existence, sur la crête et à la côte 2 480, indiscutablement dans la série carbonifère, d'un passage bariolé de vert et de violet, sur plusieurs mètres. Ici, la coloration est certainement originelle. Nous aurons d'ailleurs l'occasion d'en voir d'autres exemple au même niveau.

Tout le Carbonifère de la crête du Granon et des environs pend dans son ensemble vers l'ouest et le sud-ouest, sans que nous puissions faire exactement le départ entre son flanc normal et son flanc inverse.

Cependant, à 100 m environ au N.-W. du col, au bord de la route stratégique, on voit, dans une sorte de petite combe l'affleurement d'une veine avec une largeur de 3 à 4 m. Direction N.-N.-W. — S.-S.-E. Le flanc E. est un beau mur géologique à *Stigmara*, accompagné de terres noires charbonneuses. Le pendage est de 45° environ à l'ouest, **ici la veine n'est donc pas renversée, le mur géologique étant au mur géométrique**.

La présence de ce lambeau de Houiller productif en position apparemment normale au milieu des conglomérats stériles renversés prouve qu'il y a là au moins un repli de détail.

CRETE DU GRAND MEYRET [7]

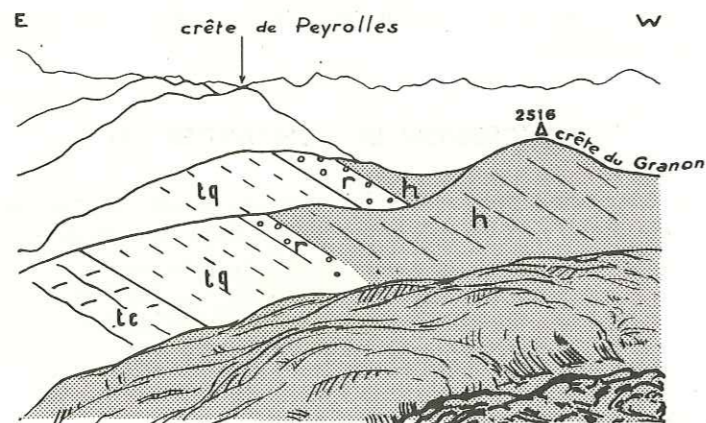


FIG. 84. — Crête du Grand Meyret (depuis le point 2 650 à l'E. du col de l'Oule).

Cette petite crête annexe à la crête du Granon, sur le versant Névache, montre bien le déversement vers l'est du Houiller supérieur, conglomératique et stérile, sur les terrains mésozoïques du Briançonnais oriental.

CRETE DE CRISTOL [8]

Dirigée S.-E. — N.-W., dans le prolongement de la crête du Granon, elle fournit une très bonne coupe naturelle de la partie supérieure du Houiller de ce secteur.

Ce sont des alternances de schistes et de grès, fins dans l'ensemble, avec de **très nombreux niveaux charbonneux** et un sill de microgranite. La partie supérieure du Houiller correspond donc ici à une **sédimentation fine, riche en charbon, noire**, tandis que 4 ou 5 km au sud-est, aux cols de Granon et de Barteaux, le Houiller supérieur, nous l'avons vu, est **conglomératique, gris très clair, dépourvu de charbon et de schistes fins**.

Toutes ces couches plongent de 30 à 45° vers l'ouest. Les nombreuses observations de murs géologiques sous les niveaux charbonneux montrent que toute cette série est en position normale. Elle vient s'enfoncer sous les terrains mésozoïques du synclinal du Grand Aréa.

Cet enfoncement ne s'est pas fait sans dégâts : sur la petite crête très déprimée qui joint le point culminant de la crête de Cristol au Grand Aréa on voit, sur plusieurs dizaines de mètres, des terrains broyés, avec par places des copeaux de quartzites du Trias, de conglomérats du Verrucano, mélangés à des fragments de roches houillères. Ainsi, le Houiller de Cristol s'enfonce directement sous les calcaires triasiques du Grand Aréa, par l'intermédiaire d'une zone laminée.

TORRENT DE LA SALLE [9]

Entamant profondément la première moitié des pentes du Grand Aréa, il donne une bonne coupe naturelle dans un secteur où le Houiller n'affleure que timidement et de façon confuse. Le Houiller y plonge à l'ouest de 60° environ. On y voit notamment, sur la rive

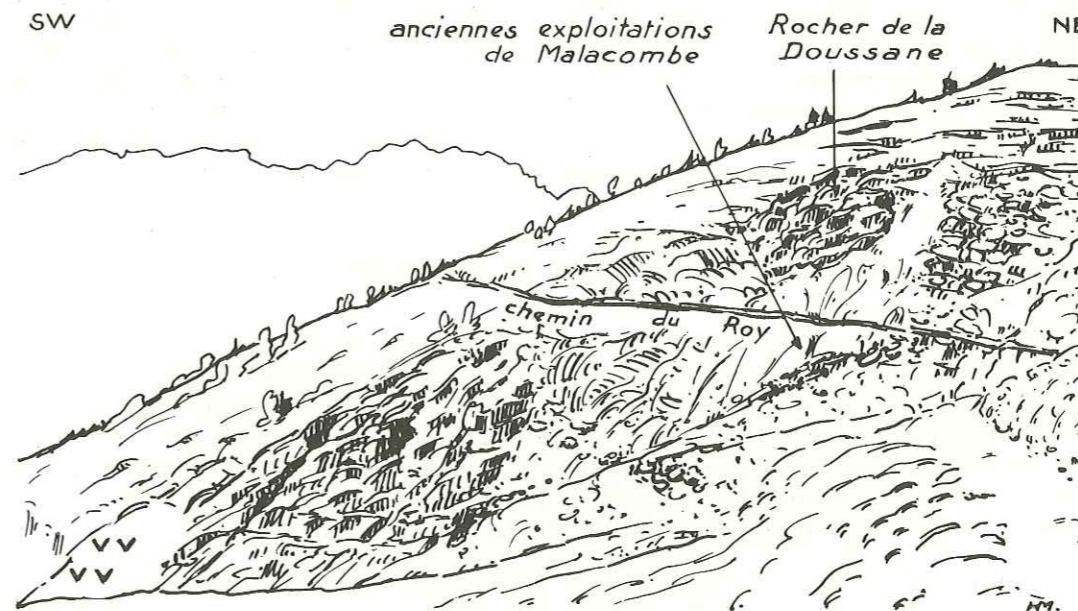


FIG. 85. — Rive droite du torrent de la Salle, quartier minier de Malacombe.

droite, d'abondants déblais et de nombreux orifices de galeries de l'ancien quartier minier de Malacombe (Rocher de la Doussane).

Il y a d'assez nombreux affleurements de microgranites.

CONCESSION DE BAN DE LA SALLE [10]

Le Houiller y est presque partout masqué par les éboulis de bas de pente; aussi cette concession n'a-t-elle donné lieu qu'à des travaux peu importants, d'ailleurs abandonnés depuis longtemps.

CONCESSION DE LA SALLE [11]

Le quartier de Malacombe est le plus important de cette concession. Il est situé sur la rive droite du torrent de la Salle, dans les escarpements rocheux de la Doussane (fig. 85). Il a donné lieu à des travaux paysans assez développés, poursuivis sans interruption de 1850 à 1910, mais est actuellement abandonné, malgré une tentative de reprise en 1936.

On commença par y exploiter une couche « presque verticale », puissante et de bonne qualité, mais irrégulière. Puissance moyenne : 1 à 2 m, mais avec des serrées et des renflements (de 0,50 à 10 m dans les cas extrêmes). Epontes peu cohérentes. On y fit un grand nombre de galeries, espacées de quelques mètres à peine les unes des autres, si bien que vers 1900, certaines galeries avaient poussé les dépilages jusqu'à 200 m environ du jour.

Dès 1900, les exploitants se trouvèrent découragés par l'importance des travaux à effectuer pour aller rechercher d'autres parties exploitables à cette distance, et le quartier fut considéré comme épuisé, bien que les anciens travaux y aient été très fructueux.

On se porta donc en un autre point, très certainement au-dessus et à l'ouest des exploitations précédentes. Les galeries faites vers 1900 constatèrent alors que le pendage, d'abord de 50° à 60° vers l'ouest, passait à l'est de plus en plus franchement jusqu'à devenir 70° E. Malheureusement, l'emplacement de ces travaux n'est pas connu si bien qu'il est impossible de reporter avec quelque précision le passage de cette charnière anticlinale.

PAQUETS TRIASIQUES DE CHAMEANT [12]

Dans ce secteur, on observe, isolés sur le terrain houiller, des affleurements assez énigmatiques de Trias : d'importantes falaises de quartzites et de calcaires entre les côtes 1 700 et 2 000. Plus haut, dans le versant, vers la côte 2 100, on note aussi un paquet de Verrucano vertical, en position anormale, le tout est anarchiquement réparti sur des terrains houillers que toutes les autres observations nous montrent par ailleurs réguliers et légèrement ondulés !

Il semble que ces affleurements triasiques, loin de représenter un repli synclinal — assez surprenant — au milieu du Houiller, correspondent à des glissements de terrains. En effet :

- 1) **Morphologie du versant.** Au dessus de ce paquet triasique, le glaciaire recouvre à peu près tout, formant une vaste cuvette herbeuse (ce qui est particulièrement apparent sur les photos aériennes) et ne laissant apparaître le Houiller qu'avec parcimonie.

Ceci suggère fortement l'hypothèse que ce Trias est glissé le long de la pente, d'autant que les falaises du Grand Aréa montrent, à l'aplomb, des arrachements importants. D'ailleurs, à cet endroit du Grand Aréa, les cargneules, qui sont bien développées entre les quartzites et les calcaires, ont dû faciliter un tel décollement. De plus, ces falaises de Trias calcaire du paquet de Chaméant, montrent une morphologie typique de paquet glissé.

- 2) Ce paquet de Trias n'a nullement une allure synclinale, même en admettant qu'il ait pu être bouleversé : il y a des masses de calcaires et des masses de quartzites, indépendantes les unes des autres, et disposées de façon anarchique sur le Houiller.
- 3) Les observations cartographiques, faites au sud et au nord de ce secteur, ne montrent nulle part de phénomènes tectoniques semblables. Nulle part, on ne voit de Trias dans une position analogue, ni même de repli synclinal dans le Houiller qui, partout où l'observation est possible, garde son allure coutumière.
- 4) Le Houiller briançonnais nous avait déjà montré des exemples, moins impressionnants, il est vrai, de paquets mésozoïques arrachés à des falaises, et glissés sur des pentes houillères (paquet de Marbres en plaquettes de Puy Chalvin, paquet de Jurassique du Bois de Prorel, par exemple).

Je pense donc que le Trias de Chaméant est un gros paquet arraché aux falaises du Grand Aréa, et glissé jusque sur le milieu des pentes houillères. Il est à peu près certain qu'en profondeur le Houiller n'est pas dérangé.

Il est vrai, cependant, que sur la bordure W. de ce paquet triasique, les affleurements visibles de Houiller montrent des pendages élevés, avec plongement sous le Trias. C'est le seul argument qu'on puisse éventuellement faire valoir à l'appui de l'hypothèse d'un synclinal triasique. A lui seul, il n'a que bien peu de valeur, et de toutes façons, ne contredit en rien l'hypothèse d'un glissement.

CONCESSION DE CHAMEANT [13]

Elle n'a donné lieu qu'à des travaux paysans peu importants.

TORRENT DU ROCHER NOIR [14]

Le ravin entame profondément les pentes de la rive gauche de la Guise, et permet de relever une bonne coupe du terrain houiller, ici riche en niveaux charbonneux, et lardé de nombreux sills. On y observe, à la côte 1 700 environ, une charnière anticlinale.

Des schistes fins y ont fourni quelques fossiles :

— dans le ravin lui-même, vers la cote 1 700 : *Neuropteris cf. schlehani* Stur. *Mariopteris acuta* Zeiller.

- sur la rive droite, près du hameau des Rochas, vers la côte 1 850 : *Neuropteris schlehani* Stur. *Mariopteris cf acuta* Zeiller.
- également sur la rive droite, près de l'orifice de la galerie Bouchard, vers la côte 1 765 (toit de la couche) : *Pecopteris pennaeformis* Brongn.

RAVIN DU GROS RIF DE BUFFERE [15]

Il fournit lui aussi une belle coupe de détail du terrain houiller de ce secteur, avec de nombreux niveaux charbonneux et sills intrusifs, non détaillée ici.

CONCESSION DE PIERRE GROSSE [14] [15]

Des travaux paysans, très nombreux et disséminés sur tout le territoire de la concession, ont reconnu un assez grand nombre de couches parallèles, dirigées dans l'ensemble N.-S. ou N.-N.-W., et plongeant vers l'est ou le nord-est avec un pendage variable. Avec cette disposition les couches affleurent à peu près suivant les courbes de niveau, avec une allure d'ensemble régulière.

Les travaux les plus importants, dans les quartiers du Grand Creuzène et des Simondes, ont partiellement exploité, jusqu'à une faible distance de la surface, une belle couche de 1,50 m en moyenne, régulière malgré quelques serrées et renflements, et pendant doucement au nord-est.

La Société anonyme des Mines de Carvin qui exploitait déjà, dans le Briançonnais, le gisement de la Benoite a récemment décidé d'installer dans ce secteur une exploitation rationnelle et de plus d'envergure; elle a entrepris le creusement d'un T.B., implanté à la côte 1 705, sous les anciennes exploitations paysannes.

De la même façon qu'à Pierre Grosse, dans la concession du Freyssinet, située en dessous, les couches exploitées dans les différents quartiers paysans, s'alignent géométriquement.

CONCESSION DU FREYSSINET [16]

Elle comprend les premières pentes de la montagne au voisinage du hameau du Freyssinet. Malgré son exigüité, et d'importants recouvrements par les éboulis de bas de pente, des travaux paysans denses y ont été faits, montrant la régularité générale de direction des galeries en couche.

Depuis 1917, la concession est aux mains d'un propriétaire unique, qui a concentré les travaux dans la partie inférieure de la concession, en instituant une exploitation par T. B. superposés.

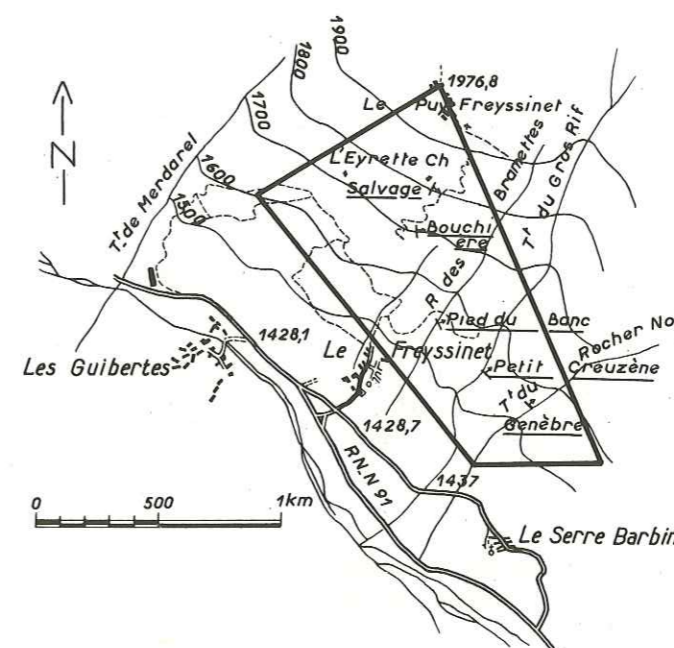


FIG. 86. — Plan schématique de la concession du Freyssinet.

Niveaux charbonneux

D'ouest en est ont ainsi été reconnus les niveaux charbonneux suivants :

- **veine Marcelle** : Il ne s'agit que de « traces charbonneuses ». Reconnue sur une trentaine de mètres. Pendage E. irrégulier;
- **veine Elise** : Suivie sur une centaine de mètres au niveau 1 510, avec une puissance moyenne de 1,80 m (de 0,80 à 3 m), « avec très peu de schistes intercalaires ». Au niveau 1 488, elle a été suivie sur près de 300 m avec la même puissance. Direction sensiblement N.-S., pendage E. 50°. Faux toit de schistes, qui se décollait brusquement à certains endroits. Elle a été dépilée en amont pendage depuis le niveau 1 488 jusqu'à l'affleurement, et sur une vingtaine de mètres en aval pendage;
- **veine Joséphine n° 1** : Reconnue en direction sur 150 m au total, n'a montré que des traces de charbon aux trois niveaux. Elle semble n'être qu'un repli laminé de la couche Joséphine 2. Nous y reviendrons plus bas;
- **veine Joséphine n° 2** : Séparée de la veine Joséphine 1 par 15 à 20 m de stérile. Au niveau 1510, un traçage de 250 m a montré une puissance « ne descendant jamais au-dessous de 1,80 m ». Au niveau 1 488, elle a été suivie sur 300 m environ avec une puissance moyenne de 2 m. Toit de schistes gréseux, mur de schistes. Direction N.-S., pendage 55° E. Teneur en cendres : 10 à 12 %. Elle a été activement exploitée, en aval pendage sur une profondeur de 20 m environ, et en amont jusqu'au niveau 1 510;
- **veine Gérard** : Elle n'a été explorée que sur quelques mètres. Il s'agit en réalité d'un banc de schistes charbonneux de 1 m de puissance. Toit de grès très durs;
- **veine Maurice n° 1** : Suivie sur un peu plus de 50 m sa puissance n'a jamais dépassé 30 cm. Pendage 55° E;
- **veine Maurice n° 2** : Puissance moyenne : 1,60 m. En réalité, sa puissance est très variable, on a des serrées, puis des amas importants. Elle est en cours d'exploitation.

Tonnage extrait

Si l'on excepte la veine Maurice 2, qui est en cours d'exploitation, deux couches seulement se sont révélées intéressantes, et ont été dépilées : **Elise** et **Joséphine**. Entre 1926 et 1940, il a été extrait 24 000 t de ces deux couches,

Qualité du charbon

C'est un anthracite, très pauvre en matières volatiles, comme dans tout le Briançonnais (C. Fixe : 83 à 86 %; M.V. 2,4 à 6 %), mais dans les belles couches qui ont été exploitées, la teneur en cendres est remarquablement basse pour le Briançonnais (8,5 à 12 %).

Il est à noter que, dans la mine du Freyssinet, nulle part n'ont été observées d'intrusions de microdiorites, ni dans le stérile, ni au contact du charbon, comme cela arrive fréquemment ailleurs, à la Benoitte, par exemple, ou à Pierre Grosse.

Tectonique

Toutes les couches de la mine du Freyssinet plongent, plus ou moins régulièrement vers l'est, de 50 à 60° en moyenne, mais les couches Joséphine 1 et 2, les plus proches de la surface, sont presque verticales.

Nous ne savons pas quelles sont les couches les plus élevées dans la série chronologique, en d'autres termes, si tout ou partie du gisement est, ou non renversé (les anciens travaux sont inaccessibles, et ceux que j'ai pu visiter, en couche Maurice n° 2, se trouvent dans une région trop bouleversée pour que l'observation de mur à radicelles ait ici une quelconque signification).

Les deux couches Joséphine 1 et 2, n'en sont vraisemblablement qu'une seule : on les a vues distinctes dans le T.B. 1 526 et au-dessous. Mais dans l'ancien T. B. supérieur, elles se confondaient en un amas, dont la puissance atteignait 10 m. LOCHARD (1917), décrit ce phénomène, et donne un croquis suggérant fortement l'existence d'un crochon avec amas de charbon dans la charnière d'un repli anticlinal aigu.

Aux étages inférieurs, la branche orientale, soit Joséphine 2, a gardé sa puissance et a été dépilée, tandis que la branche occidentale, Joséphine 1, a été réduite à l'état de traînée charbonneuse.

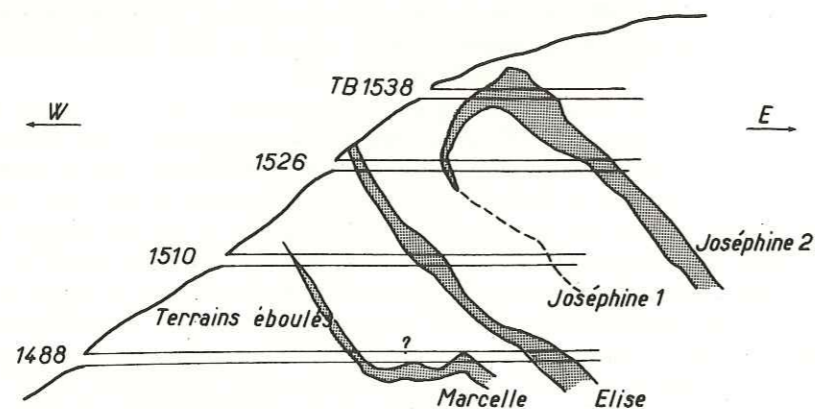


FIG. 87 — Coupe schématique : allure des couches du Freyssinet.

On peut se demander si d'autres veines très réduites, Gérard et Maurice 1, par exemple, ne sont pas, de la même façon, des replis laminés d'autres couches; mais nous n'avons actuellement aucun élément pour répondre à cette question.

Les travaux actuels que j'ai visités, en Maurice n° 2, ont montré des amas importants succédant à des serrées (il y a « serrée » quand l'épaisseur de la couche descend à 80 cm), avec de nombreuses ondulations ou petits accidents.

CONCESSION DE L'AREAS [17]

Cette concession très vaste est située tout entière à une altitude élevée au-dessus de Pierre Grosse. Aussi n'a-t-elle donné lieu qu'à peu de travaux paysans, d'ailleurs mal connus.

CONCESSION DU PUY-DU-CROS [18]

Située sur les premières pentes à l'est du Monétier, cette concession est traversée par une barre synclinale de quartzites du Trias, séparant deux séries d'affleurements houillers, correspondant à deux bandes anticlinales :

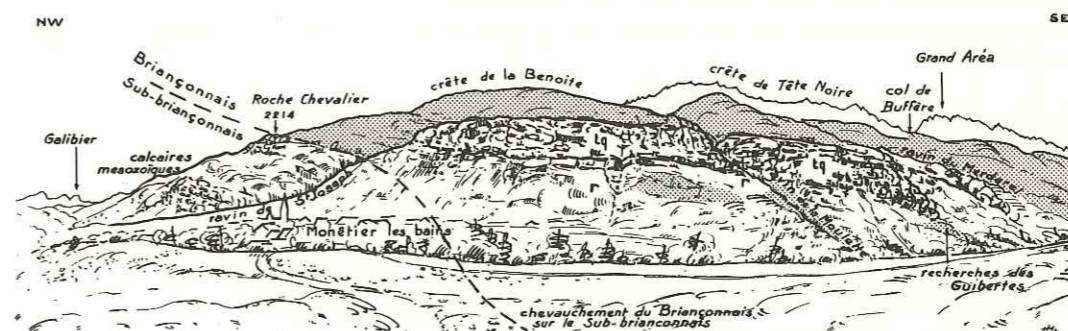


FIG. 88. — La rive gauche de la Guisane à la hauteur du Monétier.

Bande houillère inférieure

On en voit quelques affleurements sur les premières pentes à l'est du Monétier. Le torrent de la Moulette coupe cette bande normalement aux bancs, et en donne une bonne coupe partielle. Le Houiller y est tourmenté, avec des pendages dans l'ensemble vers le N.-E., mais anarchiques dans le détail. Un riche gisement de plantes donne à cette bande un âge Westphalien C, avec : *Neuropteris linguaefolia* P. B.

Synclinal de quartzites triasiques du Monétier

Dirigé N.-W. — S.-E., il forme une haute falaise, assez abrupte, à l'est du village du Monétier, et vient s'enfoncer et disparaître sous la vallée de la Guisane près du village du Freyssinet.

La carte géologique au 1/80 000 porte, au milieu de cette barre de quartzites, une bande de Houiller, étroitement pincée en anticlinal aigu, introduisant ainsi une complication tectonique qui en réalité n'existe pas.

Les schistes qu'on voit affleurer çà et là au milieu des quartzites ne ressemblent que de loin aux schistes houillers : ce sont en réalité des schistes calcaireux, roux à reflets verdâtres; ils appartiennent au Trias, et leur position à cet endroit n'a rien d'anormal (on peut commodément les observer sous Puy Jaumard, dans le chemin muletier, à la côte 1 720).

Bande houillère supérieure

Quoique le terrain houiller soit ici presque partout masqué en surface par les alluvions glaciaires, les travaux ont été autrefois assez importants.

Tout ce secteur n'est d'ailleurs que la bordure S. du gisement de la Benoite. Plusieurs couches, au moins 4 ou 5, toutes dirigées N.-S. et à pendage E., y ont été fouillées par d'anciens travaux.

A vrai dire, les anciens mineurs exploitaient ces quartiers sans se soucier s'ils étaient sur le territoire de telle ou telle concession. Ce n'est qu'à une époque relativement récente que, pour éviter de perpétuelles contestations, ces travaux furent abandonnés, au profit de la mine de la Benoite, dont nous parlerons ultérieurement.

A la maison forestière sur le chemin de la Benoite : (x : 929,1; y : 306,9) *Neuropteris linguafolia* P. B.

CROUPE DE SAINTE-ELIZABETH [19]

Toute la partie inférieure du Houiller de ce secteur est masquée par un manteau glaciaire continu, depuis la falaise de quartzites triasiques du Monétier, jusqu'à la côte 2 100 environ.

Au-dessus, la croupe de Sainte-Elizabeth, sorte d'éperon N.-S., aux formes largement arrondies, donne une bonne coupe continue.

Plusieurs couches y ont été exploitées, hors concession, par les anciens, comme en témoignent de petites excavations effondrées, et accompagnées de déblais disposés grossièrement en courbes de niveau superposées.

On y voit de nombreux sills de microdiorites, et notamment un important amas vers la partie supérieure du Houiller, sous la Croix Sainte-Elizabeth.

Au nord-est, le Houiller vient buter, avec un pendage faible sur une haute falaise de calcaires triasiques très redressés. Il y a ici un accident important, qui se manifeste par un grand couloir d'éboulis. Les quartzites y ont disparu par laminage, ne laissant qu'un très mince copeau de quelques mètres à peine sous les éboulis.

En regardant, de la Benoite, le flanc W. de la croupe, assez abrupt pour que les bancs y soient dénudés, on voit que les sills de microdiorite sont interrompus par trois couloirs d'avalanches, de part et d'autre desquels ils ne peuvent se raccorder qu'avec un certain décalage. On a donc ici une série de décrochements successifs, satellites de la grande faille précédente.

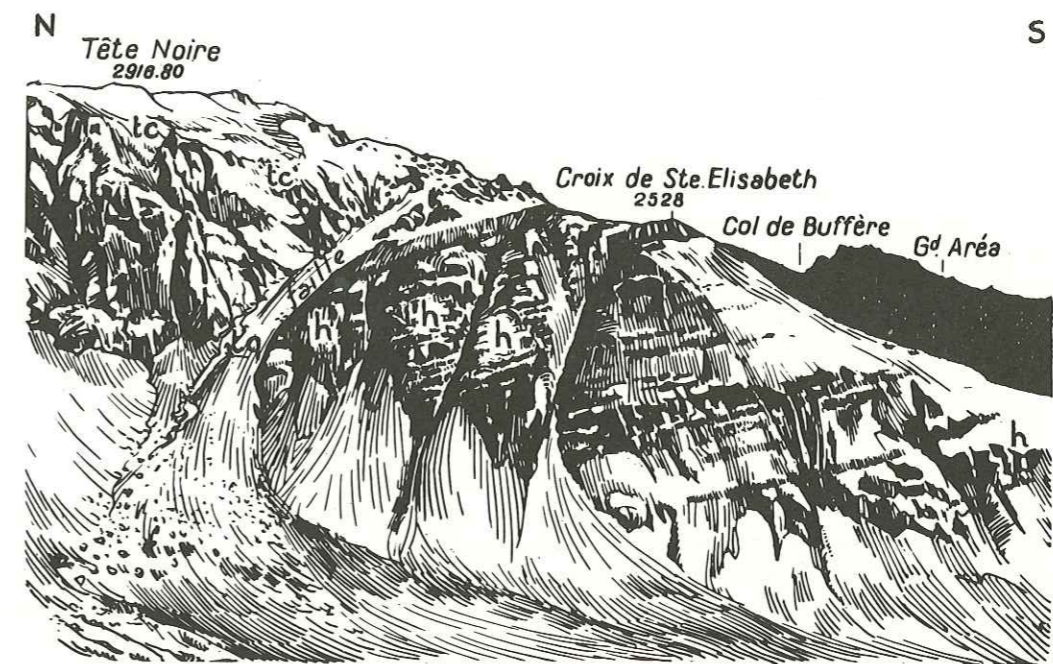


FIG. 89. — Croupe de Sainte-Elizabeth : flanc W. (les sills de microdiorite sont fortement schématisés).

CRETE DE LA BENOITE [20]

La crête de la Benoite, dirigée sensiblement N.-S., et dans le prolongement de la crête des Rochers de Privé, correspond à peu près à la limite orientale de la concession de la Benoite. Elle fournit une très belle coupe naturelle du terrain houiller, qui met bien en évidence, à la fois la richesse de ce Houiller en niveaux charbonneux, et sa très grande régularité d'allure tectonique. Les niveaux charbonneux sont très fréquents. S'ils échappent souvent en affleurement à l'observation directe, ils sont signalés, soit par leurs murs de schistes à *Stigmaria*,

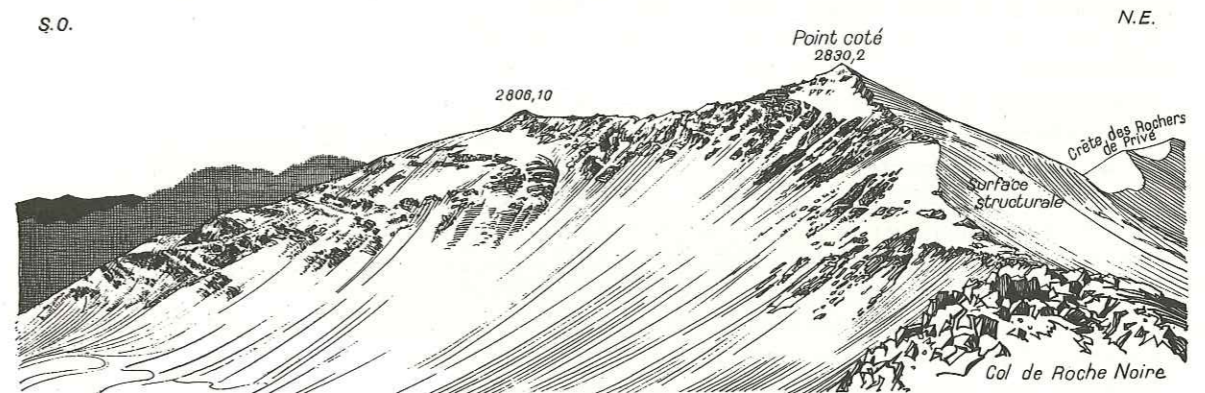


FIG. 90. — Versant E. de la crête de la Benoite.

soit par les grattages paysans, dont les déblais dessinent leur trace en surface. Une partie du gisement qui affleure le long de cette crête a été reconnue et exploitée par la Mine de la Benoitte (*Société des Mines de Carvin*).

D'autre part, toutes les couches pendent régulièrement de 20 ou 30° vers le nord ou le nord-est. Les bancs durs (grès, et surtout microdiorites en sills parfaitement interstratifiés) percent les éboulis sur les flancs de la crête, et peuvent se suivre sans dérangements notables sur de grandes distances, donnant ainsi un aspect impressionnant de la régularité du gisement.

Le long de l'arête, plusieurs riches gisements fossilifères ont fourni des flores indiquant un âge Westphalien A avec notamment *Neuropteris schlehani* Stur (très ab.) et *Mariopteris acuta* Zeiller (notamment aux côtes 2 680 et 2 800).

CONCESSION DE LA BENOITTE [20]

Autrefois exploitée par des mineurs paysans, avec tout ce que ceci comporte comme mauvaise conduite des travaux, gaspillage du gîte, etc, cette concession a été reprise après 1920 par la *Société des Charbonnages du Briançonnais*, qui y inaugura une exploitation plus rationnelle. Actuellement, la concession est aux mains des *Mines de Carvin* qui, après l'avoir exploitée régulièrement pendant plusieurs années, viennent d'en abandonner les travaux.

Niveaux charbonneux

D'après leur position en affleurement, on peut distinguer deux faisceaux principaux : un faisceau inférieur, où il y eut de très nombreux grattages à cheval sur la concession du Puy du Cros, et un faisceau supérieur, avec notamment le quartier paysan de la Croix-Saint-Alexis (sur le flanc E. de la crête de la Benoitte, entre les côtes 2 200 et 2 400).

Les travaux de ce quartier, d'abord menés à la mode des mineurs paysans, furent semblables à ceux de toutes les mines paysannes du Briançonnais.

Dès 1894, on y signale l'existence d'une couche de 1,50 à 2 m de puissance, dont l'affleurement est criblé de vieux travaux, encore bien visibles actuellement sur le terrain, sur plusieurs centaines de mètres.

A cette époque, on se contentait de gratter les affleurements, sans jamais s'enfoncer en profondeur, et en recommençant de nouvelles galeries tous les ans.

Cette couche était peu inclinée. On la décrit d'abord comme dirigée sensiblement N.-S., avec pendage 10° E., puis dirigée E.-W., avec pendage 30° N.

En 1919, il y avait six galeries en activité dans ce quartier, exploitant au moins quatre veines différentes. Toutes étaient dirigées E.-W., avec pendage de 30° environ vers le nord. Les deux plus importantes avaient des puissances respectives de 1 m et de 0,50 à 1,80 m.

M. LOCHARD (1917), en écrit ceci : « Ces travaux, de quelques dizaines de mètres de profondeur, avec galerie d'entrée en pente vers la montagne, et descenderies franches, exécutées à peu près sans boisage, éveillent l'idée de terriers de lapin. Le charbon est remonté au jour à grand peine, dans des paniers traînés sur le mur inégal de la couche ».

C'est ce quartier qui a été repris par la *Société des Charbonnages du Briançonnais*, dont les travaux donnent une bonne connaissance du gisement.

Ils ont reconnu et exploité une série de couches plus ou moins régulières, plus ou moins propres suivant les points de l'exploitation.

Tectonique

Le gisement de la Benoitte est dans l'ensemble remarquablement calme et régulier. Les couches forment un faisceau régulier, et pendent au N.-E. de 20 à 35°.

On connaît cependant un accident important : la faille qui sépare les couches 12 et 13 de l'ensemble du gisement. Cet accident n'est pas visible en surface, et les couches avaient été primitivement numérotées 1, 2, 3, etc. jusqu'à 12 et 13, d'après ce qu'on pensait être la succession normale des couches le long de la ligne de crête.

Mais les travaux en couches 12 et 13 montrèrent que celles-ci étaient séparées des autres par une épaisseur de plusieurs mètres de roches broyées, remplissage d'une faille, bien visible notamment dans le grand T.B., niveau 10.

Le rejet de cette faille n'est pas connu avec certitude. DE MAISTRE lui attribue à titre d'hypothèse une valeur de l'ordre de 200 m.

D'autres accidents de moindre importance ont été reconnus : à l'étage 121, les traçages N.-W. en couches 4 et 7 sont venus buter sur une faille N.-S., verticale, relevant les terrains vers le nord.

Dans le détail, les couches sont quelquefois affectées par de « petites misères » communes aux gisements alpins. C'est ainsi que dans le vieux T.B. du niveau 10 on voit, à 15 m de l'origine, une petite passée de « molle » pendant de 70° au N.-E., et dont l'épaisseur varie de 0 à 30 cm. En regardant de plus près on voit qu'il s'agit d'une cassure à remplissage ici de charbon broyé et injecté, là d'une boue argileuse grise (injection de fissure).

De même, en 1926, la couche 12, suivie en direction s'est serrée. En suivant le fil du charbon, on est arrivé dans la couche 13 (« Queue »).

Intrusions éruptives

Le Houiller de la Benoitte contient de nombreux sills de microdiorites qui, observés sur la crête, paraissent très réguliers et continus, au point qu'on peut être tenté de s'en servir comme de véritables repères stratigraphiques.

Mais dans les travaux miniers, des observations plus précises montrent des irrégularités, des variations de puissance ou de position. C'est ainsi que dans le grand T. B., niveau 10, on observe, sur plus de 100 m de traversée horizontale, un important banc de microdiorites massives qu'on ne retrouve pas sur la crête (du moins avec une telle épaisseur). On ne peut donc, ici non plus, utiliser les sills comme repères stratigraphiques sûrs.

Comme c'est la règle générale dans le Houiller briançonnais ces sills sont presque toujours associés à des niveaux charbonneux, au toit, au mur, ou encore en mélange avec le charbon; ce phénomène affecte surtout les couches C, 7-7 bis et 10. L'énorme banc de microdiorites du T.B., niveau 10, au mur de la couche 10 est séparé des terrains du mur de cette couche par un filet charbonneux, et des schistes noirs de toit, représentant une veine, réduite sans doute et inexploitable mais qui a dû jouer le rôle de plan de pénétration tout aussi bien que les veines encore exploitables dont il a été question auparavant.

De même, dans le « vieux T. B. » du niveau 10, à 40 m de l'origine, un sill de microdiorite de 5 m vient au contact de grès houillers par l'intermédiaire d'un très mince filet charbonneux.

Mais on peut aussi trouver des roches éruptives capricieusement réparties dans le stérile (comme par exemple dans la galerie 88, dans les terrains du mur de la couche C).

CRETE DU COL DE ROCHE-NOIRE [21]

Comme dans tout ce secteur, le terrain houiller y montre un grand nombre de niveaux charbonneux, dont les murs à radicelles permettent de préciser l'allure. Des microdiorites y ont été injectées, en multiples filons couches d'épaisseur variable.

Dans la partie W. de la coupe, on voit le Houiller pendre doucement et régulièrement, en gros vers le nord-est, avec de molles et larges ondulations.

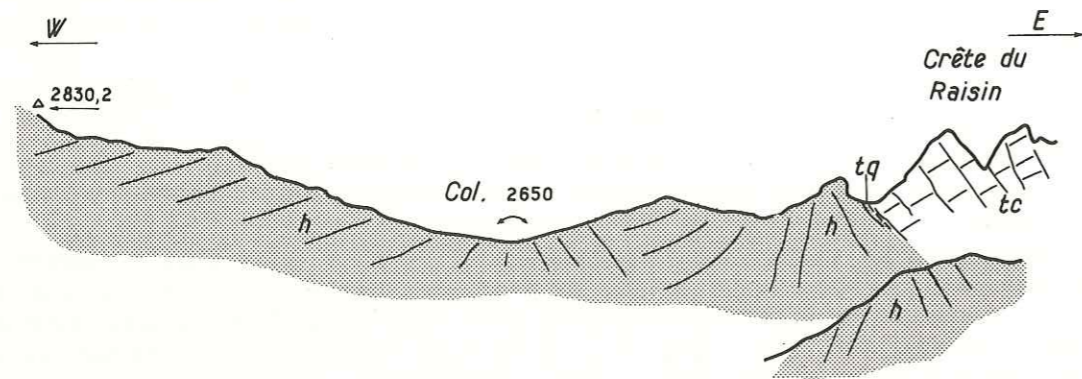


FIG. 91. — Allure des couches sur le flanc S. du col de Roche Noire.

Le col 2650 montre une charnière anticlinale, bien visible grâce à un très beau mur à *Stigmara*, dénudé sur une grande surface (inversion de relief).

La moitié E. de la crête, montre la retombée vers l'est du Houiller, avec des allures bouleversées, et des plissements de détail. Au voisinage de la falaise triasique de la crête du Raisin, on voit les couches houillères plonger à la verticale sous les calcaires. Les quartzites sont ici réduits à un copeau de 10 m d'épaisseur, et broyés (ces quartzites s'amincissent encore, et disparaissent rapidement sur le versant S., mais forment une bande un peu plus continue et importante, quoiqu'encore abîmée sur le versant N.).

L'enfoncement du Houiller sous le synclinal mésozoïque de la Grande Manche (crête du Raisin, et crête du Diable) s'accompagne donc d'un laminage important, accident que nous avons déjà signalé un peu plus au sud, à propos de la croupe Sainte-Elizabeth. Nous le retrouverons un peu plus au nord, dans le prolongement de ces deux points, sur la crête du Chatelard (qui sera décrite dans la partie de cette étude consacrée à la rive droite de la Clarée).

A signaler le passage, sur la crête, d'un important filon de sidérose, que nous retrouverons plus au nord, dans le vallon du Chardonnet.

CRETE DU GRAND VALLON [22]

C'est une crête, dirigée sensiblement W.-S.-W. — E.-N.-E., qui sépare la montagne du Puy-Chevalier et la montagne du Grand Vallon. Elle recoupe normalement des couches houillères pendant régulièrement à l'E.-N.-E.

Il y a plusieurs niveaux charbonneux, qui ont été grattés autrefois par les paysans, ainsi qu'en témoignent d'assez nombreux déblais sur la crête même, surtout dans la moitié inférieure de la crête.

Plusieurs niveaux fossilifères y ont fourni des flores très anciennes, d'âge namurien, caractérisées par les *Hymenophyllites*, *Sphenopteris* à formes persillées, *Mariopteris* du groupe *acuta*, etc.

A la partie inférieure, au bord du « Sentier des Chasseurs », on y voit affleurer une roche éruptive, assez différente des microdiorites et microgranites briançonnais habituels, que j'ai décrite dans la première partie de cette étude (nos 45 et 48).

CRETE DES ROCHERS DE PRIVE [23]

Cette crête est très longue, puisqu'elle va de la Benoitte au Chardonnet, séparant la vallée de la Guisane à l'ouest, de la vallée de la Clarée à l'est. La direction de la crête correspond dans l'ensemble à la direction des couches, si bien qu'en parcourant la crête, on ne voit en réalité qu'un petit nombre de bancs, qui reviennent plusieurs fois quand on monte et redescend le long de la crête.

Toutes ces couches pendent régulièrement de 20 à 30° vers l'est ou le nord-est avec une régularité impressionnante : le flanc W. montre des escarpements rocheux, le flanc E. de grandes surfaces structurales. On peut y noter quelques flexures de détail, de faible amplitude, comme par exemple au col du Raisin.

« MONTAGNE DU GRAND VALLON »
CONCESSIONS DES AIGUILLIERS ET DU GRAND VALLON [24] [25]

Le terme de « montagne » est ici encore pris dans son sens montagnard, c'est-à-dire un grand pâturage élevé. C'est un grand cirque d'origine glaciaire, ouvert au sud-ouest vers le village du Monétier, fermé de tous les autres côtés par les crêtes du Grand Vallon, des Rochers de Privé, des Aiguilliers.

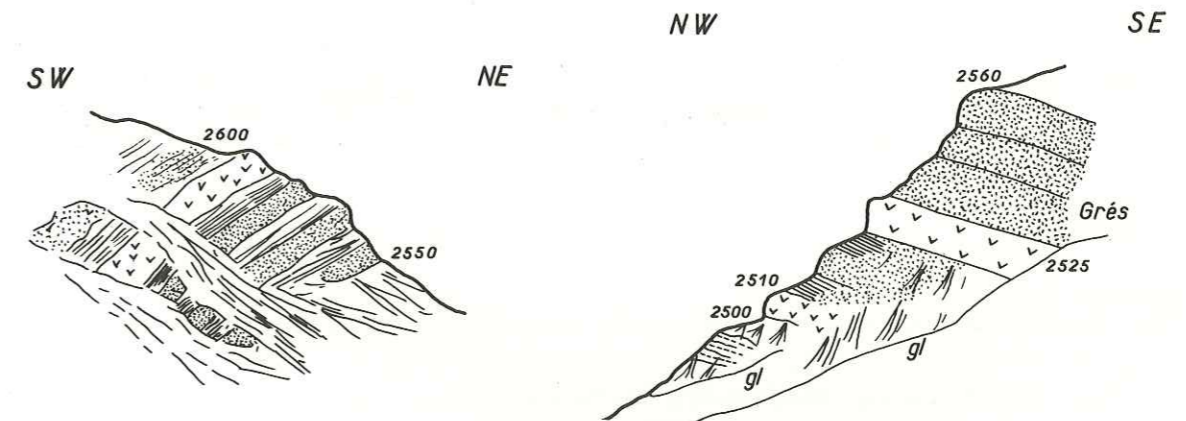


FIG. 92 et 93. — Coupes de détail relevées dans les rochers de la montagne du Vallon. Grès houillers en gros bancs séparés par des schistes à radicelles et des schistes fins avec terres noires. Pendage E. Des sills de microdiorites sont interstratifiés de façon tellement parfaite qu'il est impossible, à quelques mètres de distance, de les distinguer des bancs sédimentaires.

Correspondant exactement aux limites géographiques de cette « montagne », ont été instituées les deux concessions du Grand Vallon et des Aiguilliers. Partout où des affleurements houillers rocheux percent la couverture glaciaire, des grattages et des déblais montrent que les mineurs paysans ont autrefois extrait du charbon.

On peut s'étonner que les anciens mineurs paysans aient été chercher leur combustible dans des endroits aussi éloignés du Monétier, dans des conditions d'accès qui, pour n'être pas très pénibles, n'en étaient pas moins fort longues.

En fait, ils allaient chercher le charbon là où ils le voyaient en surface, c'est-à-dire dans les parties hautes des montagnes, sur les flancs des falaises, dans les abrupts, là où une érosion active rafraîchit sans cesse les affleurements, alors que près du fond de la vallée, ceux-ci sont masqués par les éboulis de bas de pente et autres formations superficielles.

De plus, sur les crêtes environnantes, de Roche Noire au Chardonnet, on voit affleurer des filons métalliques : sidérose avec minerais de cuivre et de plomb. Une ancienne exploitation de fer s'était installée dans la montagne du Grand Vallon, un peu en contrebas du col du Raisin. On en voit quelques restes, et de vieux paysans se souviennent que leurs pères y avaient travaillé. Le charbon gratté un peu partout autour devait surtout servir à traiter grossièrement le minerai qui était ensuite descendu au Monétier.

CRETE DES AIGUILLIERS [26]

C'est une crête S.-W — N.-E., séparant la « montagne » du Grand Vallon de la « montagne » du Lauzet. Elle fournit une bonne coupe du Houiller montrant, ici encore, une grande régularité d'allure, avec des pendages très réguliers au nord-est.

Tout au long de la crête, mais surtout dans sa partie inférieure, on voit de très nombreux grattages paysans qui dessinent, de part et d'autre de la crête des Aiguilliers, des sortes de courbes de niveau.

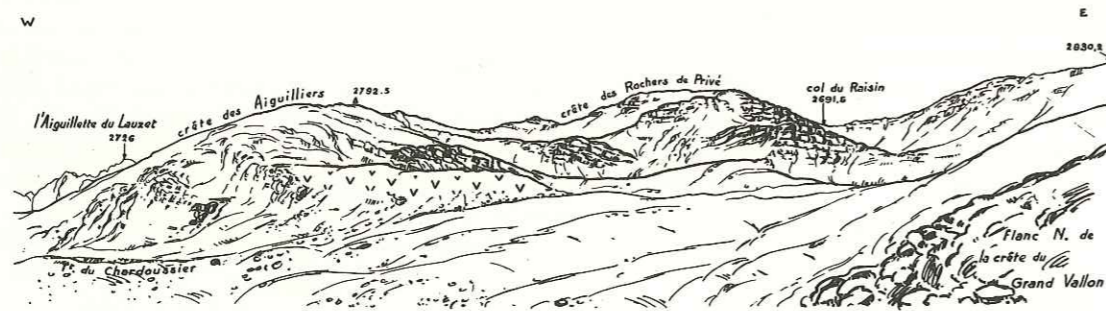


FIG. 94. — La crête des Aiguilliers (flanc S.E.) et l'ensemble de la « montagne » du Vallon.

Sur le flanc N des Aiguilliers (chemin des Chasseurs), en $x = 927,6$, $y = 309,7$, $z = 2480$, on a récolté : *Pecopteris pennaeformis* et *Mariopteris grandepinnata*.

CONCESSION DU PERVON [27]

Elle est tout entière située à une altitude élevée (2500 et au-dessus); l'accès en est pénible, et même pratiquement impossible en hiver, ce qui explique que, depuis l'installation de la concession et malgré la beauté du gisement, on n'y ait fait que des travaux sans conséquence.

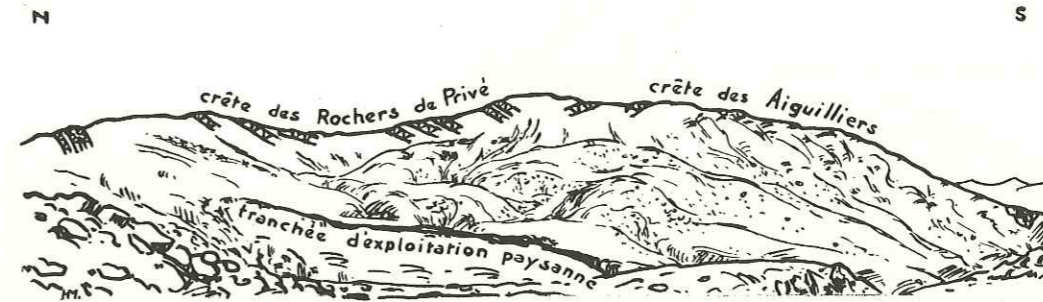


FIG. 95. — Montagne du vallon de l'Aiguillette.

Près d'une cabane de bergers, à la côte 2420, on voit une tranchée, longue de 150 m environ, ouverte dans un affleurement sur la pente (direction N.-S., pendage E. 70 à 80°, puissance : 2 m). Au toit géométrique : grès micacés et grattes. Au mur : schistes noirs fins très fissiles, à caractères de toit. Le veine est donc renversée.

Les bergers qui y passent l'été, s'y approvisionnent régulièrement, au jour le jour. J'avais moi-même, quand j'étudiais ce secteur, planté ma tente à proximité, et j'allais tous les matins y chercher ma provision de combustible. En moins de deux minutes, j'abattais, au marteau de géologue un plein seau d'antracite et le rapportais à mon camp — record de rendement sans doute difficile à surpasser !

Les anciens mineurs paysans ont surtout gratté dans la partie la plus élevée de la concession, dans les escarpements de la crête de Privé, près du Chardonnet. Les mineurs habitant le Casset, ne pouvant y accéder directement par le ravin du Pervon, et en passant par le quartier de la Cabane, étaient obligés de remonter la route nationale jusqu'au hameau du Lauzet, suivre le sentier muletier menant au col du Chardonnet, passer par le col de l'Aiguillette, puis de suivre la crête jusqu'aux exploitations. Ajoutons que ce trajet devait être fait en remontant les ramasses, puis une nouvelle fois dans l'autre sens, en descendant les ramasses pleines. Il fallait ainsi une journée entière rien que pour faire l'aller et retour du Casset à ce quartier.

On avait aménagé, en 1876, un canal d'évacuation à forte pente où le charbon, entraîné par l'eau, descendait jusqu'à la route. Mais ce canal en bois, long de 3 km environ, était régulièrement détérioré par les avalanches et les fontes des neiges. On comprend que dans ces conditions, les grattages faits dans ce quartier n'aient jamais été bien importants, et ne pouvaient fournir que le minimum de charbon nécessaire à la consommation familiale.

Il n'y eut donc que des grattages insignifiants sur les affleurements même, bien que les couches y soient nombreuses et fort régulières, comme cela est bien visible sur les affleurements. Direction sensiblement N.-N.-W., avec pendage E. de 40 à 45°.

COUPE DU COL DE L'AIGUILLETTE [28]

Le Houiller est ici un anticlinal renversé à l'ouest sur le Trias : son flanc inverse, extrêmement laminé, y est réduit à une zone broyée d'une cinquantaine de mètres de traversée. A l'est du col de l'Aiguillette, par contre, on a le flanc normal de l'anticlinal houiller, dont la structure est régulière, avec de nombreuses intrusions éruptives.

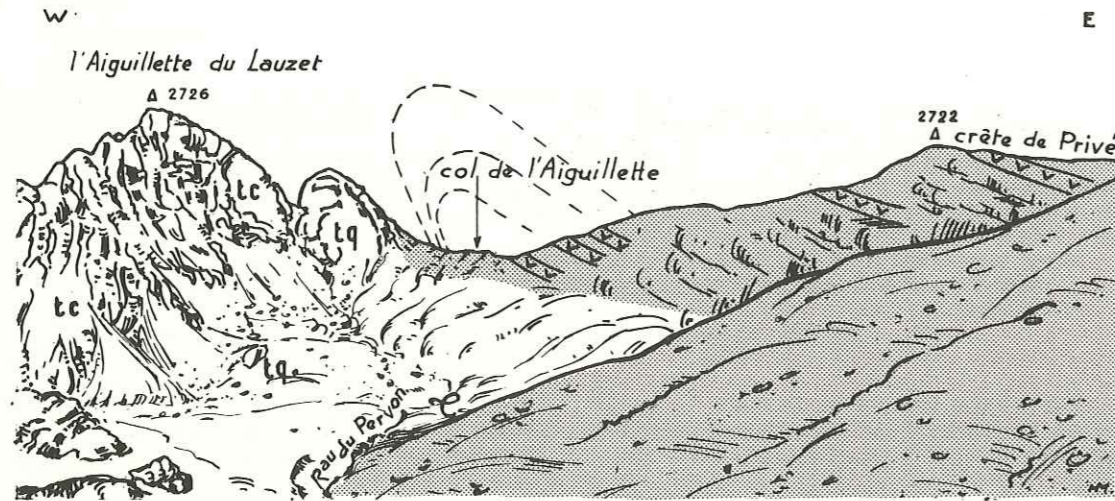


FIG. 96. — Col de l'Aiguillette du Lauzet (versant S.).

VALLON DU TORRENT DU RIF (= DU PIC DE LA BRUYERE) [29]

Au nord de la crête du col de l'Aiguillette, le Houiller forme une vaste dépression, drainée par le torrent du Rif, limitée à l'ouest par les falaises mésozoïques du pic de la Bruyère, à l'est par les escarpements du Chardonnet.

Ce secteur a donné lieu à la **concession des Gadjors**, qui malgré son éloignement de toute habitation, a été activement fouillée. Le Houiller y est dirigé N.-S., et pend dans son ensemble vers l'est, avec une régularité remarquable, bien soulignée par les multiples travaux miniers.

Vers l'est, le vallon est limité par les escarpements de grès houillers et de microdiorites du Chardonnet, eux mêmes surmontés en discordance angulaire vers le nord, par les quartzites triasiques de la Tête de Cassille (fig. 97). De ce côté, le Houiller se prolonge loin vers l'est, sur les deux rives de la Clarée, que nous verrons plus bas, ainsi que le secteur correspondant à la concession de graphite du Chardonnet. Disons seulement ici que les couches du Chardonnet, surmontant normalement celles du vallon de la Bruyère, pendent régulièrement vers l'est.

Vers l'ouest, au contraire, la limite géographique de notre secteur est une limite géologique : tout le long de cette limite, le Houiller perd sa belle régularité d'allure et, par l'intermédiaire d'une zone confuse de 50 m d'épaisseur au maximum, à pendage inverse,



FIG. 97. — Bordure E. du vallon de la Bruyère montrant la discordance angulaire des quartzites triasiques de la Tête de Cassille sur le Carbonifère de la Cée Haute.

repose sur le Trias renversé du pic de la Bruyère. Cette zone bouleversée est le flanc inverse très laminé d'un anticlinal déversé à l'ouest, dont le flanc normal, bien conservé, constitue le beau gisement des Gadjors.



Fig. 98. — Bordure W. du vallon du pic de la Bruyère (sur ce dessin les lettres encadrées indiquent l'emplacement des divers quartiers d'exploitation de la concession des Gadjors).

La figure 98 montre bien ce renversement du Houiller sur le synclinal de Trias du pic de la Bruyère; on y voit aussi le départ, vers le nord-ouest, d'une traînée anticlinale de Houiller, passant à l'ouest de ce pic, qui va jouer le rôle de lubrifiant dans le chevauchement des terrains briançonnais sur le Sub-Briançonnais; nous la retrouverons plus bas, à propos de la concession de Roche Colombe, c'est elle qui a été exploitée naguère sur le flanc W. du pic de Roche Colombe, dans la concession du même nom.

De nombreux fossiles ont été trouvés dans ce secteur: *Mariopteris acuta*, *Sphenopteris fragilis*, *Sph. taïtiana*, *Zeilleria moravica*, etc. Je rappelle ici que dans son mémoire mon ami Ch. GREBER fournit la localisation exacte des principaux gîtes fossilifères et des listes de déterminations.

CONCESSION DES GADJORS [29]

On y a fait un nombre considérable de grattages disséminés un peu partout, et qui n'étaient jamais poussés au delà de 30 m de profondeur au grand maximum. Le plus souvent, ils se limitaient à des excavations de surface.

De nombreux P. V. de visite des archives du Service des Mines déplorent ce manque de méthode. Une première conséquence en est que les renseignements fournis par ces archives sont extrêmement décousus, et à peu près inutilisables. Sur le terrain, la trace des couches exploitées se manifeste par un « sillon qui s'allonge de plus en plus » et « les affleurements de couche deviennent de plus en plus rares d'année en année ».

En somme, une couche était considérée comme exploitée complètement, dès que les exploitants avaient atteint une profondeur de 10 à 20 m, et la partie la plus profonde était abandonnée. D'année en année, pour retrouver d'autres affleurements, ils étaient obligés de

monter plus haut sur les pentes du Chardonnet.

Il y a ainsi une multitude de quartiers. Actuellement, les anciens travaux sont bien visibles, sous forme d'excavations bien alignées, et formant des sortes de courbes de niveau superposées sur les pentes, ou même de véritables tranchées continues sur de grandes distances.

On ne peut qu'être frappé, en étudiant cette concession, par la très grande régularité d'allure des couches dont la direction N.-S. et le pendage E. 30 à 45° se retrouvent partout, sauf sur la bordure W., zone de chevauchement du Houiller sur le Mésozoïque. Cette zone où les pendages sont bouleversés, les terrains broyés, est ce qui reste d'un pli anticlinal très aigu, déversé vers l'ouest, et n'a que quelques dizaines de mètres de largeur. Partout ailleurs, les assises sont très régulières, et les nombreuses observations que l'on peut faire de toits et de murs géologiques en position normale par rapport à la veine montrent bien que toutes ces couches sont en position normale.

Par ailleurs, ces terrains montrent une grande densité de niveaux charbonneux dont la puissance, ou du moins ce que nous pouvons en savoir d'après les archives était souvent intéressante (de l'ordre de 1 m en moyenne), et ceci, quoique les mineurs paysans se soient partout bornés à des grattages de surface.

Du sud vers le nord, on rencontre les principaux quartiers suivants :

- Quartier de la Balme [F] (1)
- Quartier des Serres [E]
- Quartier des Petites Chalanches [C]

De nombreux et anciens grattages y ont mis en évidence plusieurs couches différentes, dirigées sensiblement N.-S., bien parallèles, et à pendage E. Puissance moyenne d'après les archives : 1 m (0,60 à 1,20 m).



Fig. 99. — Anciens grattages dans le quartier des Petites Chalanches (entre 2 250 et 2 270)

(1) Les lettres A à F entre crochets renvoient à la figure 98.

En allant du sud-ouest au nord-est, on rencontre successivement : falaise des quartzites triasiques.

2230 — Directement sous les quartzites, Houiller très abîmé et laminé. En gros, il est vertical et N.-S.

2210 — Sur la rive droite du Rif, quelques mètres au-dessus du talweg, une galerie s'enfonce en direction dans une couche N.-N.-W., subverticale à l'ouest. Dans les déblais : *Neuropteris linguafolia* P. B.

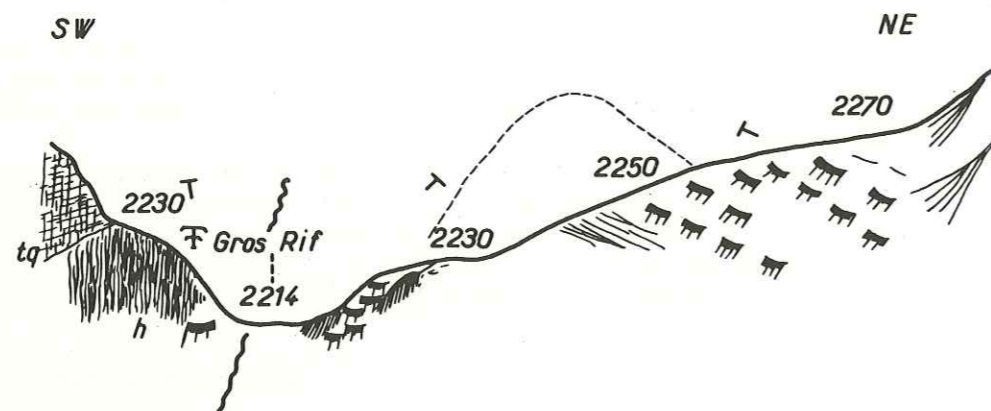


Fig. 100. — Coupe transversale par le quartier des Petites Chalanches.

Sur la rive gauche du Rif, on retrouve le Houiller avec sa direction N.-N.-W., mais le pendage est maintenant de 60 à 70° à l'ouest.

La berge même est formée par l'affleurement d'une veine, maintenant remplacée par des déblais juxtaposés. Au toit, schistes. Au mur, schistes à radicelles, puis grès micacés (2230). Un filon de microgranite.

On a ensuite une croupe herbeuse où le Houiller est soit éboulé, soit masqué par la prairie.

De 2 250 à 2 290, le Houiller a maintenant un pendage 45°. C'est la partie représentée par la photo de la figure précédente. Ce sont surtout des schistes gréseux bien feuilletés, avec de nombreuses excavations alignées marquant l'affleurement des couches.

Quartier des Gadjors [B]

Nombreux grattages alignés de la même façon, dans le prolongement des couches précédentes.

Quartier du Clos d'Ane [A]

Actuellement on voit, sur le terrain, une multitude d'excavations alignées, permettant de suivre l'affleurement de certaines couches sur plusieurs centaines de mètres, et témoignant d'anciennes exploitations fort développées, quoique toujours superficielles. On reconnaît ainsi la trace d'au moins six veines. Pas de renversement. *Sphenopteris hoeninghausi* Brongn.



Fig. 101. — Quartier des Gadjors [B] et du Clot d'Ane [A].

MONTAGNE ET CRETE DE LA PONSONNIERE [30]

Au nord de la concession des Gadjors, notre bande houillère se continue par une grande masse de terrains dont l'ensemble plonge à l'est de 45° environ, avec une imposante régularité, sous le synclinal de quartzites triasiques du pic de la Bruyère. On peut y suivre, sur plusieurs centaines de mètres au delà de la limite N. des Gadjors, le prolongement des veines du quartier du Clot d'Ane, par des séries de grattages alignés et de petites tranchées.

Tout au nord, la crête de la Ponsonnière nous montre, d'ouest en est, le Houiller reposant sur les calcaires mésozoïques par l'intermédiaire de couches bariolées de violet et de vert clair, avec petits bancs dolomitiques irréguliers, tout à fait semblables au Permien de Valloires.

Le flanc inverse de notre bande anticlinale est ici fortement laminé, comme en témoignent l'aspect des terrains et l'absence des quartzites. Une deuxième bande colorée prouve l'existence d'un repli synclinal de détail.

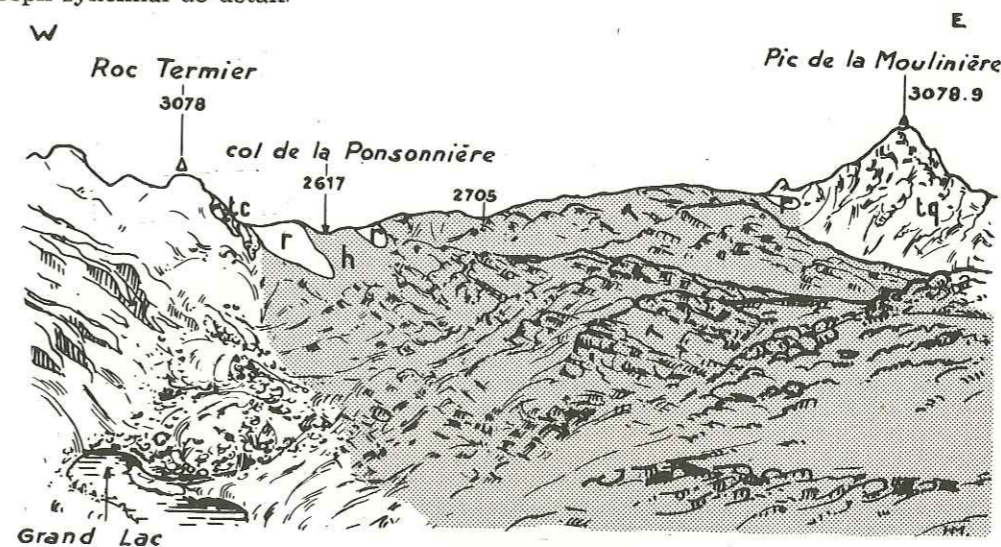


Fig. 102. — Versant méridional de la crête de la Ponsonnière.

Toute la masse de la formation houillère pend ensuite régulièrement vers l'est, de 45° environ. Elle contient des niveaux charbonneux, abîmés en affleurement; je n'ai pas réussi à y voir la position relative des toits et des murs, si bien que je ne peux avancer en toute certitude que ce Houiller est en position normale, mais c'est très probable, la grande régularité des couches autorisant à extrapoler les faits observés un peu plus au sud.

Les sills de microdiorites sont devenus rares et minces : je n'en ai compté que sept en tout, tout au long de la crête.

Vers l'est, les pendages deviennent progressivement plus forts et le Houiller, surmonté de quelques mètres de couches colorées (= « Permien ») s'enfonce sous les quartzites triasiques du pic de la Moulinière.

Enfin, au delà de la crête de la Ponsonnière, le Houiller disparaît rapidement sous un « Permien » semblable à celui de Valloires, très développé près des Rochilles. Subissant un important enfoncement d'axe, la bande houillère de la rive gauche de la Guisane va être masquée pendant 8 km, et ne réapparaître que dans la région de Valloires.

CONCESSION DE ROCHE - COLOMBE [31]

Quoiqu'encore très étendue, cette concession ne comprend qu'une étroite bande de Houiller, surmontée par les quartzites du Trias mais reposant anormalement sur les Marbres en plaquettes. Elle affleure sur les pentes très déclives du pic de Roche Colombe, d'un accès malaisé.

Ce secteur a été récemment étudié par B. TISSOT (1955).

XIV. Rive droite de la Clarée

Dans l'ensemble, presque tout le Houiller de rive droite de la Clarée représente le flanc E. du grand synclinal houiller dont le flanc W. affleure sur la rive gauche de la Guisane.

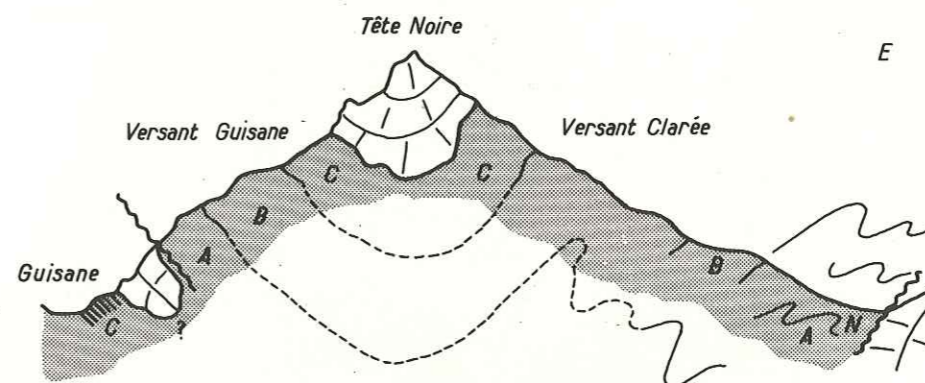


FIG. 103. — Coupe schématique du massif houiller entre Guisane et Clarée.

La vallée de la Clarée, très boisée, est plus reculée que celle de la Guisane. Aussi peu de travaux miniers y ont-ils été effectués. Il n'existe que deux concessions, d'ailleurs abandonnées, plus quelques grattages insignifiants hors concession. L'étude de la vallée de la Clarée ne bénéficie donc pas, comme celle de la Guisane, de l'apport massif de renseignements que nous avaient ailleurs fournis les innombrables mines paysannes. La somme de nos connaissances, réduite, ou à peu près, aux observations de surface pourrait, à première vue, laisser croire que le Houiller est ici moins productif. Il n'en est rien : quand ce Houiller est suffisamment dénudé, comme par exemple le long des lignes de crête, on peut y relever des coupes détaillées, montrant une densité en niveaux charbonneux comparable à celle qui a été observée dans la vallée de la Guisane.

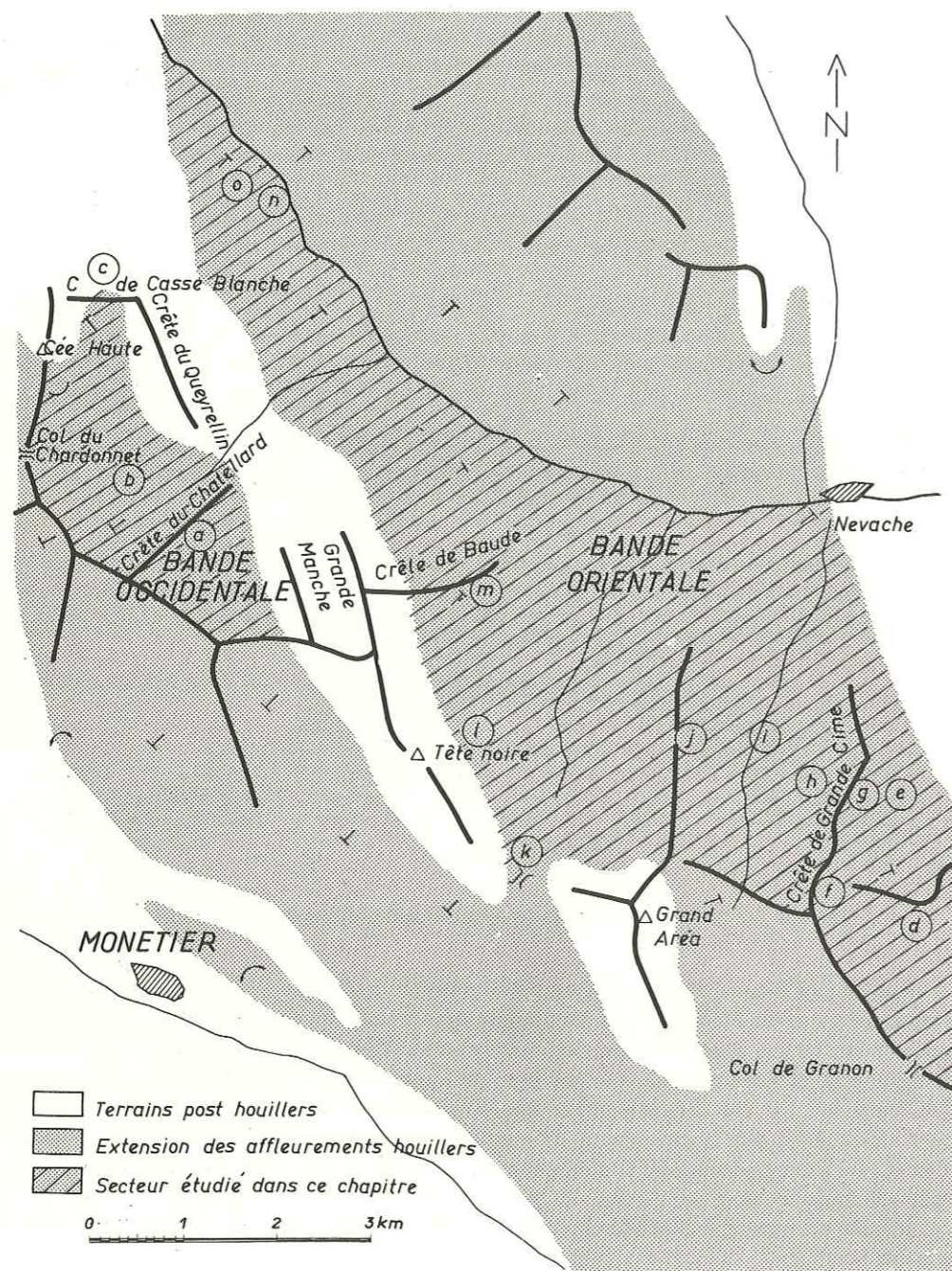


FIG. 104. — Carte schématique du Carbonifère sur la rive droite de la Clarée.

1. BANDE HOUILLÈRE OCCIDENTALE

Voyons d'abord la zone houillère qui se trouve à l'ouest des synclinaux mésozoïques de la Grande Manche et du Queyrellin. Géologiquement en effet, c'est le bord oriental de la grande bande productive de la rive gauche de la Guisane, décrite plus haut.

CRÈTE DU CHATELLARD [a] ⁽¹⁾

Elle permet de relever une bonne coupe détaillée. S.-W. — N.-E., normale aux bancs. En commençant la coupe par le sommet (point 2 850,5 de la crête des Rochers de Privé) on voit que les couches, comme sur la rive gauche de la Guisane, pendent d'abord au nord-est de 30 à 40°.

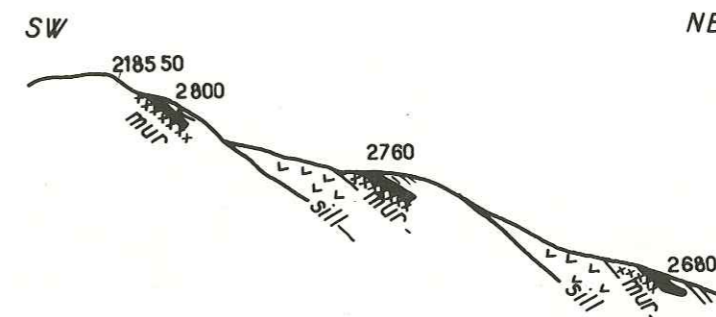


FIG. 105. — Affleurements charbonneux au sommet de la crête du Châtelard.

Les sills de microdiorite y sont fréquents et épais (proximité du centre éruptif de la Cée Haute). Dans cette partie dénudée, de nombreux niveaux charbonneux sont visibles en affleurement. Vers la côte 2 800, un banc de schistes noirs fins a fourni une flore du Westphalien A, avec *Neuropteris schlehani* Stur.

Plus à l'est, cette belle régularité disparaît progressivement. On voit d'abord, à partir de 2 550 environ, les couches prendre un pendage inverse, indiquant un mouvement synclinal (qui va s'exagérer plus au nord, au Chardonnet), associé à un repli anticlinal (charnière vers 2 500 sur la crête). Puis, et très rapidement, les couches se chiffonnent en pendages anarchiques, et viennent s'affronter verticalement aux dolomies triasiques. La figure 107 représente le détail de cet important accident, tel qu'on peut l'observer sur le flanc S.-E. de la crête.

(1) Les lettres a à o entre crochets renvoient à la figure 104.

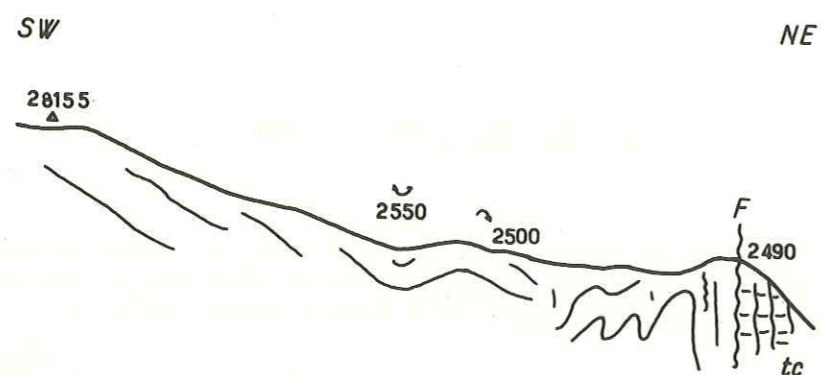


Fig. 106. — Schéma de l'allure des couches sur la crête du Châtellard.

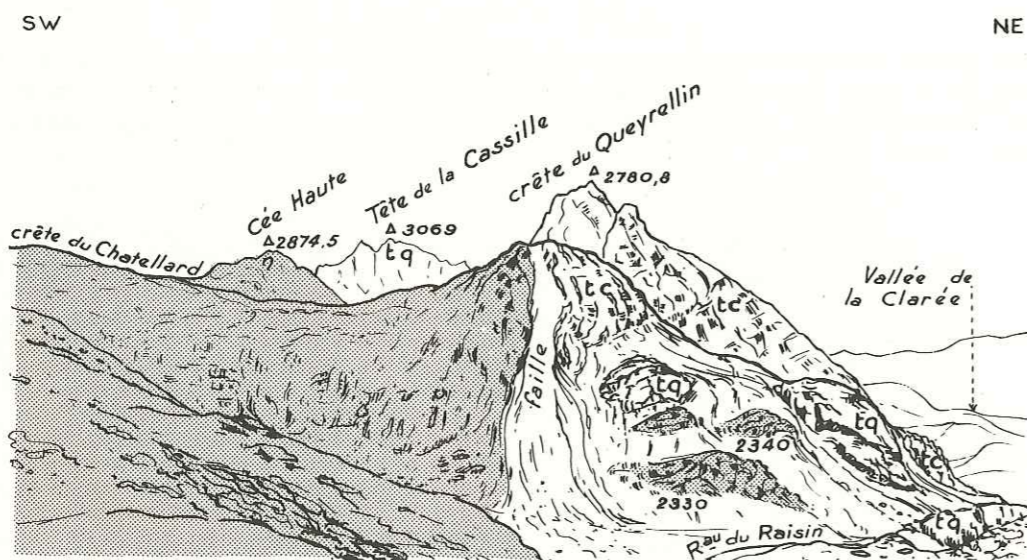


Fig. 107. — Terminaison N.-E. de la crête du Châtellard, flanc S.-E. : détail du contact Houiller Trias.

La crête du col de Roche Noire (décrite plus haut) nous avait montré de la même façon le Houiller, plissé et disloqué vers l'est, s'affronter brutalement, par une zone broyée, aux falaises abruptes de dolomies triasiques de la crête du Raisin. Il s'agit donc d'un accident important; nous le retrouverons 2 km plus au nord-ouest, à propos de la crête de Casse Blanche.

VALLON DU CHARDONNET [b]

Au nord-ouest de la crête du Châtellard, le Houiller n'affleure que confusément sous les pâturages glaciaires. Quelques buttes pointent, dont l'une, à 2 350 m, a fourni une abondante récolte de *Neuropteris linguaefolia* P. B. dans des schistes à pendage E. 30°.

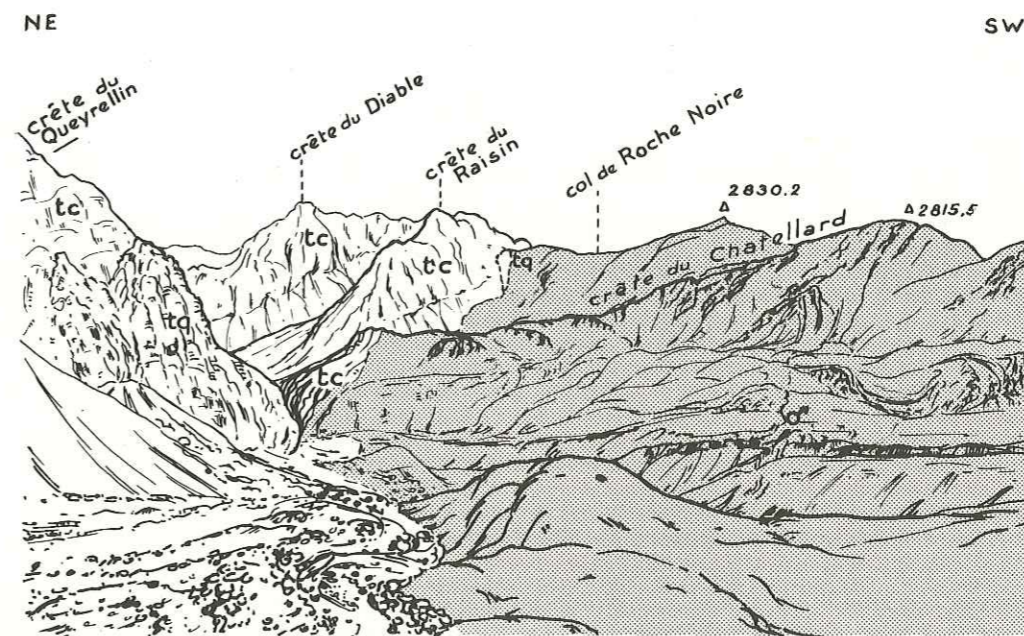


Fig. 108. — Vallon du Chardonnet : fond S.-E.

Le flanc E. de la crête des Rochers de Privé montre, ici encore, de grandes surfaces structurales qui « jouent » avec la surface topographique. Les sills de microdiorite deviennent de plus en plus abondants vers le Chardonnet à mesure qu'on se rapproche du centre éruptif de la Cée Haute; aussi, il devient impossible dans ce secteur de les cartographier exactement au 1/20 000 (il faudrait, pour bien faire, un fond au 1/100 !). J'ai donc été contraint, pour ce secteur, de schématiser les contours à l'extrême.

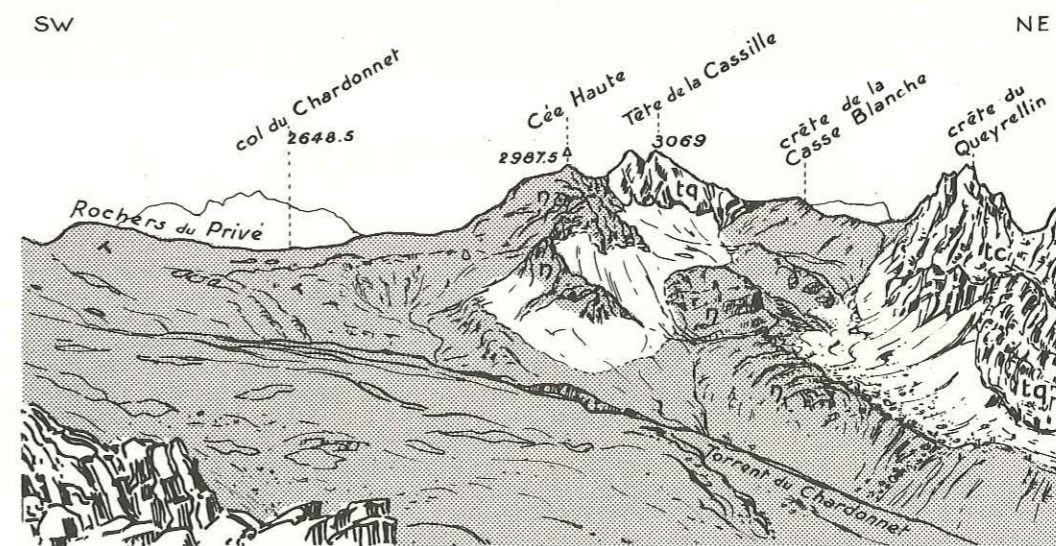


Fig. 109. — Vallon du Chardonnet : fond N.-W. (depuis le point 2 650 de la crête du Châtellard).

L'ensemble des pendages observés montre que les couches du vallon du Chardonnet dessinent un synclinal, celui-là même que nous avons vu s'ébaucher dans la crête du Chatellard, vers 2 550. La charnière passe ensuite dans le ravin du Chardonnet vers 2 450, où elle s'accompagne de chiffonnements, puis par le point coté 2 694, la Cée Basse (point coté 2 808), et la Cée Haute. L'énorme amas dioritique intrusif de la Cée occupe donc le cœur de ce synclinal.

Plus au nord, nous suivons, sur le flanc E. de la Cée, une bande houillère à pendage W. Elle culmine à près de 2 900 m sur la crête de la Casse Blanche, avant de s'enfoncer brusquement et disparaître sous le massif mésozoïque des Cerces. Elle est datée, dans le haut vallon de la Casse Blanche, par un gîte fossilifère à *Mariopteris acuta* Zeiller, découvert par B. TISSOR (1955).

CRETE DE LA CASSE BLANCHE [c]

Ainsi nommée à cause de l'imposante moraine (ou « casse »), de quartzites triasiques qui tapisse les premières pentes de son flanc S.

Les couches houillères, riches en sills de microdiorites y pendent uniformément à l'ouest de 30°, sous les quartzites de la Tête de Cassille. Elles renferment de nombreux niveaux charbonneux, avec murs de végétation à gros *Stigmara* largement dénudés, schistes fins de toit bourrés de Calamites en abondance extraordinaire. Toutes ces couches représentent donc la remontée E. du synclinal en question. A l'est de la crête (collet 2 770), les couches houillères sont complètement broyées au contact des falaises mésozoïques de la crête du Queyrellin. La retombée E. du Houiller est donc ici considérablement amincie par laminage tectonique puisqu'elle est réduite à quelques dizaines de mètres de terrains broyés. Cet accident important se relie évidemment à celui de la crête du Chatellard et à celui du col de Roche Noire.

Ici l'extrême base des quartzites du Trias correspond à une partie déprimée, avec empilements chaotiques d'énormes blocs de quartzites blancs, de quartzites à quartz roses et galets de liparite, de grattes grises houillères bourrées de galets de quartz filonien blanc. Dans les interstices entre ces blocs, plaquettes de schistes rouges et verts, si bien qu'on ne peut ici

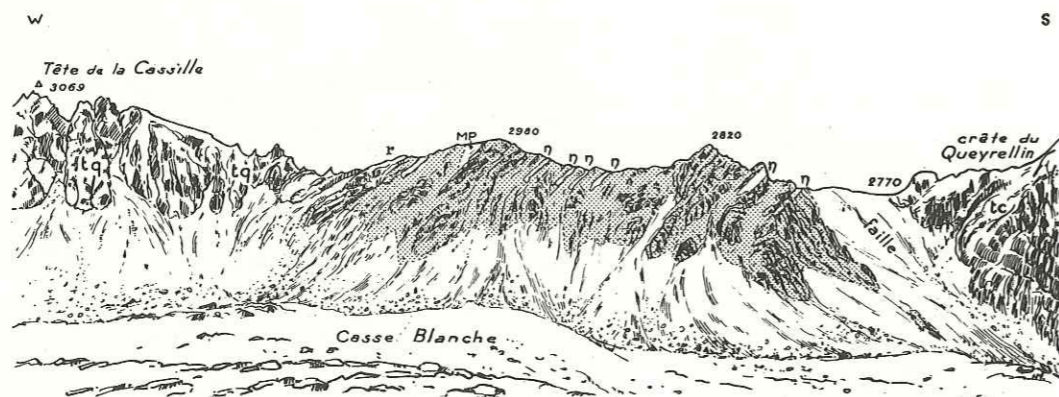


Fig. 110. — Crête de Casse Blanche (versant S.).

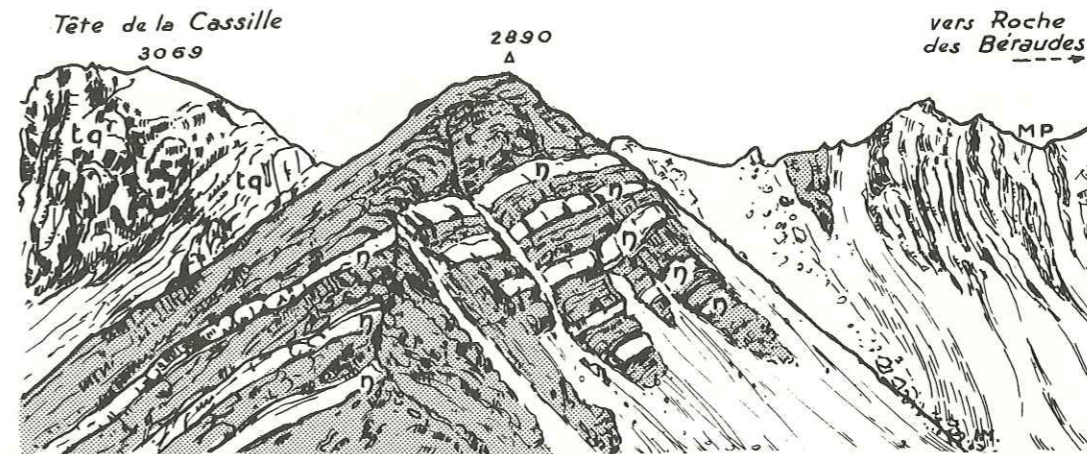


Fig. 111. — Vue partielle de la crête de Casse Blanche (depuis le sommet 2 820 de cette crête).

mettre de limites précises entre Trias, Permien et Houiller. En tous cas, le Verrucano briançonnais typique, avec ses conglomérats bourrés de galets de liparite n'existe pas ici. J'ai signalé plus haut le fait que le « Verrucano » briançonnais n'est en somme que le conglomérat de base des quartzites du Trias. Ici, ce sont les quartzites eux-mêmes qui, à leur base, sont chargés des galets de liparite caractéristiques du « Verrucano ».

Signalons encore, à 2 890, au milieu des terrains houillers, quelques mètres de Marbres en plaquettes. On ne voit pas leurs rapports avec le Houiller environnant, car ces plaquettes ont un peu coulé sur la crête qui est à cet endroit une sorte de croupe arrondie. Il s'agit probablement d'un lambeau tectonique étroitement pincé. Ce pourrait être aussi les vestiges d'une ancienne moraine, érodée partout ailleurs. Pour des raisons topographiques cette hypothèse me paraît moins vraisemblable. Ce lambeau n'existe que sur la crête même. On ne le retrouve pas sur les flancs.

2. BANDE HOUILLÈRE ORIENTALE

Voyons maintenant la zone carbonifère à l'est de la ligne de synclinaux mésozoïques du Grand Area, de la Grande Manche et du Queyrellin, en reprenant la description où nous l'avions laissée sur la rive gauche de la Guisane, près du col de Granon, et en remontant vers le nord-ouest.

CRETE DE PASQUIER [d]

Ici, le Houiller chevauche les assises plus récentes du Briançonnais oriental, sur lesquelles il est renversé avec un pendage W. 30°.

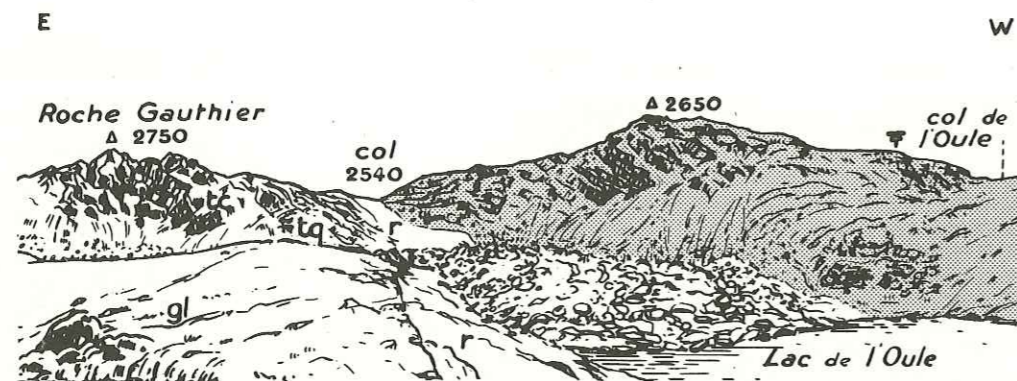


FIG. 112. — Flanc N. de la crête de Pasquier.

D'est en ouest, la coupe montre d'abord le Houiller productif : schistes et grès avec niveaux charbonneux, datés par une abondante flore du Namurien, avec notamment *Pecopteris aspera* Brongn., *Mariopteris laciniata* Pot., et un grand nombre de *Rhodea*.

A cette assise succèdent des grattes et grès grossiers, complètement stériles, en gros bancs massifs, déjà rencontrés plus au sud, au col de Granon. Entre ces derniers et les conglomérats du Verrucano, on voit apparaître quelques dizaines de mètres au maximum de schistes et schistes gréseux verdâtres, ou lie-de-vin clair, à délits sériciteux, riches en sidérose.

Il n'y a aucune intrusion éruptive.

VALLON DE L'OULE [e] ⁽¹⁾

Le grand lac de l'Oule y montre, sur sa rive W. des grès et grattes type Houiller gris stérile du Granon, et, sur sa rive E., des conglomérats bourrés de galets de liparite, affrontés sans intermédiaire. Mais 1 km plus au nord, sur l'éperon transversal du pic du Longet, nous verrons tout à l'heure apparaître entre les deux des couches intermédiaires.

CROIX DE LA GARDIOLE [f]

La Croix de la Gardiole qui est pourtant le sommet le plus élevé de ce secteur, puisque le Houiller y culmine à un peu plus de 2 750 m ne montre guère d'affleurement digne de ce nom. C'est le type même de la montagne rongée, y compris son sommet, par ses propres éboulis.

Ce n'est que par éclairage favorable qu'on y devine un pendage E. sur son flanc W., W sur son flanc E. Elle correspond donc au cœur d'un synclinal.

Sur son versant N.-E., deux gîtes fossilifères ont fourni une flore où dominent *Mariopteris muricata* Schlot. et *Neuropteris obliqua* Brongn. ⁽²⁾. On peut attribuer à ces couches un âge Westphalien B, dans la mesure où ce Westphalien B peut être individualisé dans le Briançonnais (voir la première partie de cette étude, où j'ai fait des réserves à ce sujet).

(1) « Oule », en patois briançonnais, signifie marmite à fromage.

(2) Ces gîtes sont situés : le premier en $x = 936,2$ et $y = 306,7$ entre les côtes 2 650 et 2 700, et le second en $x = 936,2$ et $y = 306,5$ à la côte 2 650 environ.

CRETE DE GRANDE CIME A LA CROIX DE LA GARDIOLE [f] [g]

Du sud vers le nord, on trouve d'abord des schistes et des grès, avec niveaux charbonneux, mais où les grès prédominent nettement. Pendage W. 45° en moyenne, constant et régulier. Il n'y a aucune intrusion éruptive.

Au nord, la partie stratigraphiquement la plus élevée de ce Houiller est datée par plusieurs gîtes fossilifères entre le pic du Longet et Grande Cime, sur la crête même : *Neuropteris schlehani*, *Pecopteris aspera*, *Asterocalamites*, indiquant un âge namurien.

L'un d'entre eux, le plus élevé — stratigraphiquement, car la série est renversée — se trouve dans des schistes noirs fins, au toit d'un niveau charbonneux, directement surmontés par la formation suivante : ce sont des grattes très grossières, formées surtout de gros galets bien roulés de quartz filonien blanc, dans un fin ciment siliceux. Il y en a 20 m environ, qui représentent, je pense, le Houiller détritique et stérile du Granon, réduit ici. On y trouve aussi, épars, quelques galets de liparite. Ils contiennent de minces bancs lenticulaires de schistes et grès coloriés, où j'ai recueilli de gros *Stigmara* rubéfiés.

Au-dessus viennent les conglomérats du Verrucano, à galets de liparite, bien caractérisés. On passe ensuite, progressivement, à des quartzites à gros éléments, à galets de quartz rose, en même temps que les galets de liparite se raréfient, puis, toujours progressivement à des quartzites francs, d'un blanc pur et très homogènes (toujours en série renversée).

CRETE TRANSVERSALE DU PIC DU LONGET [g]

Du sommet du pic du Longet part vers l'est un éperon transversal qui barre la vallée de l'Oule, et fournit une excellente coupe transversale de la partie supérieure du Paléozoïque.

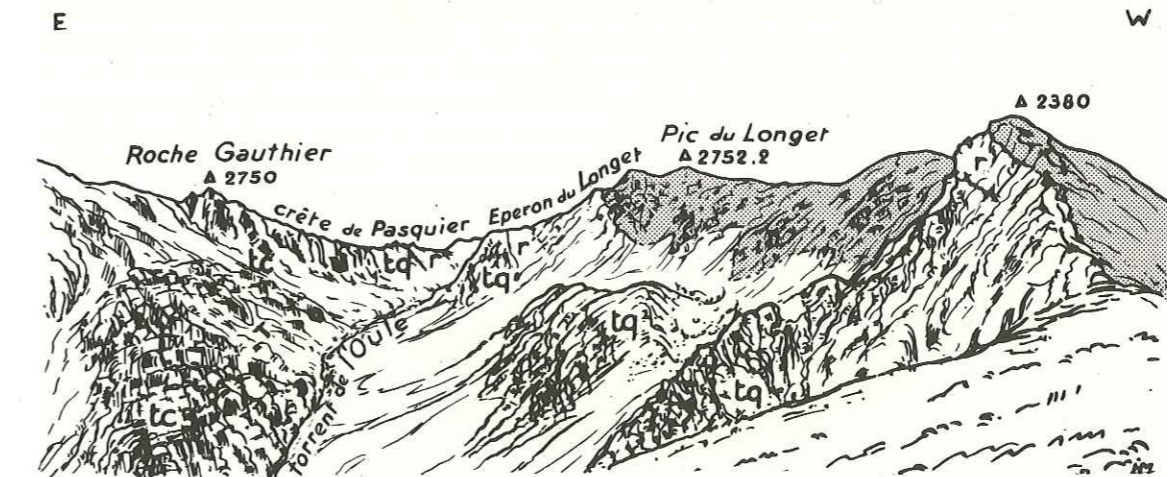


FIG. 113. — Partie inférieure du vallon de l'Oule et éperon transversal du pic du Longet (depuis le point 2 312,8 de Grande Cime).

En suivant la crête, depuis le sommet du pic du Longet (point coté 2 572), d'ouest en est, on observe d'abord, au pic du Longet même : des grès et conglomérats blanc sale, dépourvus de tout niveau foncé, sans schistes ni charbon. (Cf. Carbonifère stérile du Granon).

Dans leur partie supérieure, on voit arriver de petits galets de quartz rose et de liparite — éléments d'ordinaire réservés au Verrucano et à la base du Trias — en même temps qu'apparaissent quelques bancs colorés, schistes et grès verts et violets.

Dans les secteurs du Briançonnais étudiés auparavant, la limite entre Houiller et Verrucano n'avait jamais pu prêter à confusion, tant les caractères pétrographiques s'opposaient; or, ici, nous avons des couches, puissantes de 2 à 300 m environ, aux caractères intermédiaires. Plus exactement, il semblerait que le passage soit progressif. On pourrait appeler ces couches : « Infra-Verrucano », ce qui aurait l'avantage de ne pas préjuger de leur âge (bien entendu, elles ne contiennent aucun fossile, et il ne faut pas en espérer dans une telle sédimentation). Puis, les bancs gris ou blanc sale enfin disparus, s'installe une sédimentation franchement « permienne »; schistes et grès bariolés, avec épisodes conglomératiques à galets de liparite (on notera que ce n'est plus le Verrucano briançonnais habituel, représenté par des conglomérats multicolores bourrés de galets de liparite, mais une assise schisto-gréseuse bariolée, avec seulement épisodes conglomératiques à galets de liparite).

Viennent ensuite des quartzites de base du Trias, à galets roses. Cette fois la coupure stratigraphique est nette : après une sédimentation disparate, chargée de feldspaths et d'argile, arrivent des quartzites presque uniquement siliceux. Vient ensuite la série triasique habituelle : quartzites francs, cargneules (dépression du ravin de l'Oule), calcaires vermiculés, dolomies bleutées, etc.

Toutes ces assises sont renversées, avec un pendage de 30 à 45° W.

EPERON TRANSVERSAL DU LAC DE CRISTOL AU POINT COTE 2606 [h]

Dans sa partie inférieure, c'est une croupe étale, où n'affleurent que des grès disloqués. Mais, de 2 410 à 2 460 m, la crête devient plus aiguë; elle suit alors les couches en direction : c'est du **Houiller normal productif, non renversé**. La direction est sensiblement N.-S., le pendage de 60 à 70° à l'est. Plus haut, la crête s'élargit à nouveau dans des terrains désagrégés sur place, et plus ou moins masqués par des paquets glissés et leurs propres éboulis. On y trouve *Pecopteris pennaeformis* Brongn. Au sommet coté 2 606 : grès à pendage W. 30 à 40°.

On retrouve donc ici le prolongement du mouvement synclinal déjà noté à la Croix de la Gardiole, et dans des couches du même âge.

RAVIN DE CRISTOL [i]

Ce ravin, qui se jette dans la Clarée, immédiatement en amont de Névache s'encaisse d'abord profondément entre deux hautes falaises de quartzites du Trias. On y note, entre 1 800 et 1 820, un mince copeau de Verrucano écaillé dans la base des quartzites. A partir de la côte 2 050 environ, il entame le Houiller, renversé sur le Trias.

Sur la rive gauche, un sentier muletier grimpe dans un mélange d'éboulis et de Houiller

glissé. A la côte 1 850, il passe au pied d'une petite falaise de grès houillers massifs, où l'on a gratté autrefois une **couche renversée à 45°**, avec des schistes à radicelles bien visibles au toit géométrique.

On observe également dans ce sentier des couches claires et stériles, ressemblant à celles du pic du Longet, notamment, à la cote 1 970 des grès blanc verdâtre, laminés et feuilletés, dans une sorte de petite tranchée naturelle, vieux décollement emprunté par le sentier.

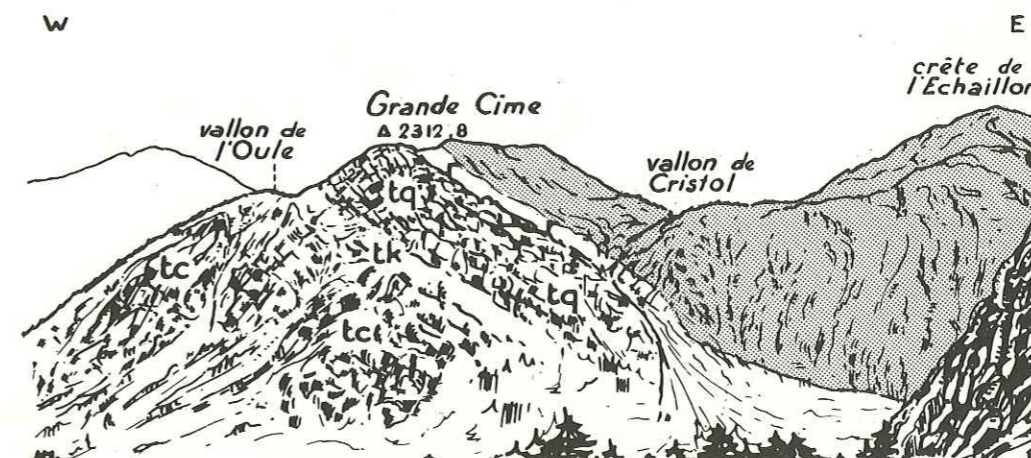


FIG. 114. — La rive droite de la Clarée à la hauteur de Névache : renversement général des assises houillères sur les terrains mésozoïques du Briançonnais oriental.

CRETE DE L'ECHAILLON [j]

Dirigée exactement N.-S., cette longue crête, qui sépare les hautes vallées de Cristol et de Buffère, suit, à quelques degrés près, la direction générale des couches, si bien qu'en parcourant la ligne de crête, on reste d'un bout à l'autre dans les mêmes assises.

Elle est formée d'épais bancs gréseux. L'un de ces bancs est remarquable : puissant d'une centaine de mètres, il est formé de grès à grain moyen, mais très homogènes et très durs; on n'en voit pour ainsi dire pas la stratification. Par contre, la disjonction cubique de ces grès leur confère un faux pendage trompeur. Cette assise constitue évidemment la pièce maîtresse de l'ossature de la crête de l'Echaillon.

Les couches pendent uniformément à l'ouest de 30°, rarement 45°. Le flanc W., versant Buffère, montre de grandes surfaces structurales de ces grès, avec parfois des restes de pellicules schisteuses. Mais les affleurements y sont généralement masqués par les terrains désagrégés sur place, des vestiges morainiques ou des placages glaciaires, discontinus, comme aux Sagnes⁽¹⁾.

Le flanc E, versant Cristol, par contre, abrupt, montre la tranche des couches. Plusieurs éperons rocheux s'en détachent, qui permettent d'y relever des coupes détaillées — plus démonstratives que celle de la crête même — et d'ailleurs toutes comparables.

On y observe deux minces sills de microgranite jumeaux, prolongement évident des microgranites rencontrés à 2 525 sur la crête de Cristol. Nulle part, on ne voit de microdiorites.

(1) « Sagnes » : terme local = pâturages toujours humides sur l'argile à blocs, voire même tourbières.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
 MAISON DES GEOSCIENCES
 DOCUMENTATION
 B.P. 53
 F. 38041 GRENOBLE CEDEX
 Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
 Mail : ptalour@ujf-grenoble.fr

COL DE BUFFERE [k]

Le Carbonifère affleure ici dans l'échancrure entre les deux crêtes mésozoïques de Tête Noire et du Grand Aréa, si bien qu'on peut aller du Monétier à Névache en restant continuellement sur le Houiller.

A vrai dire, ces affleurements sont assez confus; ils semblent avoir été tectonisés, et sont largement masqués par le glaciaire. Les meilleurs affleurements se voient sur le versant Névache, vers la cote 2 400. Ce sont de petites falaises de grès houillers, à pendage W. 30-40°, sur lesquels ont été installées des casemates militaires. Au col (versant Guisane) : *Lepidophloios laricinius*.

EPERON RAMBERT [l]

Cette petite crête E.-W. fournit une coupe, normale aux bancs, de la partie supérieure du Carbonifère. Les affleurements, presque partout masqués par le glaciaire sur le flanc S., doux et herbeux, sont au contraire largement dénudés dans les falaises abruptes du flanc N.

Le Houiller pend uniformément à l'ouest, en s'enfonçant sous le mésozoïque de Tête Noire. Il est productif : schistes et grès, avec plusieurs niveaux charbonneux, murs à radicelles, et quelques sills de microdiorites interstratifiés.

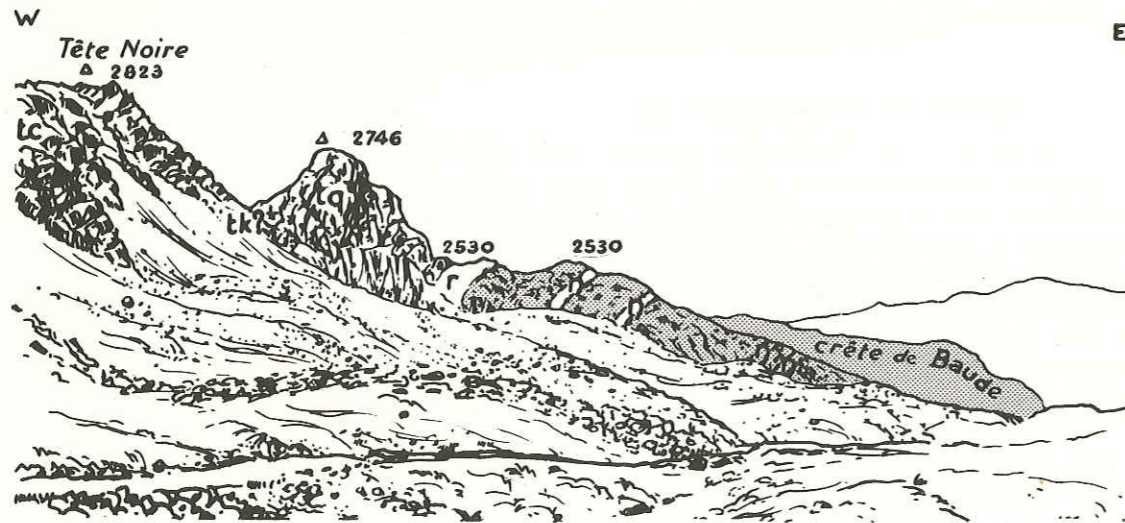


FIG. 115. — L'éperon Rambert (versant S. depuis le col de Buffère).

J'ai noté dans cette série, un niveau de schistes argentés à fond verdâtre, finement gaufrés (1 à 2 m au plus). Un tel aspect pétrographique est rare dans la série houillère briançonnaise. Je n'en connais pas d'exemples plus au sud. Plus au nord, sur la rive gauche de la Clarée, j'en ai noté d'autres affleurements, ainsi que J. FABRE en Maurienne et en Tarentaise.

Quelques bancs de schistes, tout à fait au sommet du Houiller, montrent une schistosité différente de la stratification (schistes gaufrés et « frites »).

Sur le versant N., des schistes noirs fins, situés quelques mètres seulement sous le Verru-

cano, ont fourni des fossiles parmi lesquels dominent des pinnules isolées de *Neuropteris linguaeifolia* P.B. Il s'agit donc de Westphalien C. Un banc de schistes voisin montre une prolifération extraordinaire de pistes de vers.

Il s'agit de toute évidence du gisement où PUSSENOT (1930, p. 33, 34 et 47) a récolté des fossiles qu'il a déterminés à tort comme *Neuropteris schlehani*, d'après la description qu'il donne du gisement. Si *N. schlehani*, caractéristique du Westphalien A existait réellement à cet endroit, et étant donné nos propres récoltes sur la rive gauche de la Guisane, on ne pourrait expliquer sa présence que par des constructions tectoniques compliquées, des laminages considérables, qu'aucun autre fait ne permettrait de supposer dans ce secteur. Au contraire, la présence de Westphalien C à *Neuropteris linguaeifolia* cadre parfaitement avec tous les autres faits déjà connus, et confirme la régularité d'allure tectonique du Carbonifère de ce secteur.

Au-dessus, viennent quelques mètres de schistes et grès verdâtres, puis 20 à 30 m de conglomérats très grossiers, très quartzeux, d'un blanc sale légèrement rosé, représentant le Verrucano. Ce n'est encore une fois plus l'aspect classique du Verrucano briançonnais bourré de galets de liparite, violet; cela ressemble plutôt à une sorte de gratte houillère très grossière, avec très peu de schistes noirs remaniés, et seulement quelques galets épars de liparite.

Cette formation passe, progressivement, aux quartzites de base du Trias, à petits galets de quartz rose, puis aux quartzites purs. Les quartzites sont surmontés, par l'intermédiaire de la vire des cagneules, par les dolomies triasiques, le tout pendant régulièrement à l'ouest.

CRETE DE BAUDE [m]

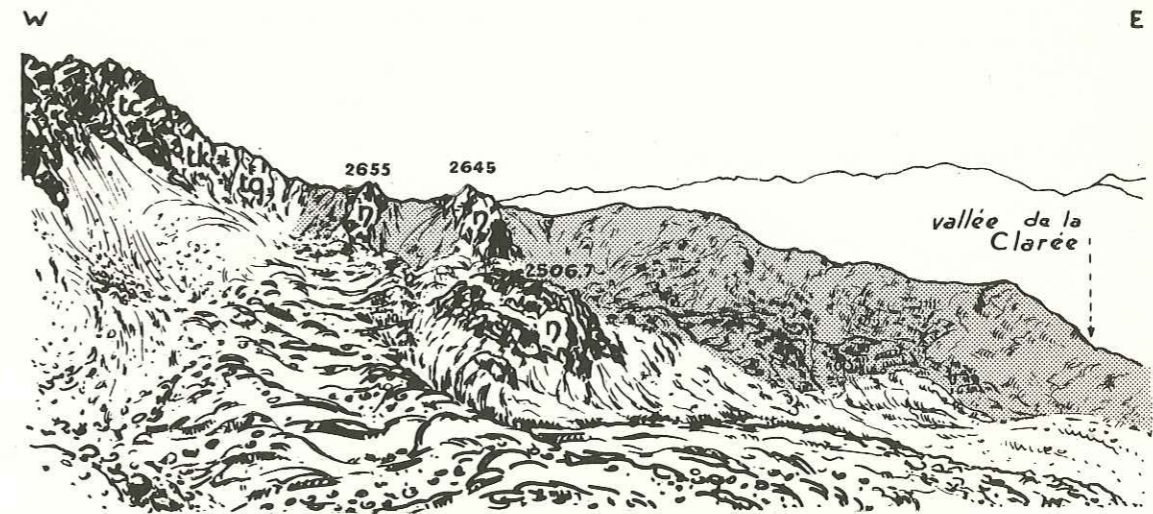


FIG. 116. — Flanc S. de la crête de Baude (depuis l'éperon Rambert).

Cette importante crête E.-W. donne une coupe du Carbonifère normale aux bancs. Dans sa partie inférieure c'est une sorte de croupe confuse dans des grès plus ou moins désagrégés, rongés par les éboulis de bas de pente, et masquée sous des bois touffus.

La partie moyenne de la crête montre, de 2 200 à 2 400 environ, des escarpements de grès houillers, massifs dans l'ensemble, avec quelques niveaux de schistes noirs et de charbon

déterminant des vires. Une de ces vires, à la cote 2 250, permet de constater qu'au mur de la couche se trouvent des schistes à radicules, en position normale, ce qui confirme la régularité d'allure tectonique du Carbonifère de ce secteur.

Dans sa partie supérieure, la crête devient aiguë, et on peut y relever une bonne coupe continue. On y note deux gendarmes, formés par deux énormes sills de microdiorite, à 2 655 et 2 645. L'un de ces sills, le plus inférieur, se prolonge vers le sud, dans le cirque de Rambert et forme, à lui seul, le gros piton rocheux de la cote 2 506.

Au-dessus du Houiller, le Verrucano manque. Après une zone broyée de quelques mètres (quartzites réduits en sable et petits fragments de schistes verts), on voit les quartzites, puis la vire des carneules, et enfin les dolomies triasiques de la crête du Diable.

Toutes ces couches plongent régulièrement à l'W.-S.-W., formant la retombée E. du synclinal mésozoïque de la Grande Manche.

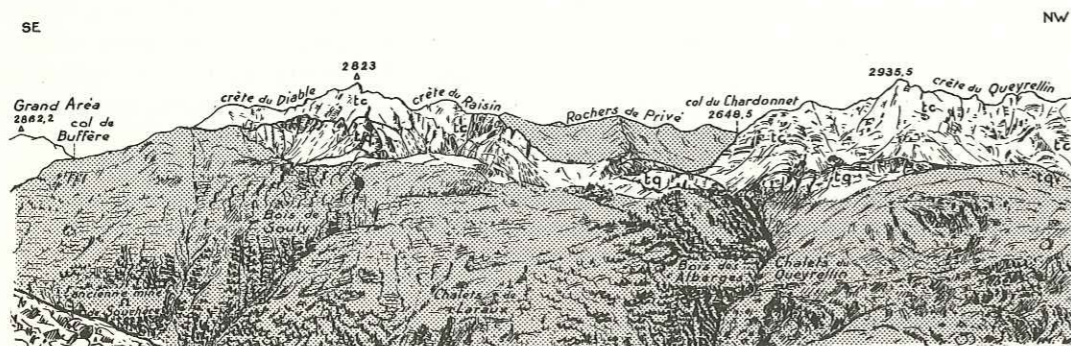


FIG. 117. — La rive droite de la Clarée (depuis le chemin de ronde). Sur ce panorama, le Houiller qui constitue la rive droite de la Clarée, est surmonté par des crêtes mésozoïques aiguës et déchiquetées. A l'arrière plan, le Houiller de la bande occidentale.

TRANCHEE DES CHALETs DE LAVAL [n]



FIG. 118. — Tranchée d'exploitation paysanne dans un affleurement près des chalets de Laval.

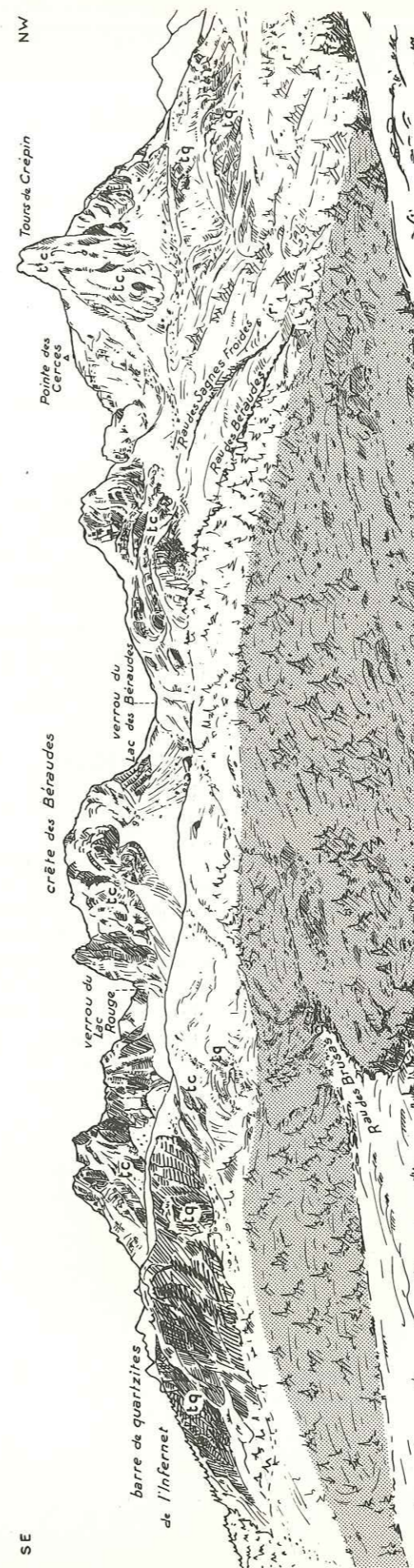


FIG. 119. — La rive droite de la Clarée en face des chalets de Laval.

Dans une bosse de grès houillers formant verrou affleure une couche d'anthracite intercalée dans les grès, verticale, d'une puissance de 0,50 à 1 m.

Les bergers y ont creusé une tranchée longue d'une quinzaine de mètres. D'un côté, on observe un mince placage de schistes noirs fins; de l'autre des schistes à radicales (à l'ouest). Ce dernier correspond donc au mur géologique.

RAVIN DE L'INFERNET (sic) ET FALAISE DE QUARTZITES TRIASIQUES DE L'AUPON [o]

Sur la carte topographique, l'important ravin de l'Infernet descend du Lac Rouge et se jette dans la Clarée en face des chalets de Laval. Ce ravin n'existe pas.

Par contre, à cet endroit, une haute falaise de quartzites triasiques barre transversalement la rive droite de la Clarée, depuis la cote 2 406,5 (l'Aupon) jusqu'au voisinage du talweg de la Clarée, vers la cote 2 100. Le pseudo-ravin de l'Infernet correspond à peu près au pied de cette falaise, sous les éboulis.

Ces quartzites correspondent à un accident transversal. Sa face N. est une haute falaise abrupte, avec miroirs de failles, flexures de détail, et terrains broyés.

3. LAMBEAU HOULLER DE L'INFERNET

Sur la rive droite de la Clarée, à la hauteur de Val des Prés, la feuille de Briançon au 1/80 000, indique un lambeau de Houiller, isolé au milieu des quartzites et dolomies triasiques. Ce Houiller n'affleure que confusément sous les bois, presque partout masqué, au point que sa présence en cet endroit a pu être mise en doute (Péguy, 1947). En réalité, on trouve bien dans les bois des affleurements indiscutablement en place, mais c'est à peu près tout ce qu'on peut en dire.

On voit surtout des grès et conglomérats, souvent rubéfiés secondairement (proximité immédiate des dolomies triasiques). Ils sont associés à des conglomérats attribuables au Verrucano. Beaucoup d'échantillons semblent modifiés par le laminage.

Des échantillons présentent un aspect intermédiaire entre le Carbonifère et le Verrucano briançonnais habituels; à l'œil nu, ce sont en somme des grattes houillères, plus ou moins rubéfiées, et chargées de petits quartz roses et de nombreux galets violacés d'origine éruptive. Il est tentant de rapprocher ces roches de l'« Infra-Verrucano » rencontré au pic du Longet; mais les conditions d'observation sont ici trop mauvaises pour en tirer des conclusions.

XV. Gisement de graphite du Chardonnet

Le gisement de « graphitoïde » du Chardonnet, dont la concession remonte à 1824, est situé à l'altitude de 2 700 m environ, au nord du col du Chardonnet, et 1 000 m au-dessus du hameau du Lauzet (croquis de situation, fig. 43).

J'ai décrit ce « graphitoïde » dans un chapitre antérieur et exposé qu'il s'agit en réalité d'anthracite chargé de graphite par métamorphisme; il se présente en veines interstratifiées dans la formation houillère, et qui ne se distinguent en rien, à première vue, des veines exploitées pour l'anthracite.

Il s'agit donc d'un secteur du grand bassin houiller briançonnais où l'anthracite a été suffisamment métamorphisé pour qu'on l'ait exploité comme « graphitoïde ». Ce métamorphisme est ici lié à la proximité immédiate d'un énorme amas dioritique : la montagne de la Cée Haute (2 874,5 et 2 926,6).

Coupe relevée le long de la crête du Chardonnet

Continuons à parcourir la crête des Rochers de Privé, à partir de l'endroit où nous l'avons laissée à propos de la rive gauche de la Guisane, c'est-à-dire depuis le sommet 2 722 (sommet de la crête des Aiguilliers). Nous sommes alors dans un terrain houiller composé d'alternances de schistes et de grès, avec très nombreux niveaux charbonneux. L'ensemble, rappelons-le, plonge vers l'est ou le nord-est avec une imposante régularité.

En nous dirigeant vers le nord, suivant la crête, nous allons couper obliquement les bancs, descendant d'abord la série jusqu'au col du Chardonnet. A partir du col, on la remonte continuellement pendant toute la coupe. Autour du col du Chardonnet, la crête, jusqu'ici assez aiguë, se transforme en un vaste plateau, au modelé glaciaire, où sont installés les anciens baraquements de la mine, et sur lequel passe le chemin muetier du Queyrellin au Lauzet. Les couches pendent très régulièrement à l'est ou au nord-est, de 20 à 50°. Le versant occidental, escarpé, montre leur tranche (fig. 120) et le versant oriental de grandes surfaces structurales.

On y voit les intrusions éruptives devenir de plus en plus fréquentes et épaisses. En même temps, le premier temps de cristallisation devient de plus en plus abondant, et ces intrusions tendent progressivement vers la structure grenue. En affleurements, leur aspect d'altération varie : on a, soit une roche vert foncé avec grandes amphiboles (jusqu'à 1 mm) dans un fond indiscernable, soit une roche plus claire, vert grisâtre, avec moindre abondance des amphiboles et nombreux feldspaths. En lames minces, ces différences s'estompent, et toutes ces

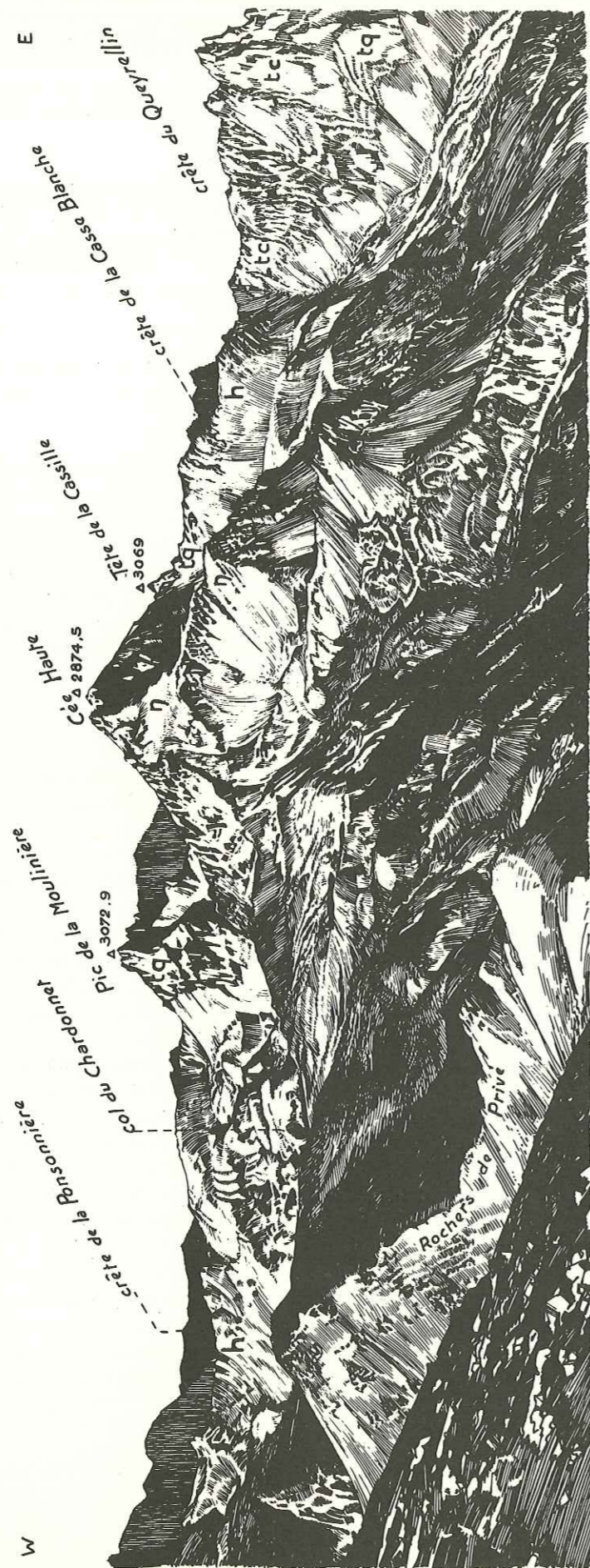


Fig. 120. — Vue d'ensemble du gisement de graphite du Chardonnet (depuis le point coté 2792,5, sommet des Aiguilliers).

GISEMENT DE GRAPHITE DU CHARDONNET

roches se montrent sensiblement identiques; il n'y a jamais de roches franchement acides, comme les microgranites rencontrées précédemment sur la rive gauche de la Guisane.

A partir de ce moment, on reste continuellement dans la roche éruptive jusqu'aux sommets de la Cée Haute et au delà, le long de la crête aiguë qui rejoint les quartzites de la Tête de Cassille.

Le contact entre le Houiller sédimentaire et la Diorite du Chardonnet est indéfini : on passe progressivement d'un ensemble schisto-gréseux lardé de filons couches de plus en plus nombreux et épais à l'énorme masse éruptive, elle-même riche sur les bords de filets ou amandes sédimentaires qui ont gardé la direction générale du Carbonifère sédimentaire environnant. Au point 2 915 (point non coté, relevé à l'altimètre) on voit ainsi ce complexe éruptif-sédimentaire s'enfoncer, avec un pendage de 30° environ, sous les falaises découpées des quartzites triasiques de la Tête de Cassille (3 069). Le contact se fait par l'intermédiaire de 2 à 3 m de schistes gréseux verts et violets, représentant sans doute le Verrucano aminci ou laminé.

Escarpelements ouest du Chardonnet

Sur le versant occidental du Chardonnet et de la Cée Haute, les couches montrent leur tranche, bien dénudées dans d'imposants escarpements. J'ai fourni plus haut (fig. 97) une vue d'ensemble de ce flanc de montagne, qui mettait en évidence la grande régularité d'ensemble des assises houillères qui plongent ici sous les quartzites de la Tête de Cassille, avec un pendage E. ou N.-E. de 20 à 30°, puis s'envoient rapidement vers le nord.

On peut y relever de nombreuses coupes fines qui montrent bien l'importance et la fréquence des intrusions éruptives. Toutes diffèrent dans le détail : les sills se divisent et se ramifient à l'extrême, se rejoignent, « sautent » ou passent obliquement d'un banc à un autre, se renflent ou disparaissent brusquement. J'en donne ci-dessous un exemple, choisi dans le secteur où les anciens grattages sont le plus denses :

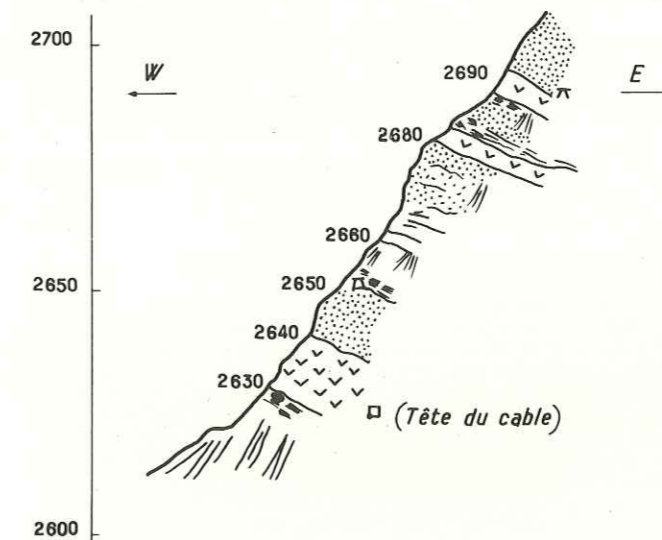


Fig. 122. — Exemple de coupe de détail relevée dans les escarpements W. du Chardonnet.

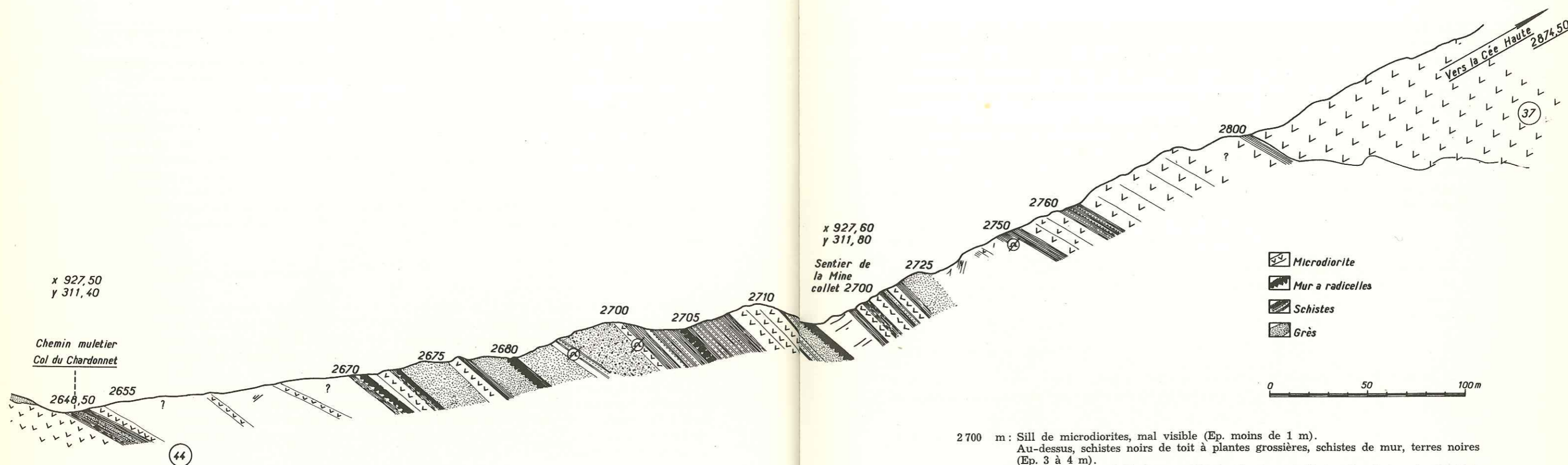


Fig. 121. — Coupe détaillée relevée le long de la crête du Chardonnet.

- 2 648,5 m : Col du Chardonnet (chemin muletier de l'Alp du Lauzet au Queyrellin).
Sill de microdiorites, surmonté de grès et schistes noirs houillers.
- 2 655 m : Sill de microdiorites,
vient ensuite une croupe arrondie où n'affleurent que de façon confuse Houiller
sédimentaire et intrusons éruptives.
- 2 670 m : Schistes noirs, mur à *Stigmara* bien dégagé.
Pendage NE. 60°.
Puis sill de Microdiorites (Ep. 5 m), parfaitement interstratifié.
Schistes noirs fins à radicelles (Ep. 2 m).
- 2 675 m : Grès houillers, plus ou moins grossiers (Ep. 15 à 20 m).
- 2 675 m : Grès houillers, plus ou moins grossiers (Ep. 15 à 20 m).
Sill de microdiorites, disjointes en affleurement (Ep. 3 à 5 m).
Schistes noirs fins à *Calamites* (Ep. 1 à 2 m).
- 2 680 m : Petite butte gréseuse (Ep. 20 m).
Petite dépression à schistes noirs (Ep. 1 m au plus).
Grès disjoints (15 m).
Schistes à radicelles, contenant une abondance extraordinaire de débris végétaux
grossiers : *Sigillaria*, *Calamites*, *Son.* (Ep. 5 m).
- 2 685 m : Schistes gréseux (Ep. 10 m).
Schistes noirs fins, bien lités (Ep. 5 m). Schistes de mur.
Dans des terres noires, on y voit, 5 ou 6 m en contrebas sur le flanc W. les ouvertures
éboulées d'anciennes galeries.
Toutes ces couches montrent un pendage bien régulier au nord-est.
Au toit : grès disjoints (20 à 30 m).

- 2 700 m : Sill de microdiorites, mal visible (Ep. moins de 1 m).
Au-dessus, schistes noirs de toit à plantes grossières, schistes de mur, terres noires
(Ep. 3 à 4 m).
Ce niveau est criblé d'une multitude d'anciens grattages et galeries abandonnées,
surtout sur le flanc E., ainsi que sur la crête même.
- 2 705 m : Schistes noirs fins de toit et de mur, terres noires (Ep. 2 à 3 m).
Schistes gréseux, puis grès. (Ep. 10 à 15 m).
Schistes noirs fins à *Stigmara* (Ep. 5 m).
- 2 710 m : Gros sill. (Ep. 30 m environ), de microdiorites.
En continuant la coupe vers le nord, on redescend ensuite dans des schistes gréseux
gris, puis des grès sans pendage visible.
- 2 700 m : Collet (sentier de la mine).
Cette dépression correspond à des schistes noirs, finement gréseux, à *Stigmara*, des
schistes noirs fins de toit et des terres noires; le tout n'affleure que de façon confuse.
On monte ensuite rapidement, le long d'une crête aiguë, en direction de la Cée Haute.
- 2 710 m : Sill.
Au toit, schistes noirs fins.
- 2 715 m : Sill (Ep. 3 à 4 m), formant « os ».
Au toit, schistes gréseux (Ep. 3 à 4 m).
- 2 720 m : (Ep. 3 m).
Au toit, schistes gréseux (Ep. 2 m).
Vient ensuite une partie moins aiguë où n'affleurent que de façon confuse, des
schistes, grès et microdiorites.
- 2 745 m : Schistes noirs graphiteux; anciens grattages, abondants déblais.
- 2 750 m : Microdiorites.
- 2 760 m : Schistes noirs compacts, comme cuits, gréseux (Ep. 6 à 7 m).
- 2 760 à 2 790 m : Microdiorites.
- 2 790 m : Petite vire. Terrains masqués.
- 2 800 m : Schistes (Ep. 3 à 4 m).
Au delà, diorite, découpée en obélisques.

Quelques mètres au nord de l'éperon rocheux le long duquel a été relevée cette coupe se trouve l'orifice d'un T. B. d'exploitation; on y voit encore les vestiges de la tête du câble, le sentier qui y menait depuis le col du Chardonnet a été oblitéré par les avalanches.

L'orifice en est partiellement obstrué, mais le T. B. lui-même est encore en bon état. L'écoulement des eaux continue à se faire normalement, si bien que j'ai pu y pénétrer et circuler dans les vieux chantiers.

— Ce T. B. s'enfonce vers l'est dans des grès et microdiorites qui plongent vers l'est de 20° environ. Plusieurs passées ou filets de schistes graphiteux ont été recoupés par le T. B., mais trop minces pour être exploités. A une centaine de mètres du jour, le T. B. a rencontré une couche de charbon graphitisé, d'une puissance assez variable (en moyenne 50 cm à 1 m). Des traçages y ont été poussés, en direction N. et S. C'est là que j'ai prélevé les échantillons de « graphitoïde » décrits dans la première partie de cet ouvrage.

Versant oriental du Chardonnet et la Cée Haute

Le versant oriental de la crête ne fournit pas de coupes intéressantes : à la latitude du col du Chardonnet, la surface topographique joue avec le pendage des couches qui s'étalent en larges surfaces structurales, à pendage E. ou N.-E. Plus au nord, il s'en détache, vers l'est, deux gros éperons rocheux :

Eperon du point côté 2694

Il est tout entier formé de microdiorites à premier temps très abondant. De nombreux filets sédimentaires « cuits », inclus dans la masse éruptive, laissent deviner un pendage W. faible.

Eperon de la Cée Basse (point côté 2808)

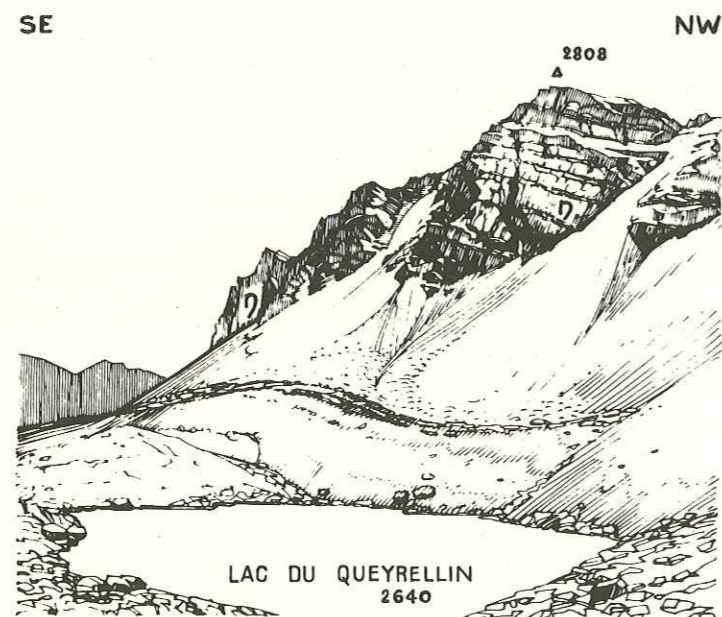


FIG. 123. — Le lac de Queyrellin (2 640) et l'éperon de la Cée Basse (2 808).

La microdiorite y présente un aspect vaguement stratifié dû à de nombreuses bandes noirâtres, qui sont des zones riches en filets sédimentaires. Ici, pendage W. 20 à 30°.

La Diorite du Chardonnet occupe donc le cœur d'un synclinal mis en évidence par ces « pendages » (E. sur le flanc W., W. sur le flanc E.).

Inclusions dans la Diorite de la Cée Haute

En même temps qu'il y a passage continu de la texture microgrenue à grenue, on voit le Houiller sédimentaire céder progressivement la place à une roche cristalline chargée de multiples filets sédimentaires (comme les éperons 2 694 et 2 808, où ils ont conservé leur pendage et leur disposition originels) puis d'inclusions, plus rares et plus petites, dans la Diorite. Ces mélanges en toutes proportions rendent d'ailleurs quelque peu arbitraires les limites cartographiques.



FIG. 124. — Inclusions de grès houillers dans la Diorite de la Cée Haute.

La taille de ces inclusions varie du grain microscopique au bloc de plusieurs tonnes. En lames minces, elles se montrent toujours très silicifiées, avec un grand développement de la séricite. Les inclusions de schistes « cuits », sont transformées en masses noires amorphes; elles ont perdu stratification et schistosité. La cassure en est conchoïdale, ou en petits prismes. Ils sont sillonnés par de multiples petites fissures de retrait, parallèles, cicatrisées par du quartz, ou du quartz et de la séricite.

XVI. Massif de Rochachille

(Paléozoïque supérieur bariolé) ⁽¹⁾

Tout au fond de la haute vallée de la Clarée, dans ce que j'appelle le « massif de Rochachille », puissantes montagnes à cheval sur la Savoie et les Hautes-Alpes, affleurent de puissantes assises bariolées, du Paléozoïque supérieur. J'en ai décrit la stratigraphie en détail dans la première partie de cette étude, et n'y reviendrai donc pas.

Il n'est question ici que de la partie correspondant au versant Clarée. Ce secteur de plusieurs kilomètres carrés a grossièrement la forme d'un triangle, dont la plus grande largeur suivrait l'arête frontière entre l'Aiguille Noire (2 867,1) et Roche Château (2 901,8), et qui se terminerait en pointe vers le sud, du fait de la réduction des assises.

Ce versant est charpenté par trois puissantes dorsales N.-S. (crête des Rochilles, Rochers du Laus) entre lesquelles dévalent de petits torrents affluents de la Clarée (ravin du Gué, ravin de la Beaume Noire). Il s'abaisse en pentes relativement douces vers le sud, avec, entre les rochers, de nombreux pacages à transhumants.

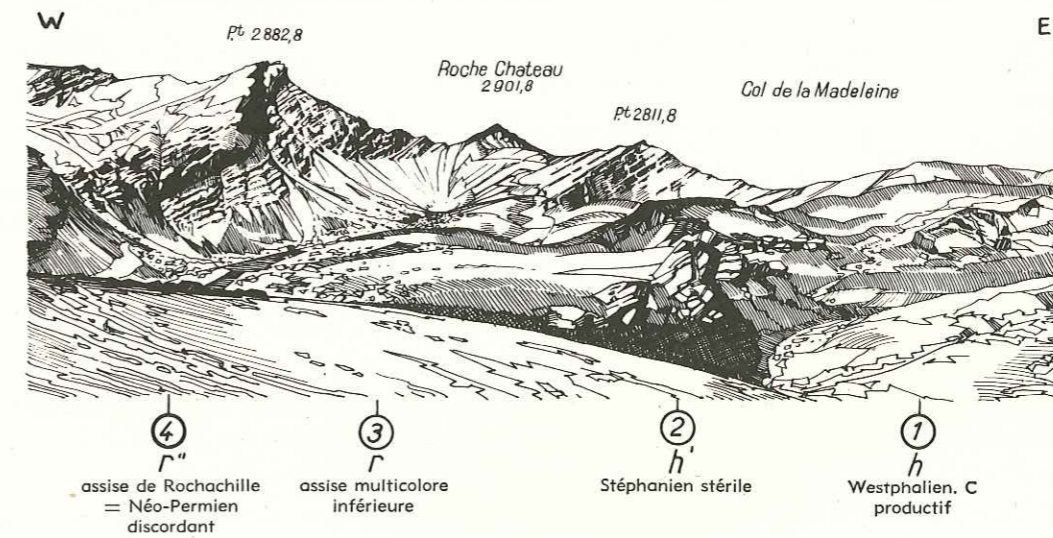


FIG. 126. — Le haut vallon du Laus.

(1) Voir planche hors-texte : coupe au 1/10 000 le long de l'arête et carte géologique au 1/10 000.

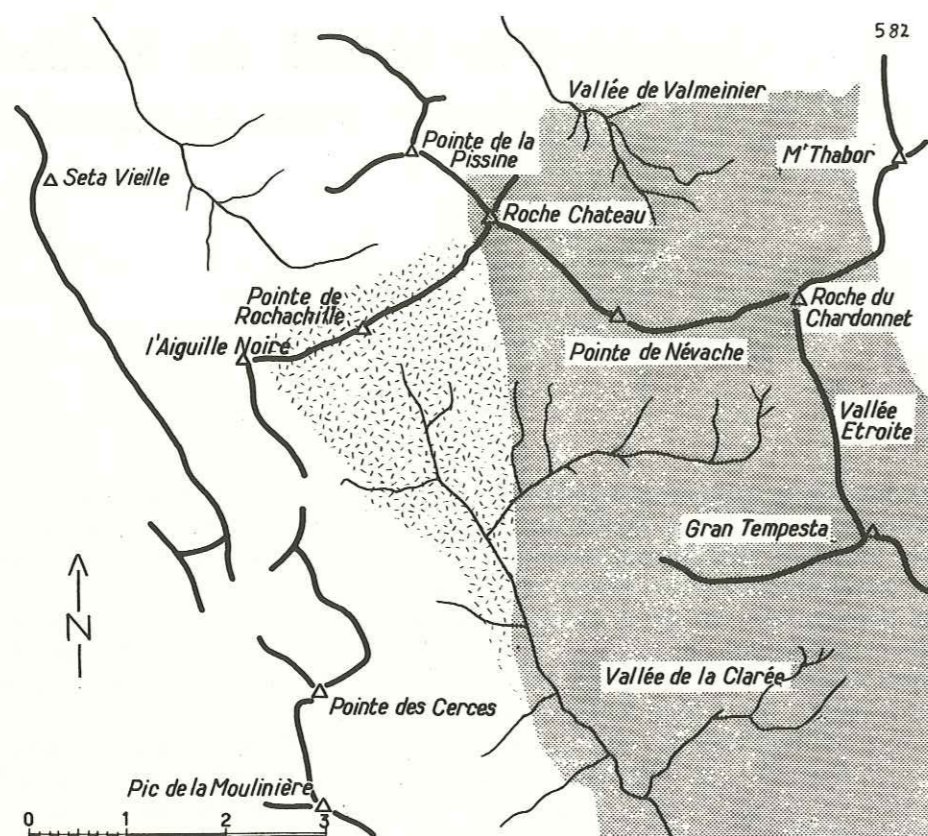
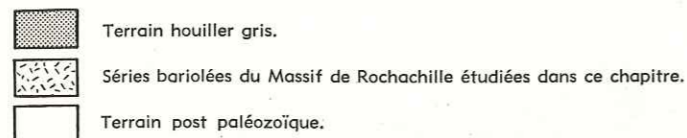


FIG. 125. — Carte schématique des couches bariolées du massif de Rochachille.



Coupe suivant la crête du col de la Madeleine à l'Aiguille Noire

En suivant la crête, d'est en ouest, on rencontre successivement :

- 1) Au col de la Madeleine : Westphalien C productif (*h*) décrit avec la rive gauche de la Clarée.
- 2) Au-dessus, en **discordance cartographique**, vient le Carbonifère supérieur, conglomératique et stérile, de Roche Château, dont nous avons vu qu'il est attribuable au Stéphanien (*h'*).
- 3) La série grise et conglomératique précédente passe de façon continue, et apparemment en concordance, à l'assise multicolore inférieure (*r'*).
- 4) Au Pic 2 882,8, dit Pointe Pussenot, l'assise de Rochachille (*r''*), conglomératique et lie-de-vin, surmonte, en **discordance angulaire**, les couches multicolores inférieures.

Tous ces terrains pendent régulièrement à l'ouest. Au delà, à l'ouest de la Pointe Pussenot 2 882,2, les mêmes assises reviennent plusieurs fois, du fait des replis, avant de s'enfoncer sous les quartzites werféniens de l'Aiguille Noire.

Tectonique

La structure est simple dans l'ensemble : avant de plonger à l'ouest sous les quartzites werféniens de l'Aiguille Noire, les différentes assises sont répétées par une succession de replis :

L'assise conglomératique de Rochachille apparaît ainsi à trois reprises : plus massive et plus résistante que les autres terrains, elle charpente les trois crêtes longitudinales N.-S. (d'est en ouest : Rochers du Laus, crête des Rochilles, et crête non dénommée culminant au pic 2 734,8). Entre ces dorsales, des dépressions se sont creusées dans l'assise multicolore inférieure (vallées N.-S. : du ravin de la Beaume Noire, du Ravin du Gué).

Des replis identiques sont responsables de l'énorme épaisseur apparente de l'assise multicolore inférieure entre la Pointe Pussenot 2 882,8 et le col de la Beaume Noire.

Dans les Rochers du Laus, l'assise conglomératique normalement développée au sud, se réduit par paliers successifs au nord, jusqu'à la Pointe Pussenot, où elle n'a plus que quelques mètres d'épaisseur apparente. Cette réduction est liée à l'accident longitudinal remontant l'assise multicolore inférieure à la même cote que les conglomérats, immédiatement à l'ouest de la Pointe Pussenot. Cet accident s'observe également sur le versant nord (côté Maurienne) où il se traduit par un couloir d'éboulis, de part et d'autre duquel les terrains de l'assise multicolore inférieure ne se raccordent pas.

Les paliers successifs par lesquels se réduit vers le nord l'assise néopermienne, me semblent dûs à des failles transversales échelonnées. Dans l'ensemble, tout se passe comme si, vers le nord, le synclinal néopermien des Rochers du Laus se pinçait de plus en plus étroitement entre deux bandes de l'assise inférieure.

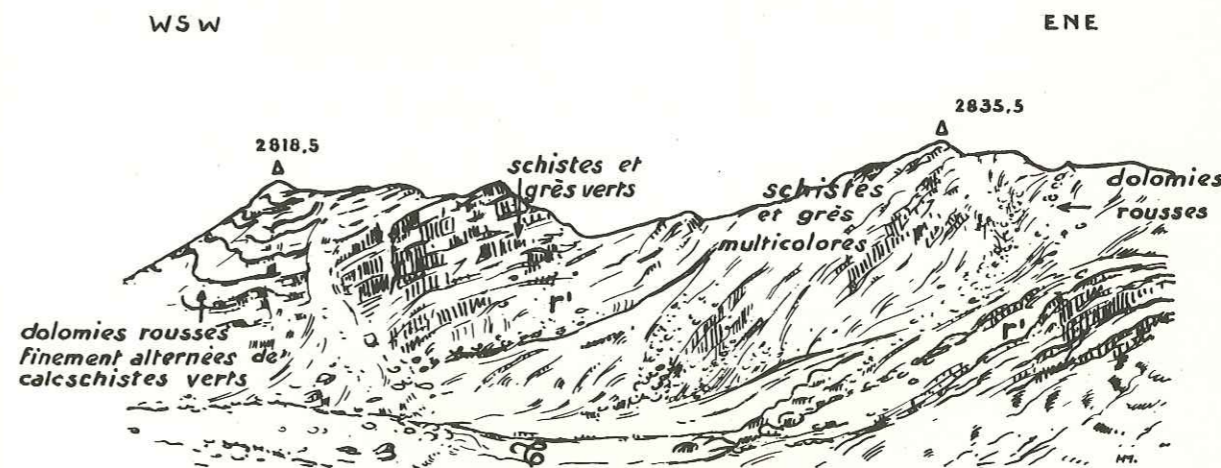


FIG. 127. — Versant S. de l'arête à l'E. du col de la Beaume Noire. Ici les couches de la série multicolore inférieure semblent toutes, à première vue, prendre uniformément vers l'W. En réalité, elles sont froissées et répétées par un repli synclinal.

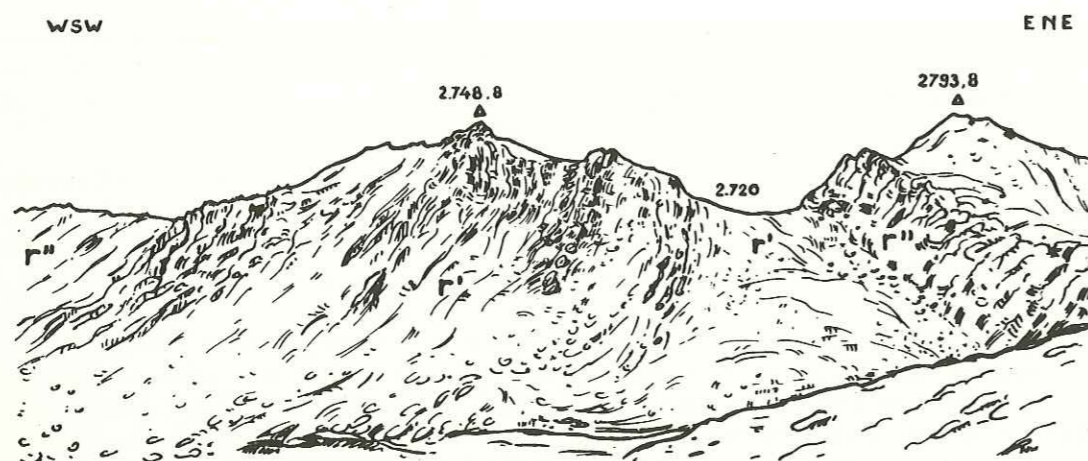


FIG. 128. — Versant S. de l'arête à l'W. de la pointe de Rochachille.
La série multicolore inférieure r' apparaît ici en anticlinal. A l'E., elle est surmontée par un gros banc de conglomérats massifs, à pendage E., formant la base de l'assise conglomératique néopermienne r'' dans le synclinal de la Pointe de Rochachille - crête des Rochilles.
A l'arrière plan, à l'W, Néopermien lie de vie feuilleté.

XVII. Rive gauche de la Clarée

Le terrain houiller affleure sur la rive gauche de la Clarée, depuis la cote 2 640, un peu en amont de Névache, jusqu'à plus de 3 000 m à Gran Tempesta.

Dans l'ensemble, presque tout ce Houiller est le prolongement de l'anticlinal de Baude (rencontré sur la rive droite), ici épanoui en un anticlinorium, où nous retrouvons les mêmes couches plusieurs fois pliées sur elles-mêmes.

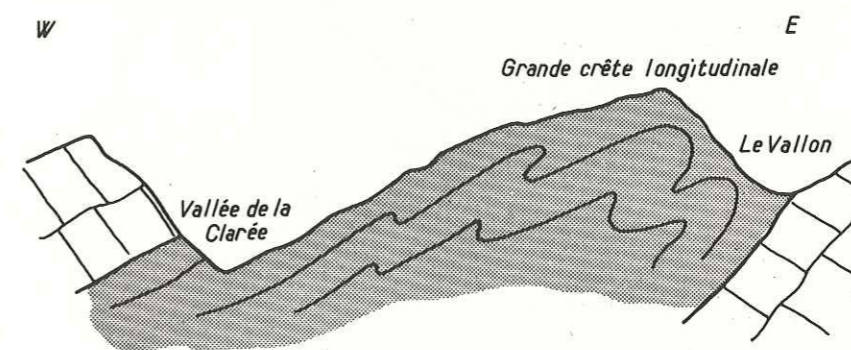


FIG. 129. — Schéma du Houiller sur la rive gauche de la Clarée.

La pièce maîtresse de l'architecture géologique est un alignement de puissantes crêtes longitudinales : crêtes de Moume, des Gardioles, des Rochers de la Tempête et des Rochers de l'Aquila. Du sud jusqu'au nord, ces crêtes montrent continuellement les mêmes puissantes assises de grès et conglomérats, à une altitude variant très peu entre 2 700 et 3 000 m. Elles séparent la rive gauche de la Clarée proprement dite, du « Vallon », vallée affluente qui entame profondément le massif montagneux entre Névache et Vallée Etroite.

Il n'y a d'autre peuplement que celui amené par les pâturages d'été et les transhumants. Aussi très peu de travaux miniers ont-ils été effectués dans cette vallée, où d'ailleurs le bois ne manque pas; sur la rive gauche de la Clarée, qui nous intéresse ici, il n'y a aucune concession et les archives ne mentionnent que quelques grattages insignifiants.

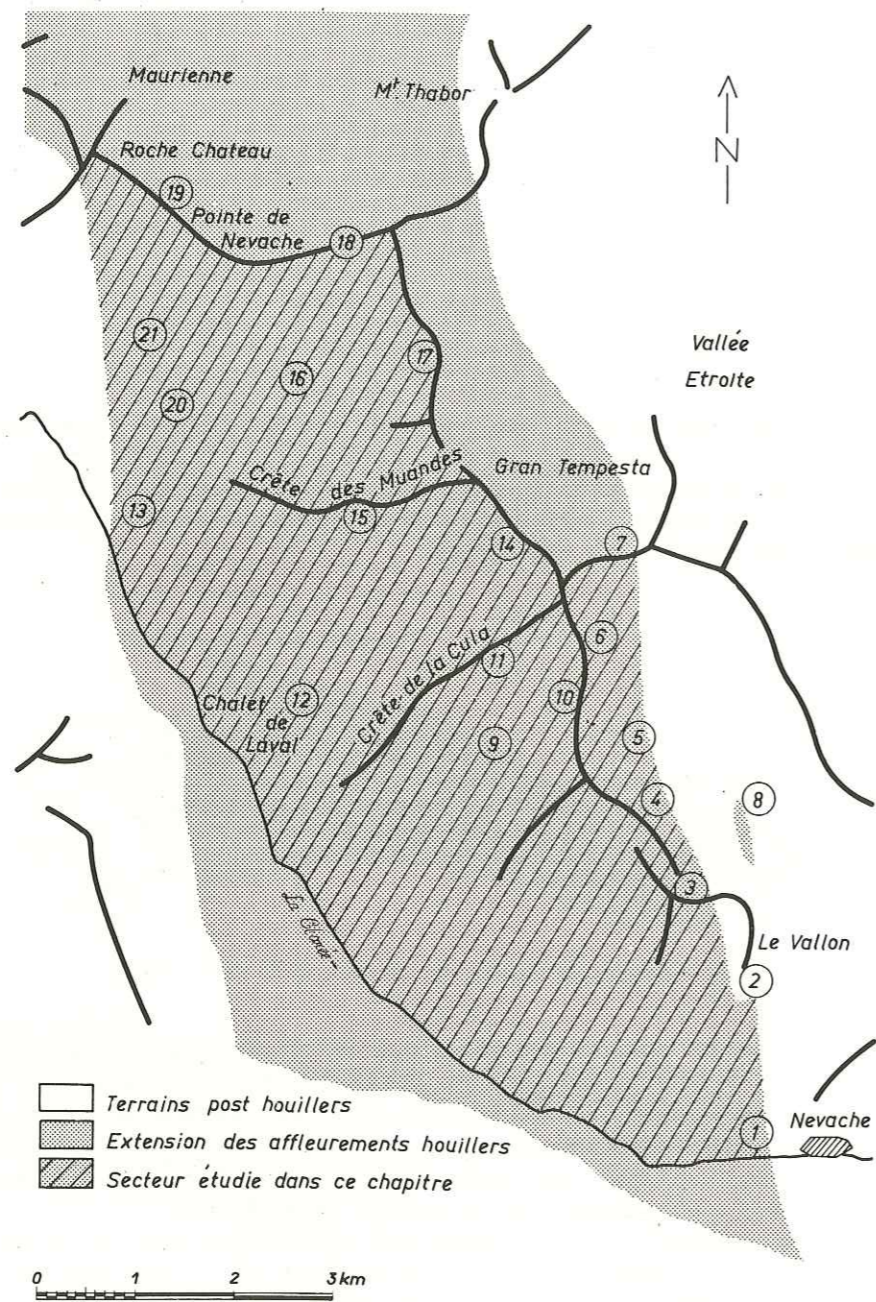


FIG. 130. — Carte schématique du Carbonifère sur la rive gauche de la Clarée.

1. LE VALLON ET LA BORDURE ORIENTALE DE LA BANDE HOUILLERE

Immédiatement en amont de Névache, le torrent du Vallon entame profondément la rive gauche de la Clarée [1] ⁽¹⁾. De Névache au sud, jusqu'à la crête du Rocher Blanc et au col du vallon au nord, le « Vallon », comme disent les Névachais, s'encaisse ainsi entre deux hautes murailles : de dolomies triasiques à l'est (Rochers de la Paria et crête de la Charmette), de quartzites et de Carbonifère à l'ouest (crête des Gardioles et crête de Moume). C'est dans les falaises souvent escarpées de ces dernières que nous suivrons, du sud vers le nord, la bordure orientale du Houiller, et son contact avec le Trias oriental.

SERRE DU VEYRE [2]

Sur la face S. du Serre du Veyre, au pied des escarpements de quartzites triasiques de la crête de Gueyta, on voit des paquets tectonisés de Houiller (terres noires, grès désagrégés, schistes gaufrés) de conglomérats du Verrucano (ici avec nombreux et souvent gros galets de schistes noirs houillers) de quartzites broyés, le tout en désordre.



FIG. 131. — Flanc S. du Serre du Veyre.

C'est là un effet des replis de détail qui vont amener dans le Vallon les quartzites triasiques à une épaisseur apparente anormale, et dont la bordure orientale du Houiller aura à souffrir, elle aussi. Nous les retrouverons un peu plus loin.

DE LA CRETE DE MOUME A LA CRETE DE GUEYTA [3]

Le Houiller de Moume, essentiellement constitué par un gros banc de conglomérats polygéniques, stériles (et ressemblant beaucoup au Houiller gris stérile du Granon) y est

(1) Les chiffres 1 à 21 entre crochets renvoient à la figure 130.

renversé sur les quartzites triasiques du Gueyta. Toutes les couches pendent uniformément à l'ouest de 20 à 30°.

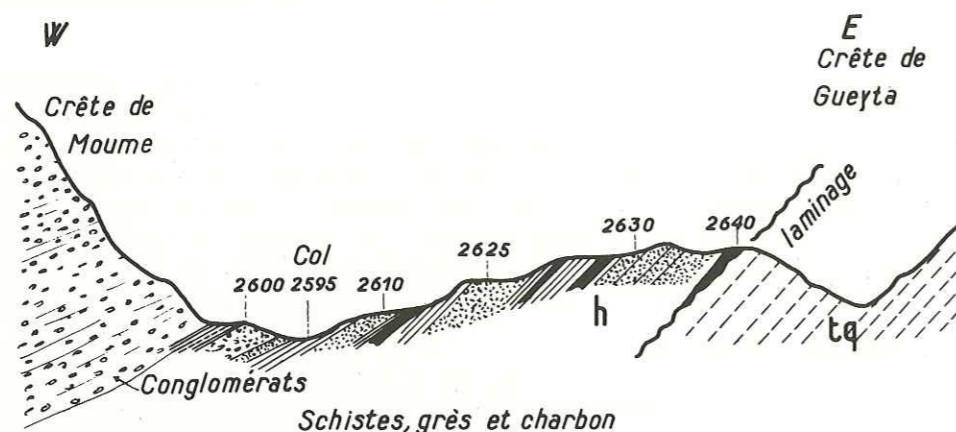


FIG. 132. — Coupe entre Moume et Gueyta.

Mais ici, entre ces deux formations, s'intercalent, sur quelques dizaines de mètres, des schistes et grès fins, avec quelques niveaux charbonneux. Les schistes, qui ont subi une tectonisation intense, sont presque partout réduits à l'état de « frites ». Aussi, les empreintes végétales qu'on y devine encore, hachées et fragmentées, ne sont-elles plus déterminables. Seuls subsistent, séricitisés, des débris grossiers et sans intérêt, tels que Calamites et feuilles de Sigillaires.

Au voisinage des quartzites, les derniers mètres de Houiller sont des grès eux aussi très tectonisés : broyés, injectés de quartz et salis de limonite. Le contact proprement dit se fait par l'intermédiaire d'une traînée de charbon broyé. Les conglomérats du Verrucano manquent, probablement par laminage tectonique. Il n'y a aucune roche éruptive d'intrusion.

EPERON EST DE MOUME [4]

J'appelle ainsi l'éperon rocheux qui se détache de la crête de Moume, un peu au sud-est du point côté 2903,3, en direction de l'est-nord-est, jusqu'à la falaise de quartzites triasiques des Aupettes.

La coupe débute à l'ouest dans les grès et conglomérats de la crête de Moume, prolongement évident de ceux rencontrés un peu au sud, auxquels succède l'assise schisteuse avec charbon. Pendage 30° W., avec renversement.

Mais ici, les couches houillères viennent s'affronter **verticalement** au Verrucano et aux quartzites triasiques, avec des plissements de détail, bien visibles sur le flanc N. Toutes ces couches ont souffert des efforts tectoniques : les schistes noirs fins sont gauffrés, si bien qu'ici encore tout fossile a été détruit. Les grès sont fréquemment broyés et cassurés.

Aucune intrusion éruptive dans ce secteur.

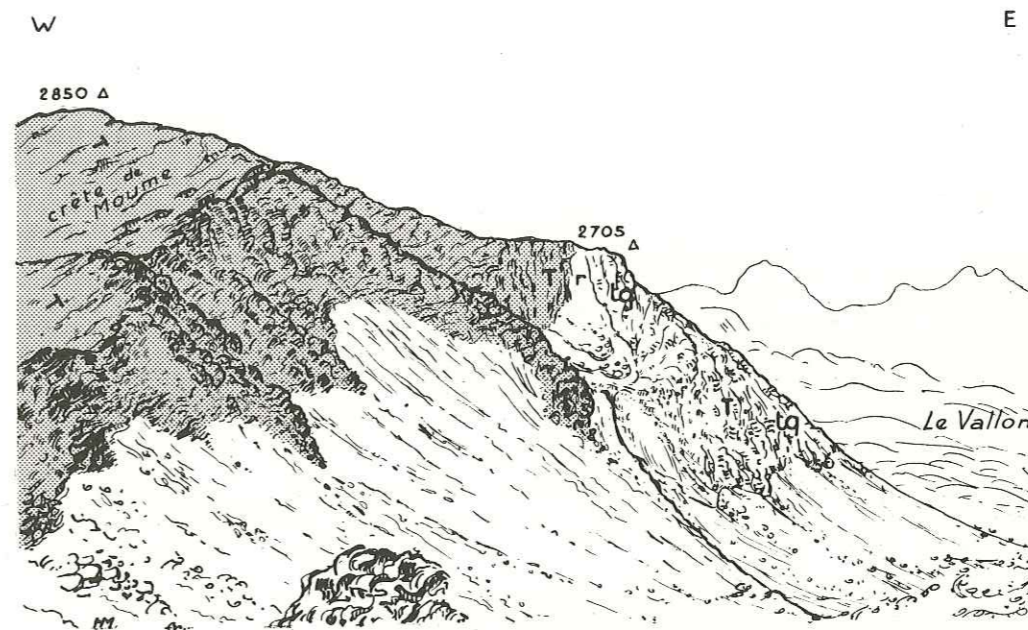


FIG. 133. — Eperon E. de Moume (face S.)

COUPE DU LAC LONG AU LAC DU CHATELARD [5]

Ici encore, le Houiller de la crête des Gardioles, à pendage W. 30°, vient buter verticalement à l'est sur les quartzites très redressés. Au contact, il est gréseux, sans charbon, et a souffert de la tectonique. Le Verrucano manque, par laminage tectonique. Aucune roche éruptive d'intrusion.

Au nord de cet éperon, les moraines masquent le contact presque partout. Mais, près du point côté 2 621,6, quelques buttes allongées jalonnent le passage du Houiller et des quartzites triasiques (pendage W. 70°).

EPERON DU LAC BLANC [6]

J'appelle ainsi l'éperon W.-E. qui se détache de la crête des Gardioles un peu au nord du col côté 2859, au sud du Lac Blanc. Ici encore, le Houiller, renversé, repose sur le Verrucano et les quartzites avec un pendage faible : 20 à 30° en moyenne. Les schistes sont gauffrés, séricitisés, et n'ont conservé que des empreintes grossières (Calamites). Toujours aucune intrusion éruptive.

CRETE DU ROCHER BLANC [7]

Cette importante crête transversale sépare le Vallon de la haute Vallée étroite. La partie décrite ici joint, du sud-ouest au nord-est le point 2 989 de la crête des Rochers de la Tempête au Rocher Blanc (2 851,6). Elle donne une bonne coupe, normale aux bancs, de la bordure orientale de la bande houillère.

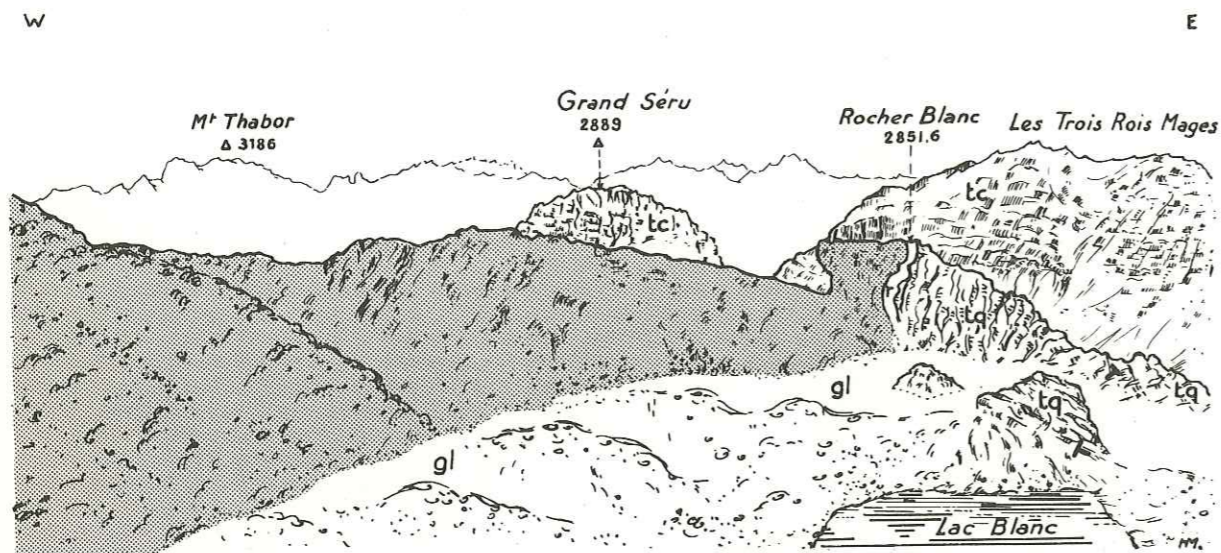


FIG. 134. — Crête du Rocher Blanc (flanc S., terminaison orientale).

Au début de la coupe, sur les Rochers de la Tempête, les couches pendent nettement à l'ouest, de 30° en moyenne. Les couches rencontrées ensuite ont visiblement souffert des efforts tectoniques : les schistes, en particulier, sont toujours gaufrés, souvent réduits en « frites », et ont perdu leurs fossiles, et dans bien des cas, il est délicat de distinguer les pendages réels des schistosités secondaires : certains échantillons montrent jusqu'à trois directions de clivage différentes. Autre exemple à 2 830 : alors qu'à première vue les couches semblent pendre doucement à l'ouest, un examen plus attentif montre des pendages réels subverticaux. Ailleurs (2 870), un réseau complexe de petites cassures délimitent une série de compartiments alternativement schisteux ou gréseux où l'on hésite, devant plusieurs pendages différents à faire la part respective du pendage et de la schistosité ; aussi, le détail de la structure du Houiller reste indéchiffrable.

Il n'y a aucune roche éruptive d'intrusion, sauf, tout à fait à l'ouest, un petit filon de microdiorite transversal.

La bordure orientale du Houiller est ici, comme à Gueyta, constituée par des schistes avec charbon et un peu de grès, mais la violence du style tectonique interdit d'en tirer conclusion.

Les couches houillères s'affrontent verticalement aux quartzites du Trias. Plus exactement, le contact se fait suivant une ligne flexueuse, si bien qu'un peu au sud de la crête, le Houiller semble s'enfoncer sous les quartzites qui montrent localement un pendage E. En réalité, il s'agit seulement d'une flexure de détail dans des couches subverticales.

LAMBEAU HOULLER DU VALLON [8]

1 km environ à l'est de la bande houillère principale, au pied des « Aupettes », le Houiller affleure confusément sous le glaciaire et les éboulis, en une bande discontinue longue de 300 m environ, et large de quelques dizaines de mètres au maximum.

C'est dans le talweg du Ruisseau du Châtelard, qu'on l'observe le mieux, entre 2 370 et 2 330. Il n'y a que des grès et grattes, le tout disloqué et disjoint ; l'ensemble donne une impression de pendage W. Il s'y mêle des grès rubéfiés et des conglomérats du Verrucano passant aux quartzites.

Ce lambeau houiller s'explique de façon simple, par le repli des quartzites déjà signalé à propos de leur énorme épaisseur apparente dans le Vallon, qui aurait amené la conservation d'une tête anticlinale de Houiller.

2. LA RIVE GAUCHE DE LA CLARÉE PROPREMENT DITE

Remontant la vallée de la Clarée, en amont de Névache, on rencontre une succession de verrous en grès houillers, entre lesquels la Clarée s'étale en méandres sur de petites plaines alluviales étagées.

Les premières pentes de la rive gauche sont masquées par le glaciaire et les éboulis de bas de pente ; ça et là percent quelques mauvais affleurements houillers, confus et désagrégés sur place. Peu d'observations précises y restent possibles. Ces pentes croulantes se prêtent mal aux contours géologiques : suivant que le géologue les cartographie dans un esprit « 1/80 000 » ou avec minutie dans un esprit « travaux publics », il est amené à les représenter entièrement en Houiller ou bien entièrement en éboulis, avec toutes les combinaisons intermédiaires possibles.

VALLON DES GARDIOLES [9]

On y monte dans de gigantesques escaliers, succession de hautes falaises rocheuses et de replats glaciaires occupés par de riches pâturages ou des petits lacs dont les plus importants sont le Lac Laramon et le Lac du Serpent.

En montant à travers le vallon, de façon à recouper la majeure partie des affleurements, on observe surtout d'imposantes surfaces structurales dans des grès grossiers et des grattes à pendage W. 30 à 50°. Un de ces bancs est remarquable par les énormes troncs étalés au front d'une haute falaise (entre 2 560 et 2 590).

De nombreux indices font croire à des répétitions tectoniques, amenant plusieurs fois les mêmes assises très grossières — comme cela est d'ailleurs évident plus au N. Mais je ne peux pour le moment en démêler le détail.

Il n'y a pas de microdiorites interstratifiées, mais des filons perpendiculaires aux couches, ce qui est à rapprocher de l'observation de miroirs de faille transversaux (comme à 2 930).

CRÈTE DES GARDIOLES [10]

Cette puissante crête N.-S. sépare le haut « Vallon » de la rive gauche de la Clarée proprement dite, au sud de la crête de la Cula. L'arête reste à une altitude comprise entre 2 850 et 2 978.

En la parcourant, on ne recoupe que peu d'assises différentes puisqu'on reste sensiblement en direction. Toutes les strates pendent à l'ouest ; le versant W. est généralement pra-

ticable, voire doux; le flanc E., abrupt, montre la tranche des couches. En partant de Moume et en se dirigeant vers le nord, on rencontre d'abord des bancs alternés de schistes, grès et grattes à pendage W. 30° environ, puis une crête découpée à angles vifs dans des grès grossiers en gros bancs.

L'anormale épaisseur des grès tout le long de cette crête s'explique, au moins en partie, par des replis d'allure synclinale; on observe une série de charnières, grossièrement alignées N.-S. Il doit y avoir plusieurs axes synclinaux différents, parallèles mais très rapprochés, ou se relayant. De plus on observe, à plusieurs reprises, des terrains très tectonisés : grès et grattes disloqués, et injectés de quartz ou de sidérose, grès broyés et retournés à l'état sableux, etc. A noter que s'il n'y a aucune roche éruptive interstratifiée, on y trouve un filon transversal de microdiorite.

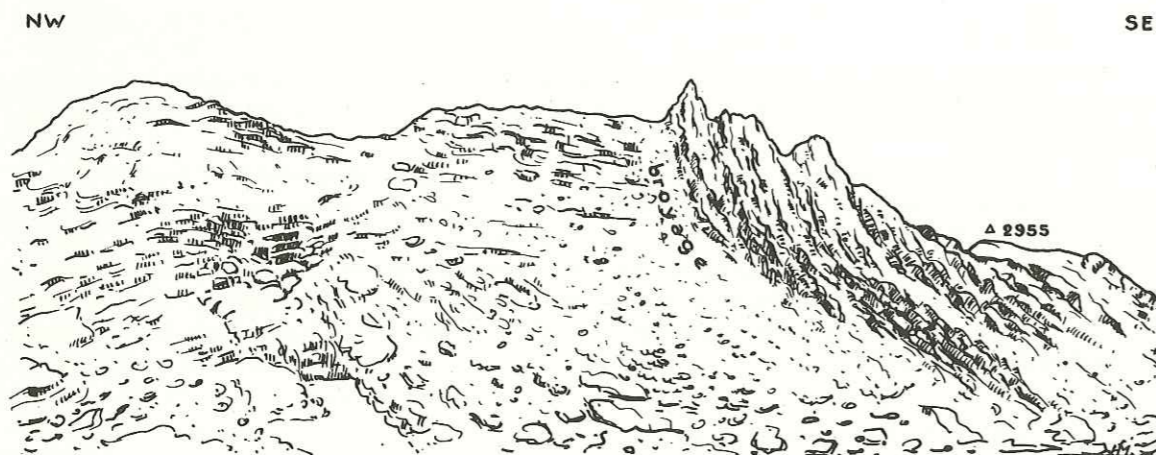


FIG. 135. — Allure des couches sur le flanc S.-W. de la crête des Gardéoles (au S. du Collet, 2859).

CRETE DE LA CULA [11]

Cette crête transversale aux formes trapues sépare les vallons des Gardioles, au sud, et de la Cula, au nord. Normale aux bancs, et longue de plusieurs kilomètres, elle ne fournit malheureusement qu'une coupe discontinue, les terrains étant souvent désagrégés sur place et croulants.

Dans sa partie inférieure, à l'ouest, ce sont essentiellement des schistes et grès, avec plusieurs niveaux charbonneux un peu grattés autrefois sur les premières pentes. On y trouve plusieurs sills, interstratifiés. Les couches, ou plutôt ce qu'on en voit, pendent régulièrement à l'ouest de 30° en moyenne; mais, vers 1700 des replis sont bien visibles sur les flancs N. et S. Plus haut, à l'est apparaissent de gros bancs conglomératiques, toujours avec niveaux charbonneux, et très beaux murs à radicelles; les pendages y sont plus forts : 60° W. en moyenne. Il doit y avoir des replis dans cette partie aussi, prolongements de ceux qu'on observe au nord et au sud — ce que confirme l'existence d'une veine renversée sur le flanc S.-E. vers 1900 — mais je n'ai pu en démêler le détail.

Dans toute cette partie supérieure, il n'y a aucun sill interstratifié; par contre, on y note un filon transversal, recoupant les couches, un peu en contrebas sur le versant S.-E. Il s'agit

d'une roche intrusive, beaucoup moins acide que les microdiorites briançonnaises habituelles — je l'ai décrite dans la première partie (analyse n° 46). Ce filon, quelquefois bifide, perpendiculaire aux couches est à peu près parallèle à la ligne de crête. Il correspond donc à une direction privilégiée de disjonction des grès et grattes houillères, bien visible par ailleurs. C'est le prolongement de celui observé sur l'arête des Gardioles à 2960 m.

PREMIERES PENTES DU VALLON DE LA CULA ET DE LA CRETE DES MUANDES [12] [13]

Ici les premières pentes ne sont plus, comme au sud, recouvertes par le glaciaire et les éboulis de bas de pente. Bien dégagés, les terrains houillers affleurent largement en une succession de hauts gradins dirigés N.-N.-W. — S.-S.-E. où il est possible de relever des coupes nombreuses et précises, qui mettent en évidence plusieurs replis successifs.

Mais des phénomènes de schistosité secondaire venant oblitérer la stratification (sans compter la disjonction cubique des gros bancs de grès houillers), il est souvent difficile, sinon impossible de distinguer à coup sûr dans les barres gréseuses le pendage réel, d'autant que les niveaux schisteux, plus tendres, sont souvent masqués sous les dépressions longitudinales.

Le manque de place ne nous permet pas de les décrire ici. Signalons seulement qu'au sud du Riou Sec les premières pentes sont formées de gros bancs de grès et grattes, disposés en immenses gradins N.-N.-W. — S.-S.-E., séparés par de profonds couloirs longitudinaux dans les bancs schisteux. L'un deux a fourni une abondante flore, avec *Mariopteris grandepinnata* Huth, *Pecopteris plumosa dentata* Artis, *Pecopteris pennaeformis* Brongn., *Sphenopteris* cf. *hoeninghausi* Brongn., *Sphenopteris chaerophylloides* Brongn. (en $x = 929,2$ et $y = 316,5$).

De nombreux sills lardent le Houiller sédimentaire.



FIG. 136. — Allure des couches vers 2170 m au N. du ruisseau de Saint-Jacques.

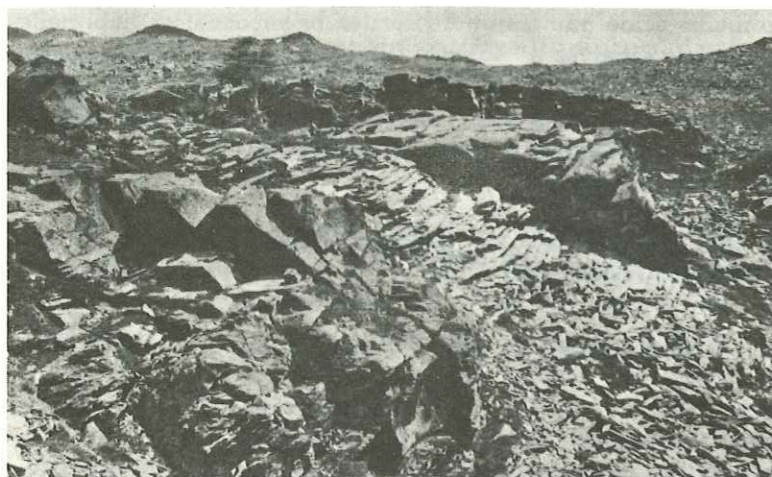


FIG. 137. — Rive droite du ruisseau de Saint-Jacques à 2150 m. Sill de microdiorite (apparaissant en clair sur la photo) avec une disjonction perpendiculaire à la stratification des terrains encaissants.

CRETE DES ROCHERS DE LA TEMPETE [14]

C'est la partie de la grande crête longitudinale comprise entre les crêtes de la Cula, au sud, et des Muandes, au nord. En parcourant l'arête, on reste constamment à une altitude supérieure à 2900. Le Houiller culmine ici à Piccola Tempesta (2970) et Gran Tempesta (3002,5). Le versant E. (côté Valle Stretta) montre des abrupts et de hautes falaises déchiquetées. Le versant W. est moins escarpé, avec de grandes surfaces structurales et des éboulis ou moraines.

Les plissements intenses qui affectent le Carbonifère de ce secteur se traduisent ici dans les pendages; l'érosion a respecté les charnières de plusieurs axes parallèles. Les plus spectaculaires sont celles qu'on observe à Piccola Tempesta et Gran Tempesta (fig. 138 et 139).



FIG. 138. — Charnière sur le flanc S.-W. de Piccola Tempesta.

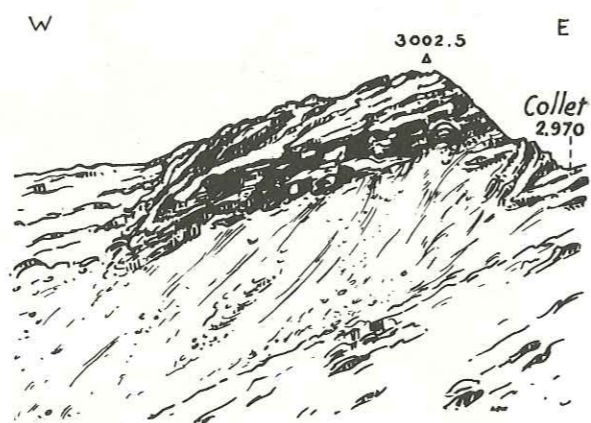


FIG. 139. — Charnière sur le flanc S. de Gran Tempesta.

Il s'agit en somme d'un gros pli couché, déversé vers l'est (pendages à peu près uniformément W.), avec plusieurs replis satellites (au moins deux), visibles dans les Rochers de la Tempête.

J'y ai observé, au milieu de schistes tectonisés, un filon éruptif, recoupant normalement les bancs (à 2935 m). Ici, d'après l'examen en lames minces, l'aspect lité est évidemment dû à un laminage tectonique. On rencontre aussi, et à plusieurs reprises, des régions broyées, injectées de quartz, de sidérose (comme à 2940), et des schistes noirs fins, ayant acquis, par laminage tectonique, un feuilletage ardoisier parfait.

CRETE DES MUANDES [15]

Cette énorme et massive crête transversale, culminant à un peu plus de 3000 m, fournit ici une coupe presque continue, mettant en évidence plusieurs grands replis dans le Houiller de la rive gauche.

La coupe ne fournit que relativement peu de renseignements nouveaux sur la stratigraphie : c'est, d'un bout à l'autre du Houiller normal productif, d'âge westphalien C, daté par plusieurs gisements fossilifères (*Leaia tricarinata* M. et W., *Estheria simoni* Pruvost, *Corynepteris angustissima* Sternberg, *Mariopteris*, etc.).

Deux plis majeurs apparaissent avec évidence :

- 1) à l'est, un énorme pli couché et déversé vers l'est, accompagné de plusieurs replis satellites (déjà signalés à propos des Rochers de la Tempête);
- 2) à l'ouest, dans les hautes falaises dominant le lac Long et le lac Rond, un vaste mouvement d'allure synclinale (le point côté 2697,9 correspondrait à peu près à la terminaison périclinale de ce mouvement, avec des couches dirigées E.-W., et pendages au sud). En réalité, sur le versant N., bien dégagé, l'allure des couches montre une structure assez compliquée.

Entre ces deux grands accidents, les couches sont repliées plusieurs fois : tout au long de l'arête, les pendages changent brutalement plusieurs fois, avec l'habituel cortège de dégâts tectoniques : bancs disloqués et injectés de quartz, schistes gaufrés, charbon giclé, etc. Ici, l'observation directe ne montre qu'une grande confusion, et l'allure des couches se laisse moins aisément déchiffrer. L'interprétation s'appuie surtout sur les répétitions d'un niveau charbonneux utilisé comme repère : deux veines jumelles (schistes de mur, schistes fins et charbon) séparées par un intercalaire gréseux.

Plusieurs filons éruptifs à deux temps recoupent les bancs, dont la curieuse brèche de faille à ciment de microdiorite décrite dans la première partie de cette étude (analyse n° 47).

VALLON DES MUANDES [16]

Emergeant du glaciaire qui encombre le fond du vallon, de hautes falaises E.-W. fournissent une coupe détaillée du Carbonifère en place :

Les terrains sont datés Westphalien C par un gisement à *Neuropteris linguaefolia* P.B. Il s'agit de schistes et grès, sans conglomérats, riches en niveaux charbonneux. Aucune intrusion éruptive.

Les pendages varient continuellement, mettant en évidence plusieurs replis — de faible

amplitude, semble-t-il. Une charnière synclinale s'observe près du point côté 2 711 (nous la retrouverons plus au nord, à l'ouest du col de Névache).

ROCHERS DE L'AQUILA [17]

Sous le nom de Rochers de l'Aquila, nous retrouvons le prolongement de notre grande crête longitudinale, depuis Gran Tempesta (3 002,5) jusqu'à Roche du Chardonnet (2 951,6), le point le plus bas de la crête étant le col des Muandes (2 831,8).

Celle-ci reste sensiblement en direction, si bien qu'en suivant l'arête, on monte et redescend continuellement dans les mêmes couches, marchant parfois longtemps sur les mêmes bancs.

A première vue, les assises pendent uniformément vers l'ouest, le plus souvent d'une trentaine de degrés, avec de nombreuses irrégularités. Vus avec un peu de recul, ces pendages montrent l'existence de plusieurs replis aigus et parallèles : il y a au moins deux anticlinaux déversés à l'est, mais il me paraît impossible pour le moment de déchiffrer avec certitude la structure détaillée de ce secteur.



FIG. 140. — Flanc N. du Pic 2 930,3.

En même temps, les couches portent la marque des efforts tectoniques subis : les schistes sont le plus souvent ridés, gaufrés. Au point de l'arête 2 935 (au nord du point côté 2 942,0) on trouve des schistes ardoisiers très fins, parfaitement fissiles. La stratification originelle, n'étant pas marquée par des délits micacés, ni des traînées gréseuses, a complètement disparu : rien d'étonnant si la quête de fossiles reste infructueuse !

Les « souffrances » tectoniques des grès se traduisent, comme d'habitude, par un cassurage et un colmatage par du quartz filonien. Mais ici, en plus de ce quartz secondaire, on note une grande abondance d'oxyde de fer, si bien qu'il semble y avoir un (ou deux ?) niveaux à patine ferrugineuse jalonnant une zone de tectonisation maximale. On voit surtout les grès, sous cet aspect, dans les deux collets qui encadrent au nord et au sud, le pic 2 930,3, et ils s'étalent largement, en coulées ébouleuses, riches en minerai de fer sur le flanc W. du même sommet. Au nord du secteur étudié ici, on les voit encore, en grandes traînées ocre, bien au delà du glacier des Valmeinier comme une sorte de niveau repère tectonique.

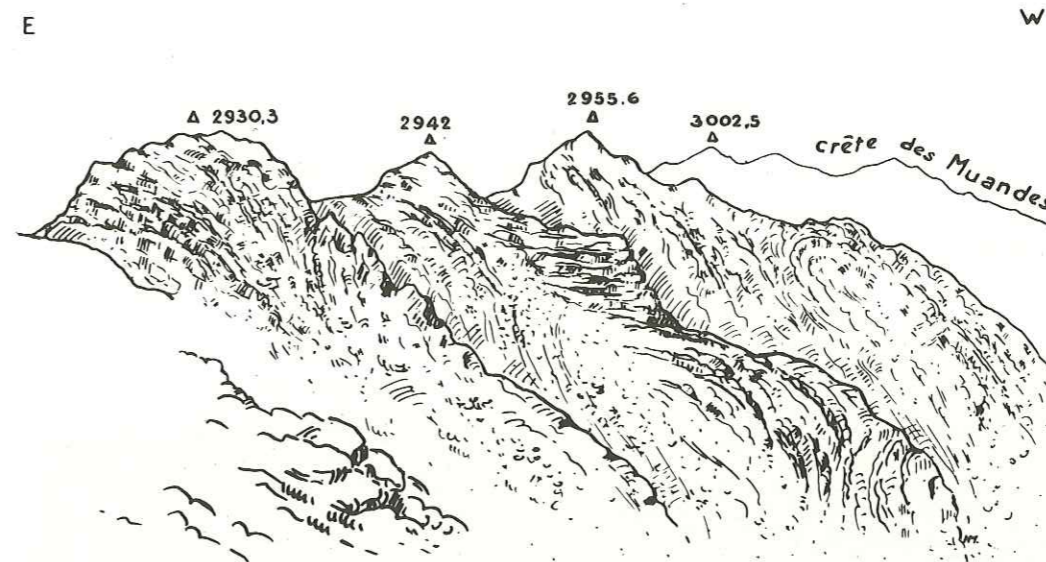


FIG. 141. — Schéma de l'allure des couches dans les rochers de l'Aquila.

Sans doute ces venues ferrugineuses sont-elles liées au voisinage du gisement de fer de Banchet, exploité non loin de là, dans le Carbonifère de la Vallée Etroite ?

Quelques dizaines de mètres au sud du col des Muandes, une traînée jaune sur le flanc W. signale de loin l'approche du col.

La première édition de la feuille géologique n° 189 au 1/80 000 représente cette traînée comme des quartzites du Trias (1900). KILIAN et RÉVIL (1904, p. 196), la décrivent comme une « bande synclinale de quartzites du Trias, isolée au milieu du Houiller, et dirigée à peu près E.-W. La deuxième édition de la feuille de Briançon (1933) en fait des microdiorites. Il s'agit tout simplement d'un filon transversal de quartz à patine ferrugineuse : quartz filonien en cristaux de taille variable, quelques grands plagioclases, séricite très fine pailletant la roche, avec quelques lits plus serrés de lamelles plus développées.

La haute vallée de la Clarée est séparée de la Maurienne par une puissante crête transversale, du mont Thabor à l'est (3 181) à l'Aiguille Noire (2 867) à l'ouest. En parcourant l'arête on relève, à une altitude moyenne de 3 000 m, une excellente coupe continue du paléozoïque.

CRETE TRANSVERSALE, DE ROCHE DU CHARDONNET A ROCHE CHATEAU [18] [19]

Un gisement fossilifère principal, dans des schistes rencontrés sur l'arête à 2 845, un peu à l'est du col de Névache, indique un âge Westphalien C, ou voisin du Westphalien C (avec, entre autres, *Neuropteris obliqua* Brongn.).

Le versant N., côté maurienne, montre de grands abrupts. Le versant S., côté briançonnais — et le seul étudié ici — montre généralement des pentes moins fortes.

Le style tectonique est trop violent ici pour qu'il soit possible d'inventorier sérieusement

les axes synclinaux et anticlinaux. De Roche du Chardonnet au col de Névache, ce ne sont que pendages anarchiques, zones broyées, multiples replis de détail.

Entre le col de Névache et le point bas de l'arête 2 800 environ, à l'est de la Pointe de Névache, par contre, les couches dessinent calmement un large synclinal avec des pendages faibles et réguliers. Un léger ennoyage vers le sud est sensible (fig. 142).

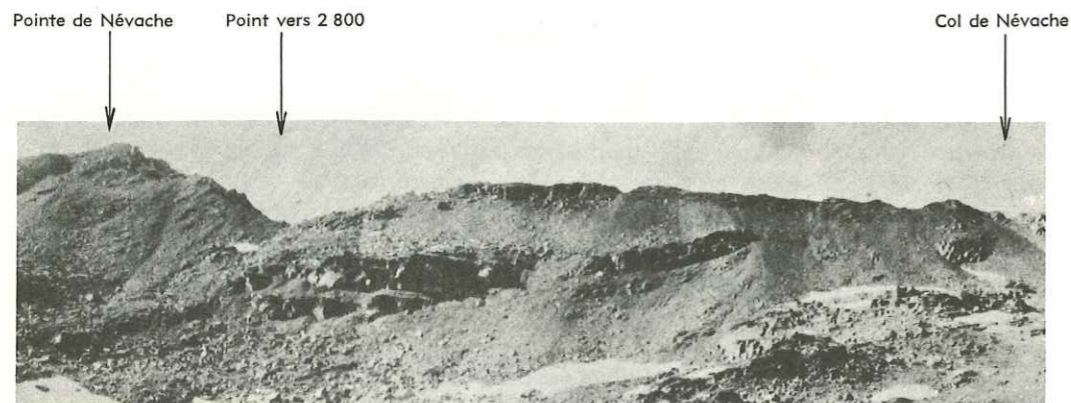


FIG. 142. — Large fond de bateau sur le flanc S. des rochers de l'Encochette.

Puis, à l'ouest du point bas 2 800, sur la Pointe de Névache, les couches sont à nouveau violemment plissées, comme on le voit bien dans les abrupts de la face N. Puis à l'ouest, elles prennent un pendage W. ou S.-W., localement S., faible, et régulier dans l'ensemble. C'est du **Houiller productif normal**, daté **Westphalien C** par une faune à *Leaia tricarinata* M et W et *Estheria simoni* Pruvost, et quelques plantes. Il y a au moins deux niveaux fossilifères superposés et distants de quelques dizaines de mètres en stapes normales.

Au-dessus repose, à partir du col de la Madeleine, la **série stérile de Roche Château** : grès, et surtout conglomérats polygéniques, schistes et grès vert livide, carbonatés par places; jamais de charbon. Les seuls fossiles trouvés dans cette formation sont des Calamites, et gros bois silicifiés. Le pendage est de 20 à 30° W. à Roche Château même, où les conglomérats polygéniques, se prolongeant vers le nord, charpentent la puissante crête longitudinale de la Pointe de la Pissine (2 845,8).

RAVIN DE BRUNE [20]

Cet important ravin draine toutes les eaux des vallons du Laus et des Muandes, et fournit une bonne coupe des premières pentes au nord du Lac Long.

En remontant le talweg, on rencontre successivement, du sud-ouest au nord-est :

- 1) **conglomérats polygéniques à liant schisteux lie de vin** avec nodules ou bancs nodulaires carbonatés, très puissants. C'est l'équivalent latéral du « Verrucano » briançonnais.
- 2) **Carbonifère gris clair, stérile**, type « Roche Château », qui a ici beaucoup souffert des efforts tectoniques.

- 3) **Houiller productif normal**. Le contact entre ces deux formations se place dans le talweg vers 2 260. Plus précisément, la violence des efforts tectoniques a produit ici, et sur une vingtaine de mètres, une sorte d'écaillage réciproque des séries grise et noire.
- 4) **brèche de faille**, à ciment de quartz filonien blanc, à patine ferrugineuse. Dépôts de soufre, de kaolin, traînées de charbon giclé, etc. La trace en surface de cette faille est marquée par une traînée blanche à patine rousse. On la suit depuis le talweg du Ravin de Brune, jusque sur la crête de la Madeleine, où nous l'avons vu passer entre 2 550 et 2 590.
- 5) **Houiller gris normal, sain**.

PUSSENOT (1930) signale « au confluent des torrents de Brune et de la Madeleine, dans la haute vallée de la Clarée... de petits bancs et des lentilles de calcaires noirs à patine brune ».

Je n'ai pu retrouver ce niveau. Tout autour de l'emplacement indiqué, il n'y a aucun affleurement, seulement du glaciaire et de grandes tourbières. Je ne l'ai pas retrouvé non plus dans les grès et grès schisteux les plus proches du confluent. Je crois plutôt que PUSSENOT s'est trompé dans la localisation de ce niveau, confondant avec un des torrents qui drainent le vallon du Laus. En effet, dans une publication antérieure (1922), il signale « des lentilles de calcaire gris ou noir au confluent du torrent de Brune et du torrent qui passe près de la cabane de Pascalon ». La cabane de Pascalon est un ancien abri pour le bétail, disparu aujourd'hui, mais encore indiqué sur la carte au 1/50 000 en hachures.

J'ai effectivement retrouvé des niveaux carbonatés dans la partie supérieure du Carbonifère, sinon au confluent même, du moins un peu en amont, dans le petit ravin W. du Laus.

RAVIN OUEST DU LAUS [21]

Le Houiller normal, riche en niveaux charbonneux, à pendage W., est ici surmonté par la série livide de Roche Château : schistes et grès verdâtres dépourvus de charbon, avec gros conglomérats.

Le contact entre les deux formations, à 2 400 dans le talweg, se fait par l'intermédiaire d'une importante brèche de faille à ciment de quartz filonien ferrugineux, prolongement visible en surface de la faille rencontrée à 2 270 dans le torrent de Brune, et vers 2 550 sur la crête de la Madeleine. De part et d'autre de cet accident, les terrains, très bouleversés, sont imprégnés de quartz et d'oxyde de fer.

XVIII. Vallée Étroite

Drainée par le torrent de Valle Stretta, cette profonde vallée débouche sur Bardonecchia. Quelles que soient les raisons stratégiques qui ont pu motiver son annexion, les conditions géographiques la rattachent indiscutablement au domaine italien. Mais, géologiquement, c'est encore la zone houillère briançonnaise, et c'est à ce titre qu'elle est étudiée ici.

Le meilleur fond topographique pour ce secteur est la feuille au 1/25 000 de l'*Istituto Geographico Militare*; mais, depuis l'annexion, elle a été retirée du commerce, et je n'ai pu m'en procurer. J'ai donc utilisé le plan directeur au 1/20 000 en noir, de l'*Institut Géographique National* : c'est un compromis entre l'agrandissement photographique de la feuille italienne, et de nouveaux figurés. A travers les récentes éditions successives, il en résulte quelque confusion, surtout dans les points côtés, des renseignements contradictoires pouvant se trouver juxtaposés. Enfin, les noms de lieux ont été systématiquement francisés, parfois avec maladresse (par exemple, dans la crête des Trois Rois Mages, la pointe Baldassarre est devenue la Pointe Baldas, le lac Lavora est devenu le lac Lavoire, puis du Lavoire, etc.). Aussi n'emploierai-je les noms de lieux français seuls que lorsqu'aucune confusion ne sera possible.

On peut considérer le Houiller de Vallée Étroite comme un vaste synclinal triasique — les quartzites du mont Thabor — séparant deux bandes principales d'affleurements houillers :

1. BANDE OCCIDENTALE OU DES ROCHERS DE LA TEMPÊTE

Ce secteur n'est qu'un fragment de la grande bande houillère de la vallée de la Clarée étudiée plus haut. Seul un hasard du découpage topographique en a isolé ce petit fragment et me conduit donc à en dire quelques mots ici. Il n'existe aucun travail minier, même de minime importance, dans ce secteur reculé.

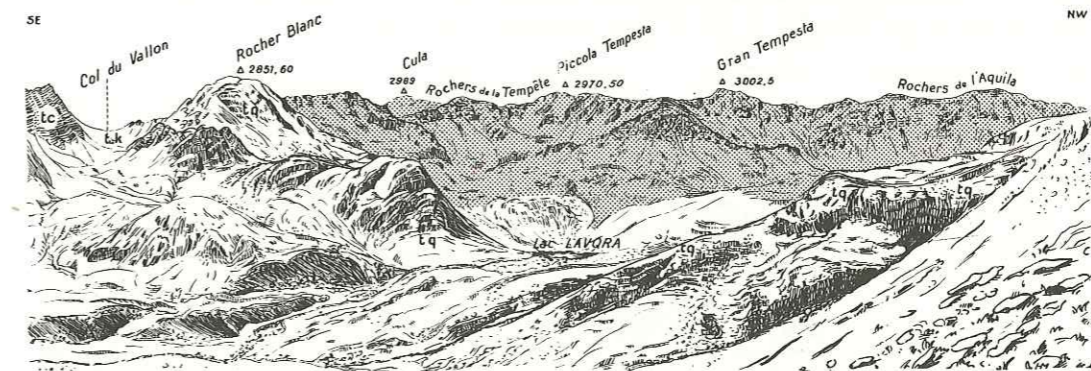


FIG. 144. — Bande houillère occidentale de Vallée Étroite (vue d'ensemble, depuis le point 2 300 du sentier du Thabor).

2. BANDE ORIENTALE OU DE BANCHET

Cette bande, étroitement pincée dans le mésozoïque, affleure sur les pentes de rive droite de Vallée Étroite. Vers le sud, elle se coince complètement, et disparaît dans les gypses et cargneules des Thures. Vers le nord, elle s'élargit, passe entre Rocca Boussort et le col de Vallée Étroite, puis se prolonge vers Modane, dans la partie orientale du Houiller de Maurienne. Une petite exploitation d'hématite et d'antracite y fonctionnait avant guerre, à Banchet.

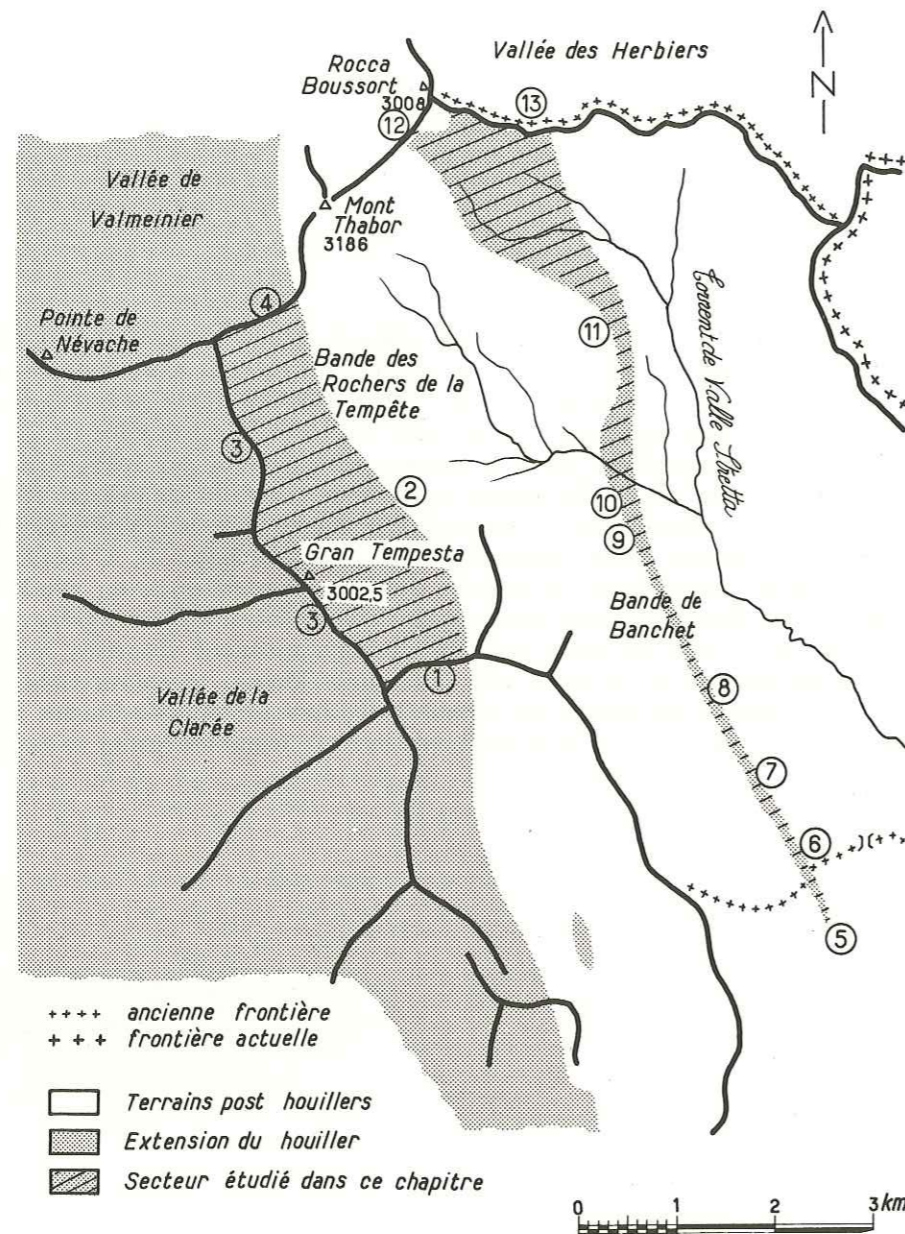


FIG. 143. — Carte schématique du Carbonifère en Vallée Étroite.

1. BANDE OCCIDENTALE

CRETE DU ROCHER BLANC [1] ⁽¹⁾

La coupe relevée le long de l'arête a été décrite avec la rive gauche de la Clarée. Je n'y reviendrai donc pas ici.

Le flanc N. montre de vastes éboulis, mêlés de glaciaire où pointent quelques falaises de grès houillers. La bordure orientale du Houiller est ici, — comme dans le « Vallon » — productive, mais a souffert des efforts tectoniques (schistes gaufrés). La figure 145 montre nettement le renversement du Houiller à 45° à l'est, au-dessus du Trias.



FIG. 145. — Flanc N. de la crête du Rocher Blanc.

LAC LAVORA [2]

(Lac Lavoire sur la carte française)

Ce petit lac jalonne le contact du Carbonifère sur les quartzites du Trias.

Les géologues italiens ont signalé dans ce secteur des gîtes fossilifères (FRANCHI, MATTIROLLO et ZACCAGNA, 1914, et A. PORTIS, 1889) renfermant, à côté de nombreuses espèces sans intérêt (Calamites et autres), *Sphenopteris hoeninghausi*, espèce caractéristique de l'assise de Vi-coigne. Mais on peut élever les doutes les plus sérieux sur l'exactitude de cette détermination, d'autant plus que PORTIS considère ce fossile comme caractéristique du niveau houiller « supérieur » ? De même, les discussions ultérieures sur la signification de ces gîtes (PUSSENOT, 1930, pp. 28-29) n'ont pas davantage d'intérêt.

Au Lac Lavora même, il n'y a que des terrains superficiels. Les affleurements houillers les plus proches, sur les premières pentes des Rochers de la Tempête et de la crête du Rocher Blanc ne m'ont livré que des flores sans intérêt.

(1) Les chiffres 1 à 13 entre crochets renvoient à la figure 143.

ROCHERS DE LA TEMPETE ET ROCHERS DE L'AQUILA [3]

J'ai décrit précédemment ces puissantes crêtes longitudinales séparant la vallée de la Clarée et la Vallée Etroite. Les escarpements du versant italien laissent deviner, par éclairage favorable, de multiples flexures et charnières, indéchiffrables dans le détail (fig. 144); ces chiffonnements confirment l'existence de plusieurs replis aigus, comme il avait été observé sur le versant Clarée.

CRETE TRANSVERSALE DE ROCHE DU CHARDONNET AU ROC DE VALMEINIER [4]

Le Houiller productif est ici violemment tectonisé : grès cassurés et schistes gaufrés, ne donnant que des reliefs mous, des pentes croulantes passant à des éboulis. Dans l'ensemble, tous les pendages sont à l'ouest, mais la structure reste indéchiffrable dans le détail.

Vers l'est apparaît, à la partie supérieure du Carbonifère une assise de grès et conglomérats. Cette assise est stérile, ne contient pas de schistes, ni aucun sédiment pigmenté; d'une tonalité gris clair, elle affleure en une puissante barre rocheuse qui, du point côté 2 954,3 se poursuit pendant plus de 500 m vers le sud, avant de s'effacer sous le cirque glaciaire de la Tempête. Aucune récolte de fossiles ne me permet de préciser son âge exact, mais il est tentant de la rapprocher des conglomérats de Roche Château et du Granon dont on sait que l'équivalent vers le nord est l'assise stérile « de Courchevel », datée du Stéphanien.

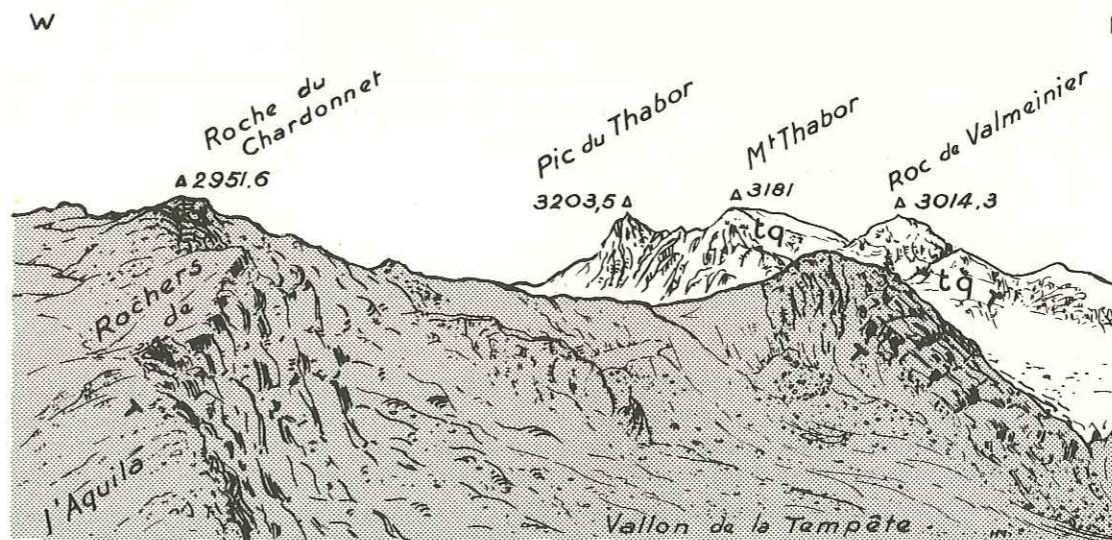


FIG. 146. — Crête transversale de Roche du Chardonnet au Roc de Valmeinier.

Entre le Carbonifère et le Trias, manquent les conglomérats multicolores à galets de liparite du « Verrucano » briançonnais. Mais il reste la possibilité qu'ils soient masqués, et si leur absence ici est très probable, je ne peux l'affirmer. Le Trias débute immédiatement après le Carbonifère détritique stérile, par les quartzites à galets de quartz roses du Roc de Valmeinier.

Plus au nord, il semble que disparaisse cette assise détritique stérile; on voit le Houiller productif noir s'enfoncer directement, vers l'est, sous les hautes falaises de quartzites triasiques du Thabor.



FIG. 147. — Plongement du Houiller noir sous les quartzites triasiques du Mont Thabor, au N. de Roc de Valmeinier.

KILIAN et RÉVIL (1904) ont signalé, dans le Houiller du massif du mont Thabor à la partie supérieure des conglomérats « quelques galets (...) de microgranulite verte ». Mais, dans le secteur que j'ai levé, je n'ai pas réussi à les retrouver.

2. BANDE ORIENTALE

Cette bande disparaît vers le sud et on perd sa trace à partir des Thures [5]. Vers le nord, au Lac Beletis [6], on trouve quelques grès et conglomérats, sériciteux et laminés à l'extrême. Elle s'élargit ensuite progressivement sur la croupe de Pointe Mulatière [7] où le Houiller, laminé, est renversé directement sur les quartzites triasiques. Plus au nord, elle apparaît par intermittences sous les éboulis, comme à la Combe de Millia [8], à mi pente de falaises croulantes de Trias. Ce n'est qu'à la latitude de Banchet qu'elle s'élargit de façon notable.

GRAND RAVIN AU NORD DE BANCHET [9]

Il s'agit de l'important ravin, non dénommé sur la carte, qui descend de la Tête du Chien et se jette dans le torrent de Valle Stretta un peu en aval du Pont de la Fonderie.

Les pendages sont tous à l'ouest, avec des chiffonnements de détail; mais les terrains: grès et grattes ont souffert du laminage; ils se clivent suivant des surfaces luisantes et sériciteuses, mais ce clivage semble d'origine davantage tectonique que sédimentaire. A 2150 environ, le ravin quitte le Houiller pour entamer, après une petite combe herbeuse, les quartzites du Trias, puis les calcaires dolomitiques.

Au nord de ce ravin, le Houiller affleure en plusieurs barres rocheuses superposées, sur les premières pentes de rive droite. Plusieurs filons, parallèles aux bancs viennent ici s'interstratifier dans les couches houillères: de l'hématite associée à du quartz, autrefois exploitée par la mine de Banchet, et, venant au jour, un sill de microdiorite, elle-même accompagnée de quartz.

MINE DE BANCHET [10]

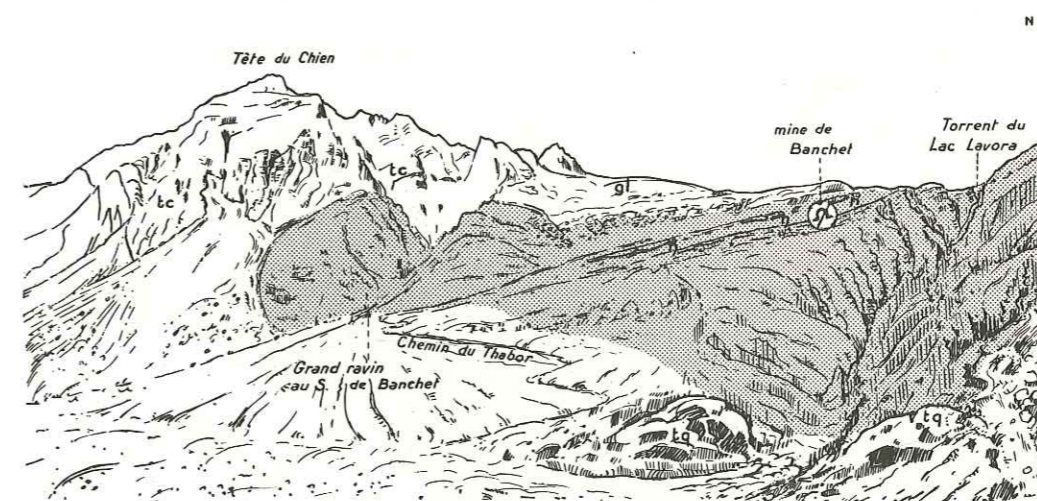


FIG. 148. — Rive droite de Vallée Etroite: la mine de Banchet.

Depuis 1838, et jusqu'à l'annexion de la Vallée Etroite, des exploitants italiens ont effectué à Banchet quelques travaux miniers, avec des périodes d'inactivité.

Ces travaux ont reconnu deux filons d'hématite, dont le principal, exploité par les anciens, variait de 40 cm à 1 m de puissance. Ces filons étaient interstratifiés dans le Houiller. Les travaux ont également suivi quelques petites veines d'anthracite.

Dans les déblais, à côté de roches présentant les faciès houillers habituels, on note une assez forte proportion de schistes plus ou moins gréseux, verts ou lie de vin. Des grès houillers prélevés à l'orifice de la galerie supérieure montrent eux aussi un aspect inhabituel pour le Houiller briançonnais: très feuilletés, ils ont une apparence de micaschistes, avec développement de tourmaline de néoformation bleue. Je les ai décrits et figurés dans la première partie de cette étude.

MASSIF DES SEROUS [11]

En bordure du vallon où courent les deux torrents parallèles du Genébréa et de la Travernette, les premières pentes du versant E. du Petit et du Grand Sérous montrent de mauvais affleurements de grès houillers, à pendage W.

A la partie inférieure, le Houiller repose, renversé, sur les quartzites du Trias, avec intercalation de quelques mètres de grès quartzites sériciteux gris très clairs, presque blancs, très feuilletés. J'ai décrit ces terrains dans la première partie de cette étude. Ces grès blancs, feuilletés et sériciteux attribuables au « Néo-Permien » (sens. ELLENBERGER) sont un faciès inhabituel en pays briançonnais, mais ils sont bien développés plus au nord, dans les secteurs levés par J. FABRE; nous les verrons un peu plus loin bien caractérisés, entre Rocca Boussort et le col de la Vallée Etroite.

On retrouve quelques affleurements houillers témoins sur les premières pentes du flanc N. du Roc de Sérous, notamment sous le Lac Peyron, ainsi que dans le vallon du Peyron. Mais la presque totalité de la bande houillère est ici masquée sous le glaciaire des vallons du Peyron et de la Dame (fig. 149).

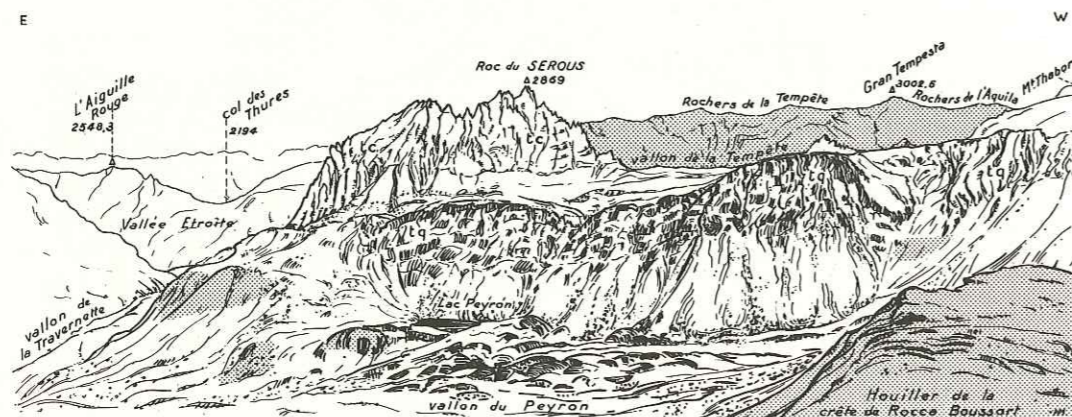


FIG. 149. — Flanc N. du Roc des Serous avec son soubassement houiller.

LAMBEAU HOULLER DU COL DU PEYRON [12]

Coincé entre les grandes masses de quartzites triasiques du mont Thabor et de Rocca Boussort, un copeau anticlinal de Houiller normal productif (schistes, grès et conglomérats, avec niveaux charbonneux), à pendage S.-W. 30°, passe au col du Peyron (3 000 m).

On ne peut dire si ce Houiller se prolonge vers le nord, en raison des énormes moraines du glacier du Thabor.

VALLEE ETROITE

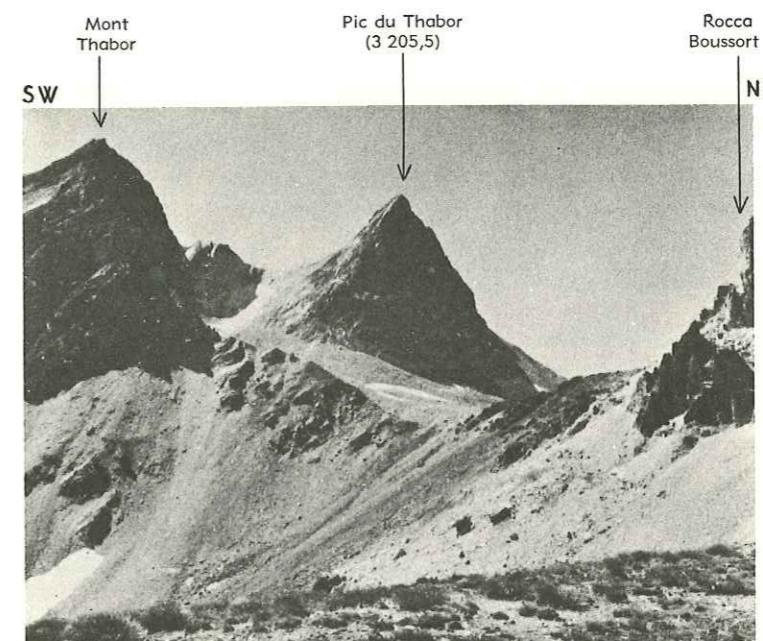


FIG. 150. — Lambeau houiller du col du Peyron (depuis point coté 2 877)

CRETE DE ROCCA BOUSSORT AU COL DE VALLEE ETROITE [13]

Dans la grande crête transversale séparant la Vallée Etroite au sud, de la Maurienne (vallée des Herbiers) au nord, la partie comprise entre Rocca Boussort (= Rocher du Cheval Blanc : 3 008) et le col de Vallée Etroite, fournit une bonne coupe de la bande houillère orientale, à son maximum de largeur.

Ce Houiller est du type normal, productif : schistes et grès avec nombreux niveaux charbonneux intercalés, sans conglomérats. Tous ces terrains sont fortement tectonisés : les grès sont disjoints, avec fissures colmatées par réseau cicatriciel de quartz, les schistes froissés et gaurrés, si bien que toutes les empreintes végétales ont irrémédiablement disparu : on n'y reconnaît plus que des Calamites, quelques feuilles de Sigillaires, des *Stigmaria*, sans intérêt stratigraphique.

Toutes les couches pendent à l'ouest, plus ou moins fortement; mais le feuilletage secondaire des terrains oblitère les pendages réels, si bien que la structure exacte est délicate à reconnaître.

Il n'y a aucune intrusion éruptive dans le Houiller de ce secteur.

Entre le Houiller et les quartzites, on ne retrouve plus les conglomérats multicolores du Verrucano briançonnais mais, à la place, une assise de grès grossiers blancs, feuilletés et sériciteux. Son aspect pétrographique est une sorte de moyenne entre les grès houillers, les quartzites et le Verrucano, avec quelques petits galets de quartz rose, et de nombreux grumeaux ferrugineux. C'est le « Néo-Permien » de Vallée Etroite, dont il a déjà été question plus haut.

A l'est, des replis aigus amènent l'affleurement, au milieu des quartzites du Trias, d'une deuxième et étroite bande de Houiller.

ANNEXES

I. — Analyses chimiques : roches sédimentaires

Le tableau de la figure 151 reproduit les résultats des analyses chimiques des principales roches du Paléozoïque briançonnais.

Les roches 1 et 2 sont des **grès houillers typiques** :

1 est un grès houiller prélevé dans la vallée de la Clarée en amont de Névache, au point coté 1 765 sur la route des Châlets de Laval. C'est une roche détritique riche en éléments de quartz, avec quelques débris de feldspaths et muscovite en lamelles tordues, dans un ciment quartzo-sériciteux, avec un peu de calcite secondaire.

2 est un autre grès houiller typique, de la vallée de la Clarée (point coté 1 814, 2 sur la même route). Le grain en est un peu plus grossier que celui du grès 1; c'est presque une arkose, un peu litée, formée essentiellement de quartz, de feldspaths plagioclases en grandes masses phylliteuses, avec comme éléments accessoires quelques débris de biotite chloritisée, tourmaline, apatite et zircon, et un peu de calcite secondaire.

3 est un **grès houiller de l'assise conglomératique et stérile** de Roche Château, prélevé au point 2 850 de la crête, à l'est de Roche Château. C'est également une arkose un peu litée, riche en petits galets de quartz à extinction onduleuse; elle contient aussi de petits débris de plagioclases assez abondants, des lamelles de muscovite et de petits paquets étirés de séricite. Le ciment siliceux est abondant, très finement cristallisé.

Les analyses 4 à 9 concernent des **roches bariolées du massif de Rochachille** (série multicolore inférieure r').

4 sont des schistes fins, vert très foncé, à empreinte ramifiées énigmatiques, en placage sur le flanc S.-W. de Roche Château, à la base de l'assise multicolore inférieure.

5 et 6 sont des **calcaires dolomitiques** à patine capucin, à grain extrêmement fin, avec quelques très petits cristaux de quartz détritiques. Ces roches sont alourdies par de la silice secondaire en quantité, aussi cette silice n'a pas été dosée. Le premier échantillon a été recueilli au col de la Beaume Noire, le deuxième entre Pointe Pussenot et Roche Château.

	TERRAINS BARIOLÉS DU MASSIF DE ROCHACHILLE (Série multicolore inférieure r.)										Méopernien de Genébréa	
	Houiller normal productif		Houiller stérile	Carbonates								Méopernien de Rochachille
	1 grès houiller	2 grès houiller		Schistes vert foncé à empreintes houiller	5 calcaires dolomitiques	6 calcaires dolomitiques	7 calcschistes vert pâle	8 schistes verts	9 schistes rouges			
										3 grès houiller		
SiO ₂	78,90	70,54	80,00	71,14		56,42	67,54	57,59	74,55	86,84		
Al ₂ O ₃	9,85	13,48	10,64	14,36		15,48	16,63	18,79	12,50	6,48		
Fe ₂ O ₃	0,82	3,72	1,55	1,18		2,06	0,24	6,17	0,72	1,26		
Fe O	1,66	0,75	0,72	3,03		0,77	4,43	1,07	1,92	0,05		
Ti O ₂	0,15	0,75	0,05	0,58		0,50	0,35	0,70	0,35	0,06		
Mn O	0,03	0,02	0,02	0,02		0,12			0,07	0,10		
Mg O	0,57	0,86	0,78	1,82	7,40	10,30	2,86	2,40	1,00	0,31		
Na ₂ O	1,88	2,02	2,14	0,96	1,25	1,80	2,20	indét.	5,11	traces		
K ₂ O	1,84	2,55	2,17	3,90	0,34	0,14	2,10	8,22	1,87	2,33		
CaO	0,80	0,95	0,16	0,59	25,50	17,00	0,37	0,71	0,48	0,54		
P ₂ O ₅	traces	0,08	0,06	0,37		0,17	0,20	0,28	0,10	0,21		
CO ₂	0,72	0,95	0,11		28,50	23,74	0,08	0,50	0,34	0,16		
H ⁺ O	0,19	0,42	0,10	0,15	0,10	0,00	0,15	0,24	0,35	0,41		
H ⁻ O	2,00	2,55	1,15	2,57	1,65	0,52	3,35	3,90	1,41	1,49		
Total	99,41	99,64	99,65	100,67			100,50		100,77	100,24		

Fig. 151. — ANALYSES DE ROCHES DU PALEOZOÏQUE BRIANÇONNAIS (laboratoire de Chimie du B.R.G.G.M.)

7 sont des calcschistes vert pâle associés aux calcaires dolomitiques précédents.

8 et 9 sont des schistes rouges et verts de cette même assise multicolore inférieure, récoltés entre Pointe Pussenot et Roche Château.

10 et 11 sont des roches du Néo-Permien :

10 assise conglomératique de Rochachille, équivalent latéral du Verrucano briançonnais. Cette analyse a été faite dans un échantillon moyen des grès et arkoses formant le ciment des conglomérats au lac Biron.

On remarquera que pour ce dernier échantillon, la teneur en Na₂O est élevée par rapport à toutes les roches plus anciennes. Cet apport de soude est-il lié au métamorphisme anté-Néo-Permien (ELLENBERGER, 1954) ?

11 Néo-Permien de Vallée Etroite : ce sont les grès blancs, feuilletés et sériciteux du vallon de Genébréa.

Ici, par contre, la proportion de soude est infime.

II. — Analyses : charbons

	ANTHRACITES - SAINS ("Tonkinois")								ANTHRACITES BROYES ("molles")						COKES NATURELS				GRAPHI-TOIDE	
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30
	St Jean St Jacques	L'Echarante	Combantre Couche IV	Pv. St. André G. Gaillard	Montagne du Valton	Col du Raisin	Rochers de Prive 2680 m	Petites Challanches	Ayes 1640	Pierre Fosse 78 inf à 98 m	Pierre Gros niveau sup.	Benoite	Muandes	Revin de La Colle à 2000 m	Souchère	C. Cordier Enlie	Gardéolles	Ti de la Salle	Chemin de ronde à 2340 m	Chardonnet
1) ANALYSE IMMEDIATE																				
Humidité	1,60	1,99	2,01	2,98	2,19	2,74	4,06	4,63	2,06	4,67	3,22	3,57	0,99	1,08	2,21	0,28	1,48	1,18	0,74	0,29
sur { Cendres	13,08	13,09	17,59	7,51	13,20	16,03	3,80	1,73	23,78	18,24	23,41	22,71	30,42	35,25	28,14	27,53	54,63	55,05	52,15	12,02
sec { Matières volatiles (Humidité déduite)	4,30	6,04	6,11	6,70	7,34	8,09	9,78	8,54	3,94	3,22	5,06	4,43	6,71	18,43	8,70	8,83	4,14	6,67	10,68	4,32
Carbone fixe	82,62	80,87	76,30	85,79	79,46	75,88	86,42	89,73	72,78	78,54	71,53	72,86	68,87	46,31	63,16	63,64	41,23	38,28	37,17	83,66
2) ANALYSE CHIMIQUE DES CENDRES																				
Si O ²	74,35		54,44	29,20		50,10	44,10			64,06	57,95	70,11				53,17		63,60	68,26	35,35
Al ² O ³	9,25		19,93	24,00		23,80	21,89			17,13	18,22	12,53				15,60		19,70	8,54	18,03
Fe ² O ³	9,48		12,73	12,92		12,74	21,42			12,63	12,72	10,37				8,87		7,92	18,94	23,39
Ti O ²	0,19		1,16	0,78		0,95	0,90			0,09	0,48	0,13				0,33		0,45	0,14	0,41
Mn O	0,11		0,25	1,63		0,10	0,21			0,26	0,26	0,12				0,31		0,05	0,47	0,51
Ca O	1,45		1,70	17,30		1,70	1,34			0,91	2,58	1,57				8,35		1,05	0,70	8,47
Mg O	1,60		4,36	2,00		1,50	1,00			3,35	2,56	2,35				9,12		1,70	0,70	5,27
Na ² O	0,22		traces	0,77		0,25	1,35			traces	traces	traces				traces		1,33	traces	1,33
K ² O	0,96		4,46	2,87		5,62	3,60			1,21	2,69	2,10				3,23		3,76	0,97	4,44
P ² O ⁵	0,33		0,13	4,04		0,18	0,35			0,17	0,22	0,22				0,18		0,30	0,46	0,13
SO ⁴				4,05															0,30	3,09
TOTAL	97,94		99,16	99,56						99,81	97,68	99,50				99,16		99,86	99,48	100,42

Fig. 152. — Analyses des charbons briançonnais.

J'insiste sur le fait que ces analyses ne visent aucunement à représenter la valeur commerciale de ces anthracites, mais à préciser les caractéristiques d'échantillons choisis, étudiés et figurés plus haut en fonction de leur intérêt pétrographique. Il se trouve cependant que l'ensemble de ces analyses couvre l'éventail des diverses qualités de combustible recelées par le Houiller briançonnais.

Analyses immédiates = O.C.C.R.

Analyses des cendres = B.R.G.G.M.

III. — Roches éruptives

ANALYSES CHIMIQUES

Le tableau de la figure 153 rassemble et juxtapose les résultats d'analyses chimiques des roches éruptives briançonnaises, ainsi que les principaux calculs de paramètres.

Ces analyses sont présentées avec l'ordonnance la plus simple possible, c'est-à-dire dans le sens des teneurs en SiO_2 décroissantes.

Pour faciliter les comparaisons, on a également analysé deux roches éruptives briançonnaises voisines, quoique ne se rapportant pas directement à notre sujet : le granite du Plan de Phazy, récemment réétudié par J. DEBELMAS (1954) et l'andésite de Guillestre (travaux de LORY, KILIAN, TERMIER et BLANCHET).

Méthodes employées pour ces analyses chimiques.

Il paraît indispensable, si on veut comparer avec fruit des roches analysées par des laboratoires différents, de savoir comment chaque laboratoire a procédé (cas de l'alumine, des alcalins, de CO_2 entre autres). C'est ainsi que les analyses, fournies par TERMIER, de roches éruptives briançonnaises sont maintenant délicates à utiliser, faute de savoir comment ont été effectués les dosages; ces analyses montrent des erreurs systématiques par rapport aux nôtres. J'y reviendrai un peu plus loin.

Je dois à l'obligeance de M. MONTAGNE de pouvoir reproduire ici le schéma des méthodes analytiques suivies par son laboratoire, pour les analyses que je présente :

SiO_2 Sur prise spéciale n° 1, 1 g.

F éventuel complexé par $\text{BO}_3 \text{H}_3$. Insolubilisation en milieu acide à 250 °C. SiO_2 par départ fluorhydrique.

Al_2O_3 Sur prise spéciale n° 2, 1 g.

Après élimination de la silice, précipitation globale de Fe, Al, Ti et Cr. Al dosé par différence. Si le Cr est présent, il est compté avec Al.

Fe_2O_3 Sur prise n° 2, par colorimétrie.

Pour de hautes teneurs, extraction complète de Fe; on dose alors l'alumine directement et l'on obtient le Fer par différence.

FeO Sur prise spéciale n° 3 par attaque rapide et dosage volumétrique. Seul le Fer à l'état 2+ dans la roche est dosé. La présence éventuelle de pyrite ne fausse pas le dosage.

TiO_2 , MnO Sur prise n° 1, par colorimétrie.

CaO Sur prise n° 2, est dosé par volumétrie. BaO et SrO sont sans influence.

MgO Sur prise n° 2, par volumétrie.

ETUDE GEOLOGIQUE DU CARBONIFERE BRIANÇONNAIS (HAUTES-ALPES)

Na₂O, K₂O Sur prise spéciale n° 4 (0,5 g) pesés ensemble sous forme de chlorures, puis isolés et déterminés gravimétriquement. Contrôle : on doit reconstituer les chlorures initiaux. Dosage très précis.

P₂O₅ Sur prise n° 1, par colorimétrie (ion phosphomolybdovanadique).

CO₂ Dosage direct sur prise spéciale n° 5, par départ en milieu dilué d'acide fort à 100 °C.

Humidité : Dosage direct sur prise spéciale n° 6.

H₂O⁻ par perte de poids à 100 °C : eau d'interposition.

H₂O⁺ par fixation directe sur P₂O₅ : eau de constitution.

Il n'est habituellement pas tenu compte de la perte au feu qui donne un aperçu trompeur de l'humidité, les transformations par la chaleur des différents oxydes faussant le sens de la pesée.

COMPARAISON AVEC LES ANALYSES DUES A P. TERMIER

Pierre TERMIER a fourni, dans diverses publications (notamment 1898 et 1899), une douzaine d'analyses des roches intrusives du Houiller briançonnais, que je reproduis dans le tableau de la figure 154. Malheureusement nous ne savons pas comment ces analyses ont été effectuées (1). Elles sont incomplètes et ne comportent le dosage, ni du MnO, ni du TiO₂, ni du P₂O₅. Si certaines séparent le fer ferreux et le fer ferrique, d'autres expriment tout ce fer, soit en Fe₂O₃, soit en FeO (ces dernières ne sont pas reproduites ici telles quelles, mais sous une deuxième version publiée postérieurement par TERMIER, ou ce FeO est converti en Fe₂O₃. C'est le cas par exemple des deux analyses de Sachas, où une telle manipulation pourrait bien être à l'origine de l'inexactitude des totaux indiqués par TERMIER). Nous ne savons pas non plus quelle méthode a été employée pour le dosage des alcalins et alcalino-terreux. Aussi ai-je dû renoncer à utiliser les analyses de TERMIER pour grossir le lot de mes propres analyses, et à les faire entrer dans la discussion des résultats.

Sur ce tableau j'ai donc reproduit en les juxtaposant, les résultats des analyses de TERMIER et des miennes correspondantes, avec une double entrée pour les éléments dosés, afin d'en faciliter la comparaison.

On voit immédiatement que toutes les analyses de Termier montrent des teneurs en alumine systématiquement plus élevées que celles obtenues pour les mêmes roches par le laboratoire du B.R.G.G.M. L'alumine indiquée par TERMIER devait être obtenue par différence, donc être grossie du P₂O₅ et du TiO₂ entre autres.

1. Microgranite des Gardéolles.

TERMIER fournit deux analyses du microgranite des Gardéoles (1899, p. 407), que je reproduis en regard de l'analyse de la même roche effectuée par le laboratoire du B.R.G.G.M. Ici, il n'y a pas de doute que les trois échantillons analysés ont bien été prélevés sur le même affleurement.

En dehors de la teneur en alumine nettement plus élevée dans les analyses de TERMIER, on notera des variations non négligeables dans le dosage des alcalins et alcalino-terreux.

Pour cette roche, qui est la plus acide que nous connaissons dans la série intrusive du Houiller briançonnais, l'absence de dosages de MnO, TiO₂ et P₂O₅ ne peut avoir qu'un effet négligeable sur les différences de résultats obtenus. La teneur élevée en alumine chez TERMIER s'expliquerait en partie par l'entraînement du fer et du manganèse au cours de l'analyse.

(1) Ces analyses ont probablement été effectuées suivant la méthode de Sainte-Claire Deville : la roche était fondue dans CO₂Na₂. On reprenait à NO₂H, précipitait à l'ammoniaque. Du précipité calciné, un courant de Cl isolait le Fe sous forme de FeCl₃. L'alumine indiquée par TERMIER devait être obtenue par différence, donc être grossie du P₂O₅ et du TiO₂ entre autres.

Analyses Termier	GARDEOLLES		PUY ST. ANDRE		CHARDONNET				SACHAS		Cals Haute 37	Cals du Chardonnet 37	Analyses Montagne	
	Termier A	Termier A	Termier A	Termier B	Termier A	Termier A	Termier B	Termier B	Termier a	Termier b				
Si O ₂	70,70	73,10	73,48	63,45	63,30	61,52	52,55	55,50	57,80	19,70	16,66	55,46	60,23	Si O ₂
Al ₂ O ₃	18,60	17,60	14,91	20,43	20,68	17,01	20,09	20,60	19,70	19,70	16,66	16,94	16,66	Al ₂ O ₃
Fe ²⁺ O ₃	traces	traces	0,52	4,20	3,92	1,96	4,84	4,06	2,40	2,40	1,94	1,37	1,94	Fe ²⁺ O ₃
Fe O			0,56			3,36	4,36	3,45	4,14	2,82	3,97	5,05	3,97	Fe O
Mg O	0,39	0,33	0,06	0,88	0,74	0,09	3,82	3,60	3,00	3,07	0,17	0,12	0,17	Mn O
Ca O	2,26	0,80	1,61	2,69	2,37	1,14	5,52	6,45	6,15	5,41	2,67	3,10	2,67	Mg O
Na ₂ O	2,39	4,35	3,42	4,98	4,91	4,59	3,26	2,90	3,10	3,28	5,50	5,75	5,50	Ca O
K ₂ O	2,81	1,95	1,02	2,21	2,18	1,80	1,70	1,74	1,37	1,40	3,72	2,70	3,72	Na ₂ O
			0,07			0,44					1,52	2,08	1,52	K O
			0,07			0,20					0,53	0,58	0,53	Ti O ₂
			1,28			0,88					0,16	0,16	0,16	P ₂ O ₅
			0,16			3,57					0,72	2,05	0,72	CO ₂
			2,55			0,14					0,15	0,10	0,15	H ₂ O ⁻
											2,25	5,07	2,25	H ₂ O ⁺
Total	99,95	99,83	100,84	101,03	100,55	100,03	99,63	100,98	100,28	99,78	100,19	100,53	100,19	Total
			(Terrier - 1899 p. 407)	(Terrier - 1899 p. 408)			(Terrier - 1898 p. 185 et 1901 p. 160)							(Terrier - 1898 p. 184)

Fig. 154. — Tableau de comparaison avec les analyses de Termier.

2. Puy-Saint-André.

(TERMIER, 1899, p. 408.)

Les échantillons de P. TERMIER proviennent des trois amas éruptifs superposés, interstratifiés dans la formation houillère, sous le village de Puy-Saint-André. TERMIER n'indique pas la provenance exacte de chacun de ses trois échantillons, ce qui a d'ailleurs peu d'importance, puisque ces trois amas sont parfaitement homogènes. Mon échantillon provient de l'amas recoupé par la route de Briançon à Puy-Saint-André, à l'endroit où cette route franchit le ravin du Loup.

Si l'on excepte la teneur en alumine, encore une fois plus élevée chez TERMIER, on voit que la nouvelle analyse confirme dans l'ensemble les anciennes, mais s'en écarte sur des points non négligeables : plus de magnésie, moins de chaux et de potasse.

3. Chardonnet.

(TERMIER, 1898, p. 185, et 1901, p. 160.)

TERMIER, fournit cinq analyses en tout de roches éruptives provenant du secteur du Chardonnet, mais sans indiquer leurs provenances exactes. D'après le contexte, il semble même que certains échantillons aient été recueillis remaniés dans le glaciaire du fond de la vallée.

TERMIER y distingue deux types : un type A, à grands cristaux noirs de Hornblende dans une pâte aphanitique, dont il donne deux analyses; un type B, grenu, à grain fin (deux analyses), et enfin un type intermédiaire. Très certainement, d'après les descriptions de TERMIER, le type A correspond aux microdiorites à deux temps bien marqués, dont on observe des sills interstratifiés dans la formation houillère. Je fournis en regard l'analyse d'un sill affleurant au col du Chardonnet même. Le type B, grenu et à grain fin, correspond à la « Diorite du Chardonnet » et doit être comparé à l'analyse que je présente de la « diorite » recueillie au sommet de la Cée Haute. Ces différences portent d'ailleurs moins sur la composition chimique et minéralogique que sur la structure. On a ainsi un groupe de sept analyses comparables, qui se confirment mutuellement sauf en ce qui concerne l'importance relative du FeO et du Fe₂O₃, et, comme partout, l'alumine.

4. Sachas.

(TERMIER, 1898, p. 184.)

Enfin, TERMIER fournit deux analyses de la microdiorite de Sachas : il s'agit d'une série de petits amas affleurant dans le massif du Prorel, non loin de Prelles, entre Sachas et le point 1183 de la carte d'Etat-major en hachures. TERMIER en fournit deux analyses, correspondant à deux types très voisins, l'un plus acide, l'autre plus basique.

Ces affleurements sont loin d'être les mieux observables et les plus significatifs du Briançonnais, et si TERMIER les a étudiés en détail, c'est sans doute qu'ils se trouvaient dans le secteur qui l'intéressait le plus spécialement (les montagnes entre Briançon et Vallouise). Aussi plutôt que recommencer l'analyse d'un échantillon prélevé à Sachas, j'ai préféré étudier la microdiorite du Rocher de la Verne, non loin de Sachas, mais sur l'autre rive de la Durance. Je ne fournis donc pas l'analyse en regard de celle de TERMIER.

TERMIER, interprétant ses propres analyses remarquait qu'en les rangeant suivant l'ordre des teneurs croissantes en silice, elles se trouvent rangées du même coup suivant l'ordre des teneurs décroissantes en fer, magnésium et calcium, ainsi que suivant l'ordre des teneurs croissantes en potassium. Quant au sodium, il serait en quantité constante (4 à 5 % de Na₂O dans toutes les roches intrusives, quelles qu'elles soient). D'après mes propres analyses, il n'est rien.

Il faut bien dire que l'analyse des roches a parlé une langue qui a varié avec le temps. La signification attribuée à certains termes a changé, aussi il faut bien se garder de comparer sans précautions les résultats numériques fournis par divers auteurs, puisque l'uniformité des désignations

	32 Gardéolles	33 Eduits	34 Queyrellin	35 Ravin du Loup	36 Rau de St jacques	37 Cée Haute	38 Benoite toit couche 7	39 Pierre Grosse	40 Benoite toit couche 10 bis	41 Banchet	42 Rocher de la Verne	43 Fontaine du Corbeau	44 col du Chardonnet	45 Grand Vallon n°1	46 Cula	47 Muandes	48 Grand Vallon n°2	49 Andésite de Guillestre	50 Granite du plan de Phazy
ANALYSES CHIMIQUES (pourcentages pondéraux bruts)																			
Si O ²	73,48	65,62	62,40	61,52	60,90	60,23	60,00	59,66	58,40	58,15	56,85	56,25	55,46	46,47	44,52	44,51	40,13	56,46	63,68
Al ² O ³	14,91	17,41	16,60	17,01	17,00	16,66	16,27	17,67	16,95	18,17	16,68	16,84	16,94	18,75	16,75	15,29	14,62	16,48	16,27
Fe ² O ³	0,52	1,79	1,08	1,96	1,71	1,94	0,86	0,21	0,12	1,17	1,31	3,48	1,37	4,42	1,22	2,10	5,77	5,48	0,18
Fe O	0,56	0,46	3,27	3,36	3,67	3,97	4,69	5,21	4,74	5,37	5,31	4,10	5,05	6,32	8,25	7,25	6,96	0,13	2,87
TiO ²	0,07	0,07	0,40	0,44	0,30	0,53	0,16	0,29	0,46	0,85	0,34	0,45	0,58	1,17	0,80	0,66	1,10	0,62	0,97
Mn O	0,06	0,02	0,08	0,09	0,15	0,17	0,12	0,17	0,13	0,17	0,20	0,17	0,12	0,10	0,32	0,30	0,20	0,08	0,04
Mg O	0,63	1,67	2,57	3,33	1,75	2,67	1,53	1,58	1,90	3,98	2,90	3,02	3,10	4,60	2,89	6,64	3,10	2,33	2,61
Na ² O	3,42	3,91	2,78	4,59	2,77	3,72	0,75	4,10	1,30	4,69	4,86	2,80	2,70	0,82	0,31	1,27	0,60	5,08	3,02
K ² O	1,02	1,99	2,44	1,80	1,83	1,52	3,57	1,85	3,60	2,41	1,14	2,32	2,08	3,77	2,59	2,55	3,20	0,79	4,85
CaO	1,61	1,50	2,09	1,14	3,40	5,50	4,10	3,78	4,62	1,01	3,98	3,63	5,75	4,30	5,94	6,65	4,54	8,08	1,44
P ² O ⁵	0,07	0,09	0,15	0,20	0,15	0,16	0,13	0,29	0,14	0,36	0,16	0,23	0,16	0,12	0,11	0,16	0,15	0,15	0,32
CO ²	1,28	2,75	3,01	0,88	2,09	0,72	2,25	0,26	3,01	0,32	1,28	2,15	2,05	1,12	6,30	8,50	4,32	1,75	0,66
H ² O ⁻	0,16	0,14	0,07	3,57	0,45	0,15	0,25	0	0,38	0,04	0,09	0,24	0,10	0,10	0,20	0,20	0,82	0,15	0,05
H ² O ⁺	2,55	2,60	3,50	0,14	4,55	2,25	5,90	4,41	4,55	3,25	5,60	4,00	5,07	8,10	5,29	4,36	15,00	3,10	3,13
Total	100,34	100,02	100,44	100,03	100,72	100,19	100,58	99,68	100,30	99,94	100,70	99,68	100,53	100,16	95,49	100,44	100,51	100,68	100,09
COMPOSITION VIRTUELLE (CO ² éliminé) (pourcentages pondéraux)																			
Q	45,00	29,28	26,76	19,14	25,62	15,54	23,78	15,3	21,18	10,44	8,4	17,64	11,7	8,82	9,9	0	7,44	7,5	20,10
Or	6,12	11,68	14,46	10,56	10,56	8,9	21,13	10,56	21,13	14,46	6,12	13,34	12,23	22,24	15,57	15,01	18,90	5,00	28,36
Ab	28,82	33,01	23,58	38,77	23,58	31,44	6,29	34,58	11,00	39,82	40,87	23,58	23,06	6,81	2,62	10,48	5,24	42,97	25,15
An	8,06	7,52	9,73	4,73	16,96	24,46	19,46	17,24	21,96	3,34	18,90	16,96	27,8	20,57	28,63	28,63	21,41	19,74	5,56
C	5,20	6,12	5,81	5,81	4,28	0	4,08	3,37	2,86	6,53	0,71	3,57	0	8,26	2,86	0	2,24	0	4,18
D	0	0	0	0	0	1,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,03	0	12,53	0
H	2,26	4,8	10,89	12,39	9,42	11,05	11,59	12,88	12,75	17,79	15,78	11,72	15,09	17,57	20,52	24,17	14,3	W = 1,39	10,06
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,90	0	0	0
Ap	0	0	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,67	0,34	0,67	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,67
Ilm	0	0	0,76	0,76	0,61	0,91	0,30	0,91	0,91	1,52	0,61	0,76	1,06	2,28	1,52	1,22	2,13	0,34	1,82
Ma	0,70	1,62	1,62	2,78	2,55	2,78	1,39	0,23	0,23	1,86	1,86	5,10	2,09	6,50	1,86	3,02	8,35	0	0,23
Hem	0	0,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,44	0
Ru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	0
PARAMETRES MAGMATIQUES - C. I. P. W. LACROIX																			
p	I	I'	I (II)	'II	(I) II	'II	(I) II	(I) II	(I) II	II	II	II	II	II	II	(II) III	II'	II	(I) II
q	3	(3) 4	(3) 4	4	'4	4	'4	4	4	4 (5)	4 (5)	4	4'	4 (5)	4'	5	4 (5)	(4) 5	4
r	2	2	2'	(1) 2	3	3	3'	'3	3'	1 (2)	'3	3	3 (4)	3'	4	'4	(3) 4	3	2
s	4'	4	(3) 4	4	4	4	2	4	2 (3)	4	(4) 5	(3) 4	'4	2	(1) 2	'3	2	(4) 5	5
Al/Σalc	2,21	2,03	2,29	1,79	2,61	2,15	3,20	2,04	2,81	1,74	1,84	2,39	2,51	3,45	4,97	3,19	3,25	1,77	1,61
Or/Pl	0,16	0,28	0,43	0,24	0,26	0,16	0,82	0,20	0,64	0,33	0,10	0,32	0,24	0,81	0,49	0,38	0,71	0,08	0,92
An %	21,8	18,5	29	10,8	41,8	43,7	75	33	66,5	7,7	31,5	41,8	54,5	75	92	73	80,3	31,4	18,1
Σb	2,96	7,06	13,61	16,27	12,92	16,68	13,62	14,69	14,23	21,84	18,59	17,92	18,58	24,69	24,24	34,68	25,12	20,56	12,78
PARAMETRES de NIGGLI																			
al	53,8	47,6	41,1	38,39	40,6	33,7	40	39,2	39,1	36,2	33,5	34,6	33,0	31,9	32,1	24,4	27,7	30,8	40,8
fm	11,0	21,4	31,3	35,6	28,9	30,5	29,2	26,2	27,6	39,3	33,7	37,3	33,2	45,3	40,6	48,4	48,2	24,5	27,3
c	10,7	7,5	9,6	4,59	14,8	20,1	18,2	15,3	19,3	3,6	14,5	13,4	20,5	13,4	20,8	19,4	15,5	27,3	6,6
alK	24,3	23,4	17,9	21,3	15,5	15,6	12,5	19,2	13,9	20,7	18,2	14,5	13,1	9,2	6,47	7,6	8,5	17,3	25,2
si	452,0	304,7	262,6	235,6	247	206,5	250	224,8	229,4	197	194,5	196,9	184,0	135,1	145,5	121,0	129,6	178,9	270,6
ti	0,30	0,24	1,26	1,26	0,91	1,36	0,50	1,38	1,35	2,16	0,86	1,18	1,44	2,55	1,96	1,34	2,66	1,47	3,09
p	0,18	0,17	0,26	0,32	0,26	0,23	0,23	0,46	0,23	0,51	0,23	0,34	0,22	0,14	0,15	0,18	0,20	0,20	0,57
R	0,16	0,25	0,36	0,20	0,29	0,21	0,76	0,22	0,64	0,25	0,12	0,34	0,33	0,75	0,84	0,57	0,77	0,09	0,51
mg	0,53	0,62	0,51	0,53	0,37	0,46	0,32	0,33	0,40	0,51	0,43	0,42	0,46	0,44	0,34	0,55	0,31	0,45	0,60
O	0,2	0,28	0,11	0,15	0,18	0,16	0,10	0,017	0,01	0,08	0,09	0,24	0,10	0,21	0,07	0,08	0,29	0,52	0,08

FIG. 153. — TABLEAU D'ANALYSES ET PARAMETRES DE ROCHES ERUPTIVES DU HOULLER BRIANÇONNAIS.

	32 Gardéolles	33 Eduits	34 Querellin	35 Ravin du Loup	36 Rivu de St-Jacques	37 Cée Haute	38 Benoite	39 Pierre Grise	40 Benoite	41 Banchet	42 Rocher de la Verne	43 Fontaine du Corbeau	44 Col du Chardonnet	45 Grand Vallon	46 Cula	47 Muandes	48 Grand Vallon	49 Aulésite de Guillestre	50 Crête au Plan de Phazy
PARAMETRES MAGMATIQUES calculés en tenant compte du CO ₂ et en comptant le corindon avec les coupolithes (Lacroix)																			
p	I			'II	(I) II	'II	(I) II	(I) II	'II	II	II	II	II	II	calcul impossible	calcul impossible	calcul impossible	II	(I) II
q	'3			4	3	4	4	4	4'	II	4'	(3) 4	4	4	calcul impossible	calcul impossible	calcul impossible	4 (5)	4
r	1			1'	(1) 2	3	2	(2) 3	2	1	2	(1) 2	3	3	calcul impossible	calcul impossible	calcul impossible	3	1
s	4'			4'	4	4	2	4	2 (3)	4	(4) 5	(3) 4	4	2	calcul impossible	calcul impossible	calcul impossible	(4) 5	3
Or/Pl	0,21			0,25	0,40	0,16	1,78	0,21	1,50	0,35	0,11	0,49	0,32	1,08	calcul impossible	calcul impossible	calcul impossible	0,08	1,06
An %	0			4,7	10,5	41	46	31	21,8	3,3	20,9	12,4	39,4	66,7	calcul impossible	calcul impossible	calcul impossible	31,7	5,2
id. mais en comptant le corindon dans les barylites (Denayer)																			
Calculés en introduisant de l'anckerite dans la composition virtuelle																			
p	I (II)			II	II	'II	II	(I) II	II	II	II	II	II	(II) III				'II	II
q	I			I (II)	(I) II	(I) II	3	(I) II				'II	II	II	II	II	II	II	II
r	3'			3	3	3	3	3	3	3	2 (3)	2 (3)	4	3	3	3	3	4	(2) 3
s	1			1	2	2	2	2	2	2	(3) 4	(3) 4	4	2	(1) 2	'3	2	2	2
Or/Pl	0,35			0,60	1,12	1,12	1,12	1,12	1,50	0,35	0,11	0,39	0,32	0,93	1,38	0,95	1,45	1,45	1,45
An %	0			1,2	66	66	66	66	21,8	3,3	20,9	29,9	39,4	71	76,7	33,5	59,8	31,7	5,2
Calculés en éliminant CO ₂ systématiquement (Frey)																			
p	I			'II	(I) II	'II	(I) II	(I) II	(I) II	II	II	II	II	II	II	II (III)	II'	II	(I) II
q	(3) 4			4	4	4	4	4	4	4'	4 (5)	4	4	4 (5)	4'	4 (5)	4 (5)	4	4
r	2			(1) 2	3	3	3	3	3	1 (2)	'3	3	3 (4)	3'	4	4	(3) 4	3	'2
s	4'			4	4	4	2	4	2 (3)	4	(4) 5	(3) 4	4	2	(1) 2	'3	2	(4) 5	5
Al/alc	2,21			1,79	2,61	2,15	3,20	2,04	2,81	1,74	1,84	2,39	2,51	3,45	4,97	3,19	3,25	1,77	1,61
Or/Pl	0,16			0,24	0,26	0,16	0,82	0,20	0,64	0,33	0,10	0,32	0,24	0,81	0,49	0,38	0,71	0,08	0,92
An %	21,8			10,8	41,8	43,7	75	33	66,5	7,7	31,5	41,8	54,5	75	92	73	80,3	31,4	18,1

Fig. 155. — Tableau montrant les variations des paramètres magmatiques suivant le mode de calcul.

ANNEXE III

chable (LAFITTE, 1953), il reste que toutes nos roches sont elles-mêmes plus ou moins profondément altérées. Décrivant des roches telles qu'elles sont, et non telles qu'elles devraient être, ces paramètres C. I. P. W. LACROIX nous sont en définitive d'un faible intérêt. Je ne les fournis donc ici que pour suivre l'usage et faciliter les comparaisons — sous toutes réserves — avec les nombreux auteurs qui les ont employés précédemment : BELLAIR (1948) et ELLENBERGER (1954) entre autres.

EMPLACEMENT DE NOS ROCHES DANS LA NOMENCLATURE LACROIX

D'après les paramètres ainsi établis, l'ensemble de nos roches va d'un extrême à l'autre du groupe leucocrate, avec des Σb compris entre 7,06 et 34,68 %. Le microgranite des Gardéolles se détache nettement de ce groupe, il est hololeucocrate (Σb = 2,96 %).

Nos roches méritent le nom, les unes de microgranodiorites, avec des teneurs en orthose nettement inférieures à celle des plagioclases, les autres de microdiorites, quartziques ou non.

PARAMETRES DE NIGGLI

Au contraire des précédents, les paramètres de Niggli sont obtenus sans passer par l'intermédiaire de minéraux virtuels ou fictifs.

Souvent employés, ils nous fournissent des valeurs numériques simples, points de départ commodes pour l'établissement de diagrammes divers.

REPRESENTATIONS GRAPHIQUES DIVERSES

Les résultats d'analyses chimiques, employés tels quels en pourcentages pondéraux bruts, convertis en millimolécules ou milliatomes, voire interprétés en paramètres, se prêtent à l'établissement de très nombreux diagrammes qui ont l'avantage de traduire sous une forme graphique, c'est-à-dire parlante, les rapports et différences de nos roches.

J'en reproduis ci-dessous quelques-uns, parmi ceux qui me semblent les plus significatifs.

TRIANGLES CARACTERISTIQUES DE MICHEL LEVY

Ces triangles ont été construits à partir des valeurs en millimolécules obtenues au cours du calcul des paramètres C. I. P. W. LACROIX, tels que je les fournis dans le tableau de la figure 155 (méthode R. FREY). Q désigne le nombre de millimolécules de silice libre restant après formation des minéraux virtuels obtenus par la même méthode.

Ces diagrammes ont l'avantage de comparer immédiatement l'ensemble de nos roches (fig. 156).

DIAGRAMME Na₂O — K₂O — CaO

Je ne reproduis pas ici les différents diagrammes, binaires ou ternaires, représentant les variations de teneur en soude, potasse et chaux; ils ne donnent que des groupements vagues et assez dispersés, du fait des variations mésatomiques.

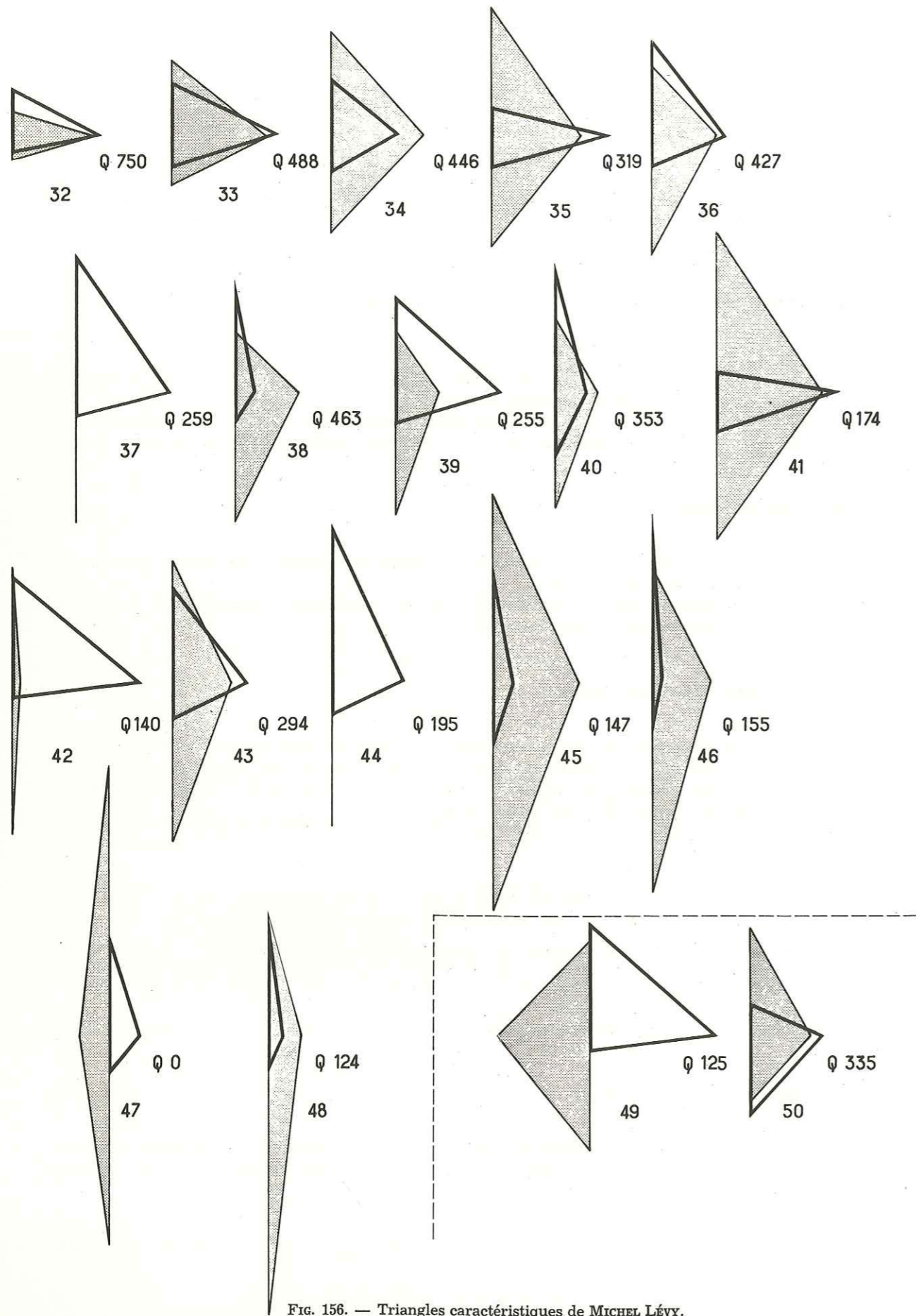


FIG. 156. — Triangles caractéristiques de MICHEL LÉVY.

ANNEXE III

DIAGRAMME TRIANGULAIRE $fm - al - (alk + c)$

Diagramme obtenu à partir des paramètres de Niggli (fig. 157). Ici, toutes nos roches sont rassemblées en un groupe, compact et homogène, où s'individualisent cependant deux diverticulum : le premier correspond aux microgranites des Gardéolles et des Eduits (32 - 33). Le deuxième correspond aux roches les plus pauvres en silice, du Grand Vallon, de la Cula et des Muandes (45 - 46 - 47 et 48).

Ces coupures peuvent paraître un peu arbitraires, puisque par exemple sur ce diagramme, 43 est plus proche de 46 que 46 de 47. Mais on les retrouve plus ou moins nettes, parfois seulement ébauchées, parfois bien tranchées dans tous les diagrammes que l'on peut faire. Elles ne sauraient donc être fortuites (GOGUEL, 1954).

On notera qu'ici, comme dans la plupart des diagrammes suivants, la roche de Banchet (41) occupe une position intermédiaire entre le groupe microdioritique central et la tendance plus basique. Nous avons vu que son gisement est particulier, et la met à l'écart du reste des microdiorites briançonnaises.

Remarquons enfin que si on reporte de la même façon à l'intérieur de ce triangle les roches sédimentaires du Paléozoïque briançonnais (analyses de 1 à 11), on obtient encore un groupe homogène, à peu près superposable au groupe central des microdiorites, avec seulement un léger décalage vers le haut, dû à une teneur en alumine un peu plus élevée. Je ne les ai pas représentées ici pour ne pas surcharger la figure.

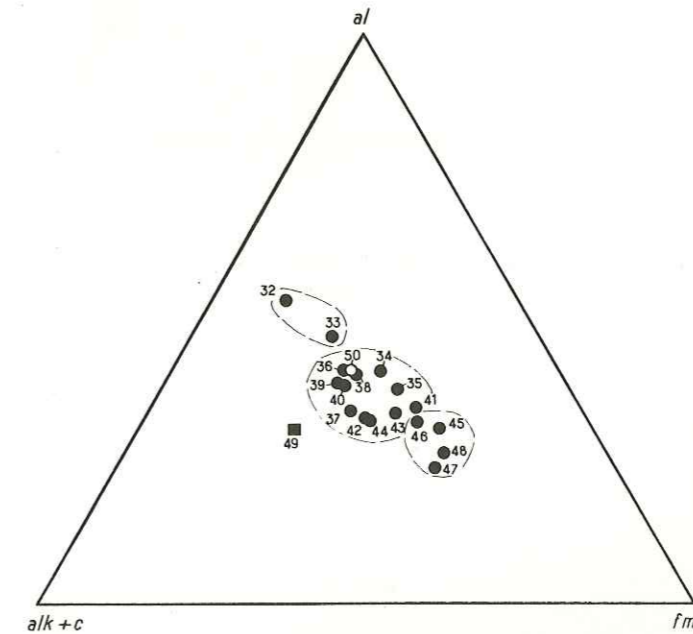


FIG. 157.

Légende pour les diagrammes, figures 157 à 165

- roche éruptive d'intrusion du Houiller briançonnais
- andésite de Guillestre
- granite du Plan de Phasy

DIAGRAMME TRIANGULAIRE (al + fm) — alk — c

Egalement obtenu à partir des paramètres de Niggli (fig. 158). Ici, toutes nos roches restent étroitement groupées. Seule le groupe plus riche en ferro-magnésiens (45 - 46 - 47 et 48) s'en détache timidement.

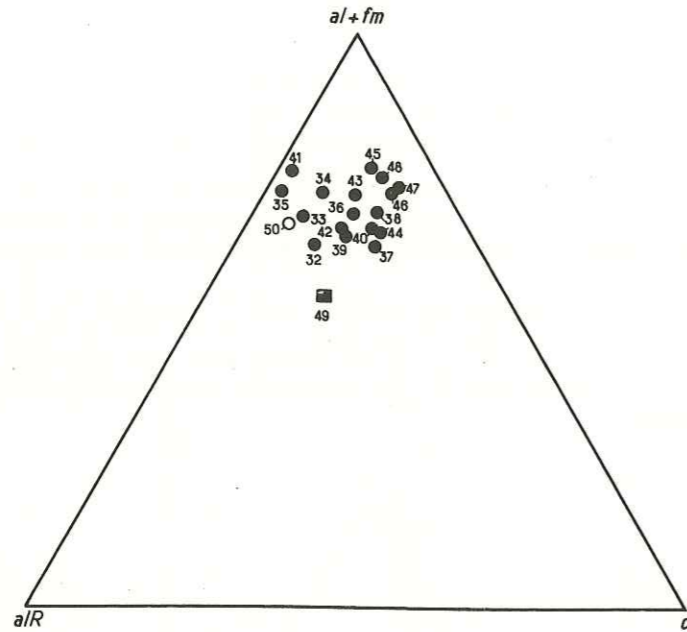


FIG. 158.

DIAGRAMME BINAIRE FeO — Fe₂O₃

Obtenu à partir des pourcentages pondéraux bruts (fig. 159). Il exprime à la fois la teneur en fer totale, et le degré d'oxydation. Comme dans les diagrammes binaires suivants, nous retrouvons nos roches réparties en trois groupes.

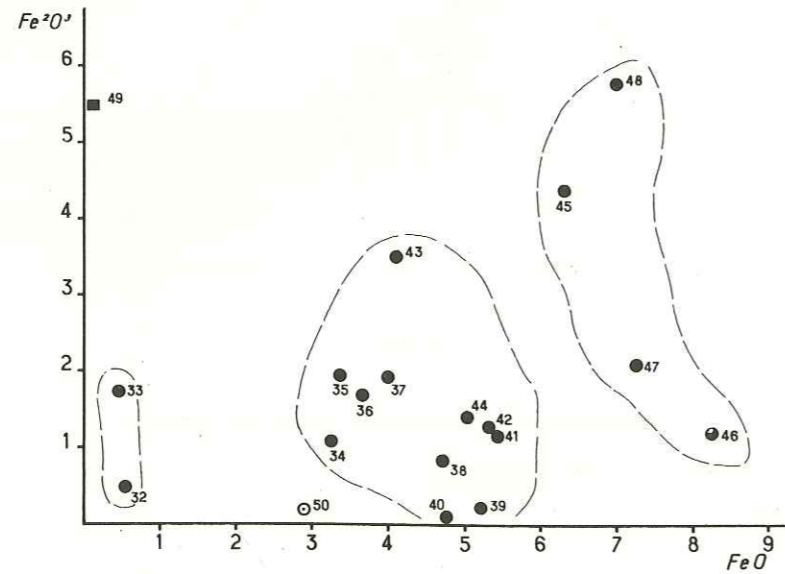


FIG. 159.

DIAGRAMME BINAIRE MnO — FeO total

En pourcentages pondéraux, mais tout le fer est exprimé en FeO (fig. 160). Nous retrouvons toujours nos trois groupes, avec une certaine proportionnalité MnO/FeO.

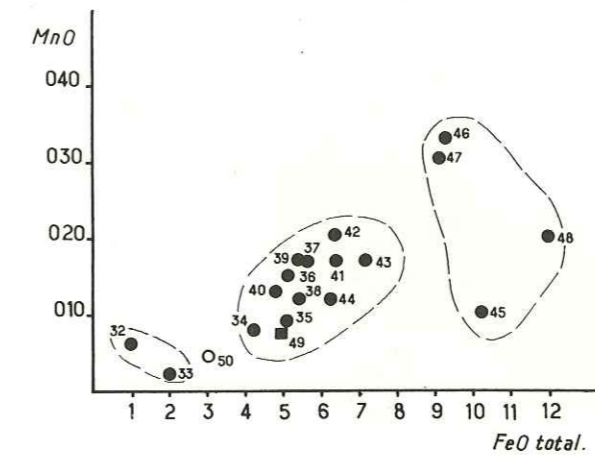


FIG. 160.

DIAGRAMME BINAIRE Fe (Mn) O — MgO

Diagramme obtenu à partir des pourcentages pondéraux convertis en millimolécules (fig. 161). On remarquera que sur plusieurs diagrammes, la microdiorite de Banchet (41) est un peu à l'écart, ou même franchement détachée du groupe microdioritique central.

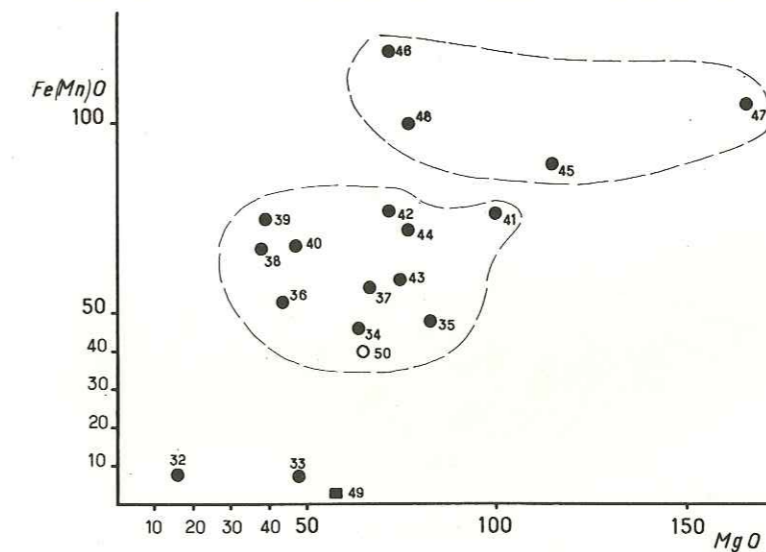


FIG. 161.

DIAGRAMME BINAIRE $TiO_2 - P_2O_5$

En pourcentage pondéraux bruts (fig. 162). Toujours trois groupes, facilement séparables. Ici la roche de Banchet (41) est franchement détachée

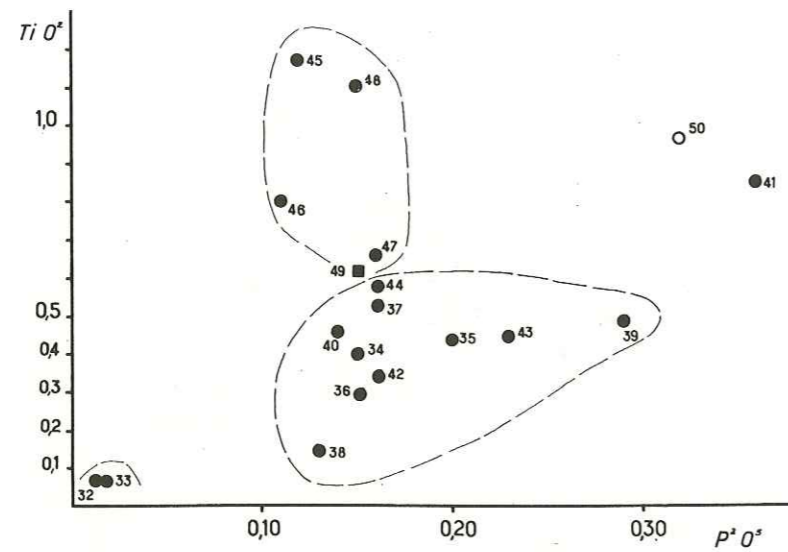


FIG. 162.

DIAGRAMME BINAIRE $TiO_2 - FeO$ total

En pourcentages pondéraux (fig. 163). Les trois groupes sont nettement séparés, avec une position un peu excentrique pour la roche de Banchet (41). La proportion FeO/Ti_2 varie peu.

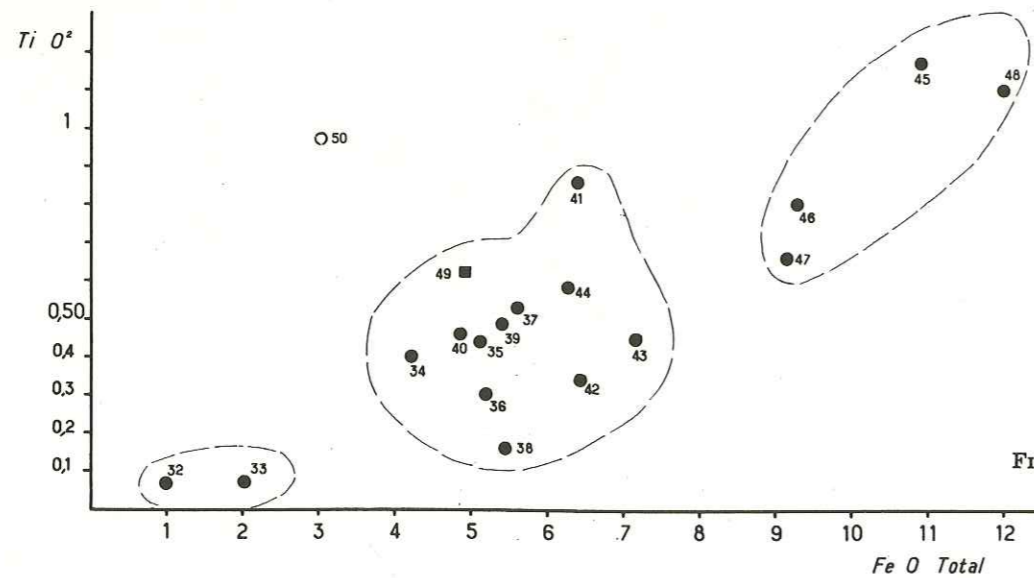


FIG. 163.

DIAGRAMME TRIANGULAIRE $TiO_2 - FeO - Fe_2O_3$

Obtenu à partir des pourcentages pondéraux bruts, convertis en millimolécules (fig. 164). Ici encore, l'ensemble de nos roches restent groupées. Seule la tendance acide (32 et 33) s'en détache par une très-faible teneur en fer total.

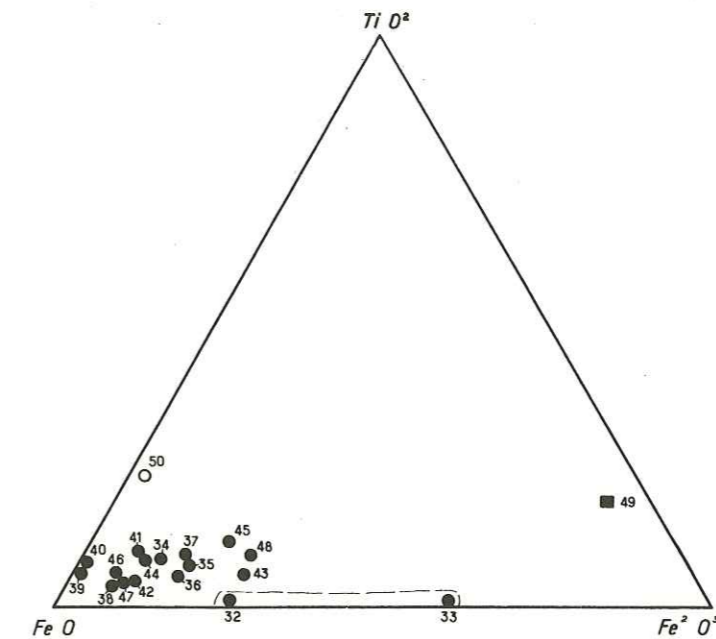


FIG. 164.

DIAGRAMMES DE DIFFERENCIATION

Ils sont trop embrouillés pour être reproduits ici. Remarquons simplement que dans le détail les teneurs en silice ne semblent pas influencer systématiquement sur les paramètres al, fm, c et alk de Niggli, tout se passant comme si la phase quartz libre était dans une certaine mesure indépendante du reste de la roche.

Je reproduis simplement ci-dessous (fig. 165) le diagramme binaire $Al_2O_3 - SiO_2$ (obtenu à partir des pourcentages pondéraux convertis en millimolécules). Il souligne la constance de la teneur en alumine de toutes nos roches, quelle que soit leur teneur en silice.

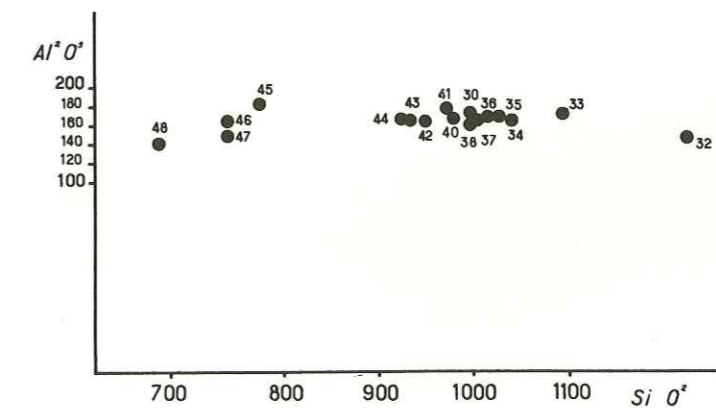


FIG. 165.

BIBLIOGRAPHIE

PRINCIPALES ABREVIATIONS

B.S.G.F.	Bulletin de la Société Géologique de France.
C.R. somm. S.G.F.	Comptes rendus sommaires des séances de la Société Géologique de France.
C.R. Ac. Sci.	Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences.
Trav. Lab. Géol. Grenoble	Travaux du Laboratoire de Géologie de Grenoble.
A.F.A.S.	Association française pour l'Avancement des Sciences.
B.S.C.G.F.	Bulletin du Service de la Carte Géologique de France.
Mém. S.C.G.F.	Mémoires du Service de la Carte Géologique de France.
Ann. Soc. Géol. Nord	Annales de la Société Géologique du Nord.
Eclog. Geol. Helv.	Eclogae Geologicae Helvetiae.
Ann. Mines	Annales des Mines.

ABELSON (Ph. H.). — 1954. Annual report of the director of the Geophysical Laboratory. *Carnegie Institution of Washington*, Year book N° 53, for the year 1953-4, p. 95-145.

ALPERN (B.). — 1953. Etude microscopique quantitative et représentation graphique de la structure cellulaire de quelques coques. *Ass. Tech. Indust. Gaz France*, Congrès 1953.

ALPERN (B.) et DURIF (S.). — 1954. Etude optique et radiocristallographique de quelques coques. *C. R. Ac. Sci.*, 228, 21, p. 2099-2101.

Divers. — 1951. Atlas für angewandte Steinkohlen Petrographie. Verlag Gluckauf — G.M.B.H. Essen.

BARBIER (R.). — 1948. Les zones ultra-dauphinoise et sub-briançonnaise entre l'Arc et l'Isère. *Mém. S.C.G.F.*

BARROIS (Ch.). — 1909. L'origine des roches détritiques du terrain houiller du Nord. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXVIII, p. 348-350.

BAUDINOT — 1861. Note sur les gîtes d'anthracite du Briançonnais. *B.S.G.F.* (2), 18, p. 773 et seq.

BEAUMONT (Elie de). — 1828. Sur un gisement

de végétaux fossiles et de graphite, situé au col du Chardonnet (département des Hautes-Alpes). *Ann. Sci. Nat.*, (1) (XV), p. 353-381 et pl. XII.

BELLAIR (P.). — 1948. Pétrographie et tectonique des massifs centraux dauphinois — I. Le Haut Massif. *Mém. S.C.G.F.*

BERSIER (A.). — 1948. Phénomènes de plasticité dans les charbons molassiques. *Eclog. Geol. Helv.*, 41, n° 1.

BARBIER (R.). — 1956. L'importance de la tectonique "anté-nummulitique" dans la zone ultra-dauphinoise au N du Pelvoux : la chaîne Arvinche. *B.S.G.F.* (6), VI, p. 355-370.

BIENNER (F.), LOUIS (M.) et RAVIER (J.). — 1954. Nature et évolution de la matière organique dans l'Albien métamorphique des Pyrénées. *C.R. somm. S.G.F.*, n° 12, p. 10-12.

BLANCHET (F.). — 1934. Etude géologique des montagnes d'Escreins (Hautes-Alpes et Basses-Alpes). Grenoble.

BLANCHET (F.), MORET (L.) et ROCH (E.). — 1923. Contribution à la connaissance du terrain houiller de la zone intra-alpine française

- (Etudes exécutées sous la direction de W. KILIAN). *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, XXXIV et *Bulletin Société Scientifique de l'Isère*, XLV.
- BLAYDEN (H.E.), GIBSON (J.) et RILEY (H.). — 1944. An X-rays study of the structure of coals, cokes and chars — *Proc. of a conf. on the ultra-fine struct. of coals and cokes*, 1943. *British coal utilisation research. ass.*, p. 176-231.
- BOLTON (H.). — 1895. On the metamorphism of coal. *Trans. Manch. Geol. Soc.*, XXIII, p. 122.
- BORDET (P.) et BORDET (C.). — 1954. Sur l'existence d'un élément structural hercynien commun aux massifs de Belledonne, Grandes-Rousses et Pelvoux (Alpes françaises). *C.R. Ac. Sci.*, 238, p. 830-832.
- BOUROZ (A.). — 1940. Faciès et massifs de végétation dans la formation houillère du Nord de la France. *Imp. Douriez Bataille*, Lille.
- BRIAN EBY (J.). — Contact metamorphism of some Colorado coals by intrusives. *Trans. of the Amer. Institute of Min. and metal. Engin.*, LXXI, p. 246-252.
- BRUSSET (H.). — 1947. Contribution à l'étude du Carbone et des charbons minéraux. *Thèse*, Paris, 1947.
- CAPDECOMME (L.). — 1943. Caractères optiques nouveaux d'une série d'espèces minérales opaques. *Bull. Soc. Fr. Minéralogie*, 66, p. 79-104.
- 1944. Sur la présence de graphite dans les anthracites. *C.R. Ac. Sci.*, 218, p. 285.
- 1945. Sur les procédés d'étude des roches charbonneuses. A propos des schistes graphitiques de la région de Marignac. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 76, p. 181-190.
- 1949. Examen minéralogique d'une série d'échantillons d'anthracite de la région de Briançon (rapport inédit).
- 1950. Sur la structure et la formation des anthracites. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 85, p. 45.
- 1952. Note sur l'examen minéralogique de onze échantillons d'anthracite récoltés dans le terrain houiller du Briançonnais (rapport inédit).
- CARSON et FURTHER. — 1936. Discussion on « Alteration of coal seams in the vicinity of igneous intrusions, and associated problems ». *Min. Inst. Scotland Tr.*, 56, pt. 4, p. 79-85.
- CAYEUX (L.). — 1929. Les roches sédimentaires de France : les roches siliceuses. *Mém. S.C.G.F.*
- CHRIST (P.). — 1924. Das Produktive Karbon des Schweizeralpen. II Teil: Die Walliser Anthrazitlagerstätten während des Jahre 1917.
- 1925. *Beitr. z. - geolog. d. Schweiz. Geotech. serie*, XI Lief, Berne.
- COLOMER (F.). — 1906. Le métamorphisme de la houille en Nouvelle-Calédonie, *La Nature*, XXXIV, 1730, 115.
- CORSIN (P.). — 1950. Le Houiller de la zone du Briançonnais. *C.R. Ac. Sci.*, 230, p. 2315.
- CORBIN (P.) et OULIANOFF (N.). — 1925. Continuité de la tectonique dans les massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges. *B.S.G.F.* (4), XXV, p. 541-553.
- CORSIN (P.) et DEBELMAS (J.). — 1952. Sur la présence de Stéphanien fossilifère au col de Tramouillon, dans le massif de Gaudent, au S de Briançon (Hautes-Alpes). *C.R. somm. S.G.F.*, n° 3, 4 février 1952, p. 45-47.
- CORYELL (M.). — 1875. Eastern Virginia Coalfield. *Trans. of the Americ. Inst. of Mining Engineers*, III, p. 228.
- DAL PIAZ (Gb.). — 1939. La discordanza ercinica nella zona pennidica e le sue conseguenze nei riguardi della storia geologica delle Alpi. *Bull. Soc. geol. Ital.*, LVIII, p. 105-152.
- DEBELMAS (J.). — 1951. Une coupe transversale naturelle du versant sud du massif de la tête de Gaudent (Hautes-Alpes) : la rive gauche du torrent de Tramouillon, près de Saint-Crépin. *B.S.G.F.* (6), I, p. 185-190.
- 1954. Les zones sub-briançonnaise et briançonnaise occidentale, entre Vallouise et Guillestre (Hautes-Alpes). *Mém. S.C.G.F.*
- DELAFOND (F.). — 1902. Bassin houiller et permien de Blanzay et du Creusot. *Gîtes minéraux de la France*.
- DELESSE. — 1858. Etudes sur le métamorphisme des roches. *Ann. Mines*, 5^e série, XII et XIII.
- DE MAISTRE (J.). — (s. d.). *Rapport inédit, Archives du Service des Mines*.
- DENAYER (M. E.). — 1951. Tableaux de pétrographie. *Lamarre, éd.*
- DESROUSSEAUX (J.). — 1938. Bassins houillers et lignitifères de France. *Mém. annexe à la Statistique de l'Ind. min. Paris*.
- DROWN (M. T.). — 1883. Chemical examination of carbonite. *Trans. of the Amer. Inst. of Mining Engineers*, XI, p. 448.
- DUPARC (L.) et RITTER (E.). — 1894. Les formations du Carbonifère et les quartzites du Trias dans la région nord-ouest de la première zone alpine. *Mém. Soc. physique et hist. natur. de Genève*, XXXII, 1^{re} partie, n° 4.
- DUPARQUE (A.). — 1921. Le rôle des actions mécaniques dans l'évolution des couches de houille. *B.S.G.F.* (4), XXVIII, p. 455.
- DUPARQUE (A.) et FANSHAWE (J.). — 1930. La structure microscopique des anthracites. Re-
- marques sur la préparation de surfaces polies d'anthracites américains et sur leur structure microscopique. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 55, p. 922.
- DUPARQUE (A.). — 1933. Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Mém. Soc. Géol. Nord*, XI.
- 1949a. Sur l'emploi de la lumière polarisée dans l'examen microscopique des surfaces polies d'anthracite et sur la détermination des teneurs en tissus ligneux de ces combustibles. *C.R. Ac. Sci.*, 228, p. 1143.
- 1949b. L'étude microscopique de certains anthracites en lumière incidente polarisée. *Ann. Soc. Géol. Nord*, LXIX, p. 103-126, pl. 3 à 5.
- 1949c. Les substances amorphes des houilles et des anthracites. *Ann. Soc. Géol. Nord*, LXIX, p. 127-170, pl. 3 à 5.
- 1949d. Sur un anthracite alpin à cassure concentrique de la mine de la Benoite (Briançonnais). Contribution nouvelle à l'étude des clivages ou de la schistosité des houilles. *Ann. Soc. Géol. Nord*, LXIX, p. 270-278, pl. V.
- DURIF (S.) et FEYS (R.). — 1955. Métamorphisme de contact dans les charbons intra-alpins. *C.R. Ac. Sci.*, 241, 4, 424-426.
- Divers. — 1937. The Economic Geology of the central coalfield of Scotland. *Mem. of the geol. Survey of Great Britain*. Scotland — Area I: Kilsyth and Kirkintilloch.
- ELLENBERGER (F.). — 1951. Le géosynclinal briançonnais archaïque et les renversements de subsidence (Reliefumkehrung) dans la pré-orogénèse alpine. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 133-134.
- 1952. Sur les rapports de la zone houillère et de la zone Vanoise - Mont Pourri avec le massif du Ruitor. *C.R. somm. S.G.F.*, n° 3, p. 29-31.
- 1954. Etude géologique du pays de Vanoise. *Mém. S.C.G.F.*
- ERGOLSKAYA (Z. V.). — 1937. The alteration of fossil coal in the progress of carbonization. *Intern. geol. congress. U.R.S.S.*, XVII Section, Abstract papers. Leningrad, p. 62.
- EVANS (W. P.). — 1929. Microstructure of New Zealand lignites. Part II: Lignites subjected to the influence of igneous intrusions. *New Zealand j. Sc. Tech. Wellington*, X, 3, 177-190.
- FABRE (J.). — 1951. Résumé des Etudes sur le Carbonifère briançonnais. 3^e Congrès Géol. *Stratigr. Carbonifère*, Heerlen, I.
- 1952. Note préliminaire sur quelques résultats stratigraphiques obtenus dans le Houiller de Tarentaise et de Maurienne (zone briançonnaise). *C.R. somm. S.G.F.*, 4 févr. 1951, n° 3, p. 34-36.
- 1953a. Sur quelques roches éruptives du terrain houiller de la zone briançonnaise. *C.R. Ac. Sci.*, 236, p. 2416-2418.
- 1953b. Sur la tectonique de la zone houillère briançonnaise en Maurienne. *C.R. Ac. Sci.*, 237, p. 344-345.
- 1954. Quelques observations dans le Permocarbone de la vallée de l'Arc (zone briançonnaise) (feuilles de Modane et Névache au 50 000^e). *B.S.G.F.*, III, n° 241, *Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1953*.
- FABRE (J.) et FEYS (R.). — 1952. Phénomènes de plasticité et migrations dans les charbons alpins. *Congrès géol. internat. d'Alger*, Sect. III, p. 149-162.
- FABRE (J.), FEYS (R.) et GREBER (Ch.). — 1952. Observations sur une note récente de P. CORSIN et J. DEBELMAS : « Sur la présence de Stéphanien fossilifère au col de Tramouillon (Hautes - Alpes) ». *C.R. somm. S.G.F.*, n° 7, p. 124-125.
- 1953a. Le Bassin Houiller briançonnais. *Publications du Bureau de Recherches Géologiques et Géophysiques*, n° 9; *Ann. Mines*, XI - XII, 1952, p. 7-16.
- 1953b. Relations du Westphalien et du Stéphanien dans la zone houillère briançonnaise (note préliminaire). *C.R. somm. S.G.F.*, n° 13, p. 270-272.
- 1955. L'importance de l'orogénèse hercynienne dans les Alpes occidentales. *B.S.G.F.* (6), V, p. 233-242.
- FALLOT (P.). — 1944. Tectonique hercynienne et tectonique alpine. *B.S.G.F.*, (5), XIV, p. 99-102.
- FANSHAWE (J. R.). — 1930. A microscopical Study of Coal: Pennsylvania Anthracites and West Virginia Coking coals. *Thèse*, Lille.
- FAYOL (H.). — 1887. Terrain houiller de Commeny, I, p. 44.
- FEYS (R.). — 1952. Le Carbonifère sur la rive gauche de la Guisane (Htes-Alpes). *B.S.G.F.*, (6), II, p. 197-206.
- 1954a. Le Carbonifère sur la rive droite de la Clarée (feuille de Névache et Briançon au 50 000^e). *B.S.C.G.F.*, LII, n° 241, p. 265-272. *Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1953*.
- 1954b. Présence de *Leaia tricarinata* Meek et *Worthen* associée à *Estheria Simoni* Pruvost dans le terrain houiller briançonnais. *Ann. Soc. Géol. Nord*, LXX, p. 153-160, pl. IV.
- 1954c. Présence probable de dépôts marins dans le Paléozoïque briançonnais. *B.S.G.F.*, (6), IV, p. 443-445, pl. XVII.

- 1954d. Observations nouvelles sur l'origine des anthracites briançonnais (note préliminaire). *C.R. somm. S.G.F.*, n° 16, p. 403-406.
- 1955. Le Carbonifère sur la rive gauche de la Clarée et en Vallée Etroite (Hautes-Alpes). (feuille de Névache au 50 000°). *B.S.G.F.*, **LIII**, n° 246, fasc. B. *Comptes-rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1954*.
- FEYS (R.) et GREBER (Ch.). — 1949a. Les rapports du Permien et du Houiller au sud de Briançon (Hautes-Alpes). *C.R. somm. S.G.F.*, n° 2, p. 32-33.
- 1949b. Sur l'association dans le terrain houiller du Briançonnais (Hautes-Alpes) des roches éruptives d'intrusion et des niveaux charbonneux. *B.S.G.F.*, (5), **XIX**, p. 435-438, pl. XII et XIII.
- 1950. Les conglomérats du Verrucano dans la région de Briançon (Hautes-Alpes) et leurs rapports avec le Carbonifère. *B.S.G.F.*, (5), **XX**, p. 231-237.
- 1951. Venues éruptives dans le terrain houiller du Briançonnais (Alpes françaises). *3^e Congrès géol. stratigr. Carbonifère Heerlen.*, p. 209-217, pl. 8-10.
- 1952. Présence probable de Namurien dans le Houiller briançonnais (note préliminaire). *C.R. somm. S.G.F.*, n° 3.
- FEYS (R.). — Voir aussi DURIF (S.) et FABRE (J.).
- FEUGUEUR (L.). — 1952. Comportement du charbon dans une nappe helvétique des Alpes françaises. Le gisement d'Araches, en Haute-Savoie. *Congrès géol. intern. Alger*, Sect. III, p. 163-171.
- FOURMARIER (P.). — 1927. A propos du glissement des couches de houille entre toit et mur dans le bassin de la Campine. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, **L**, n° 8, p. 236.
- FRANCHI (S.), MATTIROLI (E.) et ZACCAGNA (D.). — 1914. Carte géologique au 1/100 000 du R. Ufficio Geologico, feuille d'Oulx.
- FREY (R.). — 1937. La classification moderne des roches éruptives. *Notes et mémoires, Service des Mines du Maroc*, n° 44.
- GAUDRY (A.). — 1855. Résumé des travaux qui ont été entrepris sur les terrains anthracifères de la France et de la Savoie. *B.S.G.F.* (2), **XII**, p. 534 et seq.
- GDON (P.). — 1953. Les rapports des terrains cristallins et de leur couverture sédimentaire dans les régions orientale et méridionale du massif du Pelvoux. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, **XXXI**, p. 1-202.
- GIGNOUX (M.). — 1950. Géologie stratigraphique, 4^e éd., Masson, Paris.
- 1951. Discontinuités dans le Houiller et le Permien des Alpes françaises. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 89-91.
- GIGNOUX (M.), MORET (L.) et BLANCHET (F.). — 1931. Répertoire de la bibliographie géologique du Sud-Est de la France (Alpes françaises). Troisième liste supplémentaire (1922-1930). *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, **XV**.
- GIGNOUX (M.), MORET (L.) et SCHNEEGANS (D.). — 1933. Structure géologique de la fenêtre de l'Argentière au sud de Briançon (Hautes-Alpes). *C.R. Ac. Sc., séance du 27 novembre 1933*.
- GIGNOUX (M.) et MORET (L.). — 1937. Description géologique du bassin supérieur de la Durance. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, **XXI**.
- GIGNOUX (M.) et MORET (L.). — 1938. Remarques complémentaires à notre « Description géologique du bassin supérieur de la Durance ». *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, **XXII**.
- GOGUEL (J.). — 1940. Tectonique de la chaîne de Montbrison. *B.S.C.G.F.*, n° 203.
- GOGUEL (J.). — 1954. A propos de la composition des amphibolites. *C.R. Somm. S.G.F.*, p. 71-73.
- GRAS (Scipion). — 1854. Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie. *Ann. Mines*, **V**.
- 1858. Examen de quelques assertions de M. d'ARCHIAC, relatives à l'association de coquilles du Lias aux végétaux houillers dans les Alpes. *B.S.G.F.* (2), **XV**, p. 246 et seq.
- GREBER (Ch.). — 1952. Flore et stratigraphie du Carbonifère de la rive gauche de la Guisane. *B.S.G.F.* (6), **II**, p. 207-213.
- Voir aussi FABRE (J.) et FEYS (R.).
- GUTHORL (P.). — 1952. Das Kuselit Intrusivlager und der Naturkoks im Saarkarbon. *Résumé in Congrès géol. intern. Alger*, sect. XIII, fasc. 15, p. 519.
- HEIM (Alb.). — 1896. Stauungsmetamorphose an Walliser Anthrazit und Einige Folgerungen daraus. *Vierteljahrsschrift der naturforsch. Gesellschaft in Zürich*.
- HERMANN (F.). — 1938. Carte géologique au 200 000° des Alpes nord-occidentales.
- HILT. — 1873. Des rapports entre la composition des charbons et leurs propriétés industrielles. *Ann. Ass. Ing. Liège*, p. 387.
- HOFFMAN et JENKNER. — 1932. Die Inkohlung und ihre Erkennung im Mikrobild. *Glückauf* **LXVIII**, p. 81 et *Fuel* **XII**, 1933, n° 3, p. 98.
- JONGMANS (W.J.), KOOPMANS (R.G.) et ROSS (G.). — 1935. Nomenclature of coal petrography et SEYLER (1935). Memorandum de la « Round conference ». *2^e Congrès géol. Stratigr. Carbonifère Heerlen*, **III**, p. 1732-1737.
- KILIAN (W.). — 1891. Note sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes. *B.S.G.F.*, (3), **XIX**.
- (1899). La « Zone du Briançonnais » — Essai de synthèse tectonique. *A.F.A.S.*, Boulogne-sur-Mer, p. 403-405.
- 1918. Sur le terrain houiller des environs de Saint-Michel-de-Maurienne. *C.R. Ac. Soc.*, **CLXVI**, p. 100.
- KILIAN (W.) et NICAUD (O.). — 1919. Répertoire de la bibliographie géologique du Sud-Est de la France (Alpes françaises et Provence). *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, **XII**.
- 1923. *Ibid.*, **XIII**.
- KILIAN (W.) et RÉVIL (J.). — 1904. Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. Contribution à la géologie des chaînes intérieures des Alpes françaises. I. Description orographique et géologique de quelques parties de la Tarentaise, de la Maurienne et du Briançonnais septentrional. *Mém. S.C.G.F.*
- 1908. Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. Contribution à la géologie des Alpes françaises. II, 1^{er} fascicule : Description des terrains qui prennent part à la constitution géologique des zones intra-alpines françaises (terrains anté-jurassiques). *Mém. S.C.G.F.*
- KILIAN (W.) et TERMIER (P.). — 1898a. Contribution à l'étude des microdiorites du Briançonnais. *B.S.G.F.* (3), **XXVI**, p. 348 et seq.
- 1898b. Note sur divers types pétrographiques et sur le gisement de quelques roches éruptives des Alpes françaises. *B.S.G.F.* (3), **XXVI**, p. 357 et seq.
- 1901. Nouveaux documents relatifs à la géologie des Alpes françaises. *B.S.G.F.* (4), **I**.
- KOOPMANS (R. G.). — 1935. Untersuchungen und Beobachtungen an Schweizerischen Kohlen. *2^e Congrès Géol. et Stratigr. Carbonifère. Heerlen*, **I**, p. 505-515, pl. 63-70.
- LACHAT et KUSS. — 1884. *Bull. Soc. Sci. naturelles du Sud-Est*, p. 49-51.
- 1885. *Bull. Soc. études des Hautes-Alpes*, **IV**, p. 456-459.
- LEBEAU (P.). — 1933. Sur les peranthracites et les anthracites vrais. *C.R. Ac. Sci.*, **197**, **21**, p. 1234-1235.
- 1933. Sur les anthracites intra-alpins. *A.F.A.S.*, Chambéry.
- LEGRAYE (M.). — 1929. Relations entre la teneur en matières volatiles et la teneur en cendres des charbons. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, **LIII**, bull. p. 28.
- 1930a. Observations sur l'évolution des charbons. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, **LIII**, bull. p. 71-75.
- 1930b. Anthracitisation par métamorphisme de contact. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, **LIII**, bull., p. 76.
- 1932a. Remarques sur l'anthracitisation. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, **LV**, bull., p. 203-205.
- 1932b. Métamorphisme et structure de la houille de Puertollano (Espagne). *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, **LVI**, n° 3, p. 46-48.
- LEMOINE (M.). — 1951. Données nouvelles sur la géologie du Briançonnais oriental et sur le problème de la quatrième écaïlle. *B.S.G.F.*, (6), **I**, p. 191-204.
- 1952. Le Paléozoïque supérieur de la haute vallée de Névache (zone du Briançonnais). *C.R. Ac. Sci.*, p. 2468-2470.
- LLADO (Ll.). — 1951. Sur le Carbonifère métamorphique des environs d'Entraigues (Isère). *C.R. somm. S.G.F.*, p. 254-255.
- LOCHARD. — 1917. Notes sur les exploitations houillères de Briançon. *Rapport inédit. Archives du Service des Mines*.
- LOMBARD (A.). — 1946. Le Charbon. Composition, géologie, gisements. Lausanne, Paris. *Rouge éd., Dunod, éd.*
- 1949. La formation et la mise en place des anthracites du Valais. *Ann. Mines*, 138^e année, **III**.
- LOMBARD (A.) et FALCONNIER (A.). — 1943. Les combustibles suisses et étrangers. *Bull. Tech. Suisse Romande*. Lausanne, 27 novembre 1943.
- LORY (Ch.). — 1859. Sur les grès de la Maurienne et du Briançonnais. *B.S.G.F.* (2), **XVII**, p. 21.
- 1860. Nouveaux documents sur les grès du Briançonnais. *B.S.G.F.* (2), **XVII**, p. 177.
- 1864. Description géologique du Dauphiné. Paris. Savy, 1860-1864, avec la carte géologique du Briançonnais.
- 1883. Note sur deux faits nouveaux de la géologie du Briançonnais. *B.S.G.F.* (3), **XII**.
- LORY (P.) et DEBELMAS (J.) 1952. Le Carbonifère des environs d'Entraigues en Valbonnais (Isère). Observations au sujet d'une note récente de M. Llopis LLADO. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 278-280.
- LUGEON (M.). — 1911a. Sur l'existence de deux phases de plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales. *C.R. Ac. Sci.*, **153**, p. 842-844.
- 1911b. Sur quelques conséquences de l'hypothèse d'un dualisme des plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales. *C.R. Ac. Soc.*, **153**, p. 984-985.

— 1930. Trois tempêtes orogéniques : la Dent de Morcles. *Livre jubilaire, Soc. géol. France*, II, p. 449-512, pl. LI.

LUGEON (M.) et GAGNEBIN (E.). — 1941. Observations et vues nouvelles sur la Géologie des Préalpes romandes. *Bull. Lab. Minér. et Géophys. Univ. Lausanne*, n° 72, 90 p.

MICHEL (R.). — 1953. Les schistes cristallins des massifs du Grand Paradis et de Sesia-Lanzo (Alpes franco-italiennes). *Sciences de la Terre - Annales E.N.S.G.*, Nancy, 1, n° 3-4.

MICHEL-LÉVY (Alb.). — 1928. Séricitoschistes des chaînes du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges qui sont des mylonites recristallisées, postérieures au granite. *B.S.G.F.*, (4), XXVIII, p. 255-260, pl. XI à XIX.

MORET (L.). — 1923. Voir BLANCHET, MORET et ROCH (1923).

MOULINIER (L.). — 1924. Les gisements houillers des Alpes. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, XIII, p. 189-258.

MUKHERJI (M.M.). — Natural coke. *Q.J. Min. metal. S. India*, VI, 4, p. 83-98.

NOVOJILOV (N.). — 1956. Crustacés Phyllopoies bivalves. I. LEAIDES. *Acad. Sci. U.R.S.S., Trav. Inst. Paléont.* CI, (traduction S.I.G., n° 1581).

PEGUY (Ch. E.). — 1947. Haute-Durance et Ubaye. *Arthaud*, Grenoble.

PERINO. — vers 1943-1944. Diverses notes inédites sur les mines paysannes du Houiller briançonnais. *Archives du Bureau de Recherches Géologiques, Géophysiques et Minières*.

PETRASCHECK (W.). — 1902. Das Vorkommen von Kohl im Diabas von Radotin. *Verh. K.K. geol. Reichsanst.*, n° 2, p. 56-57.

— 1929. Die termische metamorphose der Kohl. *Berg und Huttenmannisches Jahrbuch*, LXXVII, p. 125.

PETRASCHECK (W.) et PETRASCHECK (W.E.). — 1950. Lagerstättenlehre. Ein Kurzes Lehrbuch von den Bodenschätzen in der Erde-Wien, p. 317.

PETRASCHECK (W.E.). — 1953. Die absolute Grösse der Faltungsdruckes. *Congrès géol. intern. Alger*, III, p. 197-209.

— 1954. Zur optischen Regelung tektonisch beanspruchter Kohlen. *Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen*, 4, Heft 1-4.

PIA (J.). — 1937. Die wichtigsten Kalkalgen des Jungpaläozoikums und ihre geologische Bedeutung. *C.R. Congrès géol. strat. Carbonifère. Heerlen*, 2, p. 765-856, p. 85-97.

PORTIS (A.). — 1899. Nuove localita fossilifere in val di Susa. *Boll. de R. Com. geol. d'Italia*, XX, p. 141-187.

PRUVOST (P.). — 1911. Note sur les Entomos-tracés bivalves du terrain houiller du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XL, p. 60, pl. I et II.

— 1914. Découverte de Leaia dans le terrain houiller du Nord et du Pas-de-Calais. Observations sur le genre Leaia et ses différentes espèces. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XLIII, p. 254, pl. II.

— 1919. Introduction à l'étude du terrain houiller du Nord et du Pas-de-Calais. La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France. *Gîtes minéraux*.

— 1930. Sédimentation et subsidence. *Livre jubilaire Soc. géol. Fr.*, II, p. 545-564.

— 1934. Bassin houiller de Sarre et Lorraine. Description géologique. *Gîtes minéraux*, p. 41-42.

— 1939. Quelques observations sur les phénomènes de plissement faites dans les bassins houillers. *B.S.G.F.*, (5), IX, p. 307-319.

— 1947. Art des Mines et Géologie : bilan d'une collaboration. *Congrès du centenaire de l'A.I.E. Lg. Liège*.

PUSSENOT (Ch.). — 1913. Le Stéphanien inférieur (zone des Cévennes) dans la zone axiale alpine. *C.R. Ac. Sci.*, CLVI, p. 97.

— 1922. Sur le Houiller, le Permien et le Trias de la partie française de la nappe du Grand Saint-Bernard. *A.F.A.S.*, Montpellier, p. 309 et seq.

— 1930. La nappe du Briançonnais et le bord de la zone des Schistes lustrés entre l'Arc et le Guil. *Imp. Allier*, Grenoble.

— 1938. Sur quelques points de l'itinéraire que doivent suivre les participants à la réunion extraordinaire de la S.G.F. dans les Hautes-Alpes (feuillets dactylographiés, cité par J. DEBELMAS (1954)).

RAYMOND (P.E.). — 1946. The genera of fossil Conchostraca : an order of bivalved Crustacea. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. College*, 96, n° 3.

RAYMOND (Wh.). — 1883. The natural coke of Chesterfield country. *Trans. of the Amer. Inst. of Mining Engineers*. XI, p. 446.

RITTER (E.). — 1897. La bordure sud-ouest du Mont-Blanc (les plis couchés du Mont Joly et de ses attaches). *B.S.C.G.F.*, IX, n° 60.

— 1925. Die Schweizerischen Molassekohlen, II Teil, Beitr. z. Geol. des Schweiz. Geotech. serie XII, Lief.

SARBEEVA (L.). — 1937. A study of the structure of anthracites in polarized light. *Int. geol. congress U.R.S.S.*, XVII session, *Abstract papers*, Leningrad, p. 62.

STACH (E.). — 1951. Ein geologischer Coks im Saarkarbon. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 103, p. 233-237.

STAUB (R.). — 1948. Aktuelle fragen im Alpinen Grundgebirge. *Schweitz. Min. Petr. Mitt.*, 28.

STAINIER (X.). — 1943. Des rapports entre la composition des charbons et leurs conditions de gisement. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, LXVII, mém., fasc. I, p. 288 et 322.

STEVENSON (J.J.). — 1893. Origin of the Pennsylvanian anthracite. *Bull. Amer. Geol.*, V, p. 39-70.

— 1895. On the new England Coalfields of the United States. *Trans. of the Manchester geol. society.*, part. V, XXIII, p. 117.

STOPEL (M.C.). — 1919. On the four visible ingredients in banded bituminous coal. Studies on the composition of coal. *Proc. Roy. Soc.*, série B, 90, B, 633, p. 470-487.

THIESSEN (R.). — 1920. Structure in Palaeozoic bituminous coal. *Journal of Geology* (Chicago), XXVIII, p. 189-209, pl. III à XI.

TERMIER (P.). — 1898. Sur l'élimination de la chaux, par métasomatose, dans les roches éruptives basiques du Pelvoux. *B.S.G.F.* (3), XXVI, p. 165 et seq.

— 1898. Voir aussi KILIAN et TERMIER (1898).

— 1899. Microgranites de la vallée de la Guisane. *B.S.G.F.* (3), XXVII, p. 399-408.

— 1901. Etudes lithologiques dans les Alpes françaises : 1) Sur le rattachement, à une souche commune, des roches intrusives du Houiller briançonnais. *B.S.G.F.* (4), I, p. 385 et seq.

— 1903. Les montagnes entre Briançon et Val-louise (écaillés briançonnaises, terrains cristallins de l'Eychauda, massif de Pierre-Eyraud, etc.). *Mém. S.C.G.F.*

TESCH (P.). — 1927. On the occurrence of igneous rocks in the dutch carboniferous. *Congrès géol. stratigr. Carbonifère. Heerlen*, p. 731-732.

THEOBALD (N.). — 1954. Comparaison entre la tectonique rhénale du Massif primaire et des champs de fracture des Vosges. *Congrès géol. intern. Alger*, 1953, XIV, p. 211-222.

TISSOT (B.). — 1955. Etude géologique des massifs du Grand Galibier et des Cerces (zone briançonnaise). *Trav. Lab. Géol. Grenoble*.

VIE (G.). — 1935. L'anthracite des Alpes; gisements et utilisation. *Chaleur et Industrie*, Paris, 16^e année, n° 181.

WATERLOT (G.). — 1934. Etude de la faune continentale du terrain houiller sarro-lorrain. *Gîtes minéraux*.

WURTZ (H.). — 1875. Preliminary note upon the carbonite, or so called « Natural coke » of Virginia. *Trans. of the Amer. Institute of Mining Engineers*, III, p. 456.

CARTES AU 80 000° DU SERVICE DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE FRANCE

Feuille de Saint-Jean-de-Maurienne : n° 179	{ 1 ^{re} édition 1895 2 ^e édition 1931
Feuille de Briançon : n° 189	
Feuille de Gap : n° 200	{ 1 ^{re} édition 1905 2 ^e édition 1945

CARTE AU 100 000° DU REALE UFFICIO GEOLOGICO D'ITALIA

Feuille d'Oulx : n° 54

PLANCHES I A XXX

LEGENDE DES PLANCHES DE MICROPHOTOGRAPHIES

En lumière transmise :

LN — Lumière polarisée sans analyseur
LP — Entre polariseurs croisés.

En lumière réfléchie :

LN — Lumière naturelle
LP — Entre polariseurs croisés.

Toutefois, quand deux photos en lumière incidente réfléchie sont juxtaposées de façon à montrer la différence d'aspect d'une même plage en LN et LP, cela signifie que la microphoto LP a été prise sans le polariseur, mais avec la bonette analyseur (cette dernière étant fixée sur l'oculaire de projection $\times 9$ Nacet de telle sorte qu'il est impossible de l'enlever en cours d'examen). Cela n'a d'ailleurs pas d'autre effet que de faire apparaître avec un peu plus de netteté certaines structures à peine discernables en LN dans le vitrain.

Sauf indications contraires, sur les planches de sections polies apparaissent :

en blanc : la matière charbonneuse

en noir : les vides

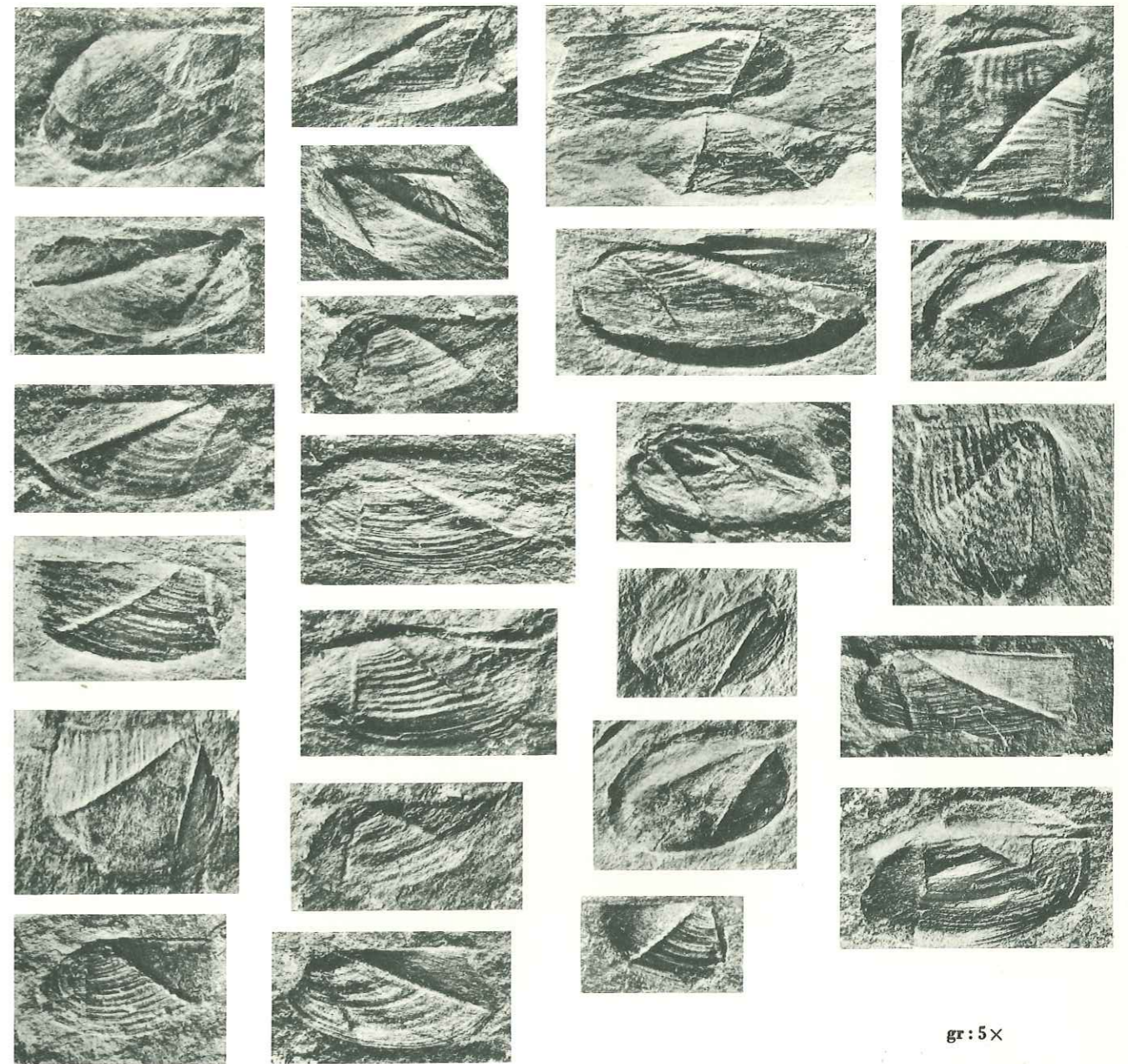
en gris : le rhodopast d'imprégnation et les minéraux cristallins.

PLANCHE I

LEAIA TRICARINATA MEEK ET WORTHEN ET *ESTHERIA SIMONI* PRUVOST

Toutes les figures sont agrandies cinq fois.

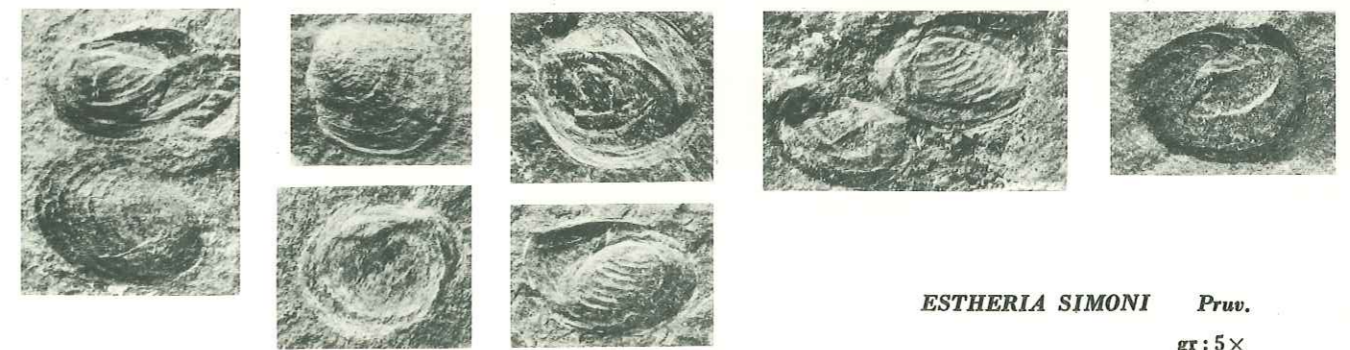
Noter l'importance du polymorphisme apparent, du à la déformation des tests.



gr: 5x

LEAIA TRICARINATA

M. et W



ESTHERIA SIMONI Pruv.

gr: 5x

R. FEYS

PLANCHE I

PLANCHE II

PLANCHE II

CHARBONS DIVERS

PHOTOGRAPHIES D'ÉCHANTILLONS

FIG. 1 (gr. nat.). — Echantillon d'anthracite mylonitisé (« molle ») en gaillette cohérente. Prov. Grand Villard.

FIG. 2 (gr. nat.). — « Molle » recimentée par de la silice et de la calcite. Prov. Souchère.

FIG. 3 (gr. $\times 2$). — Anthracite broyé et giclé en filonnets ramifiés et anastomosés dans les fissures d'un microgranite. Prov. Benoitte.

FIG. 4 (gr. nat.). — Anthracite sur une plaque schisteuse. Il s'agit de vitrain qui n'a pas suivi le schiste dans son étirement, mais s'est disjoint en grands fragments géométriques. Ces fragments ont été enrobés dans un ciment siliceux secondaire, qui les a protégés d'un écrasement ultérieur. Prov. Muandes.

RAVIN DE LA CULA (ancien grattage à la côte 2 000)
(analyse n° 25)

Cet échantillon, recueilli dans les déblais, a été choisi en raison de sa très forte teneur en cendres.

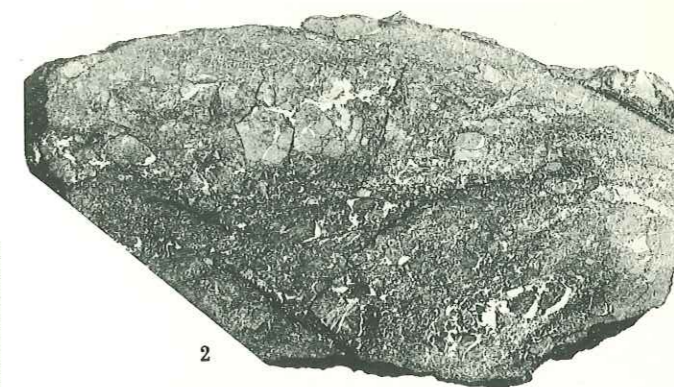
FIG. 5 (gr. $\times 2$). — Photographie de la surface dressée de l'échantillon étudié. A l'œil nu, on y voit un empilement de microcharnières et microplissements. Des fragments charbonneux sont enrobés dans un ciment siliceux secondaire, ici très abondant.

LAMES MINCES

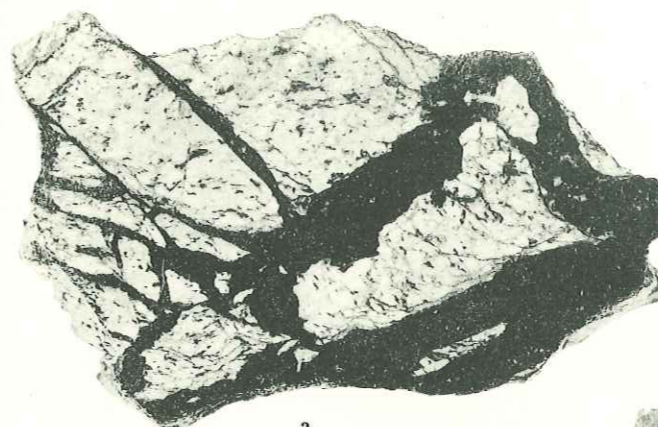
FIG. 6 (LN $\times 20$) et FIG. 7 (LN $\times 20$). — Dispersion des fragments charbonneux disjoints (parfaitement opaques) dans le ciment cristallin. Ce dernier, transparent, est légèrement teinté par places par des impuretés ferrugineuses.



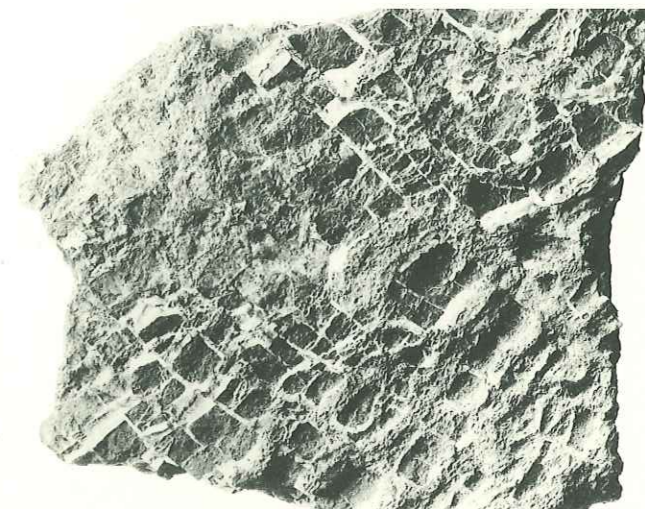
1



2



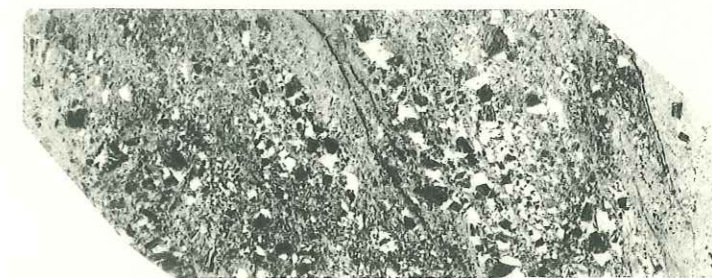
3



4



6



5



7

PLANCHE III

PLANCHE III

SECTIONS POLIES

CRETE DES ROCHERS DE PRIVE (à 2 680 m)
(analyse n° 18)

Echantillons d'un beau charbon, très léger, recueilli à l'affleurement d'une veine, en crête même, sur les Rochers de Privé, un peu au S du col du Chardonnet, et ne semblant pas avoir souffert de l'altération atmosphérique.

FIG. 1 (LN × 60) et FIG. 2 (LN × 60). — Grandes masses de vitrain, optiquement homogènes, parcourues par un réseau de fissures de retrait en « dessin japonais ».

Cependant, entre polariseurs croisés, ce vitrain se montre légèrement anisotrope sur le liseré des fissures (non représenté ici).

AFFLEUREMENT DANS LA MONTAGNE DU VALLON
(analyse n° 16)

Cet échantillon, un peu moins gros que le poing, a été ramassé en affleurement sur les pentes herbeuses de la montagne du Vallon. Quoique soumis depuis longtemps à l'altération atmosphérique (il était couvert de lichens), il était resté dur et compact. A l'œil nu, il se montrait entièrement formé de houille brillante et homogène, ce qui était sans doute la raison de sa solidité.

FIG. 3 (LN × 80) et FIG. 4 (LP × 80) } Examiné en sections polies, et en lumière incidente
FIG. 5 (LN × 80) et FIG. 6 (LP × 80) }

parallèle, cet anthracite se montre formé entièrement de vitrain, très sain et homogène dans l'ensemble, avec seulement quelques petites fissures et craquelures.

Mais si on croise les polariseurs, apparaît par places un litage, traduisant la présence d'anciens empilements de cuticules, le plus souvent à peine reconnaissables.

On arrive également à y discerner quelques petites lances ligneuses, dans un état de gélification avancé, fantomatiques en LN, nettes en LP.

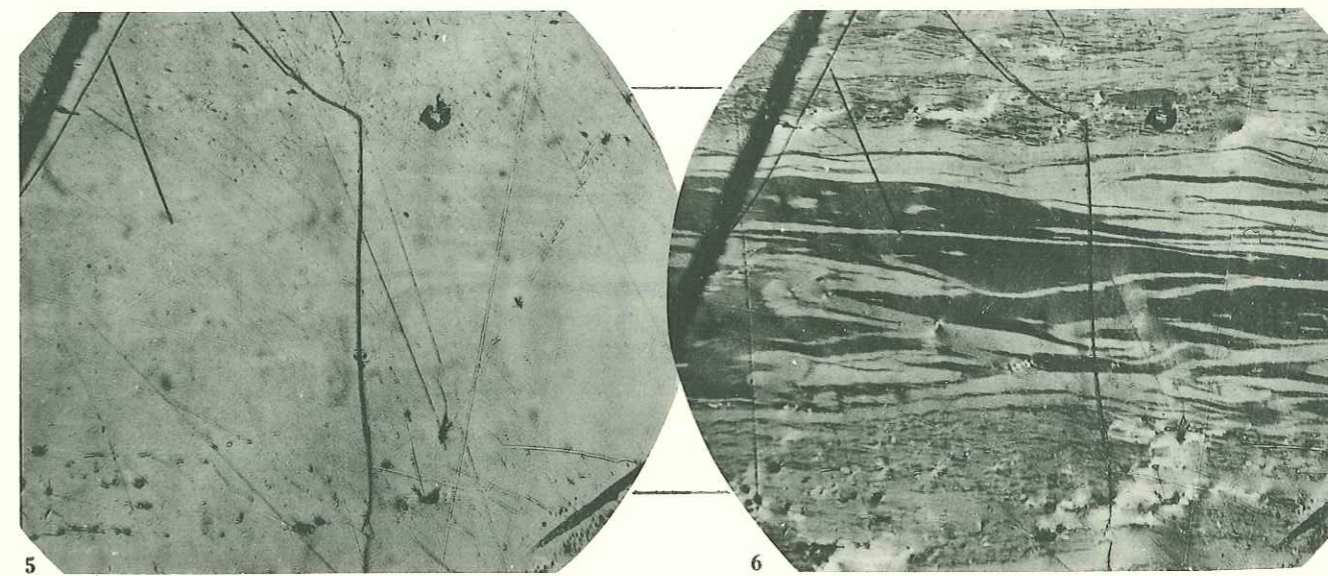
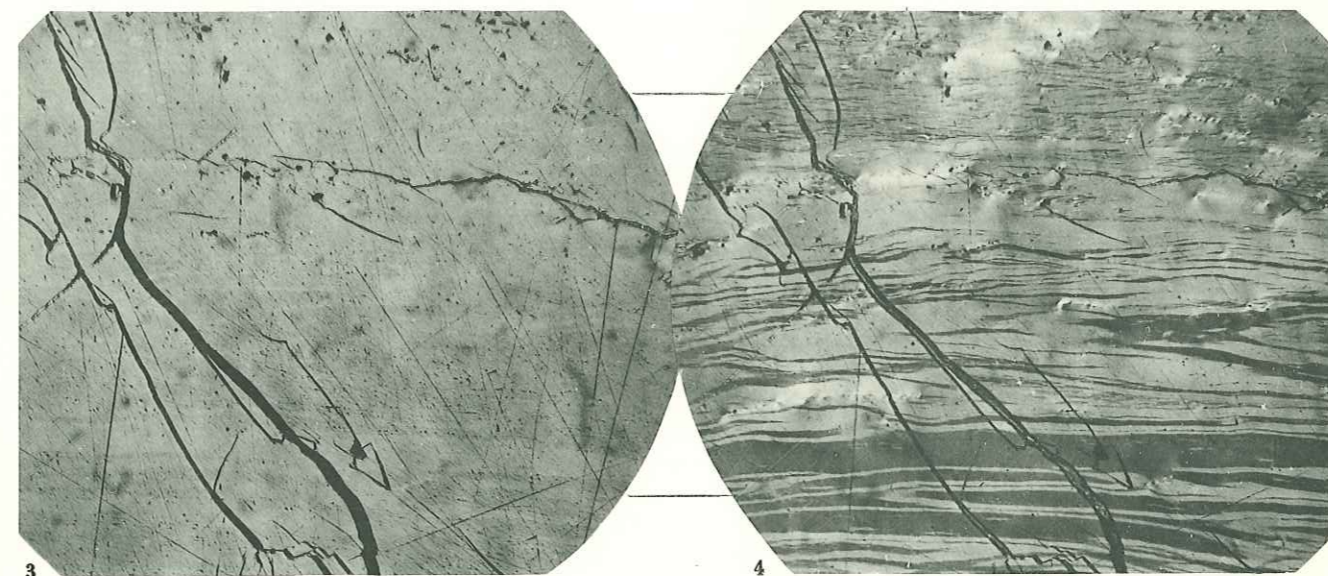
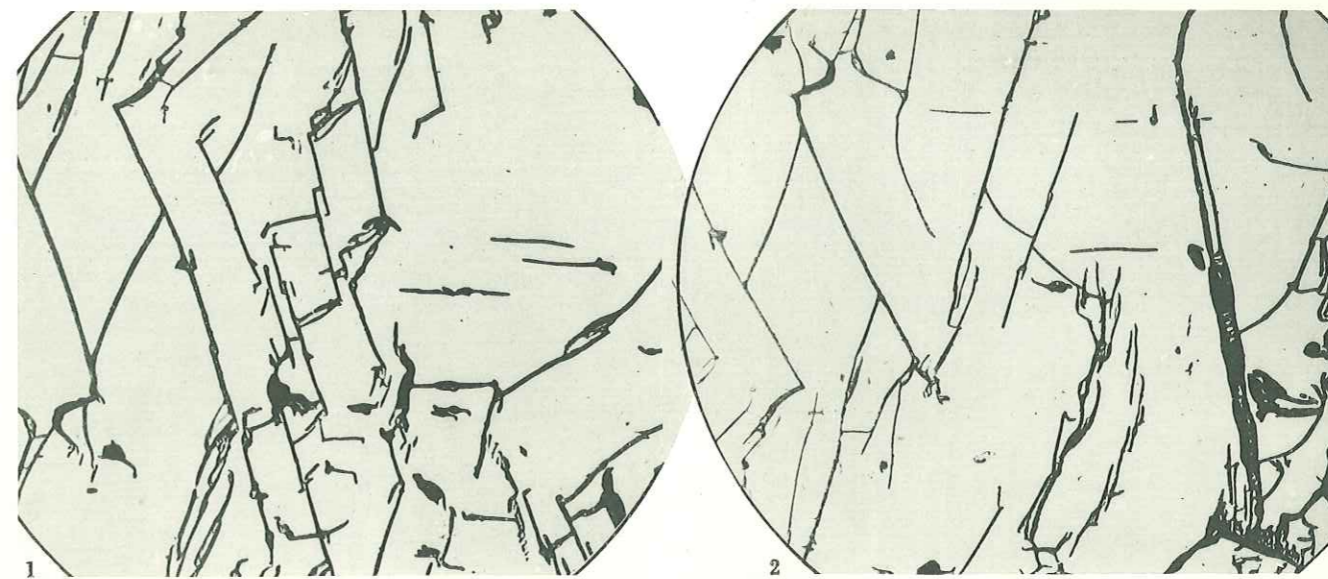


PLANCHE IV

PLANCHE IV

SECTIONS POLIES

PUY SAINT-ANDRE : « TONKINOIS » DE LA GALERIE GAILLARD
(analyse n° 15)

Dans la belle veine de la galerie Gaillard, à Puy Saint-André, ont été prélevés des échantillons d'un beau « tonkinois », bien caractéristique de l'anhracite briançonnais, quand il est sain et peu cendreux.

Toutes les sections polies taillées dans cet anhracite, le montrent composé presque uniquement de vitrain, avec quelques petites lentilles ligneuses, plus ou moins clairsemées. Ce vitrain est très pur et très brillant. Il est complètement amorphe en LN, mais entre polariseurs croisés, on y reconnaît un litage, semblant correspondre à des empilements finement stratifiés d'anciens débris cutinisés; je n'ai cependant pas réussi à y observer des structures assez précises pour qu'il soit possible d'en reconnaître la nature anatomique exacte (non représenté ici).

Quant au fusain, on notera l'état de conservation remarquable de la structure cellulaire originelle, avec les méats interstitiels. Par places cependant, un début de gélification fait gonfler les parois cellulaires. On saisit ainsi le premier stade de la transformation de tissus végétaux à structure cellulaire bien conservée, en houille amorphe.

FIG. 1 (LN × 270). — Fragment de tissu ligneux, à structure cellulaire bien conservée.

FIG. 2 (LN × 60). — Mais le plus souvent, l'arrangement cellulaire est détruit par rupture des cloisons, glissées les unes dans les autres (« Bogenstruktur »), et plus ou moins gélifiées.

FIG. 3 (LN × 270). — Détail de la fig. 2, davantage agrandie.

COMBARINE : « TONKINOIS » DE LA COUCHE IV
(analyse n° 14)

FIG. 4 (LN × 60). — Aspect des tissus ligneux, légèrement housculés, avec éclatement des parois cellulaires, et rupture des fibres (structure étoilée en section longitudinale).

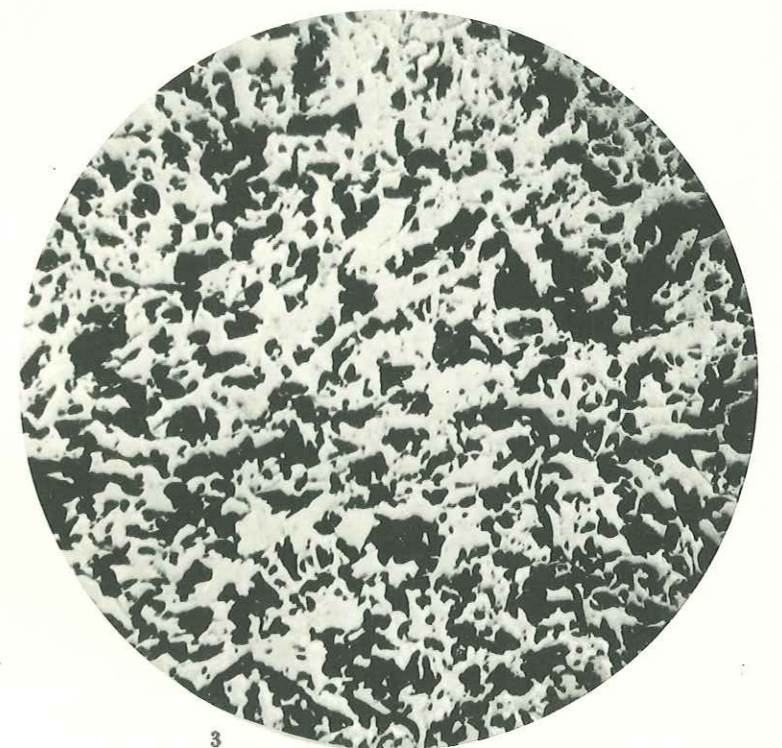
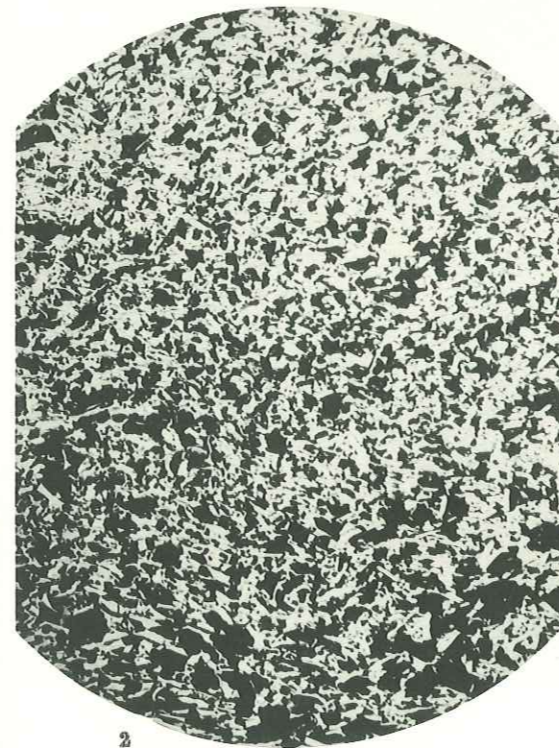
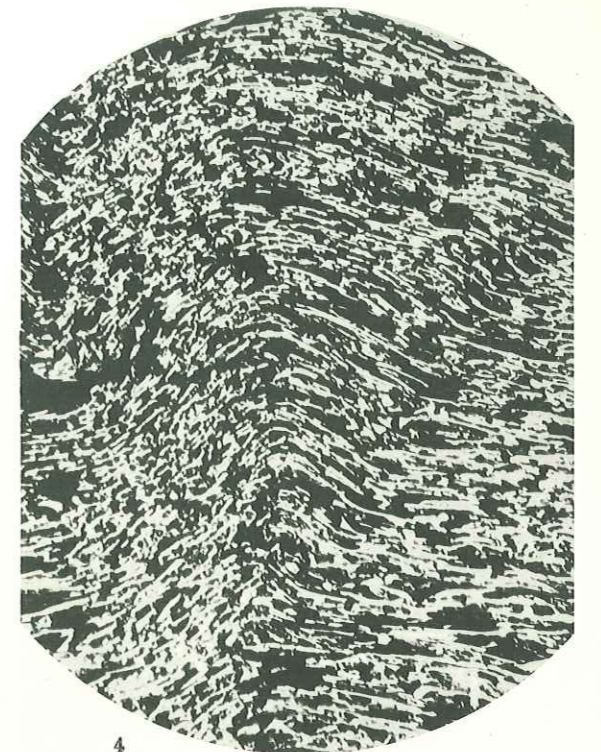
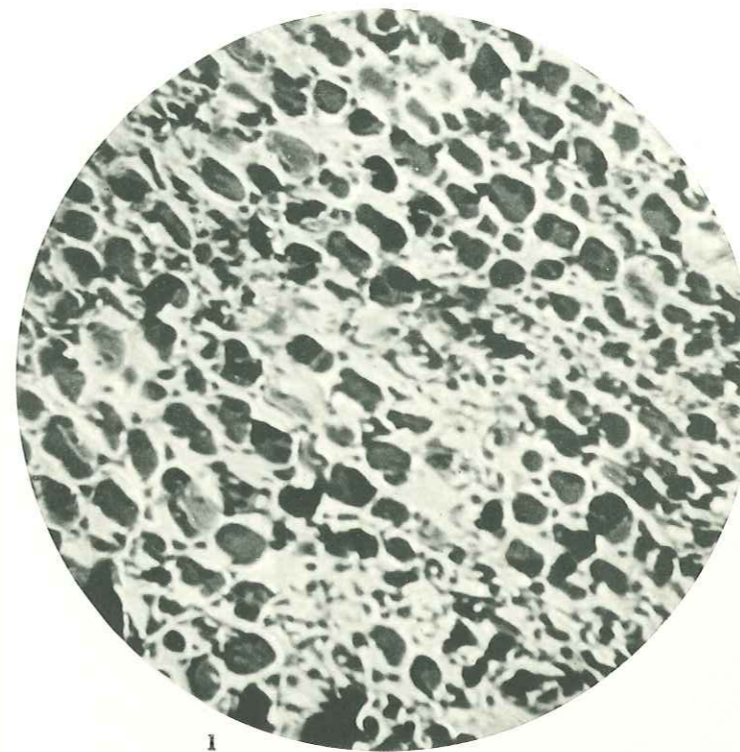


PLANCHE V

SECTIONS POLIES

COMBARINE. « TONKINOIS » DE LA COUCHE IV
(suite)

Cet anthracite provient de la belle couche IV de Combarine, dont un panneau remarquablement régulier a été activement exploité au siècle dernier. L'échantillon figuré ici a été prélevé dans un chantier exploité en 1949, où la couche est par places bousculée, et à l'état de « molle ».

L'examen entre polariseurs croisés fait apparaître des détails de structure à peine discernables, ou même invisibles en LN.

FIG. 1 (LN \times 80) et FIG. 2 (LP \times 80). — Petit fragment ligneux au milieu du vitrain, à contours bien définis en LP. Dans le vitrain même, le litage originel apparaît par places.

FIG. 3 (LN \times 80) et FIG. 4 (LP \times 80). — A gauche, tissu ligneux dont le contact avec la masse vitrinique est flou en LN, mais net et bien défini en L.P. Quelques fissures, sillonnant les surfaces polies apparaissent en noir.

FIG. 5 (LN \times 120). — Fragment de tissu ligneux, avec éclatement des parois cellulaires, en section longitudinale.

COMBARINE. « MOLLE » DE LA COUCHE IV

Dans les chantiers où la couche a été bousculée, le même anthracite se trouve à l'état de « molle », lamelleuse, friable, et tachant fortement les doigts. D'après M. Roustan, ces chantiers dégagent davantage de grisou.

FIG. 6 (LN \times 60). — Vitrain mylonitisé. Entre les fragments charbonneux, de nombreux vides apparaissent en noir : creux, fentes ou fissures de retrait.

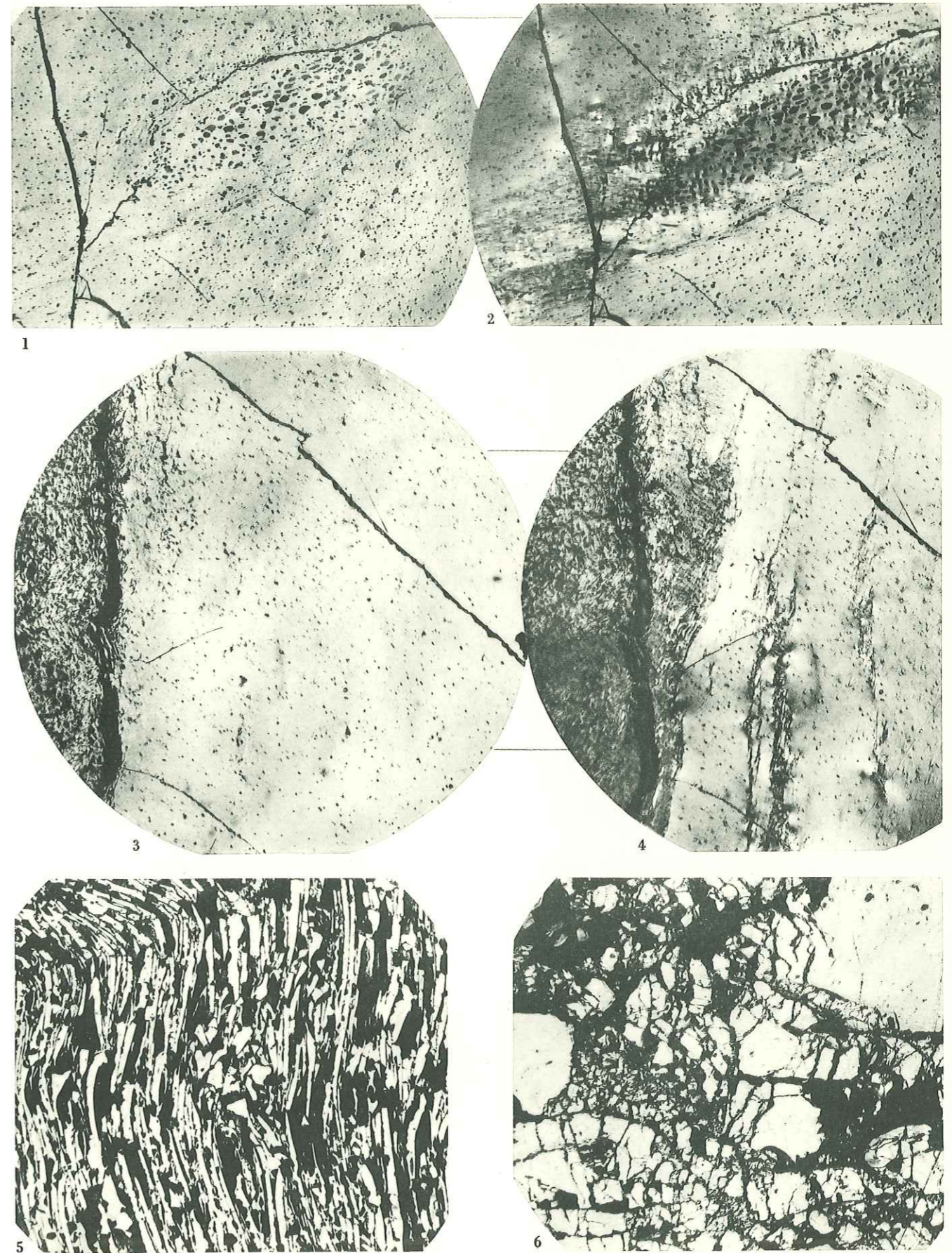


PLANCHE VI

PLANCHE VI

SECTIONS POLIES

MINES PAYSANNES DE SAINT-JEAN - SAINT-JACQUES
(analyse n° 12)

Il s'agit d'un échantillon ramassé dans les déblais d'une galerie paysanne, et curieux parce qu'il était formé presque uniquement de fusain.

FIG. 1 (LN \times 135). — Tissu ligneux bien conservé, à parois cellulaires épaisses. Il n'y a pas d'autre vitrain qu'un peu de matière fondamentale entre deux fragments ligneux.

FIG. 2 (LN \times 60) à FIG. 6 (LN \times 60). — Fragments ligneux en désordre, à bords sectionnés nets, entassés pêle mêle, absolument pas stratifiés dans le détail. Il est bien précisé qu'il s'agit de sections perpendiculaires à la stratification d'ensemble.

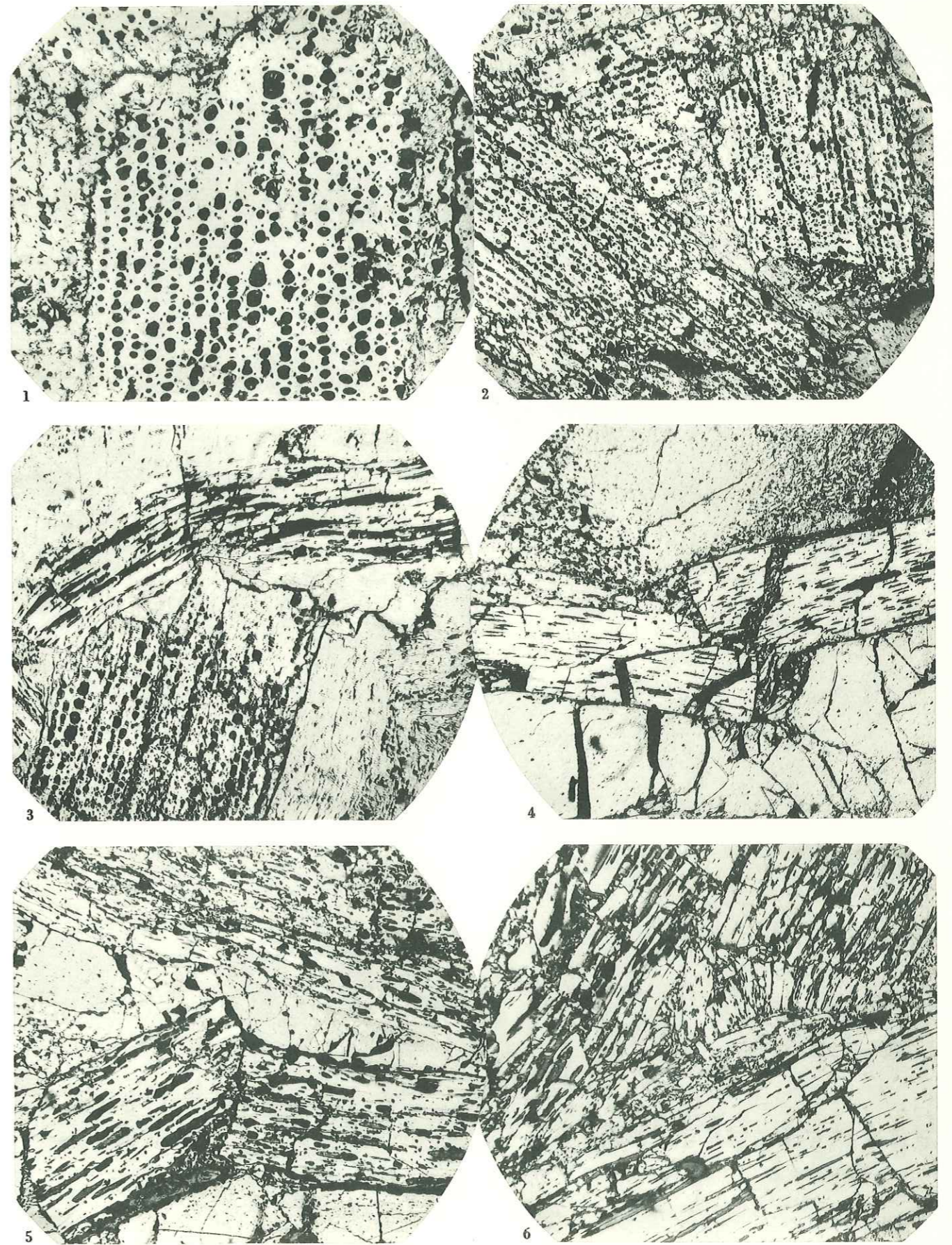


PLANCHE VII

PLANCHE VII

SECTIONS POLIES

ANTHRACITE DE LA BENOITE
(analyse n° 23)

Cet échantillon a été prélevé dans une berline, à la sortie d'un chantier. Typique des anthracites briangonnais, il est formé presque uniquement de houille brillante (vitrain), non mylonitisée, mais déjà finement fissurée.

FIG. 1 (LN \times 60) et FIG. 1 bis. — Extrémité d'une petite lentille ligneuse isolée dans le vitrain. Les parois cellulaires sont effondrées, et l'aspect d'ensemble tend vers la structure étoilée. Sur la figure 1 bis, on voit une petite esquille ligneuse pénétrer dans le vitrain. La masse du vitrain environnant, piquetée d'irrégularités (dus en partie à des imperfections de polissage), montre un réseau de fines craquelures.

FIG. 2. — (LN \times 60). — Petite lentille ligneuse dans le vitrain.

FIG. 3 (LN \times 120). — Détail de la même lentille, davantage agrandie, pour montrer comment, par gélification des parois intercellulaires à la périphérie de la lentille, le tissu ligneux semble passer progressivement et se fondre dans le vitrain encaissant. Ceci n'est d'ailleurs vrai qu'en LN. En LP (cas non représenté ici), la limite entre fusain et vitrain est nette et définie.

Un autre échantillon, de la même provenance que le précédent, montre au contraire un commencement de broyage :

FIG. 4 (LN \times 60) et FIG. 5 (LN \times 60). — Fragments de vitrain, disjoints et à angles vifs, commençant à se disperser. En somme, cet échantillon représente un stade intermédiaire entre le charbon sain et la molle.

blanc : vitrain.
gris : rhodopast.
noir : vides.

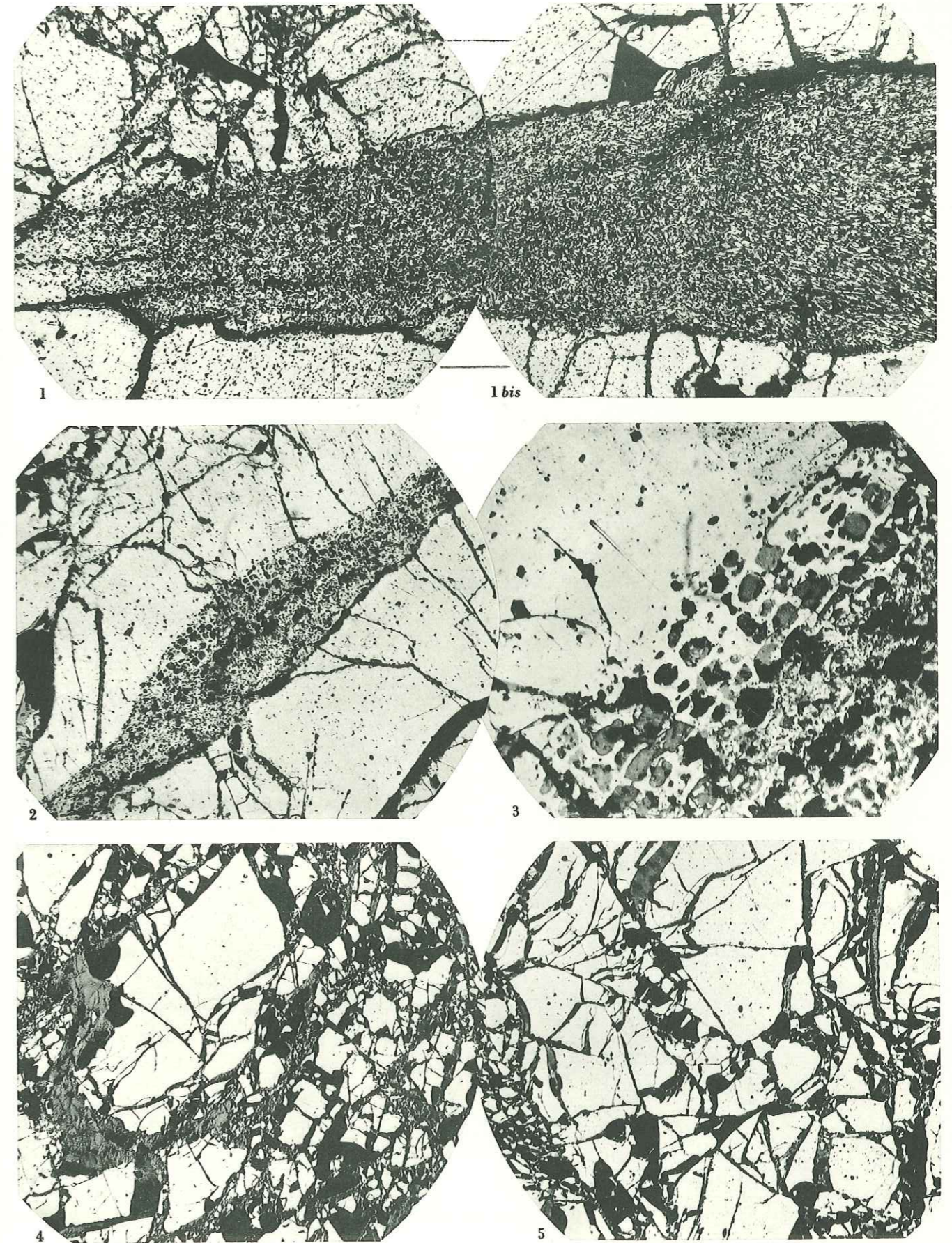


PLANCHE VIII

PLANCHE VIII

SECTIONS POLIES

SAINT-JEAN - SAINT-JACQUES : GALERIE BOREL-OLLAGNIER

Les échantillons décrits ici ont été prélevés dans la galerie Borel-Ollagnier, à 70 m du jour. Ce charbon est formé presque uniquement de vitrain, très brillant, amorphe en LN, en fragments plus ou moins disjoints et déplacé dans un fond mylonitisé. Quelques petites lentilles de tissus ligneux gélifiés.

FIG. 1 (LN \times 80) et FIG. 2 (LP \times 80). — Encadrées par des bandes irrégulières de tissus ligneux, altérés mais bien reconnaissables, deux masses de vitrain révèlent, entre polariseurs croisés, un fin litage du, selon toute vraisemblance, à des débris de cutine; mais ces débris sont trop évolués pour qu'il soit possible d'en reconnaître la nature anatomique.

FIG. 3 (LN \times 80) et FIG. 4 (LP \times 80). — Différences d'aspect d'une même plage, suivant qu'on l'examine en LN ou LP. On voit que les fragments de vitrain, amorphes, bousculés et éparpillés dans la mylonite, montrent des orientations optiques différentes, se traduisant par un éclaircissement inégal.

FIG. 5 (LN \times 80) et FIG. 6 (LP \times 80). — Même phénomène, dans un autre secteur de l'échantillon. De plus, ici, une zone d'anisotropie maximale se superpose à une micro-charnière.

Le vitrain apparaît en blanc, avec seulement quelques petites trainées grises, à peine discernables, témoins effacés d'anciens débris organisés.
Les vides apparaissent en noir (ici ces vides ne sont pas des défauts de préparation mais préexistants dans la roche).
Par places, taches grises correspondant à l'imprégnation de rhodopast.

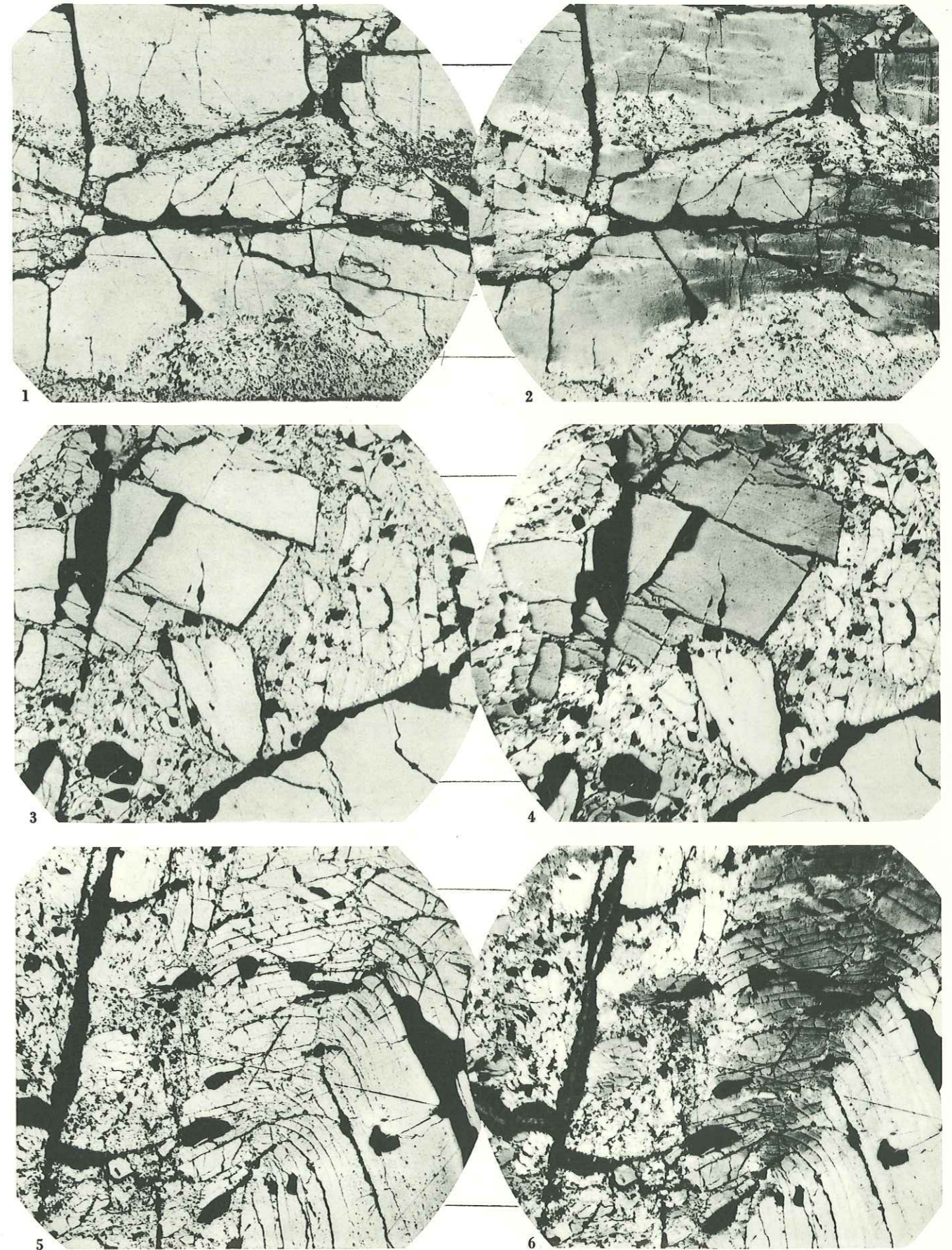


PLANCHE IX

PLANCHE IX

SECTIONS POLIES

GRAND VILLARD. GRATTAGES DES AYES
(analyse n° 60)

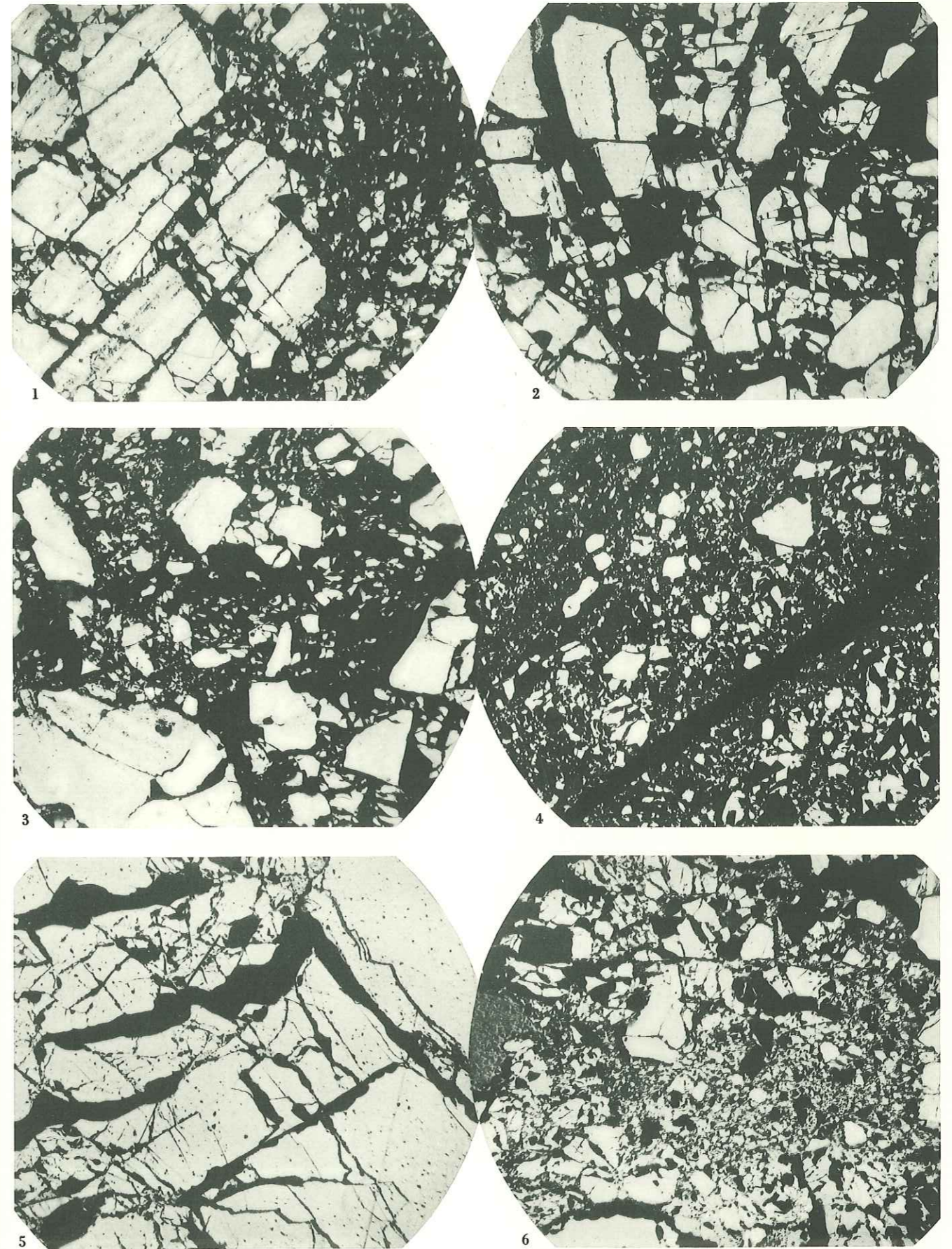
Il s'agit de « molle », peu cohérente, prélevée dans d'anciennes galeries paysannes, creusée sur la rive gauche de la vallée des Ayes, à la côte 1640.

FIG. 1 (LN × 60) à FIG. 4 (LN × 60). — Fragments restés intacts de houille brillante, épars dans un fond très finement mylonitisé (surcreusé au cours du polissage et apparaissant en noir).
Par places, dans les préparations, on observe des mouchetures de pyrite s'insinuant dans les interstices des fragments charbonneux (non figuré ici).

GRAND VILLARD. QUARTIER DE L'ECHARANTE
(analyse n° 13)

Dans la galerie Borel-Faure du quartier de l'Echarante, a été exploité cet anthracite, formé de vitrain plus ou moins fissuré et diaclasé, où nagent quelques petits lits lenticulaires de fusain, assez altérés et gélifiés.

FIG. 5 (LN × 60) et FIG. 6 (LN × 60). — Dans un même morceau, on peut trouver tous les stades intermédiaires entre le charbon sain, à peine fissuré, et une fine mylonite : « molle ».
Les fragments sont du vitrain, optiquement homogène.



J. BRUNISSEN imp Paris

R. FEYS

PLANCHE IX

PLANCHE X

PLANCHE X

SECTIONS POLIES

PIERRE GROSSE. GALERIE BOUCHARD

L'anhracite exploitée par l'ancienne galerie Bouchard, dans la concession de Pierre Grosse était de belle qualité, peu cendreuse, mais souvent broyée et fragile.

Des fragments de vitrain, presque toujours petits, nagent dans un fond extrêmement fin. Quelques petits fragments, mal reconnaissables, peuvent correspondre à du fusain broyé.

FIG. 1 (LN × 60). — Éléments de vitrain fracturé, disjoints, de taille variable suivant les régions de la préparation.

FIG. 2 (LN × 60). — Une bande de fusain (tissus ligneux en section longitudinale), bousculée et froisée dans la molle.

FIG. 3 (LN × 80) et FIG. 4 (LP × 80)
FIG. 5 (LN × 80) et FIG. 6 (LN × 80) } Mylonite de vitrain.

Les polariseurs croisés, on voit que les éléments de cette « molle » ont des orientations optiques différentes, traduites par des différences d'éclaircissement allant du blanc pur au gris foncé.

Les phénomènes de mylonitisation, responsables du désordre de ces particules charbonneuses sont donc postérieurs au développement de l'anisotropie, autrement dit au processus d'anhracitisation.

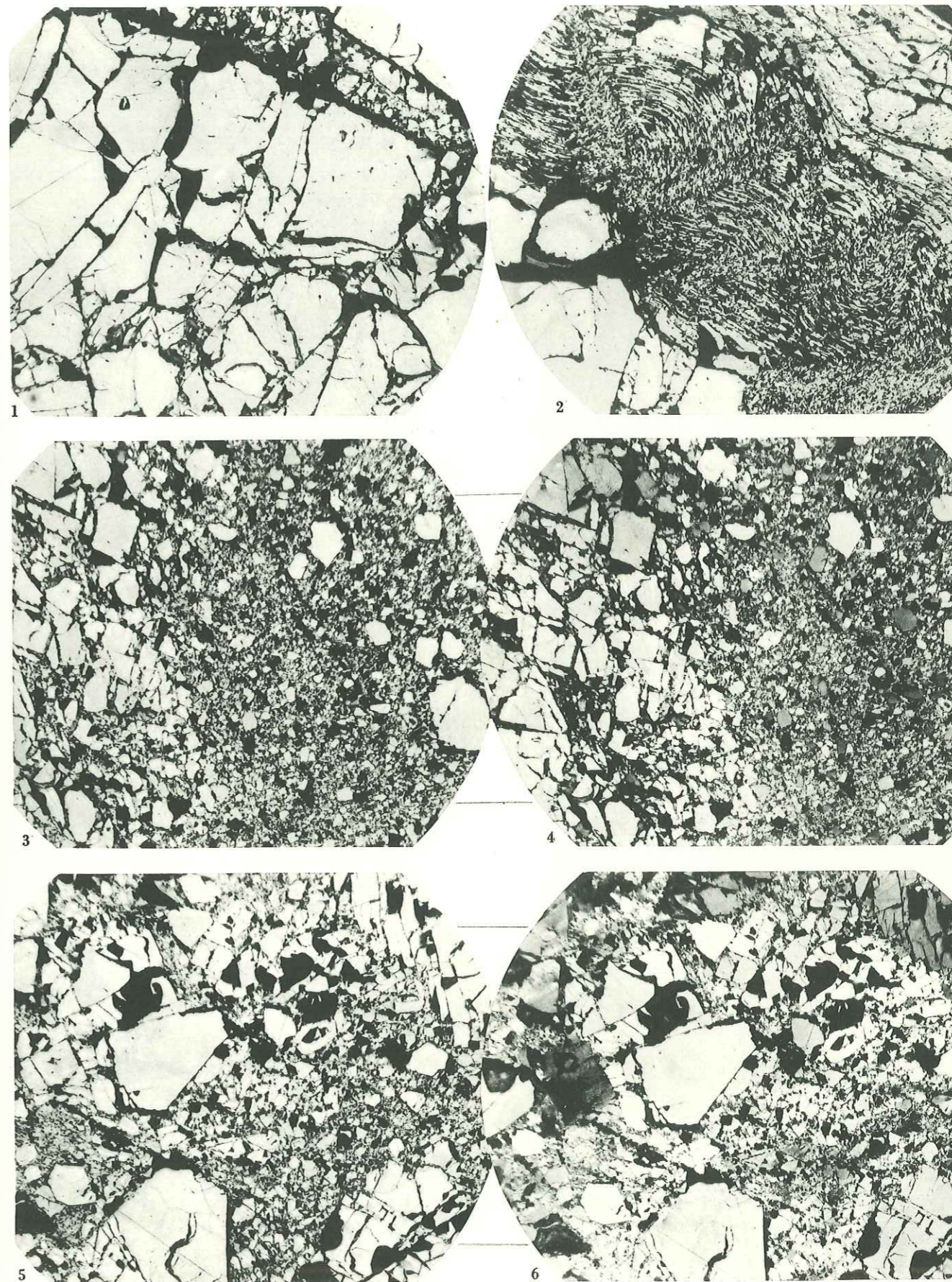


PLANCHE XI

PLANCHE XI

SECTIONS POLIES

MINES DES EDUITS. COUCHE A

Dans la petite mine des Eduits, la couche A est surmontée par un sill de microgranite bosselé qui lui tient lieu de toit. Les échantillons figurés ici, prélevés à une dizaine de centimètres du contact ne montrent pas de modification sensible, sauf sur les figures 5 et 6, plus proches de ce contact, et légèrement cokéfiés.

FIG. 1 (LN \times 60). — Vitrain légèrement fissuré.

FIG. 2 (LN \times 60) et FIG. 3 (LN \times 60). — Id. à des stades de mylonitisation plus avancés.

FIG. 4 (LN \times 60). — Interstratifié dans la veine, un filet de schistes carbonneux réagit à la mylonitisation avec un style souple, en s'étirant et contournant des fragments de vitrain brisés à angles vifs.

FIG. 5 (LN \times 135) et FIG. 6 (LN \times 135). — Sur ces deux clichés, plus proches du contact, et qui montrent déjà quelques alvéoles de cokéfaction, le charbon est disjoint en fragments allongés, glissés les uns parallèlement aux autres, un peu à la façon d'un feuilletage schisteux. On retrouve en somme, à l'échelle microscopique, la trace des mouvements différentiels qui ont formé les « truites », les écailles de « molle », fréquentes dans les niveaux carbonneux alpins.

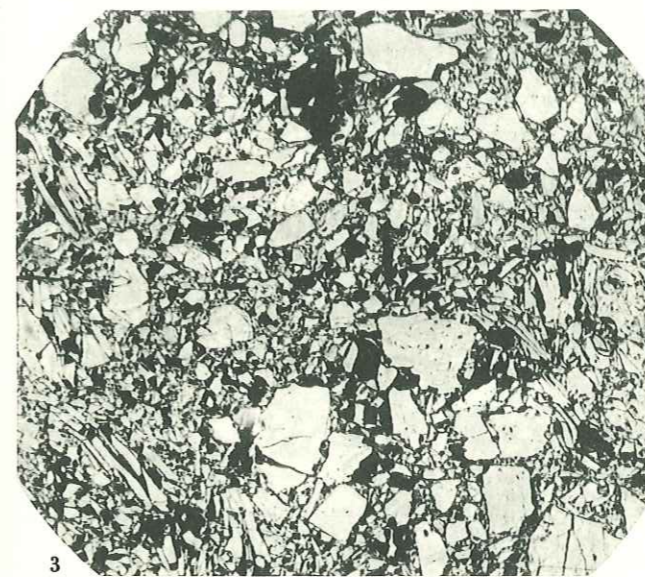
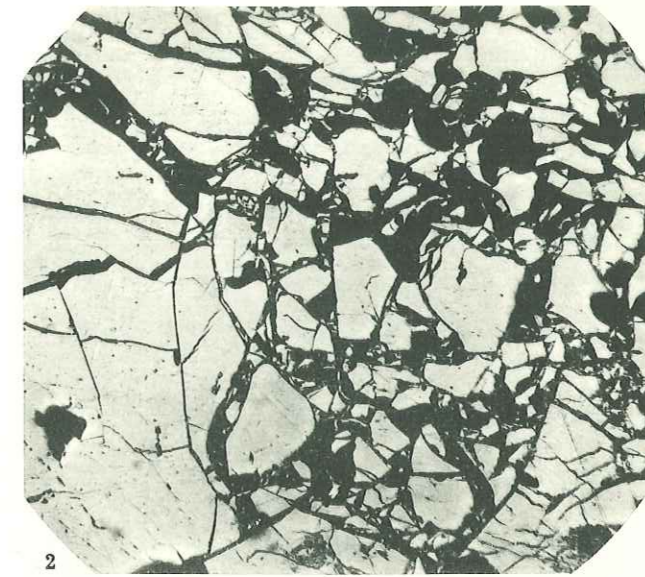
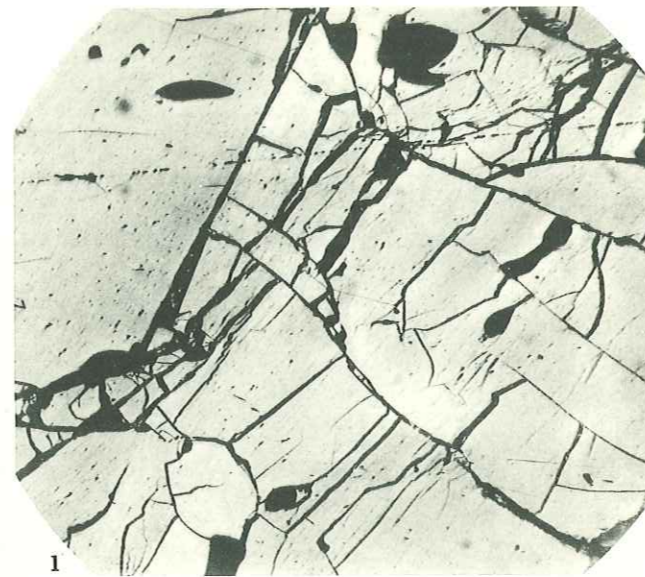


PLANCHE XII

PLANCHE XII

ENCOCHURE 2800 A L'EST DE LA POINTE DE NEVACHE

PHOTO D'ÉCHANTILLON

FIG. 1 (Gr. $\times 2$, surface dressée). — L'échantillon montre des lits alternants de schistes noirs charbonneux et de vitrain, légèrement tectonisé.

LAME MINCE

FIG. 2 (L N $\times 20$). — Dans un ciment cristallin transparent sont enrobés des fragments de charbon, disjoints et à angles vifs, et des lits de schistes charbonneux, étirés et plissotés.

SECTIONS POLIES

FIG. 3 (L N $\times 60$). — Ce petit assemblage a été choisi dans un « micropanorama » obtenu en déplaçant latéralement la platine du microscope. Il montre bien la différence de style tectonique entre vitrain et schistes charbonneux.



PLANCHE XIII

PLANCHE XIII

LAMES MINCES

GRES CARBONIFERES DE BANCHET

En Vallée Etroite, près de l'ancienne mine d'hématite de Banchet, les grès houillers sont écrasés et laminés.

Le microscope y montre de gros cristaux de quartz, dans une matière schisteuse, formée de quartz, séricite, muscovite parfois bien développée. Il y a de la tourmaline, très abondante, en petites baguettes blanc verdâtre, et des carbonates, en petits rhomboédres ou en amas.

FIG. 1 (LN \times 20). — Une lame, taillée perpendiculairement à la schistosité, montre une structure qui est presque de micaschiste, avec gros éléments de quartz.

FIG. 2 (LP \times 200) et FIG. 3 (LP \times 200). — Baguettes de tourmaline à extrémités effilochées, en voie d'accroissement.

ROCHES ERUPTIVES DU CARBONIFERE BRIANÇONNAIS
MICROGRANITE DES GARDEOLLES
(analyse n° 32)

FIG. 4 (LP \times 20). — Grands phénocristaux de quartz, idiomorphes, à golfes de corrosion, quelques feldspaths altérés dans une pâte très finement cristallisée.

MICROGRANITE DU TORRENT DE LA SALLE

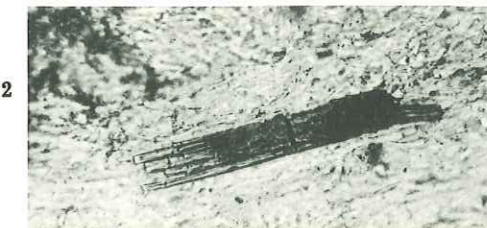
FIG. 5 (LP \times 20). — Ici les éléments de 2^e temps sont orientés autour des grands quartz, qui semblent eux mêmes se fondre dans la masse par de fines protubérances capillaires.

« DIORITE » DE LA CEE HAUTE
(analyse n° 37)

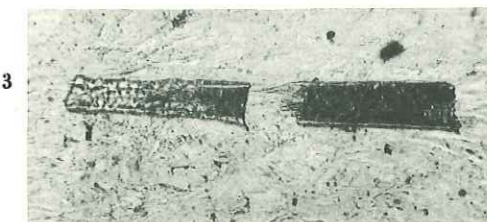
FIG. 6. (LP \times 20). — Le premier temps est formé surtout de grands feldspaths idiomorphes, altérés, et de grands cristaux d'amphibole. Le deuxième temps montre d'abondants petits cristaux de quartz, cristallisé en dernier, en manchons autour des feldspaths.



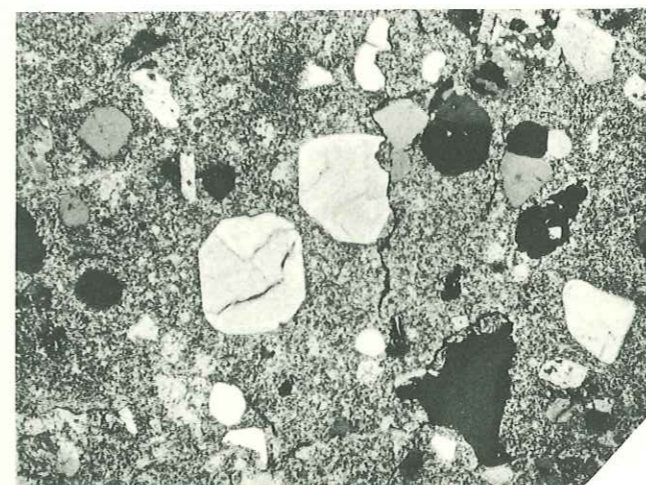
1



2



3



4



5



6



7

J. BRUNISSEN imp. Paris

PLANCHE XIV

PLANCHE XIV

LAMES MINCES

ROCHES ERUPTIVES DU CARBONIFERE BRIANÇONNAIS
MONTAGNE DE LA CULA
(à la côte 2390)

FIG. 1 (LP × 20) et FIG. 2 (LP × 20). — Structure fluidale.

ROCHERS DE LA TEMPETE
(à la côte 2395)

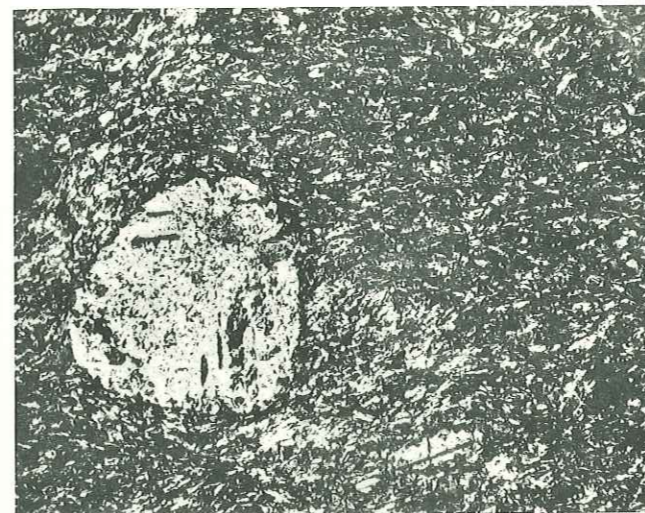
FIG. 3 (LN × 20) et FIG. 4 (LN × 20). — Par opposition à la structure fluidale des fig. 1 et 2, les fig. 3 et 4 montrent un litage du uniquement au laminage tectonique.

CRETE DES MUANDES
(analyse n° 47)

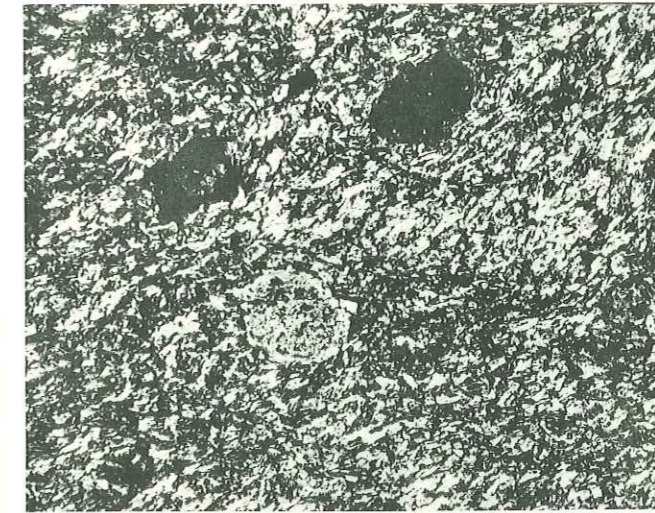
FIG. 5 (LP × 30). — Grumeaux ou petits galets siliceux, à quartz cristallisé en jeu de patience, repris dans la roche microlithique finement cristallisée et sériciteuse.

PHOTOS D'ÉCHANTILLONS

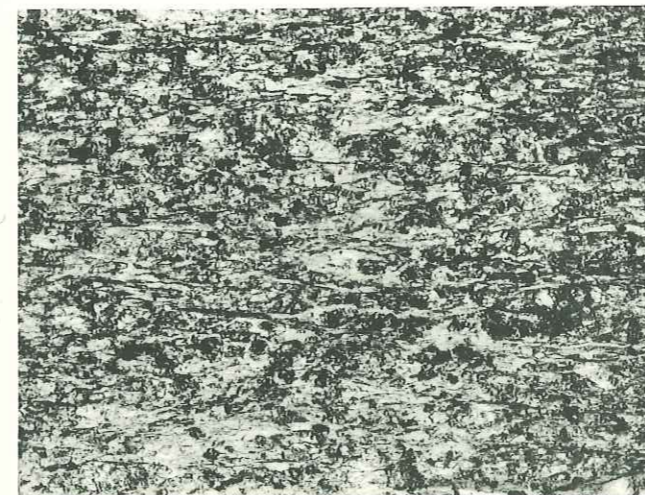
FIG. 6 (Gr. nat.) et FIG. 7 (Gr. nat.). — Coupes : galets de quartz et quartzites, enrobés dans la roche éruptive.



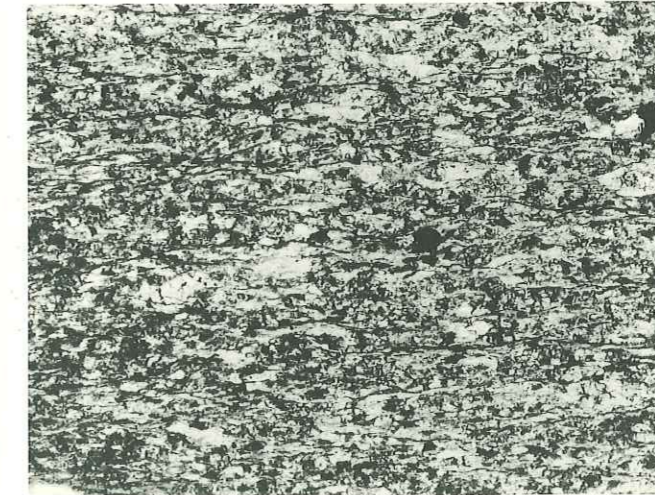
1



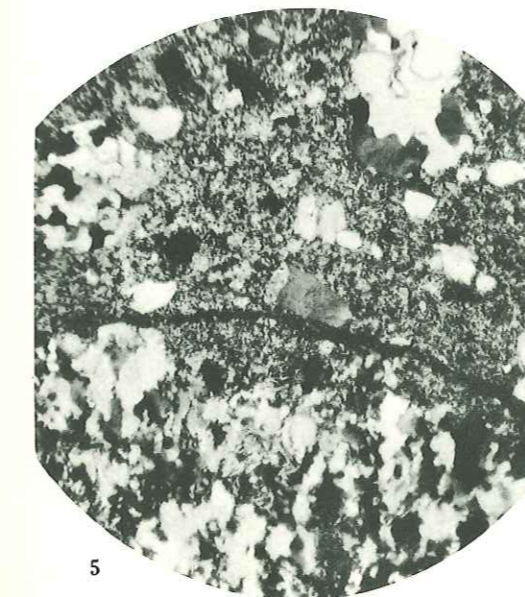
2



3



4



5



6



7

PLANCHE XV

PLANCHE XV

SECTIONS POLIES

GRAND VILLARD - QUARTIER DE L'OLIVIER
GALERIE CORDIER : COUCHE EXPLOITEE
(analyse n° 27)

Dans cette planche et les suivantes sont décrits des échantillons de charbon prélevés au contact d'un sill de microgranite, qui accompagne la couche exploitée. Ce charbon se montre transformé en coke naturel.

FIG. 1 (LN × 60), FIG. 2 (LN × 60), FIG. 3 (LN × 135) et FIG. 4 (LN × 135). — Aspect d'ensemble de ce coke naturel. La matière charbonneuse — ou plutôt ce qu'on en voit encore paraît, au premier examen en LN, être du vitrain. Aucune structure n'y est plus reconnaissable.

Elle est criblée d'une multitude d'alvéoles de cokéfaction (produites par l'expulsion des matières volatiles), qui sont très abondantes au contact même — c'est le cas des échantillons figurés ici, à un peu moins de 2 ou 3 cm du contact.

A noter que ce charbon a subi, en plus, un retrait prismatique; les vides entre les fragments ainsi isolés sont le plus souvent cicatrisés par des apports minéraux secondaires.

GALERIE CORDIER : PASSEE A 61 M

Dans la même galerie, on observe, injecté dans une fissure des grès, un filon d'un charbon « éruptif », indépendant de la stratification :

FIG. 5 (LN × 60) et FIG. 6 (LN × 60). — Ce charbon injecté se montre lui aussi cokéfié, mais les alvéoles, déformées, étirées, contournées, témoignent, par leur aspect fluidal, d'un écoulement différentiel de la masse charbonneuse, postérieurement à la cokéfaction.

On retrouve en somme ici, à l'échelle microscopique, le même aspect d'écailles glissées et contournées qui est, à l'œil nu, celui des écailles de « molle » alpine.

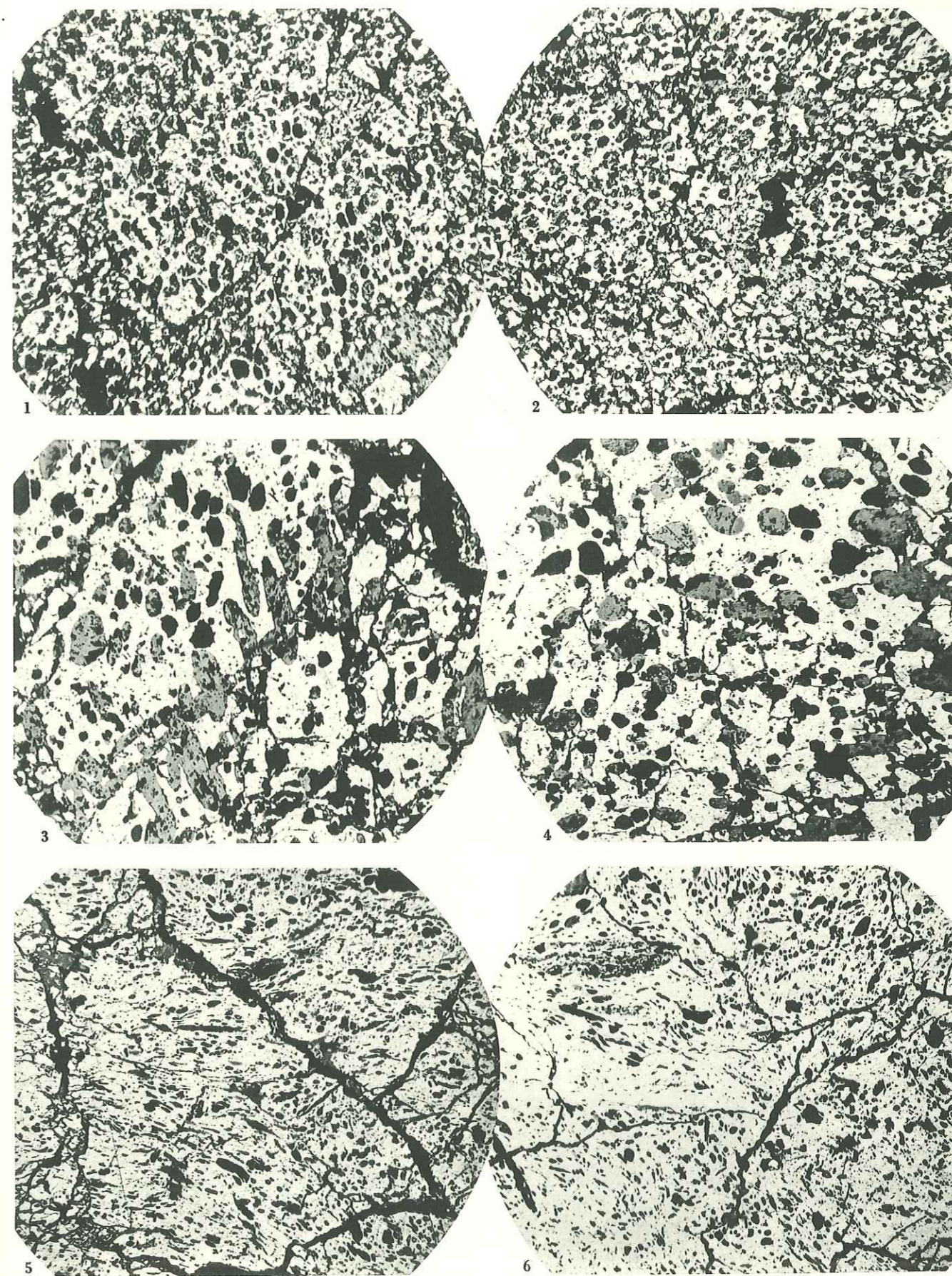


PLANCHE XVI

PLANCHE XVI

SECTIONS POLIES

GRAND VILLARD - QUARTIER DE L'OLIVIER
GALERIE CORDIER : PASSEE A 61 m
(suite)

FIG. 1 (LN \times 60) et FIG. 2 (LN \times 60). — Charbon cokéfié, déformé et mylonitisé par sa migration dans les fissures des grès.

GALERIE CORDIER : COUCHE EXPLOITEE
(suite)

FIG. 3 (LN \times 60) à FIG. 6 (LN \times 60). — Répartition sélective des effets de cokéfaction. Sur les plages représentées ici, le charbon, légèrement cokéfié, a été morcelé, et montre un commencement de mylonitisation. Cette mylonitisation est d'évidence postérieure à la cokéfaction.

Sur les clichés, apparaissent en :

blanc : matière charbonneuse;
noir : vides;
gris : minéralisation secondaire, ou rhodopast d'imprégnation.

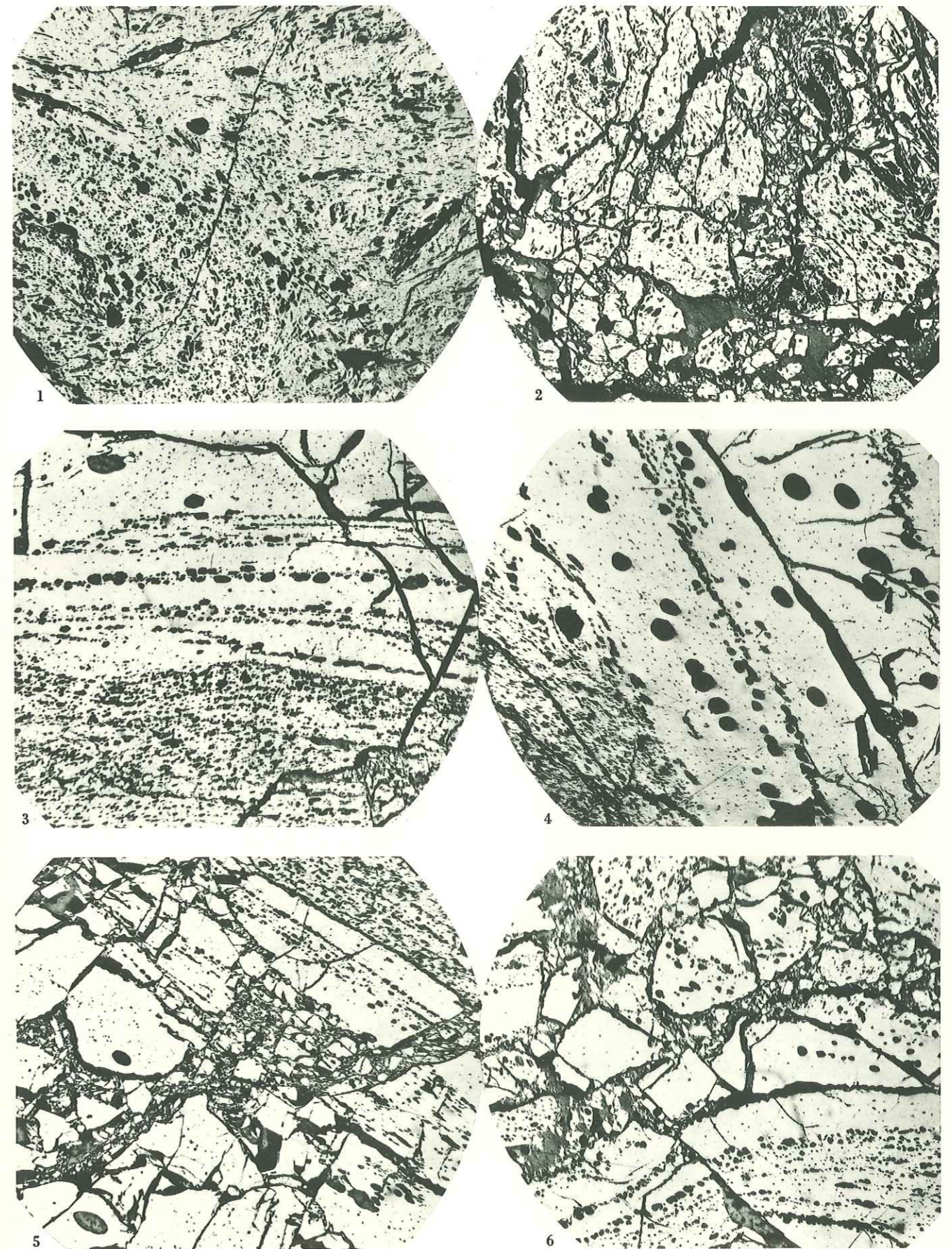


PLANCHE XVII

PLANCHE XVII

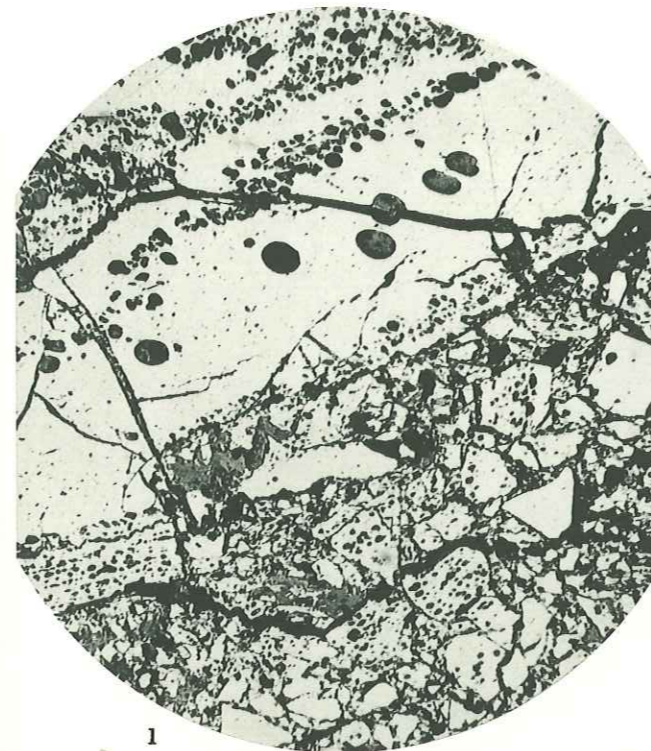
SECTIONS POLIES

GRAND VILLARD - QUARTIER DE L'OLIVIER
GALERIE CORDIER : COUCHE EXPLOITEE
(suite)

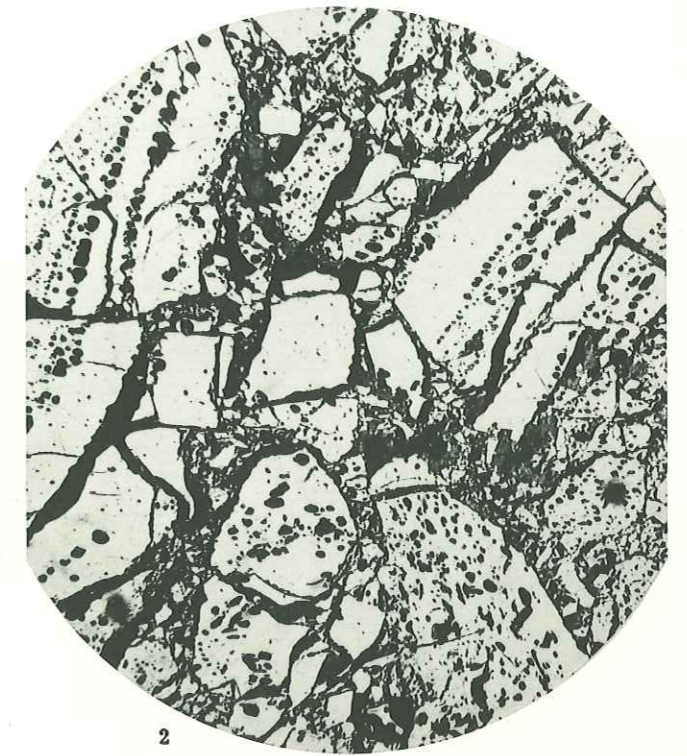
FIG. 1 (LN \times 60) et FIG. 2 (LN \times 60). — Charbon légèrement cokéfié, qui a été morcelé, et a subi un commencement de mylonitisation.

GALERIE CORDIER : PASSEE A 61 m
(suite)

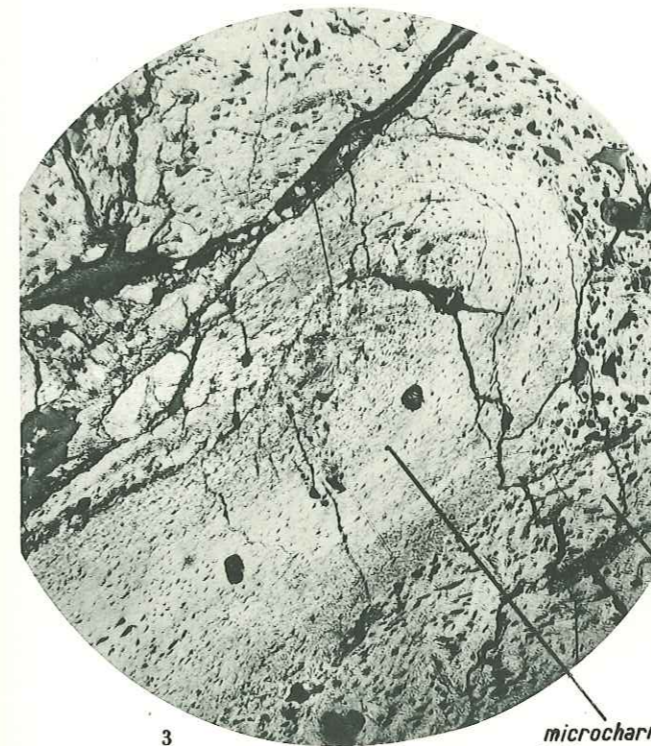
FIG. 3 (LN \times 80) et FIG. 4 (LP \times 80). — La plage photographiée ici montre une microcharnière de charbon non cokéfié, au milieu d'écaillés de coke naturel. On notera que ce charbon non cokéfié, comme le reste des anthracites briançonnais, se montre formé, en LP, d'un empilement de fines bandes alternativement claires et foncées. De plus, ici, une zone à biréfringence maximale correspond à la charnière même, c'est-à-dire à la zone de tension maximale.



1

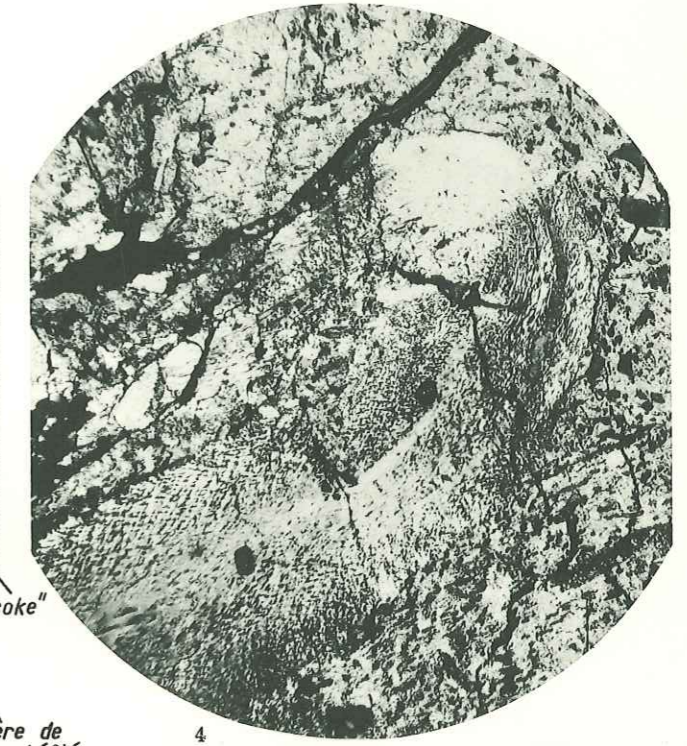


2



3

microcharnière de
charbon non cokéfié



4

J. BRUNISSEN imp Paris

PLANCHE XVIII

PLANCHE XVIII

SECTIONS POLIES

GRAND VILLARD. QUARTIER DE L'OLIVIER
GALERIE CORDIER : PASSEE A 61 m
(suite)

(LN \times 60). — Ces trois microphotographies ont été prises en déplaçant latéralement la platine du microscope. Le « micropanorama » obtenu montre, dans la masse des écailles de coke naturel, une petite « truite », de vitrain craquelé, mais non transformé.

(Les mineurs paysans appellent « truite » une inclusion pisciforme dans le charbon).

Seul l'écoulement différentiel des écailles peut expliquer cette disposition, entremêlant du charbon cokéfié par l'intrusion éruptive, et du charbon préservé du fait de son éloignement au sommet de la cokéfaction.

La migration du charbon est donc bien postérieure à la cokéfaction.

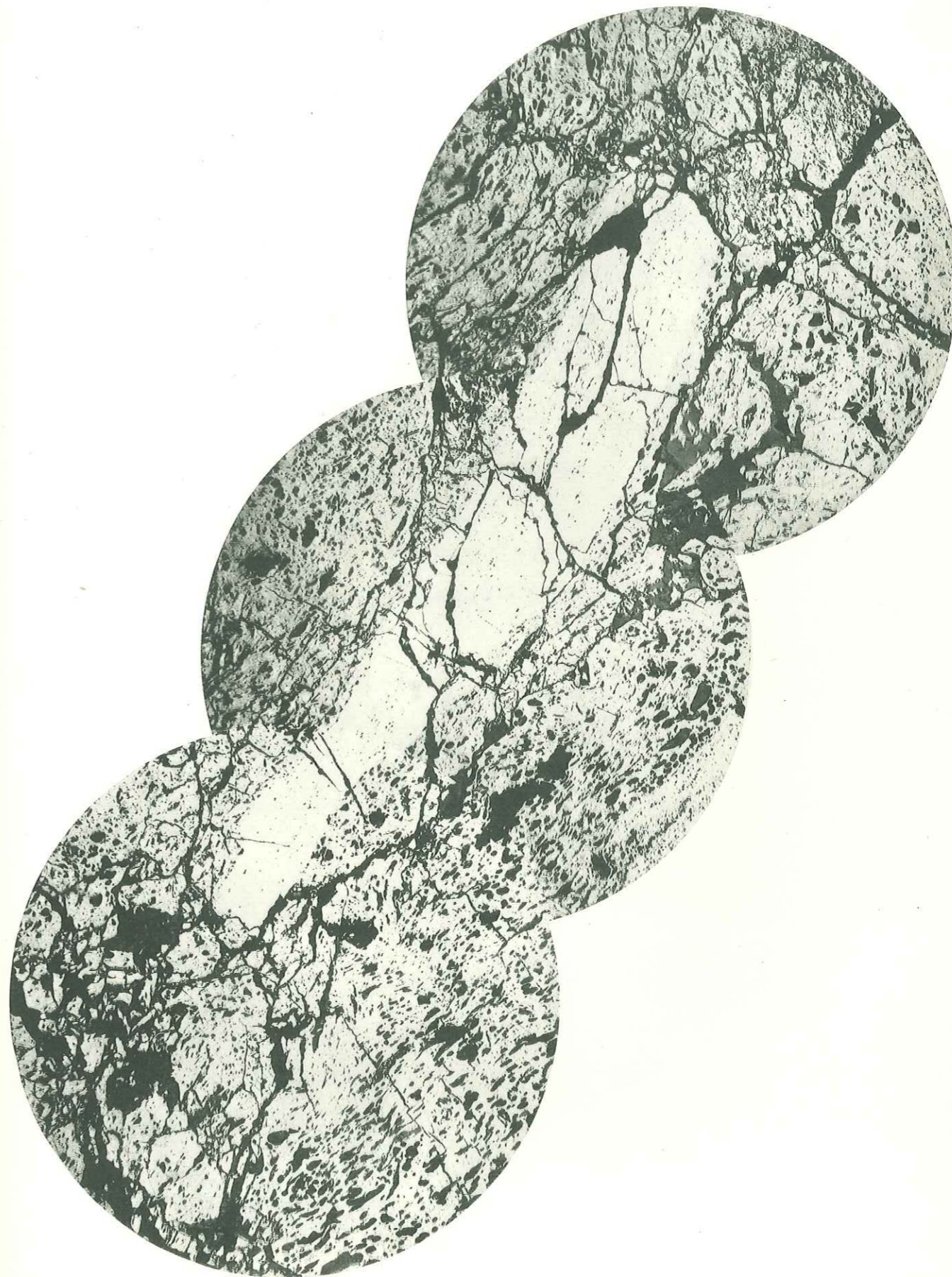


PLANCHE XIX

PLANCHE XIX

SECTIONS POLIES

GRAND VILLARD. QUARTIER DE L'OLIVIER
GALERIE CORDIER : PASSEE A 61 m
(suite)

FIG. 1 (LN \times 60). — Cet assemblage montre, comme le précédent, une microtruite de charbon non transformé, isolée parmi du charbon cokéfié.
En plus, ici, une microfaille décroche de quelques mm l'extrémité de la languette non transformée.

GALERIE CORDIER : COUCHE EXPLOITEE
(suite)

FIG. 2 (LP \times 260) et FIG. 3 (LP \times 260). — La matière charbonneuse fondamentale de ces cokes naturels apparaît amorphe quand on l'examine en LN. Mais, entre polariseurs croisés, elle prend un aspect finement chagriné, et se montre formée par l'agrégat d'une multitude de petites paillettes biréfringentes, sortes de cristallites de « graphite », d'orientation optique variable.

Si donc, en LN on peut quelquefois hésiter si on a affaire à un coke naturel ou à un tissu ligneux gélifié, il suffit de croiser les polariseurs pour lever le doute; les cokes naturels prennent l'aspect figuré ici, tandis que les tissus ligneux restent éteints au cours de la rotation de la platine.

La silice qui colmate la plupart des alvéoles, grise en LN, apparaît en LP avec des teintes glauques variables et un éclat vitreux. Le rhodopast reste gris. Les vides sont noirs dans les deux cas.

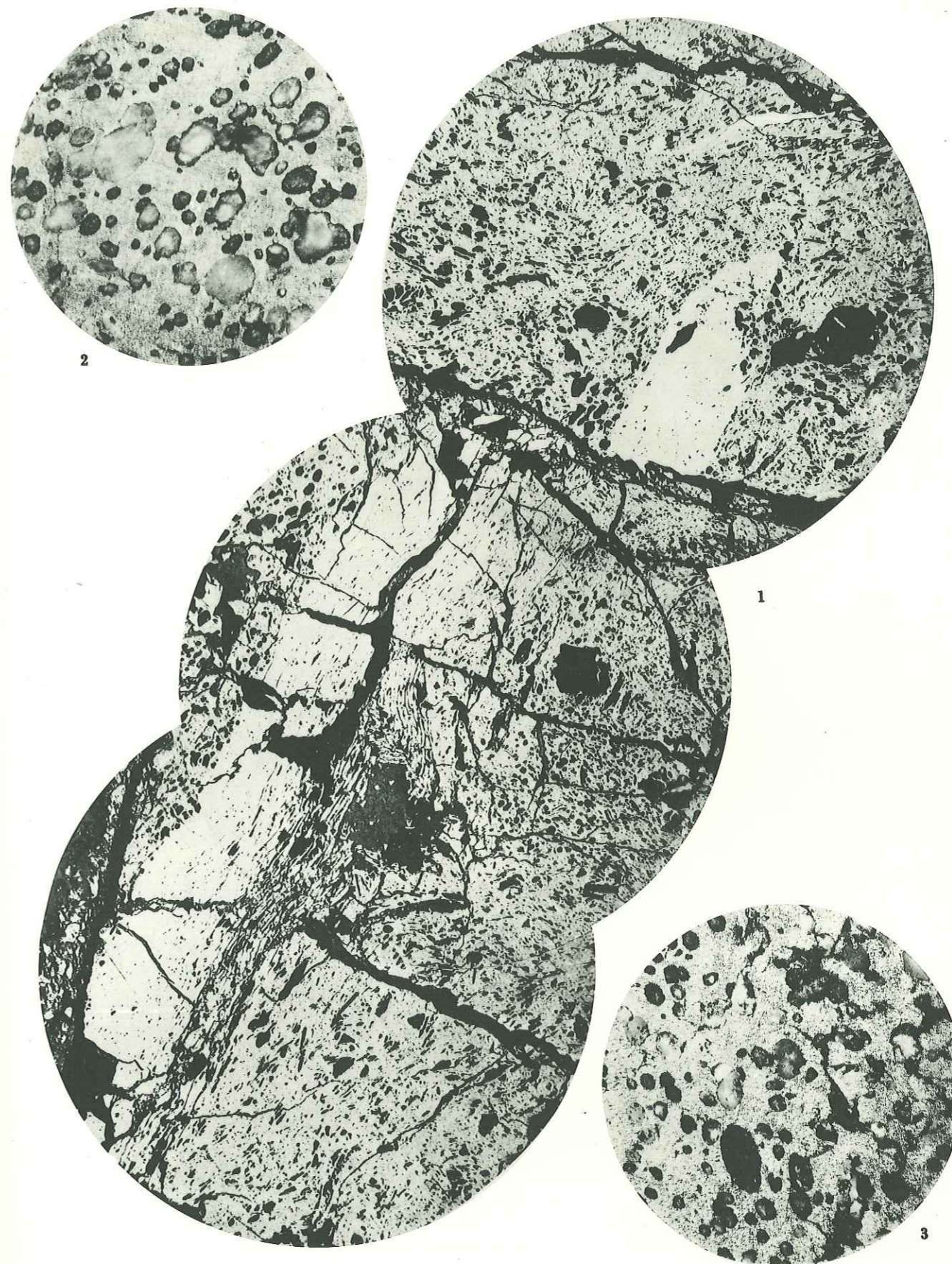


PLANCHE XX

PLANCHE XX

GRAND VILLARD. QUARTIER DE L'OLIVIER
GALERIE BOREL PANCRACE

Les mêmes phénomènes de transformation du charbon par le contact d'une roche éruptive d'intrusion s'observent dans d'autres mines paysannes du même quartier. C'est en lames minces qu'on observe le plus commodément la fissuration du charbon, et l'armature cristalline secondaire.

LAMES MINCES

FIG. 1 (LN × 20). — Au contact de la roche éruptive, qui est ici une microdiorite sans quartz, disjonction polyédrique très nette. Les fissures, très abondantes, sont colmatées par du quartz et de la calcédoine.

FIG. 2 (LN × 20). — Aspect d'ensemble du charbon dans la région de fissuration maxima. Noter que les fragments charbonneux ont gardé leurs angles vifs, sans doute à cause de l'armature cristalline qui les a protégés des écrasements ultérieurs.

FIG. 3 (LP × 100). — Détail d'une fissure. Ici, remplissage par des fibres de chlorite imprégnées de quartz dans les microfissures. Ces fibres ont été courbées, ce qui montre qu'elles ont subi des efforts tectoniques pendant la cristallisation.

SECTIONS POLIES

FIG. 4 (LN × 60). — Cliché pris dans la région de fissuration maxima. On a ici affaire à de gros piliers siliceux.

FIG. 5 (LN × 60). — Même phénomène, un peu plus loin du contact : amenuisement de l'armature siliceuse.

FIG. 6 (LN × 60). — Encore plus loin, les piliers passent à un fin chevelu avant de disparaître.

FIG. 7 (LN × 60). — Plus loin encore (entre 3 et 5 cm du contact), l'armature siliceuse a complètement disparu. N'étant plus immobilisée, la matière charbonneuse a été entraînée dans des mouvements différentiels, en écailles plus ou moins contournées.

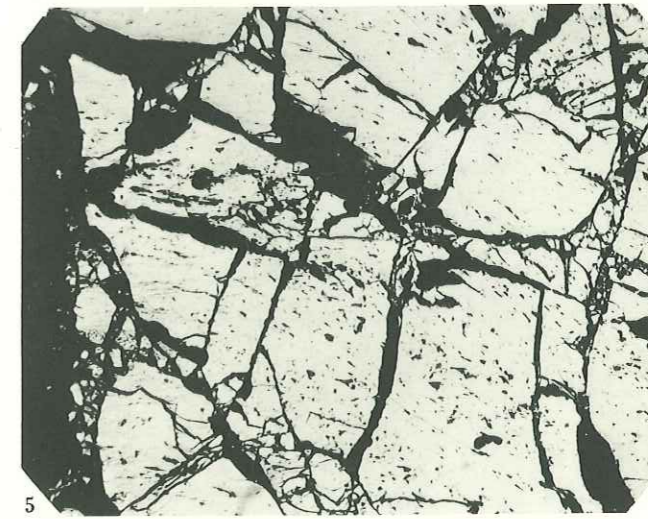
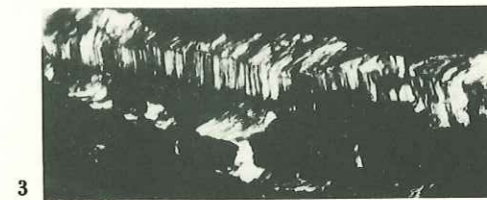


PLANCHE XXI

PLANCHE XXI

MINE DES EDUITS. COUCHE A

Dans la petite mine des Eduits, la couche A est accompagnée d'un sill de microgranite bosselé, qui lui tient lieu de toit. Le contact entre le charbon et la roche intrusive est le plus souvent irrégulier, comme déchiqueté. Des fragments charbonneux ont été arrachés, et enrobés dans la roche éruptive.

LAMES MINCES

FIG. 1 (LN \times 20). — Détails du contact : certains des grands phénocristaux de quartz du microgranite se sont développés au contact immédiat du charbon, dont ils épousent étroitement les contours déchiquetés, comme à l'emporte pièce.

FIG. 2 (LN \times 20). — Grumeaux charbonneux enrobés dans la roche éruptive.

FIG. 3 (LN \times 20). — Les fissures du charbon, les fentes de retrait prismatique, sont cicatrisées par des apports siliceux secondaires.

FIG. 4 (LN \times 20). — Au contact, charbon fortement disjoint, et recimenté par un apport siliceux.

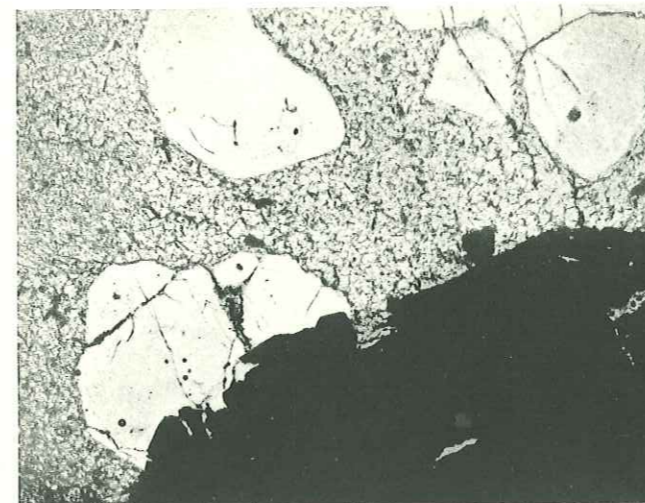
GRAND VILLARD. QUARTIER DE L'OLIVIER
GALERIE BRUNET LAURENT

PHOTO D'ÉCHANTILLON

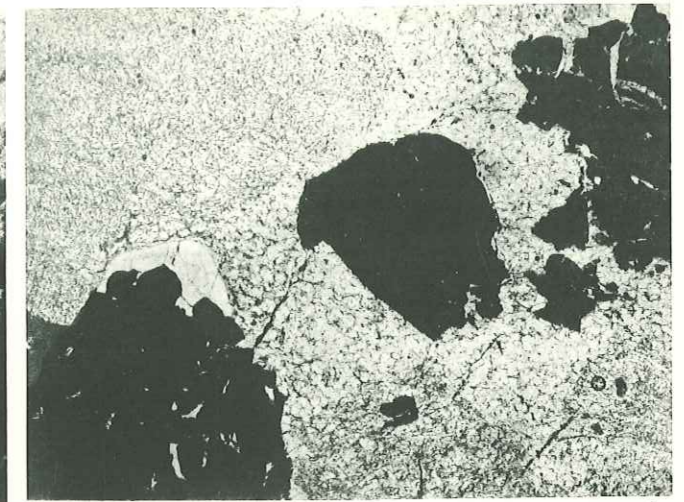
FIG. 5 (Gr. nat.). — Cette surface dressée montre la fissuration du charbon au contact de la roche éruptive, et le squelette cristallin. Un résultat en est que de tels charbons sont chargés de cendres en quantité anormalement élevée, et sont devenus très durs et résistant aux chocs (difficultés d'abattage pour les mineurs paysans).

SECTIONS POLIES

FIG. 6 (LN \times 60). — Aspect du même échantillon, en section polie. Le reticulum siliceux apparaît en gris, avec un fort relief. Dans ses mailles, les fragments charbonneux apparaissent blancs, brillants, mais piquetés d'une multitude de petites cavités irrégulières.



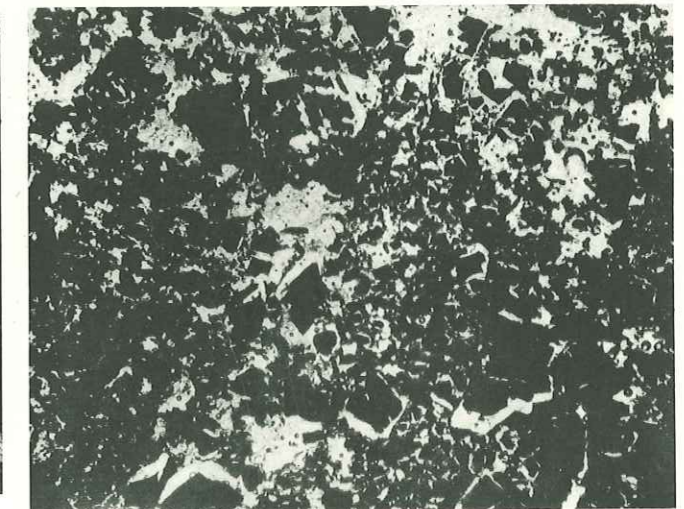
1



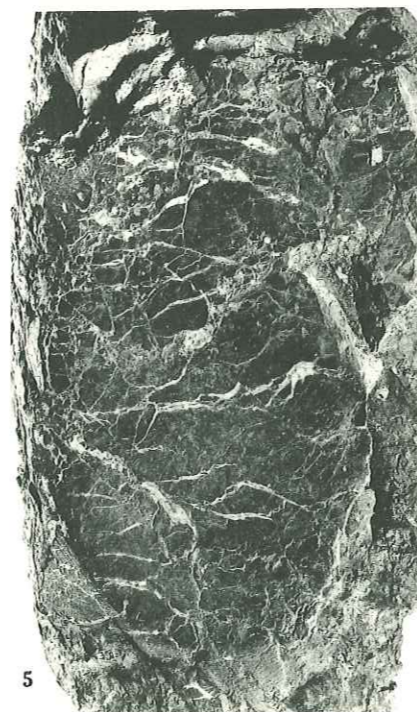
2



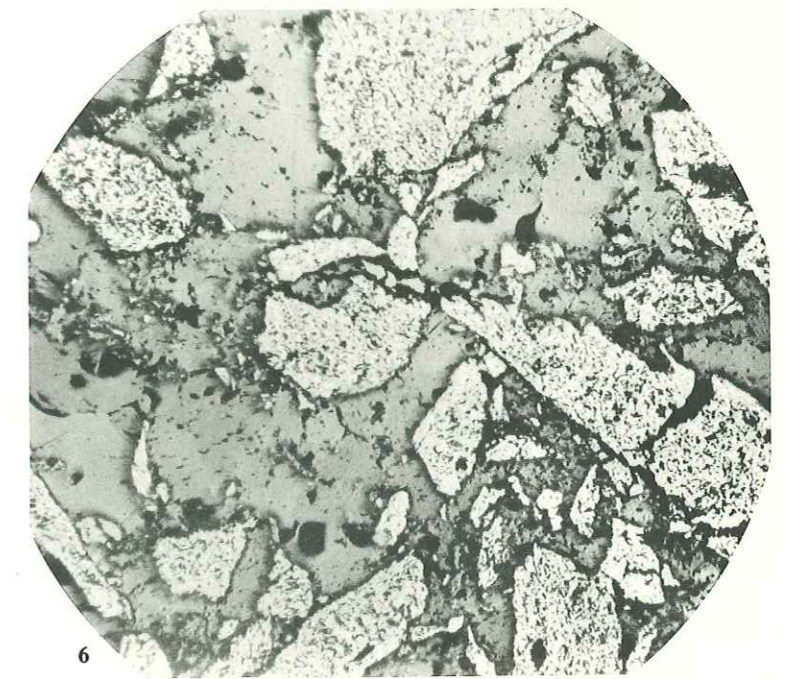
3



4



5



6

PLANCHE XXII

PLANCHE XXII

ROCHER DES GARDEOLLES
(analyse n° 28)

Dans la concession des Gardéolles, le charbon extrait de la plupart des galeries paysannes était décrit comme friable et « gras » (c'est-à-dire de consistance argileuse). Mais le charbon provenant du Rocher des Gardéolles était réputé « maigre », à grain grossier, très dur, et « résistant plus que d'autres à l'altération atmosphérique quand on l'abandonne en tas à l'entrée des galeries ». C'est que ce charbon a été modifié par le contact d'un microgranite.

PHOTOS D'ÉCHANTILLONS

FIG. 1 (Gr. nat.) et FIG. 2 (Gr. nat.). — Sections dressées, dans un cas extrême de modification : c'est une sorte d'éponge de charbon et de microgranite, ou de produits minéraux émanant de la roche éruptive, ici essentiellement de la silice, très abondante.

LAMES MINCES

FIG. 3 (LN × 20). — « Eponge » de charbon et de silice.

FIG. 4 (LP × 20). — Détail de l'armature cristalline : silice fibreuse, cristallisée normalement aux microépointes. Ces fibres sont recourbées, par suite de tensions durant la formation.

FIG. 5 (LN × 20). — Grumeau charbonneux enrobé dans la roche éruptive. La matière charbonneuse, opaque, est criblée d'une multitude de petites cavités, colmatées par des apports minéraux secondaires. Vers le haut, à gauche, on reconnaît un menu fragment de tissu ligneux dont la structure cellulaire a été conservée, ce qui est tout à fait exceptionnel.

TORRENT DE LA SALLE
(analyse n° 29)

Dans le ravin de la Salle, sur la rive gauche et à la côte 1760, affleure un charbon modifié par un microgranite semblable à celui des Gardéolles.

PHOTO D'ÉCHANTILLON

FIG. 6 (Gr. nat.). — Surface dressée. Ici encore la matière charbonneuse est charpentée par un fin squelette siliceux, qui confère à l'ensemble une grande cohésion.

SECTION POLIE

FIG. 7 (LN × 7). — Comme celui des Gardéolles, ce charbon est transformé par places en coke naturel. Les alvéoles de cokéfaction, restées vides, apparaissent en noir.

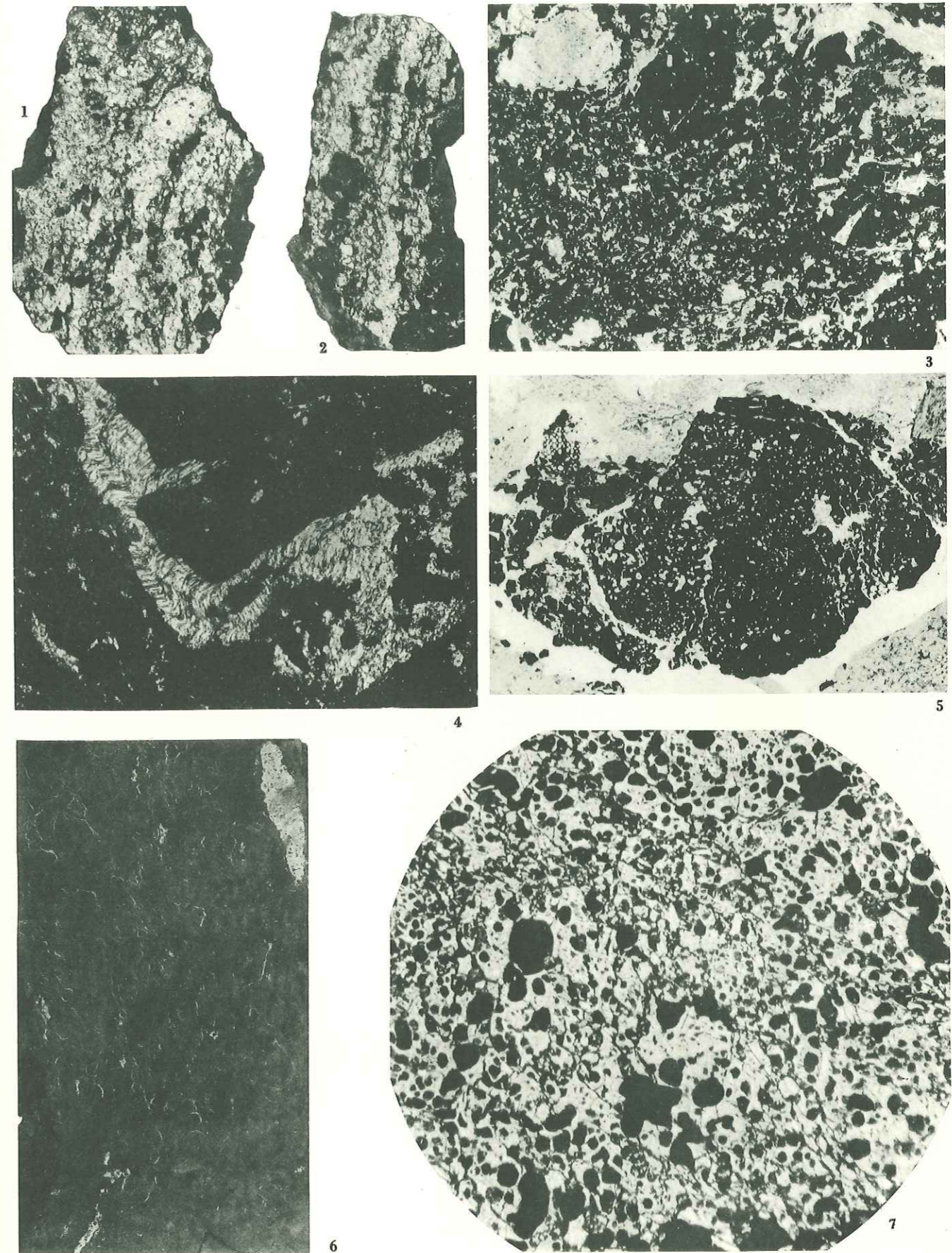


PLANCHE XXIII

PLANCHE XXIII

MINE DE LA BENOITE

Echantillon recueilli dans les déblais. Il s'agit ici encore d'un coke naturel, mais plissé et déformé postérieurement à la cokéfaction.

SECTIONS POLIES

En sections polies, on y retrouve, à l'échelle microscopique, les mêmes phénomènes qu'on observe en grand, par exemple sur les sections fraîches de veines dans les mines briançonnaises : écailles contournées, chevauchantes, glissées les unes sur les autres, imbriquées, flexueuses, etc.

On reconnaît, dans l'ensemble, des lignes générales qui donnent l'impression d'un fluide en mouvement, un peu comme une photographie révèle des remous, des volutes, dans un fluide qui s'écoule.

Dans ce flux de la matière charbonneuse cokéfiée, certaines zones ont été protégées, alors que d'autres sont très bouleversées.

Cette planche et la suivante représentent des assemblages photographiques obtenus en déplaçant latéralement à chaque cliché la platine du microscope, de façon à montrer l'aspect d'ensemble fluidal des écailles de ce coke naturel.



PLANCHE XXIV

PLANCHE XXIV

MINE DE LA BENOITE
(suite)

Echantillon recueilli dans les déblais.

SECTIONS POLIES

(L N \times 60). — Même explication pour la planche XXIII.



R. FEYS

PLANCHE XXIV

PLANCHE XXV

PLANCHE XXV

CRETE DES AIGUILLIERS

Sur la crête des Aiguilliers, d'anciennes galeries paysannes ont gratté une série de couches en affleurement; certaines ont été modifiées par le contact de microgranites. Des échantillons récoltés dans les déblais (versant S, à 2320 m) montrent un mélange inextricable de roche éruptive et de matière carbonneuse.

PHOTOS D'ÉCHANTILLONS

FIG. 1 (Gr. $\times 2$) à FIG. 3 (Gr. $\times 2$). — Sections dressées dans les échantillons étudiés, montrant le mélange de la matière carbonneuse et de la roche éruptive. Ce charbon est devenu terne, grumeleux, et tache fortement les doigts en laissant une poussière grise.

LAMES MINCES

FIG. 4 (LN $\times 20$) et FIG. 5 (LN $\times 20$). — Petits fragments carbonneux inclus dans la roche éruptive. Celle-ci est souillée, au contact, par de l'oxyde de fer émanant du charbon. Elle a une structure fluidale, soulignée par des traînées carbonneuses. Le charbon lui-même est piqué de petites cavités colmatés par de la silice.

CHEMIN DE RONDE
(analyse n° 30)

Au N de Névache, un sentier dit « chemin de ronde » remonte jusqu'au fond de la vallée la rive gauche de la Clarée. L'échantillon décrit ici a été recueilli au bord de ce sentier, dans un grattage effectué sur les premières pentes de la crête de la Cula, à la côte 2340. Ce charbon est modifié par le contact d'une microdiorite.

SECTIONS POLIES

FIG. 6 (LN $\times 60$) et FIG. 7 (LN $\times 60$). — Ce coke naturel a subi un commencement de mylonitisation. Aussi, par places, des fragments de charbon cokéfié ont-ils été brassés avec des éléments de charbon non transformé.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
MAISON DES GÉOSCIENCES
DOCUMENTATION
B.P. 53
F. 38041 GRENOBLE CEDEX
Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
Mail: ptalour@ujf-grenoble.fr

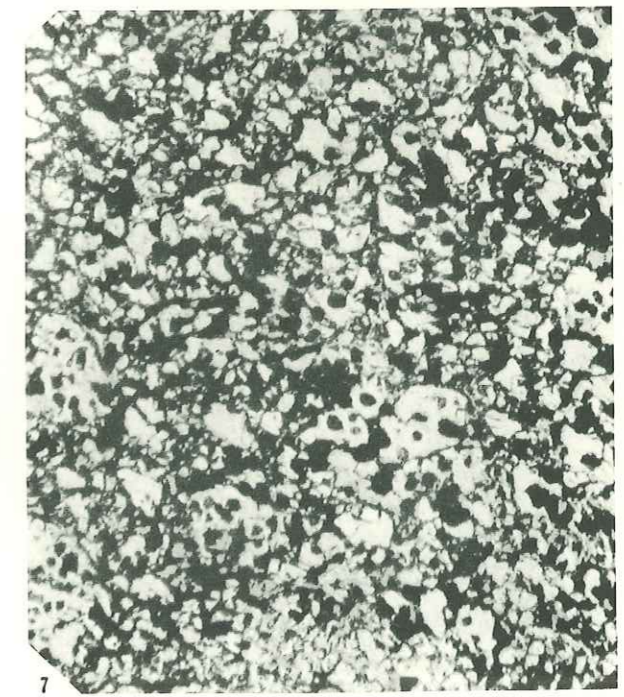
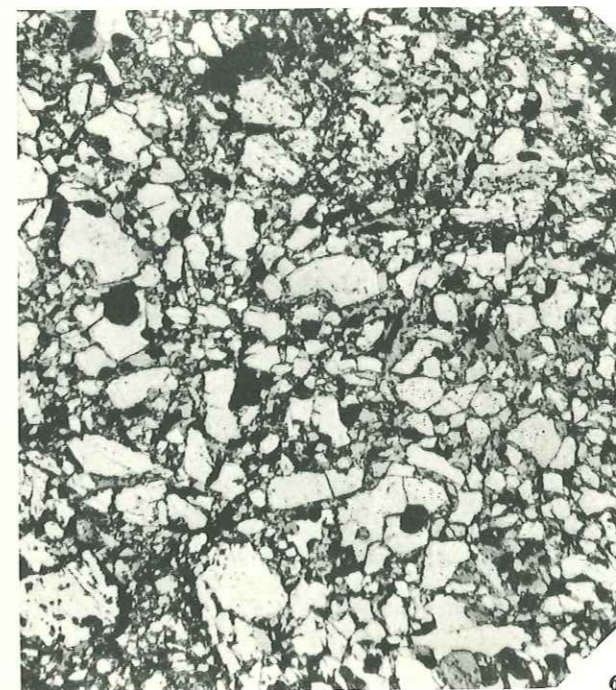
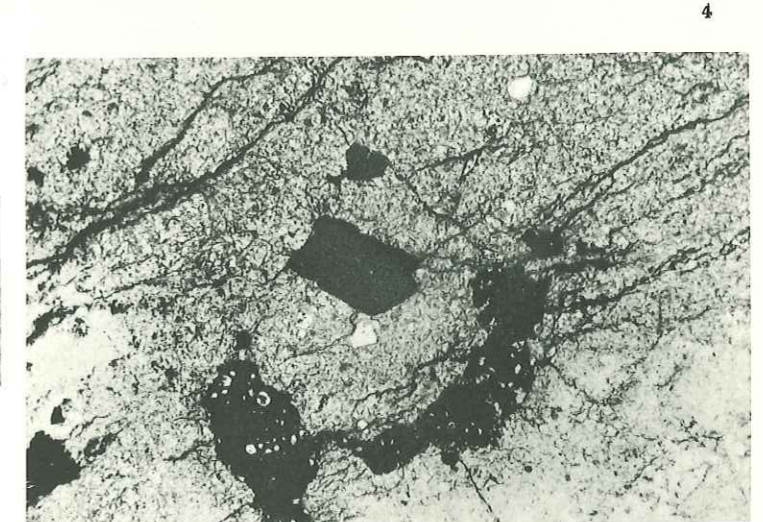
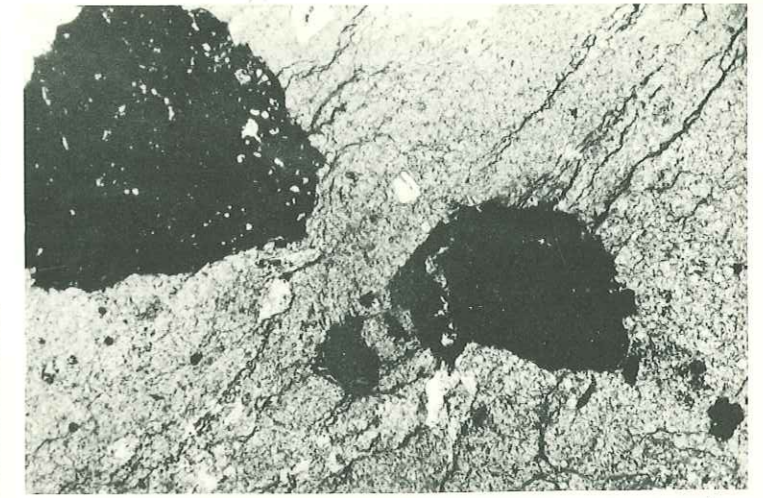
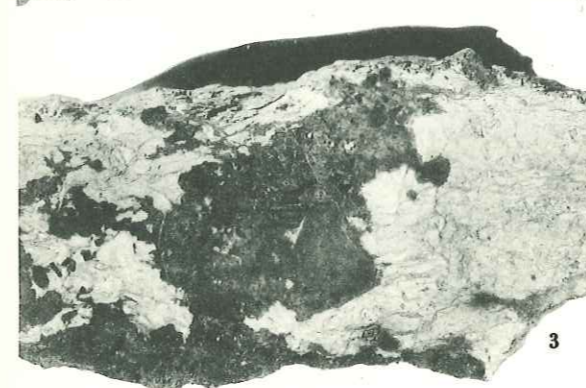
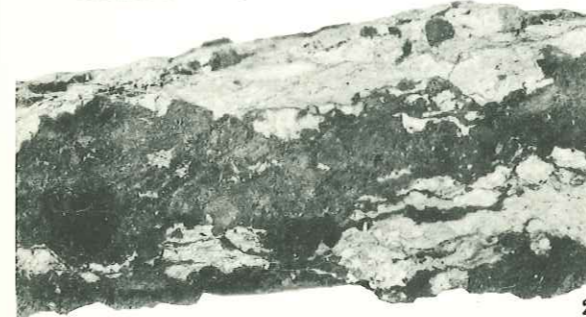


PLANCHE XXVI

PLANCHE XXVI

CRETE DU CHARDONNET, A 2 650 M.

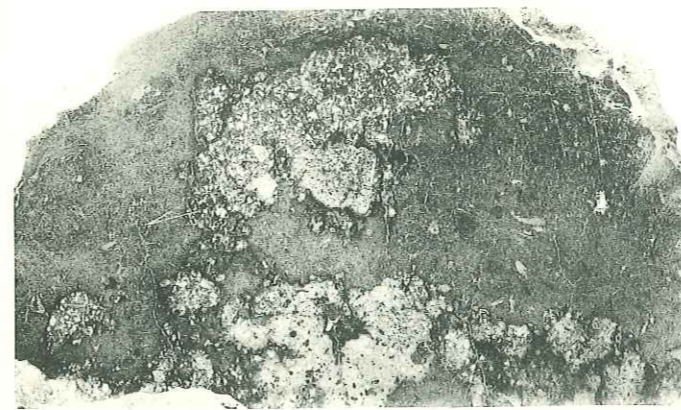
Echantillons recueillis sur la crête des Rochers de Privé, près du Col du Chardonnet, au point 2 650 de l'arête.

PHOTOS D'ÉCHANTILLONS

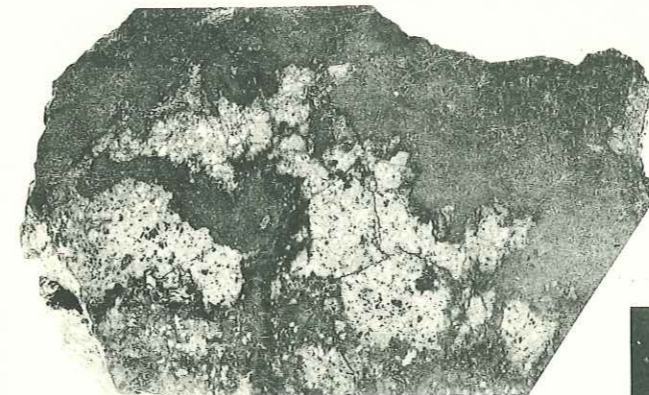
FIG. 1 (gr. nat.) et FIG. 2 (gr. nat.). — Surfaces dressées des échantillons étudiés : « éponge » de charbon et de microdiorite.

LAMES MINCES

FIG. 3 (LN × 20) à FIG. 6 (LN × 20). — En lames minces, au voisinage du contact, ce charbon montre, à côté de plages complètement opaques, des « nébuleuses » de vacuoles (traduisant la cokéfaction par la roche éruptive). Ces vacuoles sont secondairement colmatées par des produits minéraux divers. La microdiorite est teintée, au contact, par un liseré brunâtre d'oxyde de fer. Le contact lui-même est le plus souvent très irrégulier, déchiqueté et passe à une éponge de charbon et de microdiorite. On y voit à la fois du charbon complètement opaque, chargé de silice secondaire bien transparente, et de la microdiorite plus ou moins salie par de l'oxyde de fer.



1



2



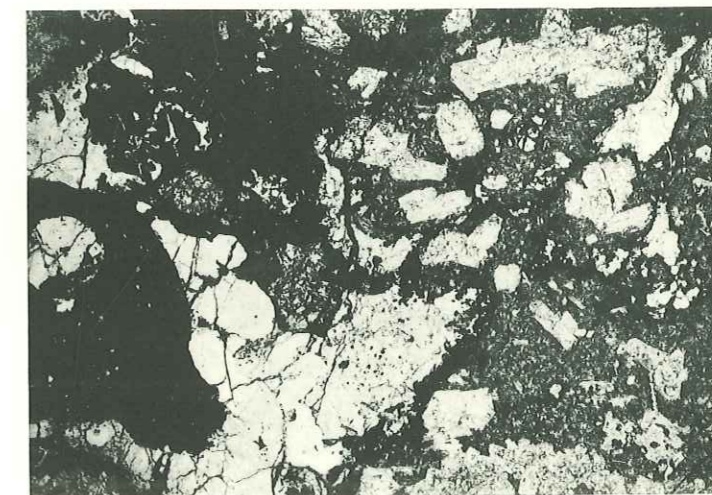
3



4



5



6

PLANCHE XXVII

PLANCHE XXVII

CRETE DU CHARDONNET, A 2 650 M.
(suite)

LAMES MINCES

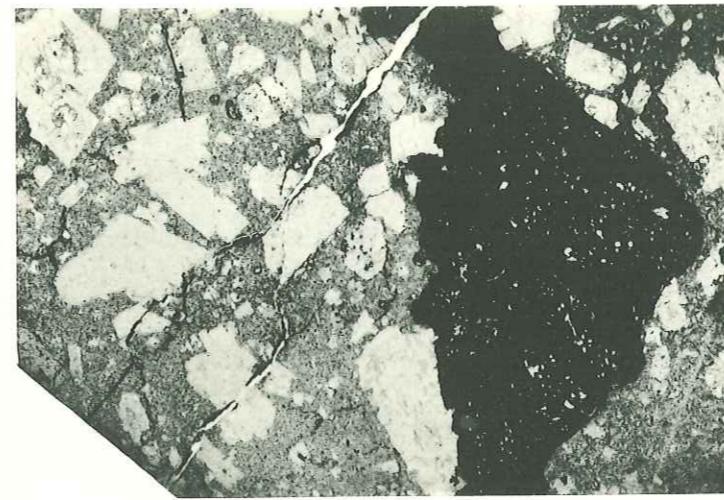
FIG. 1 (LN \times 20). — Fragment carbonneux emballé dans la microdiorite, et criblé de petites alvéoles.

FIG. 2 (LN \times 50). — Autre fragment carbonneux : disloqué, fissuré, criblé de petites vacuoles. Toutes les cavités sont cicatrisées par une minéralisation secondaire.

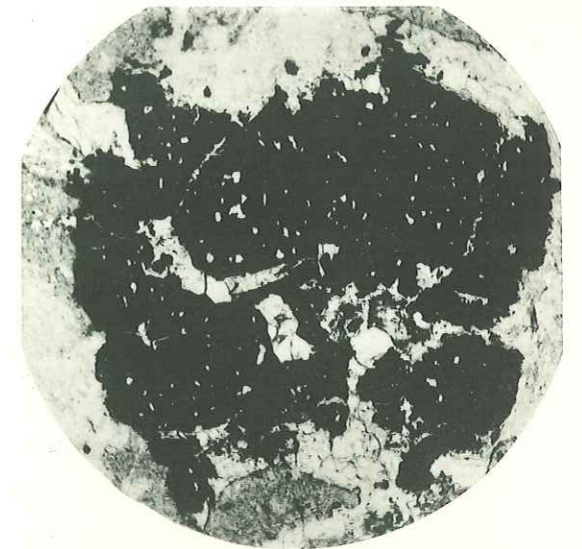
FIG. 3 (LN \times 30) et FIG. 4 (LN \times 30). — Exemples de charbon « éruptif », giclé dans les fissures de la microdiorite en filonnets ramifiés. Des dépôts cristallins achèvent de remplir les cavités encore ouvertes (fig. 3).

FIG. 5 (LN \times 20). — Un grumeau carbonneux, entraîné dans la microdiorite s'est trouvé inclus dans un bloc siliceux.

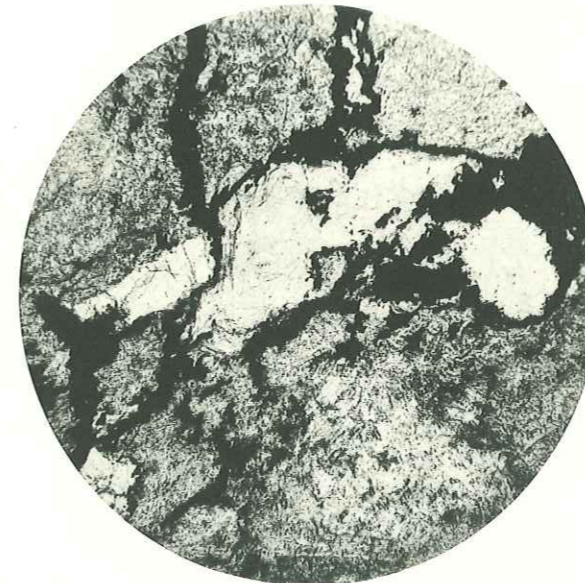
FIG. 6. (LP \times 120). — Dans un filonnet de charbon, dépôt de quartz secondaire en sphérolites.



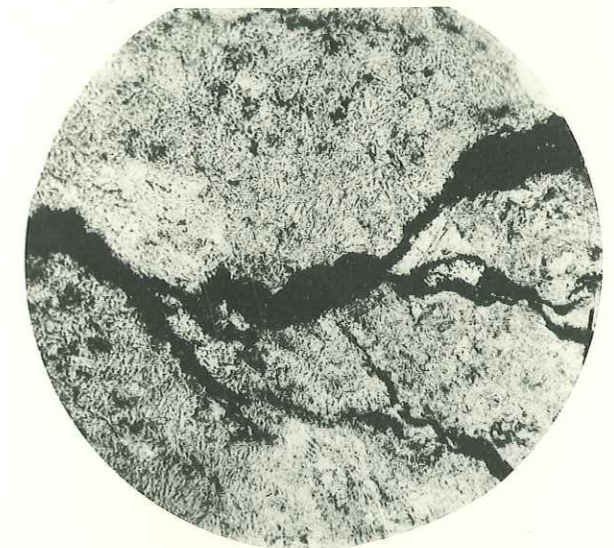
1



2



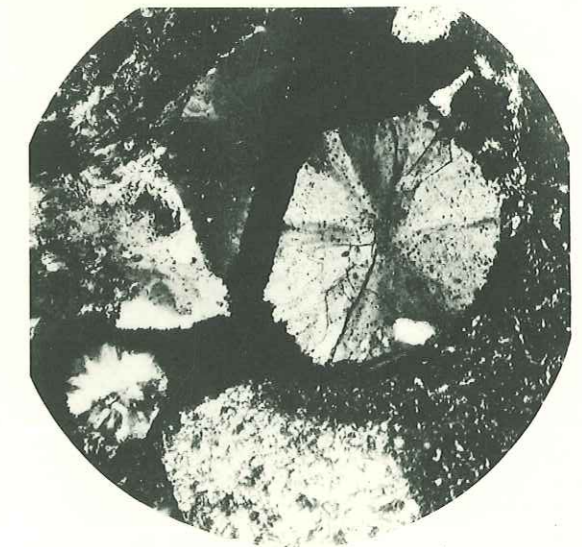
3



4



5



6

PLANCHE XXVIII

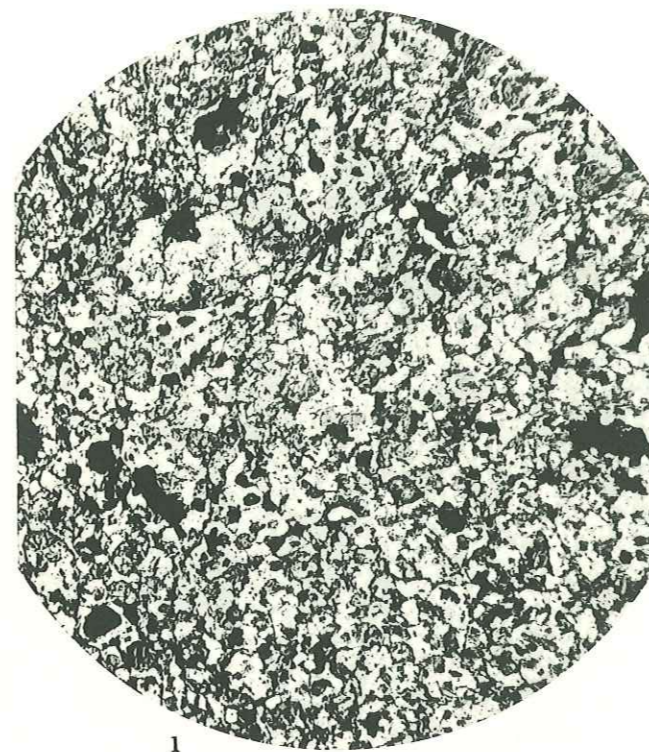
PLANCHE XXVIII

CRETE DU CHARDONNET, A 2 650 M.
(suite)

SECTIONS POLIES

FIG. 1 (LN \times 60) et FIG. 2 (LN \times 60). — En lumière réfléchie naturelle, ce charbon se montre transformé en coke.

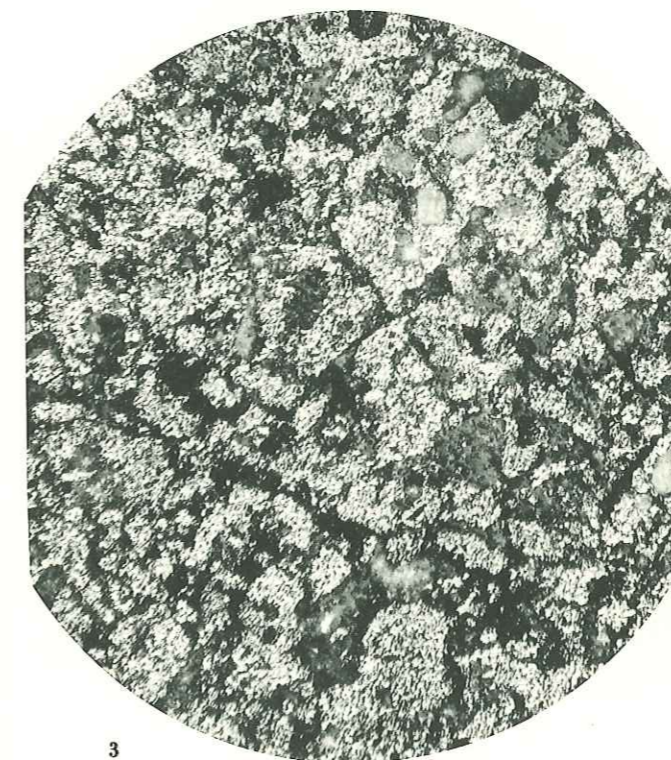
FIG. 3 (LP \times 180) et FIG. 4 (LP \times 180). — Entre polariseurs croisés, la matière des parois intervacuolaires se montre formée de multiples petites paillettes biréfringentes, sans orientation optique commune. Sur ces clichés, la minéralisation secondaire colmatant les alvéoles apparaît avec un fort relief et un éclat gras.



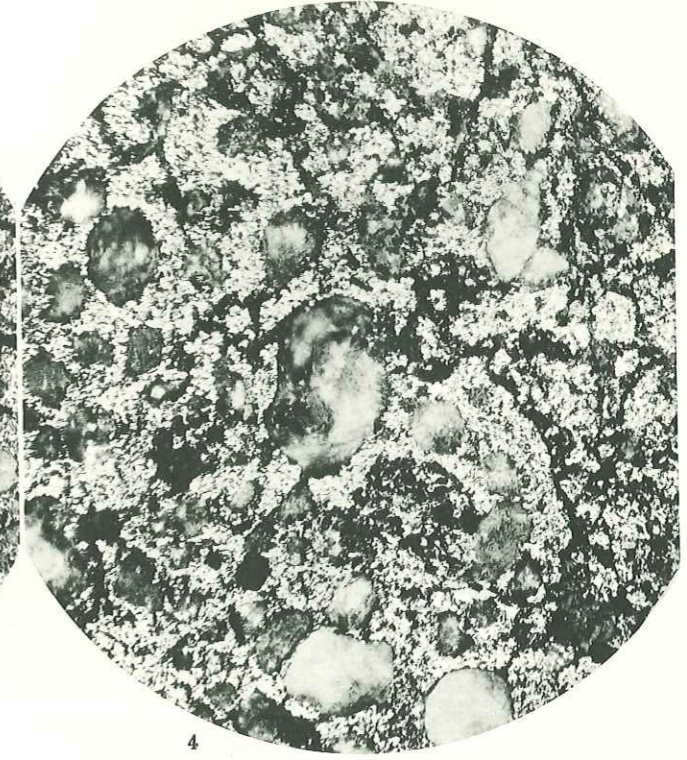
1



2



3



4

PLANCHE XXIX

PLANCHE XXIX

GRAPHITOÏDE DU CHARDONNET

Les échantillons étudiés ont été prélevés dans un chantier encore accessible de la mine abandonnée du Chardonnet.

PHOTOS D'ÉCHANTILLONS

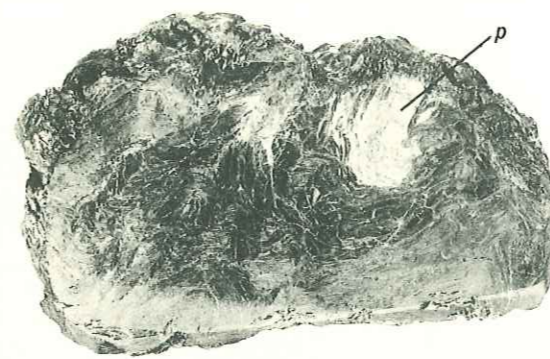
FIG. 1 (gr. nat.) et FIG. 2 (gr. nat.). — Aspect des surfaces polies de ce graphitoïde, ressemblant à de la « molle » en écailles: grandes lamelles flexueuses, tordues, parfois rompues, plus ou moins brillantes suivant les régions. De gros amas pyriteux (p) apparaissant en blanc s'insinuent entre les feuilletts de graphitoïde.

SECTIONS POLIES

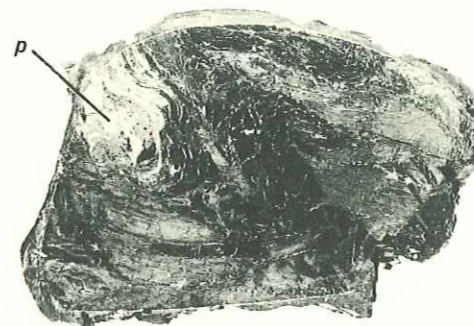
FIG. 3 (L N \times 60) et FIG. 4 (L N \times 60). — Aspect d'ensemble de ces lamelles de graphitoïde en L N, à faible grossissement.

FIG. 5 (L N \times 60). — Id. dans un secteur tectonisé où les lamelles, rompues, s'enchevêtrent en désordre.

A l'examen entre polariseurs croisés, il semble bien que ces lamelles de graphitoïde aient été courbées postérieurement à la graphitisation, puisque la frontière entre plages éteintes et plages éclairées coïncide avec la charnière des microplis (non représenté ici).



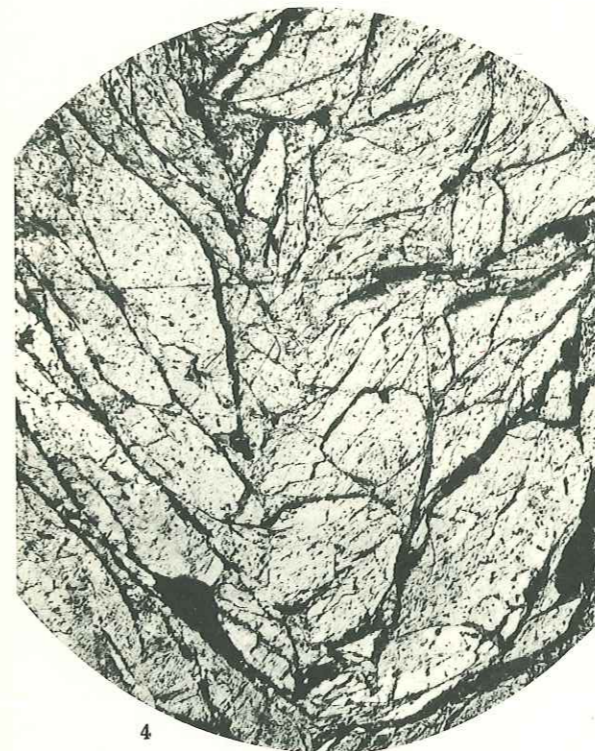
1



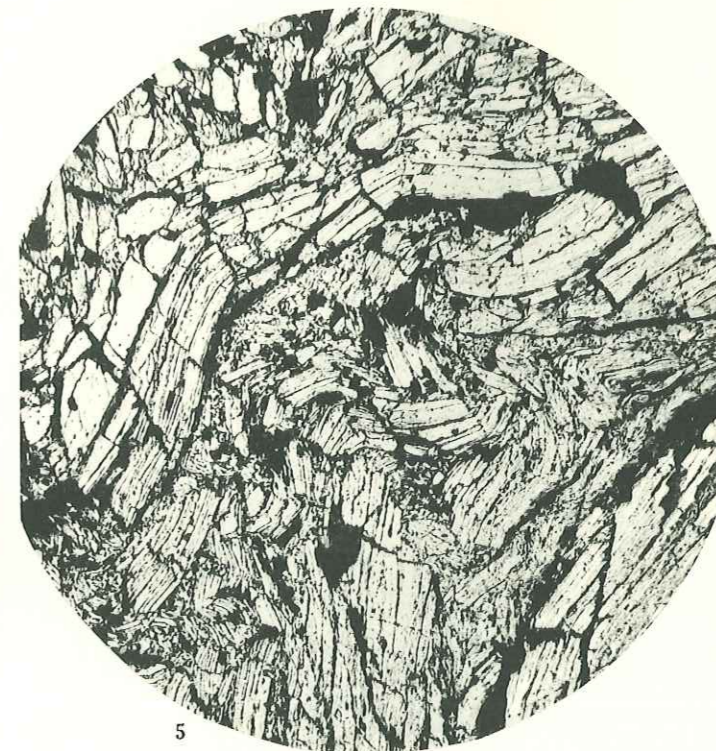
2



3



4



5

PLANCHE XXX

PLANCHE XXX

MASSIF PERMIEN DE ROCHACHILLE

Carte géologique au 1/10 000.
Coupe transversale au 1/10 000.

en couleurs

(Voir dépliant en pochette.)

INDEX ALPHABÉTIQUE DES PRINCIPAUX NOMS CITÉS

N. B. Les noms de lieux sont en petites capitales (entre crochets lorsqu'ils n'appartiennent pas aux Alpes françaises ou au secteur étudié).

Les noms de fossiles sont en italiques.

Les notations P renvoient aux planches.

- ACHARDS : 140.
AIGUILLE NOIRE : 40, 41, 50, 237, 238, 239, 253.
(Col de l'—) : 41, 46.
AIGUILLES D'ARVES (Flysch des —) : 22.
AIGUILLETTE (Montagne du vallon de l'—) : 205.
AIGUILLETTE DU LAUZET : 29, 125.
(Col de l'—) : 125, 205, 206.
AIGUILLIERS (Crête des —) : 25, 203, 204, 229, P XXV.
(Concession des —) : 78, 79, 204.
AIME : 66, 67, 68.
Aire de sédimentation (déplacement de l'—) : 33.
Alanine : 35.
[ALASKA] : 106.
Albien (— des Pyrénées) : 35.
Allobrogiennne (phase —) : 39, 133.
Allochtonie : 62, 63.
Allotropique (transformation —) : 116.
Alveoles (de cokéfaction) : 107, 108, P XV à XIX.
Andésite : 139.
(de Guillestre) : 36, 40.
Anisotropie (du vitrain) : 60, 61.
Anthracite (grès à —) : 17, 24, 31.
Anthracitisation : 34, 60, 61, 63, 65, 106, 116, 117.
ANZIN (veine Saint-Georges d'—) : 35.
AQUILA (Rochers de l'—) : 128, 130, 131, 241, 252, 253, 261.
ARBRE BE (quartier minier de l'—) : 158.
ARC (vallée de l'—) : 13.
[ARDENNE] (Dévonien de l'—) : 24.
AREAS (concession de l'—) : 78, 79, 197.
ARECHES : 133.
ARGENTIÈRE (l'—) : 13, 15, 31, 36, 37, 38, 77, 79, 141.
Arkoses (du Massif Central) : 24.
ARMAILLÈRE (accident transverse de l'—) : 123.
[ARTOIS] (failles épicrotécées de l'—) : 135.
Asterocalamites : 221.
Asturienne (phase) : 33, 133.
AUPETTES (falaise des —) : 244, 246.
AUPON (l'—) : 228.
Autochtonie : 62, 63.
Autunien : 46.
Autuno-stéphanien : 40, 46, 134.
AVALANCHE (concession de l'—) : 78, 79, 88, 176, 177.

- AYES (vallée des —, Bois des —) : 32, 37, 97, 122, 158, 160, 162.
 (quartier minier des —) : P IX.
 (anticlinal des —) : 122, 124, 129, 158, 160, 162.
- BALDAS ou BALDASSARE (Pointe —) : 257.
 BALME (quartier minier de la —) : 209.
 BANCHET (bande de —) : 129, 259.
 (mine de —) : 35, 91, 98, 130, 259, 262, 263, P XIII.
- bancs carbonatés** : voir calcaires.
 BANC DE LA SALLE (concession de —) : 78, 79, 192.
 [BARDONNECHIA] : 257.
- bariolées** (assises —) : 40, 46, 47.
 BARNÉOUD VINCENT (galerie —) : 153.
 BARTEAUX (col de —) : 190, 191.
- basaltes** : 106.
 [BASSE SILÉSIE] : 106.
- BAUDE (crête de —) : 130, 225.
 (anticlinal de —) : 127, 128, 241.
- BEAUME NOIRE (col de la —) : 239.
 (ravin de la —) : 237, 239.
- BÉLETIS : 262.
 BELLEDONNE : 115.
 BELLEVUE (zone de —) : 46.
- BENOITE (crête de la —) : 30, 96, 199, 200, 203.
 (anticlinal de la —) : 125, 126, 129.
 (assise de la —) : 30.
 (mine et concession de la —) : 76, 78, 79, 80, 81, 91, 103, 104, 115, 125, 130, 194, 198, 199, 200, 201, P II, VII, XXIII, XXIV.
- BERGERIE (la —) : 185.
 BEZ (le —) : 181.
- BIRON (lac —) : 42.
- bitumineuses** (houilles —) : 65.
- BLANC (Lac —, Eperon du Lac —) : 129, 245.
 « **blancheurs** » : 68.
- [BLANZY-CREUSOT] (bassin houiller de —) : 46, 135.
- blocaux** (argile à —) : 73.
- Bogenstruktur** : 80, P IV.
- bois silicifiés** : 40.
- BOIS DES BANS (synclinal du —) : 123, 151, 152, 153.
- BOREL OLLAGNIER (galerie —) : 61, P VIII.
 BOREL PANCRACE (galerie —) : P XX.
- BOUCHARD (galerie —) : 194, P X.
 BOUCHIER (Le —, concession du —) : 77, 79, 122, 168.
- BOUFFARD (ravin du —) : 39, 140.
- BRIANÇON (cimetièrre de —) : 32.
 BRIANÇONNAIS oriental : 22.
- [BRISTOL] (bassin houiller de —) : 52.
- BRUNE (ravin, vallon de —) : 131, 254, 255.
- BRUNET LAURENT (galerie —) : P XXI.
- BRUYÈRE (Pic de la —) : 206, 211.
 (vallon de la —) : 29, 125.
- BUFFÈRE (col de —) : 223, 224.
 (vallon de —) : 223.
 (ravin du Gros Rif de —) : 194.
- CABANE (quartier minier de la —) : 205.
 voir aussi quartier minier du Petit Rif.
- Calcaires** (dans le Houiller) : voir : carbonatés.
 (dans le Permien) : 41, 46, 47.
 (oolithiques) : 42.
- [CALIFORNIE] (anthracites de —) : 57.
 [CANADA] : 65.
- carbonatés** (bancs — dans le Houiller) : 27, 36, 255.
- carbonisation** : 34.
- « **carbonite** » : 106.
- cargneules** : 119.
- CARLE (ravin du Ruisseau —) : 88, 95.
- [CARNIQUES] (Alpes —) : 48.
- CASSE BLANCHE (anticlinal de —) : 127, 130.
 (crête de —) : 130, 216, 218, 219.
 (vallon de la —) : 30, 218.
- CASSET (le —) : 205.
- CASSILLE (Tête de la —) : 39, 206.
- catalyseurs** (de cristallisation) : 116.
- CÉE BASSE : 90, 218, 234.
- CÉE HAUTE : 90, 93, 96, 97, 115, 215, 217, 218, 229, 231.
- cedres** (teneur en —) : 56, 57, 67, 68, 106, 107, 113.
- centre éruptif** : 96, 97, 98, 215.
- CERCES (Massif des —) : 127, 128, 130, 131, 218.
- CERVIERES (torrent de —) : 32, 163.
- CHABAS (concession du —) : 77, 79, 175.
- CHAMANDRIN (anticlinal de —) : 123.
 (concession de —) : 29, 77, 79, 123, 171.

- CHAMEANT : 86, 192, 193.
 (concession de —) : 78, 79, 193.
 (paquets glissés de —) : 126.
- CHANTELOUBE : 31, 39, 69, 77, 79, 141.
- CHANTEMERLE : 101, 103, 177, 187.
- CHAPELLE SAINT OURS (anticlinal de la —) : 122.
- Charbon** (analyses de —) : 56.
- CHARDONNET (Col du —) : 93, 96, 114, 203, 205, 229, 234.
 (concession de plombagine du —) : 78, 90, 111, 112, 206, 229.
 (crête du —) : 231, 232, 233, P XXVI, XXVII, XXVIII.
 (graphitoïde du —) : 35, 111, 113, 114, 229, P XXIX.
 (région du —) : 30, 31, 35, 75, 85, 90, 96, 111, 112, 115, 117, 204, 205, 206, 209, 229, 231.
 (Roche du —) : 128, 129, 131, 252, 253, 254, 261.
 (torrent du —) : 131, 218.
 (vallon du —) : 126, 202, 216, 217, 218.
- CHARMETTE (crête de la —) : 243.
- CHATELARD (anticlinal du —) : 122.
 (lac du —) : 130, 245.
 (Rocher du —) : 96, 169. (— in Prorel).
 (Rocher du —) : 123. (— in Clarée).
 (ruisseau du —) : 247.
- CHATELLARD (crête du —) : 30, 126, 127, 130, 202, 215, 216, 218.
- CHEMIN DE RONDE : P XXV.
- CHEVAL BLANC (Rocher du —) : voir ROCCA BOUSSORT.
- Chevauchement** (sur le Sud-briançonnais) : 119, 124, 129, 181, 185, 208.
- CHIEN (Tête du —) : 262.
- CIBIÈRES (col des —) : 126.
- CIMETIÈRE DE BRIANÇON : 162, 163.
- CLAPEYTO (Chalets de —) : 122, 162.
- CLOS (Rocher du —) : 162.
- CLOS D'ANE (quartier minier du —) : 210, 211.
- CLOS DE L'ANE (quartier minier du —) : 155.
- CLOS DE L'ECHARANTE (quartier minier du —) : 155, 158, 159.
- CLOT (sondage du —) : 124, 162.
- CLOT DE LA FONTAINE (quartier minier du —) : 158.
- CLOT LA RAMA : 70.
- coke** (naturel) : 64, 71, 72, 106, 108, 114, 115, P XV à ,XXVIII.
- cokéfaction** : 72, 106, 108, 117.
- COLLET (le —) : 47.
- COLLET (quartier minier du —) : 155, 158.
- collongite** : 56.
- COLOMBAN (galerie —) : 158.
- [COLORADO] : 106.
- COMBARINE (anticlinal de —) : 123.
 (mine de la —, concession de la —) : 61, 71, 77, 79, 80, 123, 130, 165, 170, 171, 172, P IV, V.
- [COMMENTRY] : 106.
- CONDAMINE (massif de la —) : 169.
- [CONEMAUGH] (série de —) : 54.
- conglomérat** (de Holz) : 33.
 (houillers) : 25, 31, 37, 124.
 (de piedmont) : 32.
 (polygéniques) : 32, 40, 133, 254.
 (de Rochachille) : 44.
 (stériles de Roche Château, du Granon, etc) : 32, 37, 40, 160, 162, 190, 220, 221, 222, 243, 254, 261.
 (du Verrucano) : 31, 36, 38, 39, 254, 261.
 (galets des — houillers) : 25, 133, 160.
- CORDIER (galerie —) : 71, 72, 109, P XV à XIX.
- cornées** (roches —) : 25.
- Corynepteris anqustissima* : 251.
- COSTE ROUSSE (anticlinal de —) : 122.
 (ravin de —) : 37.
- COTE OLIVIERE (concession de —) : 77, 79, 142.
- COTE PÉALLAS (concession de plombagine de —) : 78, 111, 112, 116, 165, 179.
- COURCHEVEL (assise de —) : 32, 33, 134, 261.
- COUYRES (concession des —) : 78, 79, 189.
- « **crasse** » (de quartz) : 68.
- « **cristallisé** » : 56.
- cristallites** (de graphite) : 60, 108, 114, 116, P XIX, XXVIII.
- CRISTOL (crête de —) : 130, 191.
 (lac de —) : 222.
 (ravin de —) : 222, 223.
 (col de —) : 95.
- crochons** : 71.
- CROIX DE LA GARDIOLE (synclinal de la —) : 127.
- CROIX SAINT ALEXIS (quartier minier de la —) : 200.

crypturbation : 73.
CUCUMELLE : 181, 182.
CUGLION (ravin de —) : 179.
CULA (crête de la —) : 94, 97, 247, 248, 250.
 (montagne de la —) : 90, P XIV.
 (ravin de la —, vallon de la —) : 26, 64, 89, 248, 249.
 (échantillon témoin de la —) : 64, 117, P II.
cuticules : 60, 65, P III.

DAME (vallon de la —) : 264.
Debye-Scherrer (diagrammes —) : 113, 114.
déformations (et étirement des fossiles) : 27, 52, 53.
désertiques (faciès —) : 40, 46.
DIABLE (crête du —) : 202, 226.
diorite (du Chardonnet) : 85, 90, 93, 96, 97, 115, 116, 117, 218, 229, 231, 234, P XIII.
discordance angulaire : 38, 39, 41, 44, 148, 149, 238.
 de base : 21, 22.
 cartographique (ou de « mapping ») : 33, 38, 40, 238.
 hercynienne (divers sens de —) : 132.
 du Néopermien : 37, 38, 133.
 du Néopermien de Rochachille : 44, 238.
 du Stéphanien : 33, 238.
 du Verrucano : 37, 38 (voir aussi — du Néopermien).
disjonction polyédrique : 106, 107.
[DJERADA] (bassin houiller de —) : 35.
dolérites : 106.
[DONETZ] : 106.
DOUSSANE (Rocher de la —) : 192.
DRAYE (quartier minier de la —) : 171.
dykes : 84, 92, 101, 106.

éboulis (pseudo —) : 25.
ECHAILLON (crête de l' —) : 96, 223.
ECHARANTE (quartier minier de l' —) : P IX.
ECHERENNE — concession de l' —) : 78, 79.
éclis (schistes à —) : 24.
EDUITS (chalets des —) : 176.
 (mine et concession des —) : 76, 78, 79, 80, 88, 95, 103, 109, 124, 165, 176, 178, P XI.
ENCOCHETTE (Rochers de l' —) : 28, 254.
ENCOMBRES (col des —) : 17.
ENTRAIGUES : 69, 134.
ENVERS (quartier minier de l' —) : 170.

épigénéisation en séricite : 24, 34.
« éponge » (de roche éruptive et de charbon) : 102, 104.
« escaillage » (de schistes charbonneux) : 65, 67, 68.
Estheria simoni : 27, 31, 33, 50, 51, 53, 54, 251, 254, P I.
Estheria tenella : 53.
étirement (des schistes) : 27.
étoilées (structures —) : 60, P IV.
EYCHAUDA (vallée de l' —) : 179.
EYRETTE (accident transversal de l' —) : 123.

[FARRINGTON] (séries de —) : 52, 54.
filons-couches : voir sills.
filons (de roches éruptives non interstratifiées) : 94, 97, 246, 247, 248, 251.
filon transversal de quartz : 253, 255.
flambantes (houilles —) : 63.
fluidale (structure —) : 90.
Flysch : 27, 116, 142, 143, 179, 181, 182.
FONDERIE (pont de la —) : 262.
FONTAINE DU CORBEAU (quartier minier de la —) : 92, 104, 155, 158.
FONTAINE LOMBARDE (concession de —) : 78, 79.
FONTASTIER (concession de —) : 78, 79, 189.
FOSSA (torrent du —) : 170.
 (quartier minier du —) : 170.
 (quartier minier du ravin du —) : 171.
FOURNEAUX : 132.
FOURNEL (concession du —) : 77, 79, 142.
 (torrent du —) : 142.
franco-belge (bassin houiller —) : 24, 30, 34, 49, 51, 55, 57, 63, 65, 69, 83, 133, 135.
FRÉJUS (concession de plombagine de —) : 78, 111, 112, 116, 165, 181, 183.
 (hameau de —, torrent de —) : 181.
 (ruisseau du Loup de —) : 182.
FRENEY : 132.
FREYSSINET : 194, 197.
« frites » : 23, 24, 224, 244, 246.
« fumées » : 73, 75.
fusain : 59, 60, 62, 65, P IV, V, VI.

GADJORS (concession des —) : 78, 79, 206, 208, 211.
 (quartier minier des —) : 210, 211.

GAGNIARE (concession de —) : 70, 77, 79, 123, 170, 171.
GAILLARD (galerie — de Puy Saint-André) : P IV.
galets (dans le Carbonifère) : 133, 134.
 (dans le Verrucano) : 43, 47.
 de schistes houillers remaniés (dans le Carbonifère) : 25, 133.
 (dans les conglomérats du Verrucano) : 28, 243.
 (dans les quartzites werféniens) : 243.
 de calcaires et dolomies : 43.
 dans un filon de roche éruptive : 94, P XIV.
 du Néopermien de Rochachille : 42, 44.
[GALLES] (Pays de —) : 106.
[GARD] (bassin houiller du —) : 32, 52, 57.
GARDÉOLLES (concession des —) : 31, 32, 78, 79, 84, 85, 86, 88, 95, 97, 102, 126, 131, 177, 187, 188, 189, P XIII, XXII.
GARDIOLES (crête des —) : 32, 126, 241, 243, 245, 247, 248, 249.
 (vallon des —) : 98, 126, 131, 247, 248.
GARDIOLE (Croix de la —) : 30, 126, 127, 220, 221, 222.
GAUDISSERTS (concession des —) : 78, 79, 178.
« gazon » : 56, 103.
Gefügebstandsteile : 59.
gélification : 60, P VII.
GENÉBRÉA (torrent de —) : 264.
glissement des épontes : 69.
GRAN TEMPESTA : 241, 250, 252.
GRAND ARÉA : 15, 124, 125, 126, 130, 191, 193, 224.
 (synclinal triasique du —) : 125, 127, 131, 191, 219.
GRAND' COMBE (quartier minier de la —) : 153, 158.
GRAND CREUZÈNE (quartier minier du —) : 194.
GRAND GALIBIER (massif du —) : 131.
GRAND MEYRET (crête du —) : 32, 190.
GRAND PARADIS : 134.
GRAND VALLON (concession du —) : 78, 79, 203, 204.
 (crête du —) : 30, 93, 98, 202, 203.
 (montagne du —) : 202, 203, 204.
GRAND VILLARD (anticlinorium du —) : 123.
 (concession du —) : 72, 77, 79, 82, 83, 92, 104, 124, 155, 158, 162, P II, IX, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI.
GRANDE CIME : 29, 32, 38.
 (crête de —) : 221.
GRANDE COUCHE (de l'Olivier) : 155, 159.
GRANDE MANCHE : 124.
 (synclinal de la —) : 125, 127, 129, 130, 131, 202, 215, 219, 226.
GRANDE MINE (de Combarine = Couche IV) : 171, 172.
GRANDES ROUSSES : 115.
GRANGES (les —) : 64, 114.
Granite (du Pelvoux) : 133, 134.
 (du Plan de Phazy) : 22.
 (galets de —) : 25, 43, 134.
granodiorite : 96.
GRANON (col du —, région du —) : 31, 32, 37, 38, 97, 126, 190, 191, 219, 243.
 (crête du —) : 126, 128, 189.
 (route du col du —) : 86, 102, 188.
graphite : 35, 63, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 180, 181, 182.
graphitisation (taux de —) : 115.
graphitisation : 34, 106, 113, 115.
graphitique (organisation —) : 114, 115, 116, 117.
graphitoïde : 78, 101, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 179, 181, P XXIX.
grasses (houilles —) : 63, 65.
grenzfacies : 85.
grès à anthracite : 17, 24.
grès bigarrés : 36.
 diaclasés : 24.
 marins : 24.
 de la zone externe : 24.
 westphaliens : 24.
grisou : 61, P V.
GROS RIF (ravin du — de Peyre Eyraute) : 153, 158.
 (quartier minier du —) : 158, 159.
GROS RIOU (ravin du —) : 37.
GROS RIOU DE PRELLES (anticlinal du —) : 122.
grumeaux (charbonneux dans la roche éruptive) : 101, 107, P XX, XXI, XXV, XXVII.
GUE (ravin du —) : 237, 239.
GUEYTA (crête du —) : 243, 244.
 (col du —) : 130.

GUILLESTRE (andésite de —) : 36.
 gypses (du Trias) 119.

HAUTECOUR : 22.
hématite : 130, 263.
 HERBIERS (vallée des —) : 129, 265.
 HERMETTÈRE : 149, 151.
 HERPIE (mine de l' —) : 115, 133.
Hilt (loi de —) : 63.
Holz (conglomérat de —) : 33.
Hymenophyllites : 203.
hypo-abyssiques (roches —) : 85, 90.

[ILLINOIS] (bassin houiller de l' —) : 52.
 INFERNET (lambeau houiller de l' —) : 128, 132, 228.
 (pseudo ravin de l' —) : 131, 228.
 [INDE] : 106.
intra-tellurique (différenciation —) : 85.
invasions marines : 30.
 ISÈRE : 13.
isofalie (point d' —) : 97.

JEAN REY (Pic de —) : 145.
 « joints » : 66.

Kohlenschweif : 73.

Laccolites : 84, 98, 99, 101, 106, 115, 123.
 LACOU (chalets de —) : 24.
lacune stratigraphique : 38.
 Lamellibranches : 54.
 LA MURE : 115, 133.
 LARAMON (Lac —) : 247.
 LAUS (Rochers du —) : 36, 39, 41, 44, 237, 239.
 (vallon du —, ravin du —) : 254, 255.
 (haut vallon du —) : 237.
 LAUZET : 205, 229.
 (montagne du —) : 204.
 LAVAL (chalets de —) : 226, 228.
laves : 106, 108.
 LAVOIR, LAVOIRE (Lac —) : voir LAVORA.
 LAVORA (Lac —) : 257, 260.
Leaia baentschi : 52.
Leaia tricarinata : 27, 31, 33, 49, 50, 51, 54, 251, 254, P I.
Lepidophloios laricinius : 224.
ligneuses (structures —) : 59.

limniques (bassins — du Massif Central) : 24, 33.
liparite : 34, 36, 39.
 (galets de — dans les conglomérats du Carbonifère) 221.
Lonchopteris rugosa : 30.
 LONG (Lac —) : 51, 245, 251, 254.
 LONGET (Pic du —) : 25, 29, 32, 33, 127, 221, 222.
 (Crête transversale du Pic du —) : 34, 220, 221.
 LORIOL (chalets de —) : 90.
 LOUP (ravin du —) : 89, 96, 99, 100, 101, 115, 123, 170, 171.
lubréfiant (dans la tectonique) : 119, 120.
 LUCILE (veine —) : 158.

Macéraux : 59.
 MADELEINE (assise de la —) : 30, 40.
 (col de la —) : 49, 50, 51, 238, 254.
 (crête de la —) : 131, 255.
 (vallon, ravin de la —) : 31, 225.
magma (éruptif profond, — monzonitique) : 85, 86, 96, 97, 98.
 MALACOMBE (quartier minier de —) : 191, 192.
 MALDINA (ravin de la ferme de —) : 158.
Malm : 40.
Marbres en plaquettes : 116, 119, 142, 145, 179, 181, 182, 219.
marins (dépôts —) : 47.
Mariopteris acuta : 29, 30, 33, 193, 194, 200, 203, 208, 218.
Mariopteris grandepinnata : 204, 249.
Mariopteris laciniata : 29, 33, 220.
Mariopteris muricata : 30, 220.
Mariopteris sp. : 251.
 [MAROC] (Westphalien du —) : 52.
 MAS DU CROS (quartier minier du —) : 175.
 [MASSIF CENTRAL] (bassins houillers du —) : 24, 33, 134, 135.
Massif central briançonnais : 18.
 MAURIENNE : 13, 32, 33, 50, 66, 98, 129, 132, 224, 253, 259, 265.
mécanique (comportement — des terrains) : 119.
mélaphyres : 106.
 MÉLÉZEIN (synclinal du —) : 122, 124, 125.
 MERCANTOUR : 134.

Mésogée (mer —) : 30, 48.
 [MESSEIX] : 106.
métamorphisme : 34, 106, 111, 114, 115, 117, 163.
 de contact : 35, 115, 117.
 régional : 34, 35, 117.
microdiorites : 72, 85, 89, 91, 92, 96, 97, 100, 101, 116, 117, 133, 139, 151, 169, 170, 171, 198, 200, 201, 202, 203, 217, 218, 224, 226, 246, 247, 248, 250, 251.
microgranites : 85, 86, 88, 92, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 105, 176, 177, 188, 189, 192, 210, 223, P II, XIII.
 (galets de —) : 43.
microlithique (structure —) : 89, 90.
microsyénites : 85, 89, 92.
migmatites (du SAPEY) : 134.
migration (de la houille et laminage différentiel) : 65, 66, 73, 105, 109, 116, P XVII, XVIII, XIX, XXIII, XXIV, XXV.
migrations filoniennes : 70.
 laminaires : 70.
 turbulentes : 70.
 MILLIA (Combe de —) : 262.
Mixoneura flexuosa : 33.
 MODANE (houiller de —) : 98, 163, 259.
 (Verrucano de —) : 36.
 [MOLIÈRES] (anthracites de —) : 34.
mollassiques (charbons —) : 66, 73.
 « molle » : 56, 57, 61, 62, 66, 68, 71, 72, 100, 103, 104, 109, 112, 113, 150, P II, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII.
 MONÉTIER (anticlinal du —) : 125.
 MONÉTIER-LES-BAINS : 97, 103, 125, 197, 203, 204, 224.
 MONT BLANC : 134.
 MONTBRISON (houiller du massif de —) : 122.
 MONTDAUPHIN-GUILLESTRE : 139.
monzonite : 85, 96.
 MOULETTE (ravin de la —) : 31, 38, 197.
 MOULINIÈRE (Pic de la —) : 125, 212.
 MOUME (crête de —) : 27, 32, 241, 243, 244, 245, 247.
 (éperon E de —) : 129, 244, 245.
 MUANDES (col des —) : 131, 252, 253.
 (crête des —) : 51, 89, 94, 128, 249, 250, 251, P. II, XIV.
 (vallon des —) 251, 254.

MULATIÈRE (Pointe —) : 262.
mylonite (de charbon, mylonitisation), 56, 59, 61, 67, 108, 113, 116, P II.
 (voir aussi : « molle »).

NAMURIEN : 29, 33, 34, 125, 126, 128, 132, 133, 203, 220, 221.
 NÉO-PERMIEN : 35, 42, 46, 133, 237, 240, 264.
Neuropteris linquaefolia : 31, 33, 54, 140, 141, 145, 151, 174, 188, 197, 198, 210, 216, 225, 251.
Neuropteris obliqua : 33, 220, 253.
Neuropteris schlehani : 29, 30, 33, 193, 194, 200, 215, 221, 225.
Neuropteris sp. : 30.
 NÉVACHE (col de —) : 49, 97, 128, 252, 254.
 (Pointe de —) : 40, 50, 128, 254.
 « noireux » : 69.
 [NORD ET PAS-DE-CALAIS (bassin houiller du —) : voir à franco-belge.
 NOTRE-DAME DES NEIGES (falaise de —) : 28, 124, 174.
 NOTRE-DAME DE VAUX : 68.
 [NOUVELLE ECOSSE] (bassin houiller de —) : 52.
 [NOUVELLE ZÉLANDE] : 106.

OLIVIER (quartier minier de l' —) : 72, 104, 105, 124, 155, 159, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI.
 [ORANAIS] (bassins houillers du Sud —) : 52.
 ORIOU-DE-QUEYRIÈRES (chalets de l' —) : 148.
 ORIOU SAINTE-MARGUERITE (chalets de l' —) : 148.
 [OTTWEILER] (série d' —) : 33, 46.
 OULE (col de l' —) : 190.
 (crête de l' —) : 96.
 (vallée de l' —, lac de l' —) : 220, 221, 222.
 OURS (bois de l' —) : 32, 185.
palatine (phase —) : 39.
paraliques (bassins —) : 30.
 PARIA (Rochers de la —) : 243.
 PASCALON (Cabane de —) : 255.
 PASQUIER (anticlinal de —) : 128.
 (assise de —) : 29.
 (crête de —) : 29, 32, 33, 38, 219, 220.
Pecopteris aspera : 29, 33, 220, 221.

- Pecopteris pennaeformis* : 30, 33, 194, 204, 224, 249.
Pecopteris plumosa dentata : 29, 33, 176, 188, 249.
 PELVOUX (massif cristallin du —) : 27, 133, 134.
pénéplaine « hercynienne » : 132.
 [PENNSYLVANIE] : 54, 63.
peranthracites : 56.
Permien : 36, 37, 40, 130, 211, 212.
permienne (faille — de Perrecy) : 135.
Permo-houiller (métamorphique de la Vanoise) : 132.
Permo-Trias (sens. Néopermien) : 133.
 PERRECY : 135.
 PERVON (concession du —) : 78, 79, 205.
 (ravin du —) : 205.
 PETIT CŒUR : 17.
 PETIT PUY (crête du —) : 158.
 (synclinal du —) : 122.
 PETIT RIF (quartier minier du —) : 155, 158.
 PETITES CHALANCHES (quartier minier des —) : 209, 210.
 PEYRE-EYRAUTE (Pic de —) : 145.
 PEYROLLES (crête de —) : 185, 189.
 PEYRON (col du —) : 264, 265.
 (lac du —, vallon du —) : 264.
 PEYTAVIN (torrent du —) : 88, 95, 101.
phtanites : 40, 44.
 PICCOLA TEMPESTA : 250.
 PIC DE LA BRUYÈRE (vallon du —) : 206, 208.
 [PIÉMONT] (schistes lustrés du —) : 18.
 PIERREFEU : 123.
 PIERRE GROSSE (concession de —) : 67, 78, 79, 81, 91, 96, 194, 197, P X.
 PINÉE (la —) : 185.
 PINET (concession du —) : 77, 79, 175.
 PIOLIER (Rocher du —) : 122.
 (synclinal du —) : 122, 169.
 PISSINE (Pointe de la —) : 254.
pistes de vers : 54, 225.
 PLAINE SAINT-PANCRACE (concession et mine de —) : 77, 79, 124, 162.
plasticité (de la houille) : 65, 66.
plombagine : 78, 180, 183.
 PONSARD (assise du —) : 46.
 PONSONNIÈRE (col de la —) : 30, 31, 38, 46.
 (crête de la —) : 130, 185, 211.
 (montagne de la —) : 211.
 PONT BALDY (coupe du —) : 163.
 PONT CARLE : 176.
porphyre dioritique : 84.
 euritique : 84, 86.
 massif : 36.
porphyrite : 36.
 PRAIRA (concession du —) : 77, 79, 174.
 PRAMOREL (concession de —) : 77, 79, 175.
prasinites : 134.
 PRELLES : 37, 84, 150, 160.
 (anticlinal de —) : 122.
 (concession de —) : 77, 79, 122, 165, 169.
priabonien (lignite) : 66.
 PRIVÉ : voir Rochers de Privé.
 PROREL (brèche du —) : 38.
 (bois du —) : 165.
 (paquet de Jurassique glissé du —) : 193.
provinces paléobotaniques : 134.
 PUSSENOT (Pointe —) : 44, 238, 239.
 PUY CHALVIN : 29.
 (paquet de Marbres en plaquettes de —) : 193.
 PUY-CHEVALIER : 202.
 PUY-DU-CROS (synclinal du —) : 31, 125, 197.
 (concession du —) : 78, 79, 97, 197, 200.
 PUY-FREYSSINET (concession du —) : 78, 79, 80, 125, 194.
 PUY-IZOARD (concession de —) : 78, 79, 188.
 PUY-JAUMARD : 198.
 PUY-RICHARD : 174.
 (sondage de —) : 123, 124.
 PUY-SAINT-ANDRÉ : 29, 84, 85, 89, 96, 101, 123, 165, 170.
 (anticlinal de —) : 123.
 (concession de —) : 77, 78, 79, 115, 165, 170, 171, P IV.
 (zone synclinale de —) : 124.
 PUY-SAINT-PIERRE : 25, 28, 29, 124, 174, 175.
 (concession et mine de —) : 77, 79, 175.
 (zone synclinale de —) : 125.
quartz roses : 34, 36, 39, 41.
« queue » (de charbon) : 70, 72, 83, 201.
 QUEYRAS : 122, 162.
 QUEYRELLIN (chalets du —) : 88, 89, 131, 229.
 (crête du —) : 124, 129, 218.
 (lac du —) : 234.
 (synclinal du —) : 125, 128, 131, 215, 219.

- QUEYRIÈRES : 145.
 (ravin de —) : 31, 37, 38, 125, 145, 148.
 (quartier minier de —) : 145, 148.
 (quartier minier du ravin de —) : 149.
 voir aussi SAINT-MARTIN-DE-QUEYRIÈRES.
radiocristallographie : 113, 115, 117.
 RAMBERT (Eperon de —) : 34, 38, 96, 224, 225.
 RAME (la —) : 77, 79, 150.
 RAMBRAN (chalets de —) : 179.
 RAISIN (col du —) : 125, 203, 204.
 (crête du —) : 202, 216.
 REGUINIER (ravin du —) : 37, 185.
renversées (veines —) : 29, 190, 205, 223.
renversement (sur le Mésozoïque du Briançonnais oriental) : 126, 128, 129, 185, 190, 219, 223.
 RÉOTIER (lambeau houiller de —) : 13, 15, 22, 139.
reticulum (cristallin dans les cokes) : 107.
rhodopast : 58.
rhyolites : 88, 134.
 RICHARDES (quartier minier des —) : 171.
 RIF (vallon du torrent du —) : 206, 210.
 RIF CLARET (quartier minier du —) : 171.
 RIF POULIN (anticlinal du —) : 158.
 (quartier minier du —) : 155, 158, 159.
 RIOU DE L'UBAC (ravin du —) : 145.
 RIOU SEC : 249.
 [RIVE DE GIER] (assise de —) : 52.
 ROCCA BOUSSORT : 129, 259, 264, 265.
 ROCHACHILLE (assise de —) : 41, 42, 46, 237, 238, 239.
 (massif de —) : 40, 46, 237, P XXX.
 (Pointe de —) : 41, 46, 240.
 ROCHASSON (concession du —) : 77, 79, 175.
 (quartier minier du —) : 151.
 ROCHE BARON : 37, 97.
 (concession de —) : 77, 79, 148.
 (synclinal de —) : 122, 131, 145, 148, 150, 169.
 ROCHE CHATEAU : 32, 33, 38, 39, 40, 50, 134, 237, 253.
 (assise de —) : 40, 46, 238, 254, 255.
 ROCHE COLOMBE (Pic de —) : 208, 212.
 (concession de —) : 78, 79, 208, 212.
 ROCHE COURBE : 125.
 ROCHEMOTTE (crête de —) : 151, 152.
 ROCHE NOIRE (crête du col de —) : 96, 127, 129, 202, 204, 218.
 ROCHE PESSA (anticlinal de —) : 123.
 (concession de —) : 77, 79, 123, 174.
 ROCHER BLANC (et crête du —) : 129, 243, 245, 246, 260.
 ROCHER GAFFOUILLE : 163.
 ROCHER NOIR : 176.
 (torrent du —) : 193.
 ROCHER DES PANASSES (quartier minier du —) : 155, 159.
 ROCHERS DU LAUS : voir LAUS.
 (synclinal néopermien des —) : 239.
 ROCHERS DE PRIVÉ : 61, 114, 126, 199, 203, 205, 215, 217, P III, XXVI.
 ROCHERS DE LA TEMPÊTE : voir à TEMPÊTE.
 [ROCHEUSES] (montagnes —) : 65.
 ROCHILLES : 212.
 (crête des —) : 44, 237, 239.
 ROND (lac —) : 251.
Rhodea : 29, 33, 220.
 ROUGE (lac —) : 228.
rubéfaction : 37.
 (secondaire) : 190.
 RUINE (quartier minier de la —) : 155, 158.
 RUITOR : 22, 134.
saalienne (phase —) : 39, 133, 134, 135.
 SACHAS : 96.
 (torrent de —) : 123, 165, 168, 169.
 SAGNE (ravin de la —) : 123, 171, 172.
 SAGNE LONGUE (quartier minier de —) : 155.
sagnes : 223.
 SAINT-BERNARD (col du Petit —) : 13.
 SAINT-CHAFFREY : 124, 188.
 (anticlinal de —) : 124, 125, 127.
 SAINT-CRÉPIN : 13, 15, 55, 140.
 SAINTE-ANNE (Travers-Bancs —) : 142.
 SAINTE-ELIZABETH (Croix de —) : 198, 199.
 (croupe de —) : 96, 129, 198, 202.
 (ravin de —) : 185.
 SAINT-ETIENNE : 46.
 SAINTE-MARGUERITE : 145.
 SAINT-JACQUES (anticlinorium de Saint-Jean, —, etc) : 123.

- SAINT-JACQUES (concession et mine de —) : 62, 77, 79, 80, 82, 151, 152, 153, 158, 162, P VI, VIII.
 (ruisseau de —) : 89, 249, 250.
 SAINT-JEAN (anticlinorium de —, etc) : 123.
 (concession et mine de —) : 62, 77, 79, 82, 151, 152, 153, 158, 162, p VI, VIII.
 SAINT-MARTIN-DE-QUEYRIÈRES : 145, 149.
 (anticlinal de —) : 122, 125, 168.
 (concession de —) : 77, 79, 97, 122, 148.
 SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE (houiller de —) : 98, 132.
 SAINT-SÉBASTIEN (torrent de —) : 131, 149, 150.
 LA SALLE : 86, 124.
 (concession de —) : 78, 79, 192.
 (torrent de —) : 86, 95, 192, 195, P XIII, XXII.
 SAPEY (migmatites du —) : 35, 135.
 [SARRO-LORRAIN] (bassin —) : 33, 36, 46, 52, 55, 63, 65, 83, 106.
 SARRELOUIS (assise de —) : 52.
 Saxonien : 36, 46.
 « schistes blancs » : 104.
 schistes bitumineux : 51.
 carbonatés : 51.
 cristallins : 21, 22, 38.
 schistosité : 23, 116.
 schistosité secondaire, oblique : 24, 40, 224, 246, 249, 251, 252, 260, 261, 263.
 Schneiderhoen (résine de —) : 58.
 sédimentation houillère : 30.
 sédunite : 56.
 ségalaunienne (phase —) : 133, 134.
 SENTIER DES CHASSEURS : 203, 204.
 sérécite : 24, 34, 36, 244, 245, 263, 264.
 séréciteux (grès —) : 36, 163.
 SEROUS (massif des —, Petit —, Grand —) : 264.
 SERPENT (lac du —) : 247.
 SERRE DES AIGLES : 185.
 SERRE BARBIN : 86.
 SERRE CHEVALIER : 181.
 SETAZ (massif des —) : 46.
 [SIBÉRIE] (Westphalien de —) : 52.
 sidérose (filon de —) : 202, 204.
 sills : 84, 86, 88, 89, 91, 93, 98, 102, 103, 104, 106, 115, 116, 117, 200, 201, 203, 212, 215, 217, 218, 224, 226, 231, 248, 249, 250.
 SIMONDES (quartier minier des —) : 194.
 socle cristallin : 21.
 SOUCHÈRE (mine de —) : 96, P II.
 SOULIERS (concession des —) : 78, 79, 177, 178.
Sphenopteris (à formes persillées) : 203.
Sphenopteris chaerophylloïdes : 249.
Sphenopteris dubuissoni : 29.
Sphenopteris fragilis : 29, 208.
Sphenopteris hoeninghausi : 210, 249, 260.
Sphenopteris cf. ovata : 175.
Sphenopteris schatzalarensis : 175.
Sphenopteris taïtiana : 208.
Stéphanien : 20, 31, 32, 33, 38, 40, 46, 97, 128, 132, 133, 134, 141, 237, 261.
Stéphano-autunien : 40, 46, 134.
Stigmaria (murs de végétation à —) : 63, 100, 101, 102, 103, 174, 177, 190, 199, 202, 203, 209, 210, 218, 221, 223, 224, 226, 248, 251, 265.
Stigmaria (rubéfiés) : 221.
 sub-briançonnaise (zone —) : 116, 119, 129, 179, 181, 185, 208.
 sudète (phase —) : 133, 134.
 TARENTEISE : 13, 32, 33, 66.
 (assise de —) : 32, 224.
 TEMPÊTE (Rochers de la —) : 97, 128, 241, 245, 246, 250, 251, 259, 260, 261.
 TESTAS (synclinal de —) : 145, 148, 150.
 TÊTE DE LA CASSILLE : 125, 218, 231.
 (synclinal de la —) : 127.
 TÊTE DE GAULENT : 141.
 TÊTE DU GRAND PRÉ : 182.
 TÊTE NOIRE : 13, 125, 224.
 TERRES NOIRES (quartier minier des —) : 160.
 THABOR (glacier du —) : 264.
 (Mont —) : 25, 32, 50, 129, 253, 259, 262, 264, 265.
 (Pic du —) : 265.
 THURES (col des —, vallon des —) : 129, 259, 262.
 « tonkinois » : 56, P IV, V.
 TOUR (concession et mine de la —) : 77, 79, 124, 162.
 tourmaline (bleue de néoformation) : 35, 43, 44, 263, P XIII.
 TRAMOUILLO (col de —) : 141.
 (ravin de —) : 140.
 transgression : 33, 37.

- TRAVAIL (galerie —) : 158.
 TRAVERNETTE (torrent de la —) : 264.
 TROIS ROIS MAGES (crête des —) : 257.
 « truites » : 68, 69, 72, 83, 104, 105.
 tuf (volcanique) : 43, 47, 134.
 [VALAIS] : 13.
 valaisans (anthracites —) : 66.
 [VAL D'AOSTE] : 13.
 VAL-DES-PRÉS : 128, 132.
 VALLÉE ÉTROITE = VALLE STRETTA (col de —) : 259, 264, 265.
 VALLOIRES : 27, 64, 114, 130, 132, 185, 211, 212.
 VALLOIRETTE : 134.
 VALLON (le —, col du —, torrent du —) : 97, 129, 241, 243, 245, 246, 247, P. III.
 VALMEINIER (glacier de —) : 252.
 (Roc de —) : 87, 129, 261.
 (vallée de —) : 33, 49, 129.
 VANOISE : 132, 135.
 [VENDÉE] : 52.
 VERDAREL (concession de —) : 78, 79, 188.
 VERDEREL (torrent du —) : 126.
 (ravin du Petit —) : 185.
 VERNE (Rocher de la —) : 31, 92, 96, 101, 102, 151.
 versicolores (séries —) : 33, 34, 39, 119.
 VEYRE (Serre du —) : 129, 243.
 [VICOIGNE] (assise de —) : 260.
 VIGNETTE (quartier minier de la —) : 171.
 VILLARET (Le —) : 92, 150, 151, 152, 153.
 (concession du —) : 77, 79, 150, 151.
 (synclinal du —) : 122, 149.
 VILLARLY : 22.
 vindélicienne (chaîne) : 134, 135.
 [VIRGINIE] : 106.
 vitrain : 56, 59, 60, 65, P III, VIII, X, XI, XII.
 volatiles (teneur en matières —) : 56, 63, 64, 65, 106, 107, 108, 113.
 [VOSGES] : 36, 136.
Westphalien A : 30, 33, 38, 125, 126, 200.
Westphalien B : 30, 125, 126, 220.
Westphalien C : 30, 33, 34, 38, 40, 53, 54, 96, 97, 125, 126, 127, 140, 141, 142, 145, 149, 162, 174, 197, 215, 225, 237, 238, 251, 253, 254.
Westphalien D : 31, 33, 133.
Zeilleria moravica : 29, 208.

LISTE DES FIGURES

	Pages
FIG. 1. — Bassin houiller briançonnais	14
FIG. 2. — La bande houillère principale dans le Briançonnais	16
FIG. 3. — Coupes transversales à travers les Alpes franco-italiennes avec les nappes hypothétiques (d'après P. TERMIER, 1903)	19
FIG. 4 et 5. — Schistes « frites » crête de Gueyta (N de Névache)	23
FIG. 6. — Chalets de Lacou (N de Névache)	24
FIG. 7. — Crête des Aiguilliers (N-E de Monétier)	25
FIG. 8. — Conglomérat houiller à gros éléments. Vallon de la Cula (N de Névache) ..	26
FIG. 9. — Conglomérat houiller remaniant des schistes noirs fins, houillers (près de Névache)	26
FIG. 10. — Crête de Moume (N de Névache)	27
FIG. 11. — Rochers de l'Encochette (N de Névache)	28
FIG. 12. — Conglomérats de Roche Château	32
FIG. 13. — Affleurements de « Néopermien » feuilleté, près du lac Biron	42
FIG. 14. — Discordance du Néopermien de Rochachille	44
FIG. 15. — Echelle stratigraphique du Permocarbonifère briançonnais	46
FIG. 16. — Carte schématique des gisements à <i>Leaia tricarinata</i> et <i>Estheria simoni</i> du Carbonifère briançonnais	50
FIG. 17. — Déformation du test chez <i>Leaia tricarinata</i> M. et W. du Carbonifère briançonnais	52
FIG. 18. — Aime	66
FIG. 19. — Aime, couche 2	67
FIG. 20. — Pierre Grosse	67
FIG. 21. — Escaillage	67
FIG. 22. — Aime, couche 4	68
FIG. 23. — Notre-Dame de Vaux	68
FIG. 24. — Aime, couche 4	68
FIG. 25. — « Truite » de la Grande Couche de Chanteloube	69
FIG. 26. — Filonnets d'anhracite injectés dans un toit de grès fissuré	70
FIG. 27. — Queues dans une coupe d'exploitation — Gagniare (d'après LOCHARD)	70
FIG. 28. — Combarine. Couche 4, niveau 1 540	71

FIG. 29. — Combarine. Couche 4	71
FIG. 30. — Galerie Cordier (quartier de l'Olivier — Grand Villard)	72
FIG. 31. — « Fumées » (inspiré de Bersier)	73
FIG. 32. — Carte schématique des concessions d'anhracite du Briançonnais	79
FIG. 33. — Carte schématique des affleurements de roches éruptives du Carbonifère briançonnais	87
FIG. 34. — Contact dans le ravin du Loup	100
FIG. 35. — Détail du contact	100
FIG. 36. — Coupe schématique du Rocher de la Verne	102
FIG. 37. — Rocher des Gardéolles	102
FIG. 38. — Détail d'une poche dans le microgranite... (veine A de la mine des Eduits).	103
FIG. 39. — Coupe de la couche 10 de la Benoite	103
FIG. 40. — Inclusions de microdiorite dans le charbon de la couche 7-7 bis de la Benoite	104
FIG. 41 et 42. — Inclusions de microdiorite dans le charbon du quartier de l'Olivier.	105
FIG. 43. — Schéma d'emplacement des gîtes de « graphitoïde » concédés du Brian- çonnais	112
FIG. 44. — Métamorphisme et évolution des charbons briançonnais	117
FIG. 45, 46, 47, 48 et 49. —	Dépliant en pochette
FIG. 50. — Le lambeau houiller de Saint-Crépin	140
FIG. 51. — Le lambeau houiller de l'Argentière (depuis la rive gauche de la Durance).	141
FIG. 52. — Coupe schématique par le gisement de l'Argentière	142
FIG. 53. — Contact anormal du Houiller sur le Flysch	143
FIG. 54. — Vue d'ensemble du Massif de Peyre-Eyraute (depuis Combarine)	146
FIG. 55. — Carte schématique du Carbonifère de Peyre-Eyraute	147
FIG. 56. — Le ravin de Saint-Sébastien (vu de la route de Prelles à Villard-Meyer) ..	149
FIG. 57. — Faille transversale du ravin de Saint-Sébastien	150
FIG. 58. — Coupe du Rocher de la Verne	151
FIG. 59. — La rive gauche de la Durance à la hauteur du Villaret	152
FIG. 60. — Plan schématique des concessions de Saint-Jean et Saint-Jacques	153
FIG. 61. — Coupes transversales sériées dans les concessions de Saint-Jean, Saint- Jacques et le synclinal du bois des Bans	154
FIG. 62. — Plan schématique de la concession du Grand-Villard	155
FIG. 63. — Coupes transversales sériées dans la concession du Grand-Villard (n ^{os} 6 à 9).	156
FIG. 64. — Coupes transversales sériées dans la concession du Grand-Villard (n ^{os} 10 à 13)	157
FIG. 65. — Les couches connues dans la concession du Grand-Villard (d'après PERRINO).	159
FIG. 66. — Coupes schématiques de l'anticlinal des Ayes	161
FIG. 67. — Carte schématique du Carbonifère du Prorel	166
FIG. 68. — Coupe <i>purement schématique</i> , montrant la position probable du Houiller par rapport aux écaïlles briançonnaises à matériel secondaire et tertiaire ..	167
FIG. 69. — Coupes transversales de l'anticlinal houiller de Saint-Martin-de-Queyrières, sur la rive droite de la Durance	168
FIG. 70. — Le massif du Prorel	170
FIG. 71. — Rive gauche du ravin du Loup, contact des microdiorites	171
FIG. 72. — Coupe schématique du gisement de la Combarine	172
FIG. 73. — Affleurement renversé au-dessus de la concession du Praira	174
FIG. 74. — Le versant E du Prorel	175
FIG. 75. — Plan schématique de la concession des Eduits	176

FIG. 76. —	177
FIG. 77. — Coupe schématique par le gisement des Eduits	178
FIG. 78. — Coupe transversale schématique suivant le ravin de Cuglion	179
FIG. 79. — Le lambeau houiller de Fréjus (depuis Serre-Chevalier)	181
FIG. 80. — Carte schématique du Carbonifère sur la rive gauche de la Guisane	186
FIG. 81. — Vue d'ensemble du terrain houiller sur la rive gauche de Guisane (depuis la station de Serre-Ratier)	187
FIG. 82. — Affleurements rocheux des Gardéolles	188
FIG. 83. — Coupe de détail du Rocher des Gardéolles	189
FIG. 84. — Crête du Grand Meyret (depuis le point 2 650 à l'E du col de l'Oule)	190
FIG. 85. — Rive droite du torrent de la Salle, quartier minier de Malacombe	191
FIG. 86. — Plan schématique de la concession du Freyssinet	195
FIG. 87. — Coupe schématique : allure des couches de Freyssinet	196
FIG. 88. — La rive gauche de la Guisane à la hauteur du Monétier	197
FIG. 89. — Croupe de Sainte-Elizabeth : flanc W.	199
FIG. 90. — Versant E de la crête de la Benoite	199
FIG. 91. — Allure des couches sur le flanc S du col de Roche Noire	202
FIG. 92 et 93. — Coupes de détail relevées dans les rochers de la montagne du Vallon	203
FIG. 94. — La crête des Aiguillers (flanc SE) et l'ensemble de la « montagne » du Vallon	204
FIG. 95. — Montagne du vallon de l'Aiguillette	205
FIG. 96. — Col de l'Aiguillette du Lauzet (versant S)	206
FIG. 97. — Bordure E du vallon de la Bruyère montrant la discordance angulaire des quartzites triasiques de la Tête de Cassille sur le Carbonifère de la Cée Haute	207
FIG. 98. — Bordure W du vallon du pic de la Bruyère	208
FIG. 99. — Anciens grattages dans le quartier des Petites Chalanches (entre 2 250 et 2 270)	209
FIG. 100. — Coupe transversale par le quartier des Petites Chalanches	210
FIG. 101. — Quartier des Gadjors [B] et du Clot d'Ane [A]	211
FIG. 102. — Versant méridional de la crête de la Ponsoinière	211
FIG. 103. — Coupe schématique du massif houiller entre Guisane et Clarée	213
FIG. 104. — Carte schématique du Carbonifère sur la rive droite de la Clarée	214
FIG. 105. — Affleurements charbonneux au sommet de la crête du Châtellard	215
FIG. 106. — Schéma de l'allure des couches sur la crête du Châtellard	216
FIG. 107. — Terminaison N-E de la crête du Châtellard, flanc S-E : détail du contact Houiller Trias	216
FIG. 108. — Vallon du Chardonnet : fond S-E	217
FIG. 109. — Vallon du Chardonnet : fond N-W (depuis le point 2 650 de la crête du Chatellard)	217
FIG. 110. — Crête de Casse Blanche (versant S)	218
FIG. 111. — Vue partielle de la crête de Casse Blanche (depuis le sommet 2 820 de cette crête)	219
FIG. 112. — Flanc N de la crête de Pasquier	220
FIG. 113. — Partie inférieure du vallon de l'Oule et éperon transversal du pic du Longet (depuis le point 2 312,8 de Grande Cime)	221

FIG. 114. — La rive droite de la Clarée à la hauteur de Névache : renversement général des assises houillères sur les terrains mésozoïques du Briançonnais oriental	223
FIG. 115. — L'éperon Rambert (versant S depuis le col de Buffère)	224
FIG. 116. — Flanc S de la crête de Baude (depuis l'éperon Rambert)	225
FIG. 117. — La rive droite de la Clarée (depuis le chemin de ronde)	226
FIG. 118. — Tranchée d'exploitation paysanne dans un affleurement près des chalets de Laval	226
FIG. 119. — La rive droite de la Clarée en face des chalets de Laval	227
FIG. 120. — Vue d'ensemble du gisement de graphite du Chardonnet (depuis le point coté 2 792,5, sommet des Aiguilliers)	230
FIG. 121. — Coupe détaillée relevée le long de la crête du Chardonnet	232
FIG. 122. — Exemple de coupe de détail relevée dans les escarpements W du Chardonnet	231
FIG. 123. — Le lac du Queyrellin (2 640) et l'éperon de la Cée Basse (2 808)	234
FIG. 124. — Inclusions de grès houillers dans la Diorite de la Cée Haute	235
FIG. 125. — Carte schématique des couches bariolées du massif de Rochachille	238
FIG. 126. — Le haut vallon du Laus	237
FIG. 127. — Versant S de l'arête à l'E du col de la Beaume Noire	239
FIG. 128. — Versant S de l'arête à l'W de la pointe de Rochachille	240
FIG. 129. — Schéma du Houiller sur la rive gauche de la Clarée	241
FIG. 130. — Carte schématique du Carbonifère sur la rive gauche de la Clarée	242
FIG. 131. — Flanc S du Serre du Veyre	243
FIG. 132. — Coupe entre Moume et Gueyta	244
FIG. 133. — Eperon E de Moume (face S)	245
FIG. 134. — Crête du Rocher Blanc (flanc S, terminaison orientale)	246
FIG. 135. — Allure des couches sur le flanc S-W de la crête des Gardéoles (au S du Collet, 2 859)	248
FIG. 136. — Allure des couches vers 2 170 m au N du ruisseau de Saint-Jacques	249
FIG. 137. — Rive droite du ruisseau de Saint-Jacques à 2 150 m	250
FIG. 138. — Charnière sur le flanc S-W de Piccola Tempesta	250
FIG. 139. — Charnière sur le flanc S de Gran Tempesta	250
FIG. 140. — Flanc N du Pic 2 930,3	252
FIG. 141. — Schéma de l'allure des couches dans les rochers de l'Aquila	253
FIG. 142. — Large fond de bateau sur le flanc S des rochers de l'Encochette	254
FIG. 143. — Carte schématique du Carbonifère en Vallée Etroite	258
FIG. 144. — Bande houillère occidentale de Vallée Etroite (vue d'ensemble, depuis le point 2 300 du sentier du Thabor)	259
FIG. 145. — Flanc N de la crête du Rocher Blanc	260
FIG. 146. — Crête transversale de Roche du Chardonnet au Roc de Valmeinier	261
FIG. 147. — Plongement du Houiller noir sous les quartzites triasiques du Mont Thabor, au N de Roc de Valmeinier	262
FIG. 148. — Rive droite de Vallée Etroite : la mine de Banchet	263
FIG. 149. — Flanc N du Roc des Serous avec son soubassement houiller	264
FIG. 150. — Lambeau houiller du col du Peyron (depuis point coté 2 877)	265
FIG. 151. — Analyses de roches du Paléozoïque briançonnais	270
FIG. 152. — Analyses des charbons briançonnais	273

FIG. 153. — Tableau d'analyses et paramètres de roches éruptives du Houiller briançonnais	face 278
FIG. 154. — Tableau de comparaison avec les analyses de TERMIER	277
FIG. 155. — Tableau montrant les variations des paramètres magmatiques suivant le mode de calcul	280
FIG. 156. — Triangles caractéristiques de MICHEL LÉVY	282
FIG. 157. — Diagramme triangulaire fm — al — (alk + c)	283
FIG. 158. — Diagramme triangulaire (al + fm) — alk — c	284
FIG. 159. — Diagramme binaire FeO — Fe ₂ O ₃	284
FIG. 160. — Diagramme binaire MnO — FeO total	285
FIG. 161. — Diagramme binaire Fe(Mn)O — MgO	285
FIG. 162. — Diagramme binaire TiO ₂ — P ₂ O ₅	286
FIG. 163. — Diagramme binaire TiO ₂ — FeO total	286
FIG. 164. — Diagramme triangulaire TiO ₂ — FeO — Fe ₂ O ₃	287
FIG. 165. — Diagrammes de différenciation	287

LISTE DES PLANCHES

	Légende des planches de microphotographies	299
PLANCHE I.	— <i>Leaia tricarinata</i> MEEK et WORTHEN et <i>Estheria simoni</i> PRUVOST ..	301
Pétrographie des anthracites briançonnais		
PLANCHE II.	— Charbons divers. Ravin de la Cula	303
PLANCHE III.	— Crête des rochers de Privé à 2 680 m. Affleurement dans la montagne du Vallon	305
PLANCHE IV.	— Puy-Saint-André : « Tonkinois » de la galerie Gaillard. Combarine : « Tonkinois » de la couche IV	307
PLANCHE V.	— Combarine : couche IV (suite)	309
PLANCHE VI.	— Mines paysannes de Saint-Jean - Saint-Jacques	311
PLANCHE VII.	— Anthracite de la Benoite	313
PLANCHE VIII.	— Saint-Jean - Saint-Jacques : galerie Borel-Ollagnier	315
PLANCHE IX.	— Grand-Villard : grattage des Ayes; quartier de l'Echarante	317
PLANCHE X.	— Pierre Grosse : galerie Bouchard	319
PLANCHE XI.	— Mine des Eduits : couche A	321
PLANCHE XII.	— Encochure 2 800 à l'Est de la pointe de Névache	323
PLANCHE XIII.	— Grès carbonifères de Banchet	325

Roches éruptives du Briançonnais

PLANCHE XIII.	— Microgranite des Gardéolles. Microgranite du torrent de la Salle. « Diorite » de la Cée Haute	325
PLANCHE XIV.	— Montagne de la Cula. Rochers de la Tempête. Crête des Muandes.	327

Cokes naturels

PLANCHE XV.	— Grand-Villard, quartier de l'Olivier, galerie Cordier	329
PLANCHE XVI.	— Grand-Villard, quartier de l'Olivier, galerie Cordier (suite)	331
PLANCHE XVII.	— Grand-Villard, quartier de l'Olivier, galerie Cordier (suite)	333
PLANCHE XVIII.	— Grand-Villard, quartier de l'Olivier, galerie Cordier (suite)	335
PLANCHE XIX.	— Grand-Villard, quartier de l'Olivier, galerie Cordier (suite)	337
PLANCHE XX.	— Grand-Villard, quartier de l'Olivier, galerie Borel Pancrace	339
PLANCHE XXI.	— Mine des Eduits : couche A. Grand-Villard, quartier de l'Olivier, galerie Brunet Laurent	341
PLANCHE XXII.	— Rocher des Gardéolles. Torrent de la Salle	343
PLANCHE XXIII.	— Mine de la Benoite	345
PLANCHE XXIV.	— Mine de la Benoite (suite)	347
PLANCHE XXV.	— Crête des Aiguilliers. Chemin de ronde	349
PLANCHE XXVI.	— Crête du Chardonnet à 2 650 m	351
PLANCHE XXVII.	— Crête du Chardonnet à 2 650 m (suite)	353
PLANCHE XXVIII.	— Crête du Chardonnet à 2 650 m (suite)	355

Graphite

PLANCHE XXIX.	— Graphitoïde du Chardonnet	357
PLANCHE XXX.	— Massif Permien de Rochachille. Carte géologique et coupe transversale au 1/10 000	hors-texte en couleurs

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	5
PRÉFACE	9

Première partie

INTRODUCTION

LE BASSIN HOULLER BRIANÇONNAIS	13
DÉLIMITATION DU SUJET. LE CADRE GÉOGRAPHIQUE	13
TRAVAUX ANTÉRIEURS	15
Etudes générales. Travaux concernant le Houiller briançonnais.	

I. STRATIGRAPHIE

LES FORMATIONS ANTE-HOULLÈRES	21
LE CARBONIFÈRE : HOULLER ANTHRACIFÈRE	22
Schistes, grès, conglomérats.	
Houiller carbonaté.	
STRATIGRAPHIE DÉTAILLÉE DU HOULLER	28
LE NAMURIEN. ASSISE DE PASQUIER	29
LE WESTPHALIEN A. ASSISE DE LA BENOITE	30
LE WESTPHALIEN B	30
LE WESTPHALIEN C. ASSISE DE LA MADELEINE	30
LE WESTPHALIEN D. ASSISE DE TARENTEISE	31
CARBONIFÈRE CONGLOMÉRATIQUE ET STÉRILE DU GRANON ET DE ROCHE CHATEAU. STÉPHANIEN	31
DISCORDANCE DU STÉPHANIEN	33
LA SÉRIE VERSICOLERE ENTRE HOULLER ET VERRUCANO DU FLANC EST DU PIC DU LONGET.	34
MÉTAMORPHISME DANS LE HOULLER BRIANÇONNAIS	34
Métamorphisme régional. Métamorphisme de contact.	

NÉOPERMIEU	35
Les conglomérats du Verrucano. Les grès sériciteux de Vallée Etroite.	
DISCORDANCE DU VERRUCANO	37
LES ASSISES BARIOLÉES DU MASSIF DE ROCHACHILLE	40
Travaux antérieurs.	
Stratigraphie détaillée :	
Série multicolore inférieure : schistes, grès et pélites, bancs carbonatés, calcaires oolithiques	41
Assise conglomératique de Rochachille, ou Néopermien : ciment, galets	42
Discordance des conglomérats néopermiens de Rochachille	44
Série livide supérieure	45
CONCLUSIONS	46
PRÉSENCE PROBABLE DE DÉPÔTS MARINS DANS LE PALÉOZOÏQUE BRIANÇONNAIS	47

II. LES FOSSILES DU HOULLER BRIANÇONNAIS

Présence de <i>Leaia tricarinata</i> Meek et Worthen et <i>Estheria simoni</i> Pruvost	49
Gîte Pussenot, nouveaux gîtes.	
<i>Leaia tricarinata</i> Meek et Worthen	51
Description sommaire. Déformations.	
<i>Estheria (Euestheria) simoni</i> Pruvost	53
Description sommaire. Déformations.	
Conclusions	53
Autres fossiles	54

III. LE CHARBON

NIVEAUX CHARBONNEUX	55
QUALITÉ DU CHARBON. ANALYSES	56
« MOLLE » ET « GAZON »	56
ETUDE MICROSCOPIQUE DES ANTHRACITES BRIANÇONNAIS	57
Méthode de polissage employée. Imprégnation, dressage, polissage. Nomenclature employée.	
PRINCIPAUX RÉSULTATS PÉTROGRAPHIQUES	59
LE FUSAIN. Structures étoilées, gélicification	59
LE VITRAIN. Anisotropie d'ensemble du vitrain, formation de la « molle »	59
Différences de style microtectonique des divers constituants	61
Orientation optique des grains de vitrain dans la molle	61
La question du grisou	61
AUTOCHTONIE ET ALLOCHTONIE	62
LE PROBLÈME DE L'ORIGINE DES ANTHRACITES BRIANÇONNAIS	63
PHÉNOMÈNES DE PLASTICITÉ ET DE MIGRATIONS DANS LES CHARBONS BRIANÇONNAIS	65
Introduction de cendres dans l'anhracite, « Crasse » de quartz, Inclusions stériles dans les veines : « Truites ». Glissement des épontes. Migrations laminaires. Migrations turbulentes. Migrations filoniennes. Cas du charbon cokéfié de la galerie Cordier. « Fumées ».	

IV. L'EXPLOITATION DE L'ANTHRACITE DANS LE BRIANÇONNAIS

LES MINES PAYSANNES	75
LES CONCESSIONS PAYSANNES	77
Situation juridique particulière des concessions paysannes.	
PETITES EXPLOITATIONS	80
TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES	81
CONTRIBUTION DES MINES PAYSANNES A LA CONNAISSANCE GÉOLOGIQUE DU HOULLER BRIANÇONNAIS	82
RÉPARTITION DES TRAVAUX MINIERS DANS LE BRIANÇONNAIS	82

V. ROCHES ERUPTIVES D'INTRUSION

Premières observations	84
Résumé des études de P. Termier	84
PRINCIPAUX TYPES DE ROCHES INTRUSIVES	86
Microgranite des Gardéolles. Microgranite du torrent de la Salle. Microgranite des Eduits. Chalets du Queyrellin. Ravin du Loup. Ruisseau de Saint-Jacques. Montagne de la Cula. Diorite quartzique de la Cée Haute. Microdiorite de la Benoite (couche 7 bis). Microdiorite de Pierre Grosse. Microdiorite de la Benoite (couche 10 bis). Microdiorite de Banchet. Rocher de la Verne. Fontaine du Corbeau. Col du Chardonnet. Crête du Grand Vallon. Crête de la Cula. Crête des Muandes.	
EN RÉSUMÉ	95
RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES INTRUSIONS ÉRUPTIVES	95
Centre éruptif de la Cée Haute	96
Absence d'intrusions éruptives dans les bordures orientale et occidentale du Houiller briançonnais	97
Filons transversaux sur la rive gauche de la Clarée	97
Cas de la Microdiorite de Banchet	98

VI. COKES NATURELS

ASSOCIATION DANS LE TERRAIN HOULLER BRIANÇONNAIS DES ROCHES ÉRUPTIVES D'INTRUSION ET DES NIVEAUX CHARBONNEUX	99
Laccolites : Ravin du Loup. Ravin du Peytavin.	
Dykes : Coupe du Rocher de la Verne.	
Sills : Rocher des Gardéolles. Mine des Eduits. Mine de la Benoite. Quartiers de l'Olivier et de la Fontaine du Corbeau.	
RÉSUMÉ SUCCINCT DES TRAVAUX ANTÉRIEURS SE RAPPORTANT A L'ACTION DE ROCHES ÉRUPTIVES SUR LE CHARBON	106
EFFETS DES INTRUSIONS ÉRUPTIVES SUR LES CHARBONS BRIANÇONNAIS	107
Phénomènes de retrait et disjonction polyédrique. Alvéoles de cokéfaction. Cristallites de « graphite ». Faible portée des effets de cokéfaction. Autres phénomènes.	
PHÉNOMÈNES DE MIGRATION DANS LES COKES	109

VII. LE GRAPHITE

LE « GRAPHITOÏDE » DU CHARDONNET 111
 Aspect macroscopique. Analyse. Examen microscopique. Examen aux rayons X.
 Comparaison avec les cokes naturels. Que faut-il entendre exactement par « gra-
 phites » ?
 LE PROBLÈME DE L'ÉVOLUTION DES ANTHRACITES ET DE LA FORMATION DU GRAPHITE DANS LE
 BRIANÇONNAIS 115

VIII. TECTONIQUE

LE COMPORTEMENT TECTONIQUE DU CARBONIFÈRE BRIANÇONNAIS 119
 LES GRANDES LIGNES DE LA STRUCTURE DU CARBONIFÈRE BRIANÇONNAIS 120
 AXES SYNCLINAUX ET ANTICLINAUX :
 MASSIF DE PEYRE-EYRAUTE : Anticlinal de Saint-Martin-de-Queyrières.
 Synclinal de Roche Baron. Anticlinal du Villaret. Synclinal du Bois des
 Bans. Anticlinorium de Saint-Jean - Saint-Jacques. Synclinal du Mélézin et
 du Petit Puy. Anticlinal des Ayes 121
 MASSIF DU PROREL : Anticlinal de Prelles. Synclinal du Piollier. Anti-
 clinal du Chatelard. Anticlinorium de Combarine et Puy-Saint-André. Anti-
 clinal de Chamandrin et Roche Pessa. Zone synclinale de Puy-Saint-Pierre.
 Anticlinal de Saint-Chaffrey 122
 RIVE GAUCHE DE LA GUISANE : Anticlinal du Monétier. Synclinal du Puy
 du Cros. Anticlinal de la Benoite. Synclinaux triasiques du Grand Aréa et
 du Queyrellin. Anticlinal de Saint-Chaffrey. Paquets glissés de Chaméant . 124
 RIVE DROITE DE LA CLARÉE : Bande occidentale :
 Anticlinal de la Benoite. Synclinal de la Tête de Cassille. Anticlinal de
 Casse Blanche. Synclinaux triasiques du Grand Aréa. Grande Manche.
 Bande orientale :
 Anticlinal de Baude, Synclinal de la Croix de la Gardiole. Anticlinal
 de Pasquier 127
 RIVE GAUCHE DE LA CLARÉE ET VALLÉE ÉTROITE : Ensemble du terrain
 houiller (bande de Banchet mise à part). Lambeau houiller du Vallon.
 Bande de Banchet 128
 ACCIDENTS LONGITUDINAUX (DIRECTIONNELS) 129
 ACCIDENTS TRANSVERSAUX 130
 L'IMPORTANCE DE L'OROGENÈSE HERCYNIENNE DANS LES ALPES OCCIDENTALES 132

Deuxième partie

IX. LAMBEAUX HOUILLERS DU BRIANÇONNAIS MERIDIONAL

Lambeau houiller de Réotier 139
 Lambeau houiller de Saint-Crépin 140
 Lambeau du Col de Tramouillon 141
 Lambeau houiller de l'Argentière 141
 Affleurement du T. B. Sainte-Anne.

X. LE MASSIF DE PEYRE-EYRAUTE

Ravin du Riou de l'Ubac 145
 Lambeaux houillers des chalets de l'Oriou de Queyrières et de l'Oriou de Sainte-
 Marguerite 148
 Ravin du Torrent de Saint-Sébastien 149
 Synclinal de Roche Baron 150
 Roche de la Verne 151
 Synclinal du Bois des Bans 151
 Concessions de Saint-Jean et de Saint-Jacques 152
 Coupes transversales.
 Concession du Grand-Villard 155
 Coupes transversales. Inventaire des couches reconnues dans les concessions de
 Saint-Jean, Saint-Jacques et du Grand-Villard. Tectonique de la bordure orientale
 du Houiller de Peyre-Eyraute. 160
 Bois des Ayes 162
 Lambeau houiller des chalets de Clapeyto 162
 Concessions de la Tour et de la Plaine-Saint-Pancrace 162
 Houiller pseudo-métamorphique au sud-est de Briançon 162

XI. LE MASSIF DU PROREL

1. LAMBEAUX HOUILLERS AU S DU TORRENT DE SACHAS

Concession de Bouchier 168
 Concession de Prelles 169
 Synclinal du Piollier.
 Torrent de Sachas 169

2. PROREL PROPREMENT DIT

Concession de Puy-Saint-André 170
 Concession de Gagniare 170
 Concession de Chamandrin 171
 Ravin du Loup 171

Concession de Combarine	171
Aperçu historique, Description du gisement de la Combarine.	
Concession de Roche Pessa	174
Concession du Praira	174
Affleurements houillers au-dessus de la concession du Praira	174
Concession de Puy-Saint-Pierre	175
Concession du Rochasson	175
Concession du Pinet	175
Concession du Chabas	175
Concession de Pramorel	175
Concession de l'Avalanche	176
Concession des Eduits	176
Travaux miniers. Niveaux charbonneux.	
Allure des couches.	
Concession des Souliers	178
Concession de Gaudissart	178

**XII. GISEMENT DE « GRAPHITOIDE » DE COTE PEALLAS
GISEMENT DE « GRAPHITOIDE » DE FREJUS**

Coupe du ruisseau du Loup de Fréjus.
Affleurements environnants.

XIII. LA RIVE GAUCHE DE LA GUISANE

Concession de Puy Izoard	188
Concession du Verdarel	188
Concession des Gardéolles	188
Concession de Fontastier	189
Concession des Couyres	189
Crête du Granon	190
Crête du Grand Meyret	191
Crête de Cristol	191
Torrent de la Salle	191
Concession de Ban de la Salle	192
Concession de la Salle	192
Paquets triasiques de Chaméant	193
Concession de Chaméant	193
Torrent du Rocher Noir	193
Ravin du Gros Rif de Buffère	194
Concession de Pierre Grosse	194
Concession du Freyssinet	194
Niveaux charbonneux. Tonnage extrait.	
Qualité du charbon. Tectonique.	
Concession de l'Aréas	197

Concession du Puy du Cros	197
Bande houillère inférieure. Synclinal de quartzites de Monétier.	
Bande houillère supérieure.	
Croupe de Sainte-Elizabeth	198
Crête de la Benoite	199
Concession de la Benoite	200
Niveaux charbonneux. Tectonique.	
Intrusions éruptives.	
Crête du Col de Roche Noire	202
Crête du Grand Vallon	202
Crête des Rochers de Privé	203
Montagne du Grand Vallon. Concession des Aiguilliers et du Grand Vallon	203
Crête des Aiguilliers	204
Concession du Pervon	205
Coupe du Col de l'Aiguillette	206
Vallon du Torrent du Rif (= du Pic de la Bruyère)	206
Concession des Gadjors	208
Montagne et Crête de la Ponsonnière	211
Concession de Roche Colombe	212

XIV. RIVE DROITE DE LA CLAREE

1. BANDE HOUILLÈRE OCCIDENTALE

Crête du Chatellard	215
Vallon du Chardonnet	216
Crête de la Casse Blanche	218

2. BANDE HOUILLÈRE ORIENTALE

Crête de Pasquier	219
Vallon de l'Oule	220
Croix de la Gardiole	220
Crête de Grande Cime à la Croix de la Gardiole	221
Crête transversale du Pic du Longet	221
Eperon transversal du Lac de Cristol au point coté 2 606	222
Ravin de Cristol	223
Crête de l'Echaillon	223
Col de Buffère	224
Eperon Rambert	224
Crête de Baude	225
Tranchée des chalets de Laval	226
Ravin de l'Infernet et falaise de quartzites triasiques de l'Aupon	228

3. LAMBEAU HOUILLER DE L'INFERNET 228

XV. GISEMENT DE GRAPHITE DU CHARDONNET

Coupe relevée le long de la crête du Chardonnet.
 Escarpements ouest du Chardonnet. Versant oriental du Chardonnet et de la Cée Haute. Eperon du point coté 2 694. Eperon de la Cée Basse (point coté 2 808). Inclusions dans la Diorite de la Cée Haute 229

**XVI. MASSIF DE ROCHACHILLE
 (PALEOZOIQUE SUPERIEUR BARIOLE)**

Coupe suivant la crête du Col de la Madeleine à l'Aiguille Noire. Tectonique 237

XVII. RIVE GAUCHE DE LA CLAREE

**1. LE VALLON ET LA BORDURE ORIENTALE
 DE LA BANDE HOUILLÈRE.**

Serre du Veyre 243
 De la Crête de Moume à la Crête de Gueyta 243
 Eperon est de Moume 244
 Coupe du Lac Long au lac du Chatelard 245
 Eperon du Lac Blanc 245
 Crête du Rocher Blanc 245
 Lambeau houiller du Vallon 246

**2. LA RIVE GAUCHE DE LA CLARÉE
 PROPREMENT DITE.**

Vallon des Gardioles 247
 Crête des Gardioles 247
 Crête de la Cula 248
 Premières pentes du Vallon de la Cula et de la Crête des Muandes 249
 Crête des Rochers de la Tempête 250
 Crête des Muandes 251
 Vallon des Muandes 251
 Rochers de l'Aquila 252
 Crête transversale, de Roche du Chardonnet à Roche Chateau 253
 Ravin de Brune 254
 Ravin ouest du Laus 255

XVIII. VALLEE ETROITE

1. BANDE OCCIDENTALE (ROCHERS DE LA TEMPÊTE).

Crête du Rocher Blanc 260
 Lac Lavora 260

Rochers de la Tempête et Rochers de l'Aquila 261
 Crête transversale de Roche du Chardonnet au Roc de Valmeinier 261

2. BANDE ORIENTALE (BANCHET).

Grand ravin au nord de Banchet 262
 Mine de Banchet 263
 Massif des Serous 264
 Lambeau houiller du Col du Peyron 264
 Crête de Rocca Boussort au Col de Vallée Etroite 265

Annexes

ANALYSES CHIMIQUES : ROCHES SÉDIMENTAIRES 269
 ANALYSES : CHARBONS 273
 ROCHES ÉRUPTIVES 275
 Méthodes employées pour ces analyses chimiques 275
 Comparaison avec les analyses dues à P. TERMIER 276
 Paramètres C. I. P. W. Lacroix. Emplacement de nos roches dans la nomenclature Lacroix 279
 Paramètres de Niggli 281
 Représentations graphiques diverses 281
 Triangles caractéristiques de MICHEL LÉVY
 Diagramme Na₂O — K₂O — CaO
 Diagramme triangulaire fm — al — (alk + c)
 Diagramme triangulaire (al + fm) — alk — c
 Diagramme binaire FeO — Fe₂O₃
 Diagramme binaire MnO — FeO total
 Diagramme binaire Fe (Mn) O — MgO
 Diagramme binaire TiO₂ — P₂O₅
 Diagramme binaire TiO₂ — FeO total
 Diagramme triangulaire TiO₂ — FeO — Fe₂O₃
 Diagrammes de différenciation

Bibliographie 289

PLANCHES I à XXIX 299

PLANCHE XXX en annexe dans la pochette

Index alphabétique 359

Liste des figures 371

Liste des planches 377

PUBLICATIONS DU B. R. G. M.

I. — « BULLETIN DU B. R. G. M. » (Trimestriel)

Sont parus les numéros 1-1961; 2-1961; 3-1961; 4-1961; 1-1962; 2-1962; 3-1962; 4-1962; 1-1963; 2-1963
 Prix : le numéro 6 F; l'abonnement : 20 F.

II. — « MEMOIRES DU B. R. G. M. »

N°	EN VENTE AUX EDITIONS TECHNIP, 7, rue Nélaton, PARIS-XV°	Prix
1	A. CHERMETTE (1960). — Les ressources de la France en spath-fluor, 56 p., 16 fig.	12,97
2	J. FABRE (1961). — Contribution à l'étude de la zone houillère en Maurienne et en Tarentaise (Alpes de Savoie), 315 p., 38 fig., 26 pl., 8 dpl. h.-t., 10 pl. h.-t., 1 carte coul. dpl. h.-t.	86,73
3	M. ARNOULD (1961). — Etude géologique des migmatites et des granites précambriens du Nord-Est de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Volta méridionale, 175 p., 44 fig., 12 pl.	32,50
	Annexe (1960). — Monographie des massifs de migmatites et de granites précambriens du Nord-Est de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Volta méridionale, p. 33 + 432 p., fig., multigraphiée, à tirage limité	22,00
4	« Colloque » sur le Lias français (1961), 862 p., fig., 21 pl. h.-t.	285,00
5	L. RENAUD (1961). — Le Précambrien du Sud-Ouest de la Mauritanie et du Sénégal oriental, 141 p., 11 fig., 12 pl.	30,00
6	R. FEYS. — Etude géologique du Carbonifère briançonnais (Hautes-Alpes) (<i>à paraître</i>).	
7	P. ELOUARD (1962). — Etude géologique et hydrogéologique du Guebla mauritanien et de la Vallée du Sénégal, 252 p., 31 fig., 28 dpl. h. t.	30,00
8	J. TRICART (1961). — Notice explicative de la carte géomorphologique du Delta du Sénégal, 118 p., 4 pl., 9 pl. h.-t., 3 dpl. h.-t. coul.	30,00
9	G. LIENHARDT (1962). — Géologie du bassin houiller du Jura et des morts-terrains, XIX + 449 p., 159 fig., 14 pl., 1 pl. coul., 15 dpl. h. t.	95,00
10	J. DUCELLIER (1962). — Formations cristallines et métamorphiques Centre et Nord Haute-Volta, 320 p., 41 fig., 3 dpl. h. t., 8 pl. h. t., 2 cartes dpl. h. t., 6 cartes coul. dpl. h. t. (Rés. angl., esp., all.)	125,00
11	M. SLANSKY (1963). — Contribution à l'étude du bassin sédimentaire côtier du Dahomey et du Togo, 270 p., 91 fig., 8 pl., 1 carte coul. dpl. h. t.	30,00
12	R. DARS (1961). — Les formations sédimentaires et les dolérites du Soudan occidental (Afrique de l'Ouest), 329 p., 85 fig., 1 dpl. h.-t., 27 pl. h.-t., 2 cartes dpl. h.-t. ...	30,00
13	M. DÉFOSSEZ (1963). — Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la Boucle du Niger, 174 p., 22 fig., 7 pl., 15pl. dpl. h. t., 2 cartes coul. dpl. h. t.	30,00
14	G. MATHERON (1962). — Traité de géostatistique appliquée, Tome I, 333 p., 49 fig., 25 pl.	80,00
15	« Colloque » sur le Trias de la France et des régions limitrophes, (1963), 742 p., nombreuses fig. et dpl. h. t.	207,00
16	A. LEFAVRAIS-RAYMOND (1962). — Contribution à l'étude géologique de la Bresse d'après les sondages profonds, 170 p., 50 fig., 10 pl. h. t., 4 dpl. h. t.	25,00
17	S. FRENEIX et A. GORODSKI (1963). — Bivalves éocènes du Sénégal; 1 ^{re} partie, 123 p., 13 pl.	35,00
18	B. BESSOLES (1962). — Géologie de la Région de Bria et d'Ippy (République Centrafricaine). Contribution à l'étude de la migmatite, 205 p., 13 fig., 13 pl., 6 pl. h. t., 1 carte coul. dpl. h. t.	30,00
19	R. DÉGALLIER (1962). — Hydrogéologie du Ferlo septentrional (Sénégal), 44 p., 29 dpl. h. t., 1 carte coul. dpl. h. t.	30,00
20	G. GUÉRIN-VILLEAUBREIL (1962). — Hydrogéologie en Côte-d'Ivoire, 43 p., 80 dpl. h. t. ...	30,00
21	Ch. GREBER. — Flore et stratigraphie du Carbonifère des Alpes françaises (<i>sous presse</i>)	
22	G. MACHAIRAS (1963). — Métallogénie de l'or de la Guyane française, 210 p., 34 fig., 1 pl. coul., 19 pl. h. t.	75,00
23	P. M. VINCENT (1963). — Les Volcans tertiaires et quaternaires du Tibesti occidental (Sahara du Tchad) ... p., 71 fig., 23 pl. h. t.	86,00
24	G. MATHERON. — Traité de Géostatistique appliquée - Tome II, le Krigeage (<i>sous presse</i>)	
25	Cl. MÉGNIEU. — Observations hydrogéologiques sur le Sud-Est du Bassin Parisien. Les circulations aquifères dans le Jurassique et le Crétacé de l'Yonne (<i>sous presse</i>).	
26	Cl. BENSE. — Les formations sédimentaires de la Mauritanie et du Mali nord-occidental (Afrique de l'Ouest) (<i>sous presse</i>).	
27	M. CLIN. — Etude géologique de la haute chaîne des Pyrénées centrales entre le cirque de Troumouse et le cirque du Lys (<i>sous presse</i>).	
28	« Colloque » sur le Paléogène (<i>sous presse</i>).	
29	H. FAURE. — Reconnaissance géologique des formations sédimentaires post-paléozoïques du Niger oriental (<i>sous presse</i>).	

III. — « RAZVEDKA I OKHRANA NEDR » (« Prospection et Protection du sous-sol ») (Traduction)

Publication arrêtée au n° 12/1962, mais tous les numéros sont encore disponibles.
 Prix : le numéro 4,00 F. Les 12 numéros : France : 35,00 F; Etranger : 40,00 F.
 Mensuel, numéros parus : de 1-1958 à 12-1962.

Imprimerie LOUIS-JEAN
 GAP (Hautes-Alpes)
 Dépôt légal 3^e trimestre 1963
 N° d'imprimeur : 197-63
 N° d'éditeur : 90

IMPRIMÉ EN FRANCE

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

Des « Charbons » d'origine marine

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 6 mai 1957.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

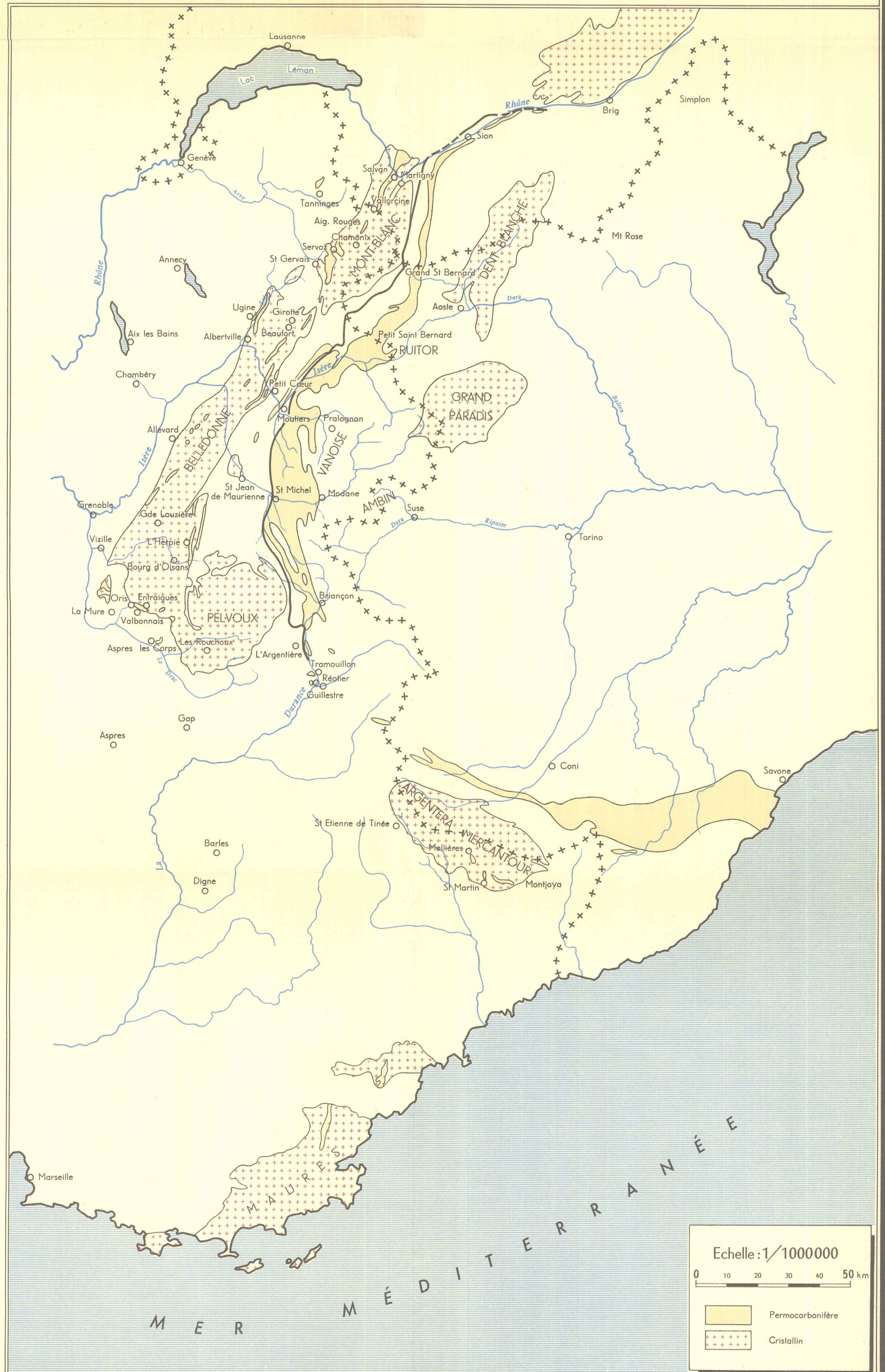
J. PERES.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

Jean SARRAILH.

tbl-005498510, version 1 - 22 Dec 2010



Echelle : 1/100000
 0 10 20 30 40 50 km

Permocarbone
 Cristallin

CARTE GÉOLOGIQUE INTERPRÉTATIVE DE LA ZONE HOUILLÈRE

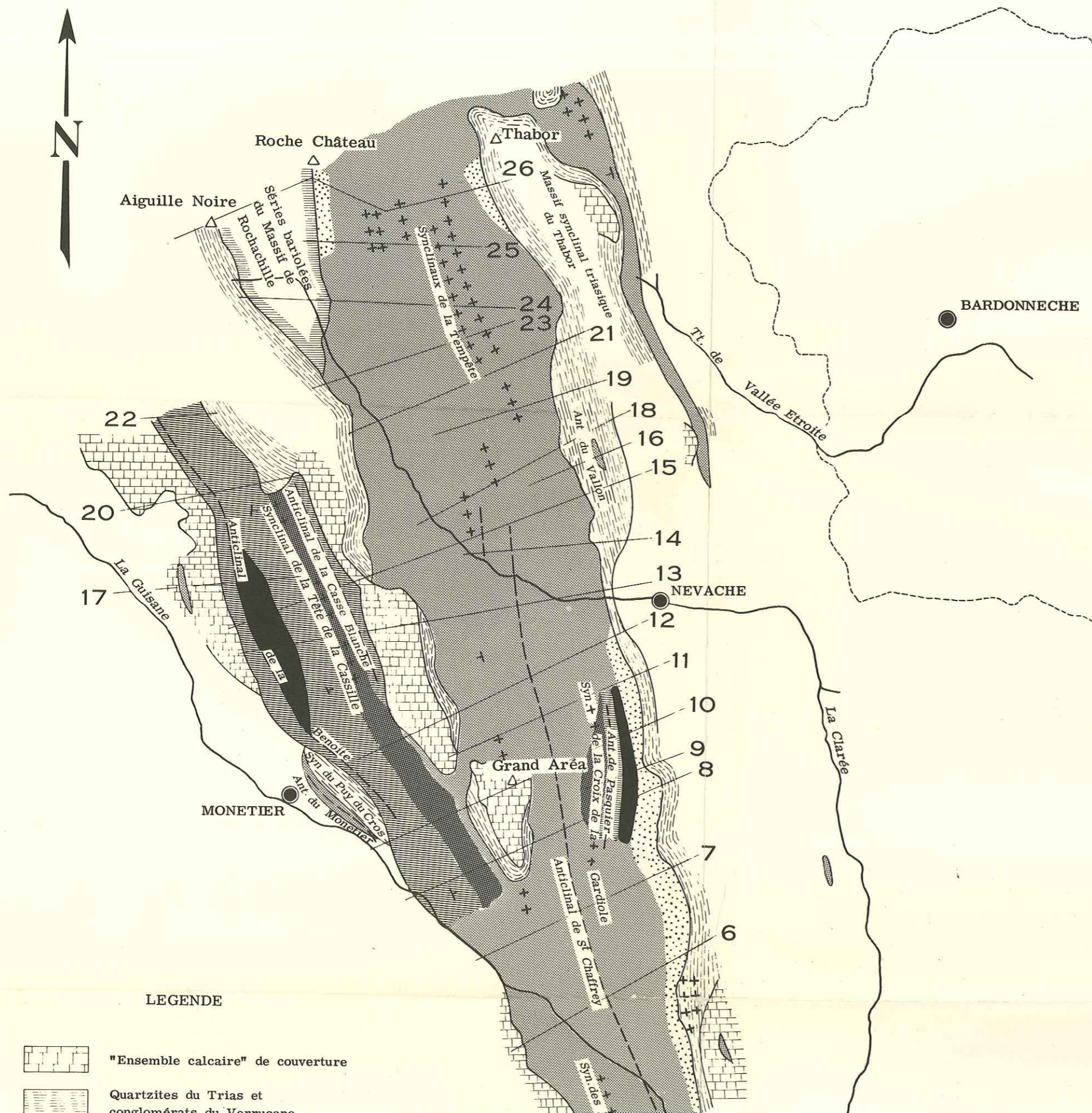
J. FABRE, R. FEYS, Ch. GREBER 1958

Echelle : 1/100000
 0 1 2 3 4 5 10 km

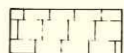
Travaux consultés : cartes géologiques : au 80000^e : Briançon, Guillestre, Albertville, Saint-Jean-de-Maurienne
 au 50000^e : Bourg-Saint-Maurice, Petit Saint-Bernard
 Levés inédits de R. Barbier, F. Ellenberger, M. Lemoine

LÉGENDE

MESOZOÏQUE	<ul style="list-style-type: none"> "Ensemble calcaire" de couverture Gypse et conglomats Quartzites
PERMOCARBONÈRE	<ul style="list-style-type: none"> Népermien - Verrucano Mignallites de la zone Sapey-Pessey Epermien, "Stephanopémien", schistes, grès et conglomats versicolores (A. de Courchevel pro parte) Carbonifère supérieur conglomératique et stérile, Assise de Courchevel Houillère <ul style="list-style-type: none"> D : Westphalien D ; Assise de Tarentaise C : Westphalien C ; Assise de la Madeleine A : Westphalien A ; Assise de la Banette N : Namurien N' : Assise de Pasquier
RUITOR	<ul style="list-style-type: none"> Phantite Porphyre quartillère Microdiorite, microgranite, porphyrite, prasinite Principaux filons de quartz
	<ul style="list-style-type: none"> Schistes cristallins Cipolin Schiste carboné Gneiss oeilie strotolite Prasinite, amphibolite Principaux gîtes fossilifères Groupes de gîtes fossilifères Contour géologique Principaux contacts anormaux



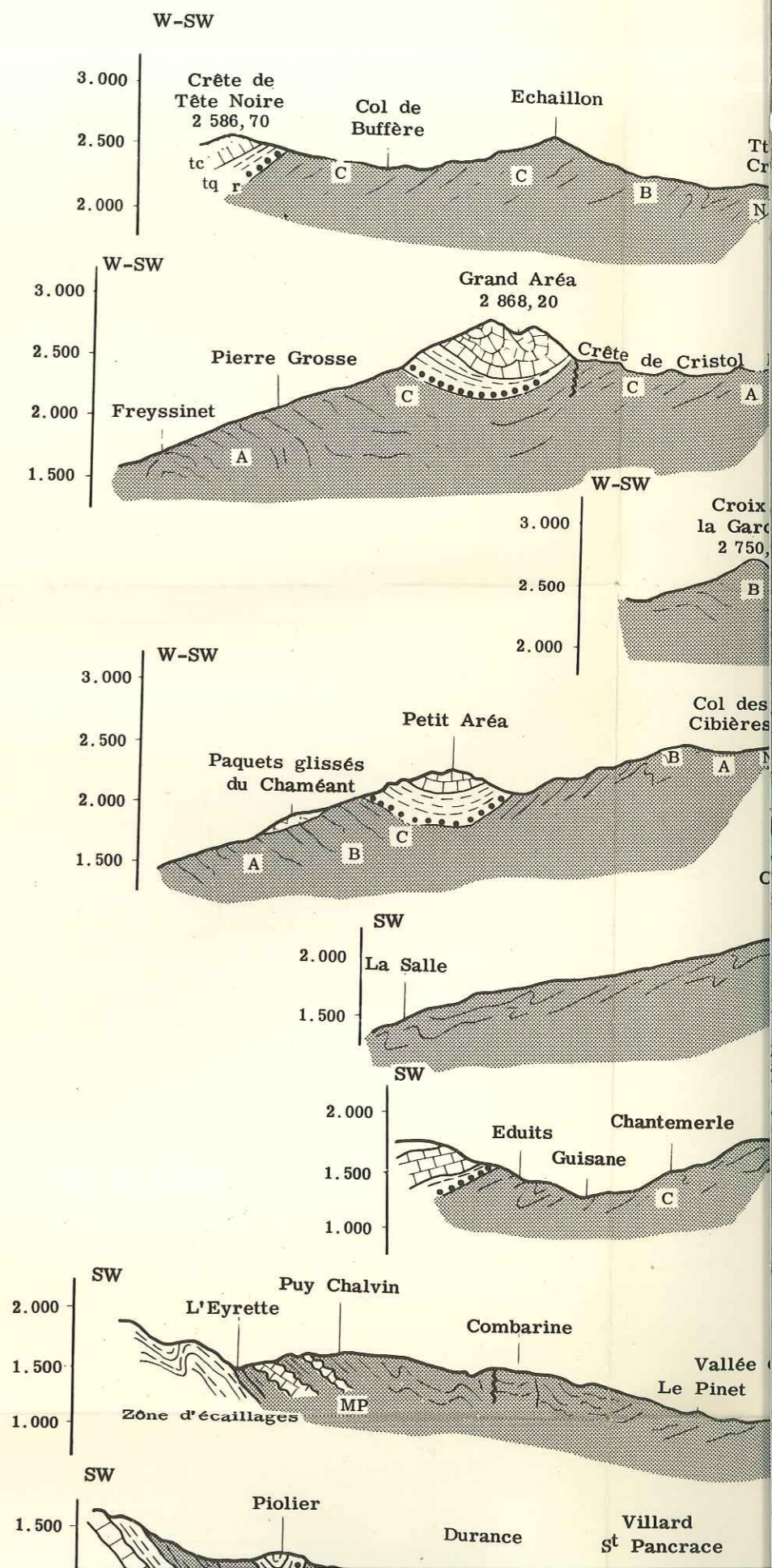
LEGENDE



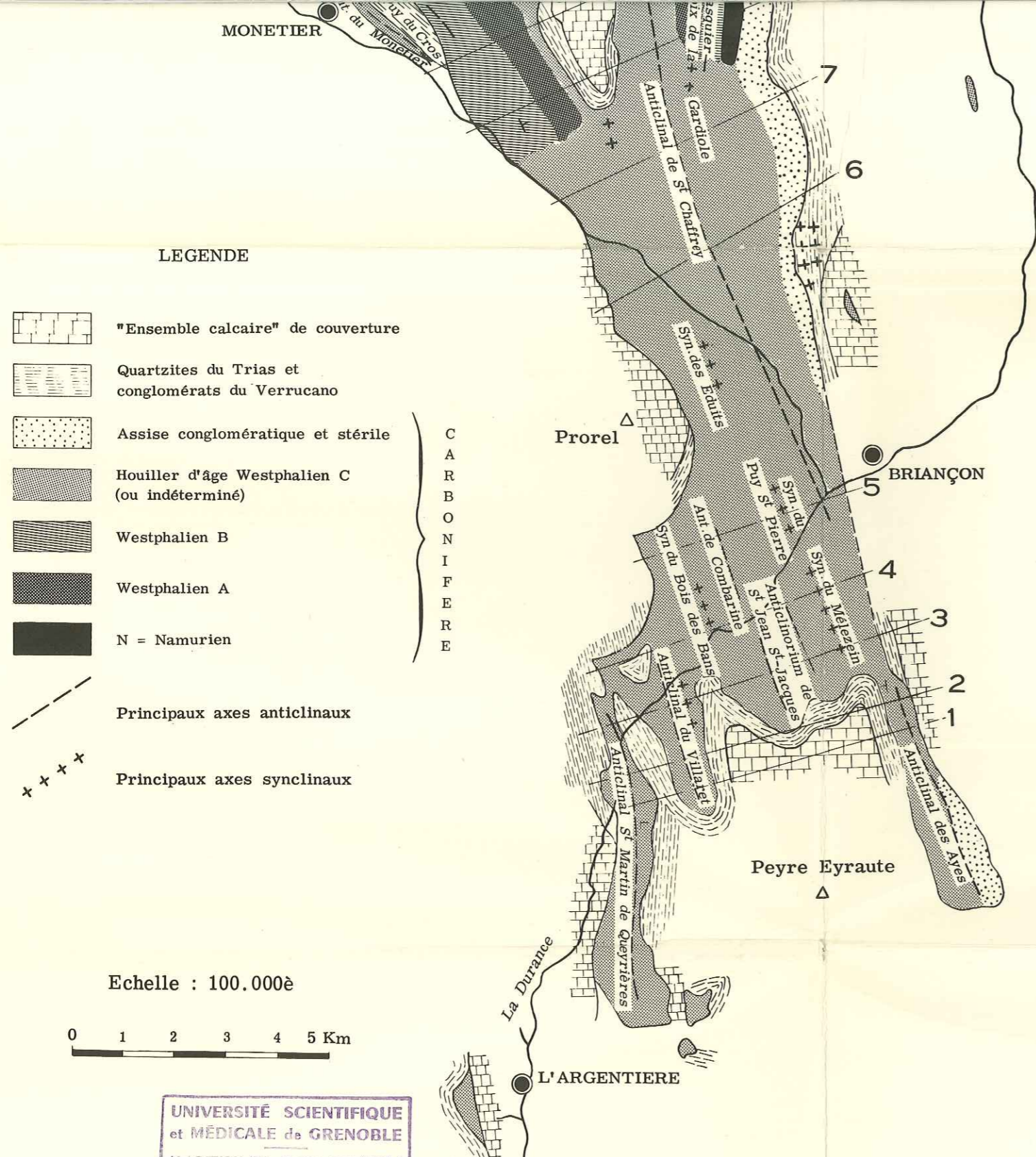
"Ensemble calcaire" de couverture



Quartzites du Trias et conglomérats du Jurassien



MONETIER



LEGENDE

- "Ensemble calcaire" de couverture
- Quartzites du Trias et conglomérats du Verrucano
- Assise conglomératique et stérile
- Houiller d'âge Westphalien C (ou indéterminé)
- Westphalien B
- Westphalien A
- N = Namurien

C
A
R
B
O
N
I
F
È
R
E

- Principaux axes anticlinaux
- Principaux axes synclinaux

Echelle : 100.000è

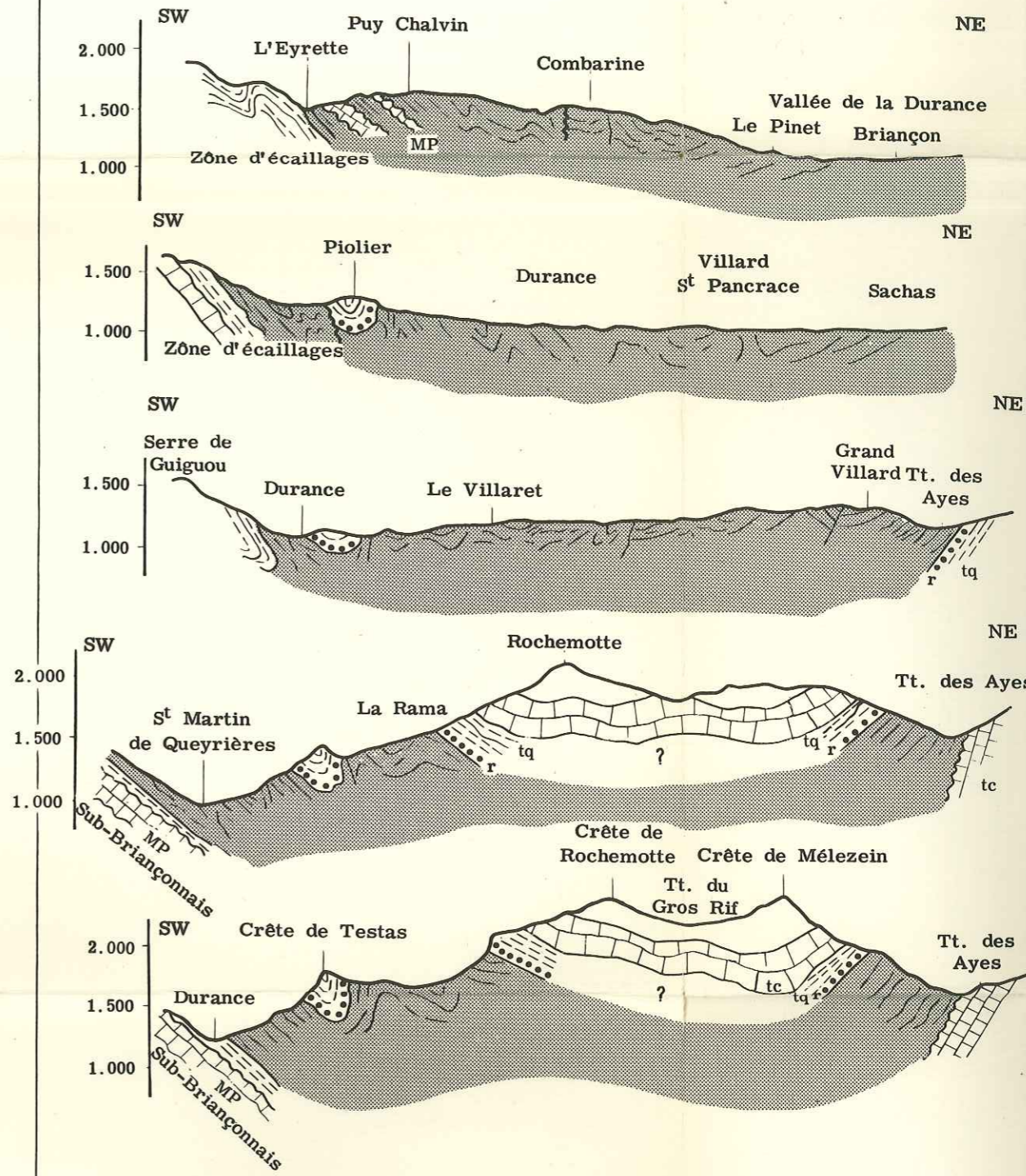


UNIVERSITÉ SCIENTIFIQUE
et MÉDICALE de GRENOBLE
INSTITUT DOLOMIEU
Rue Maurice-Gignoux
38 - GRENOBLE

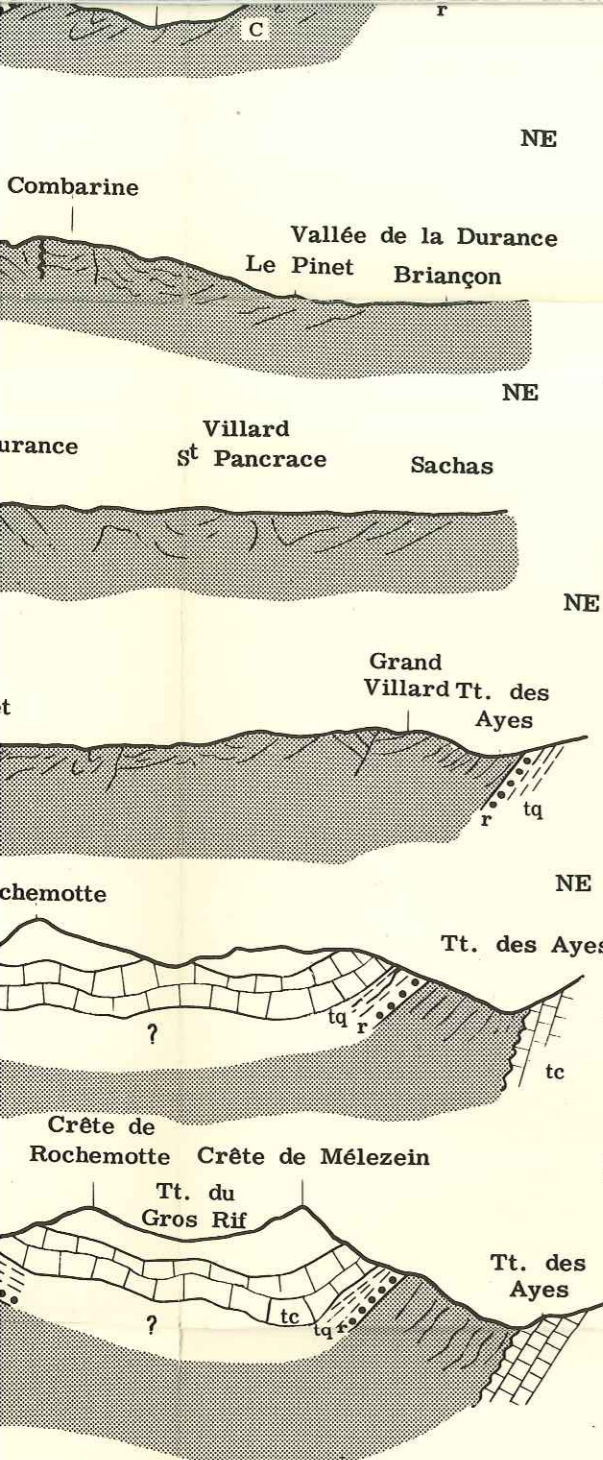
13 FEV. 1987

SCHÉMA STRUCTURAL DU CARBONIFÈRE BRIANÇONNAIS

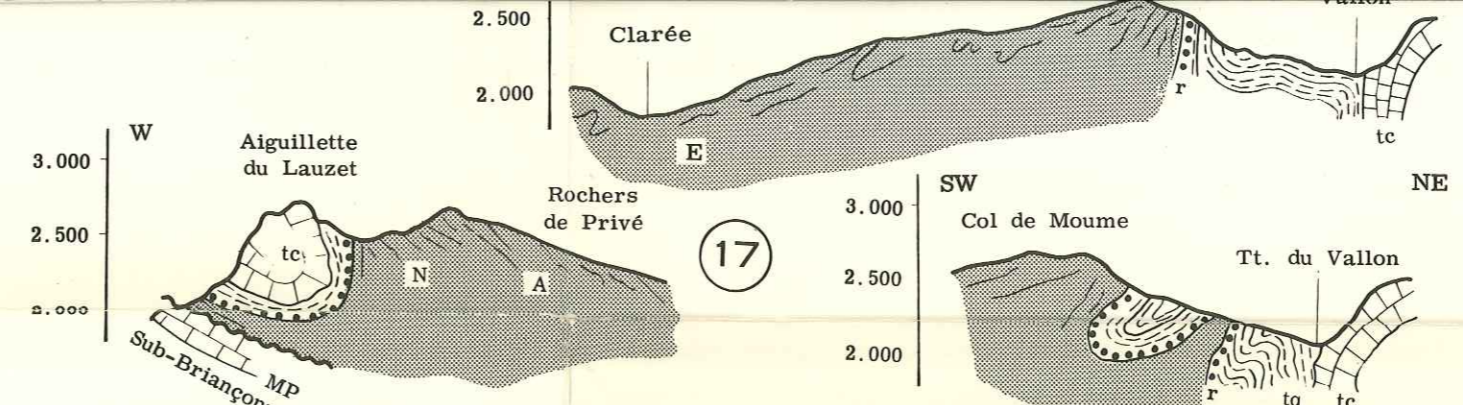
1.500
1.000



COUPES TRANSVERSALES SÉRIÉES INTERPRÉTATIVES

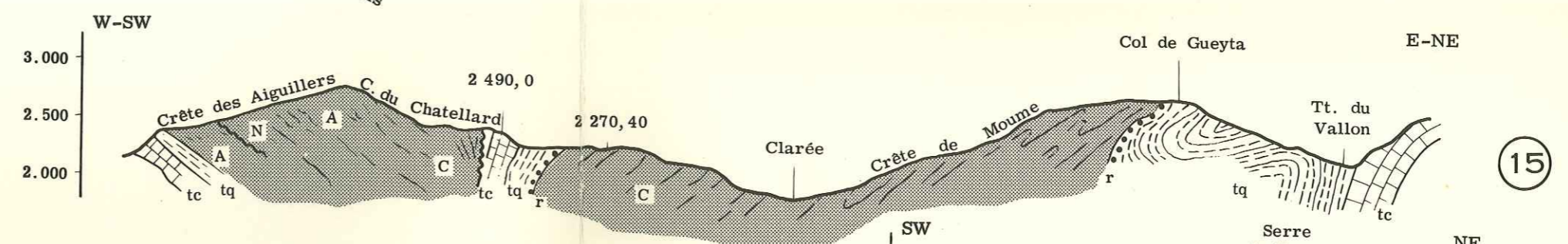


5
4
3
2
1



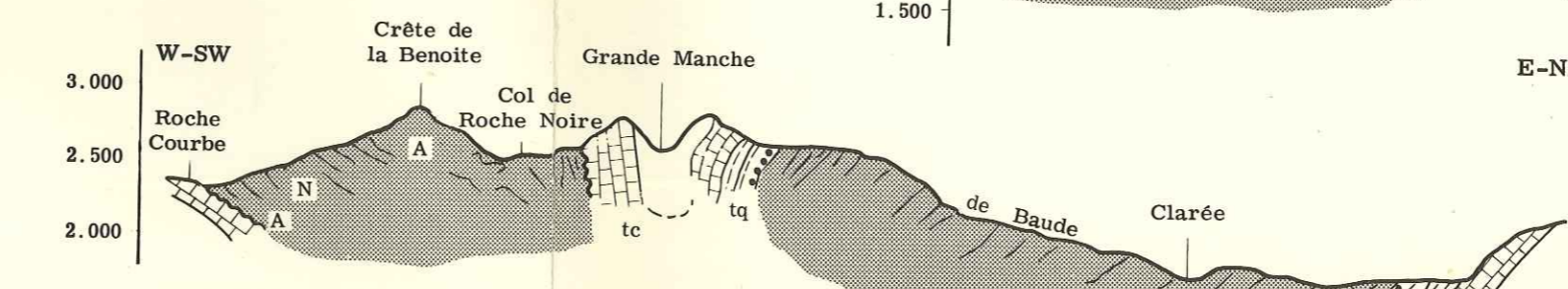
17

18

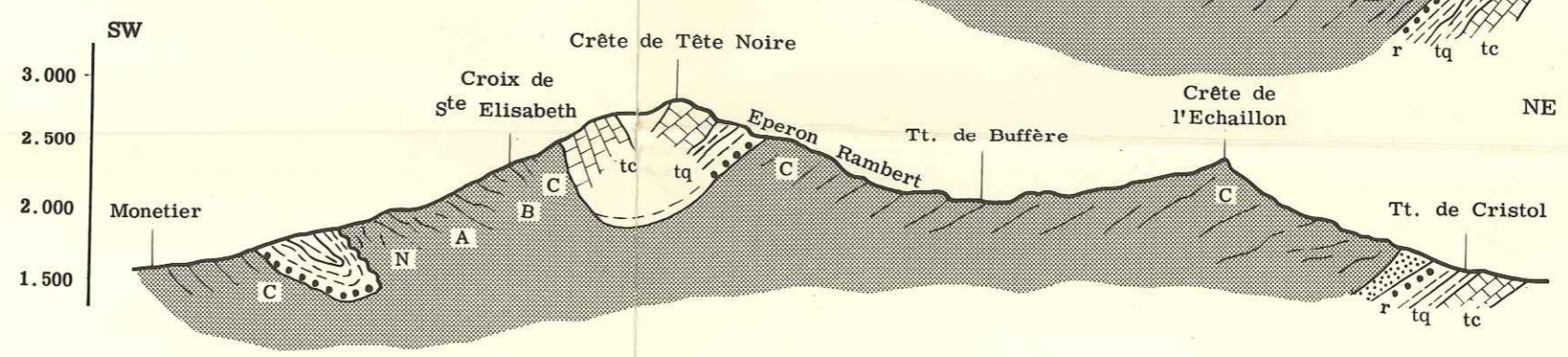


15

14

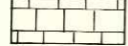
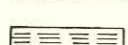




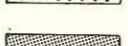



13



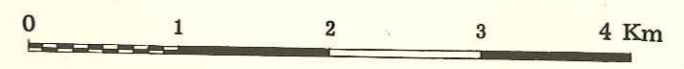
12

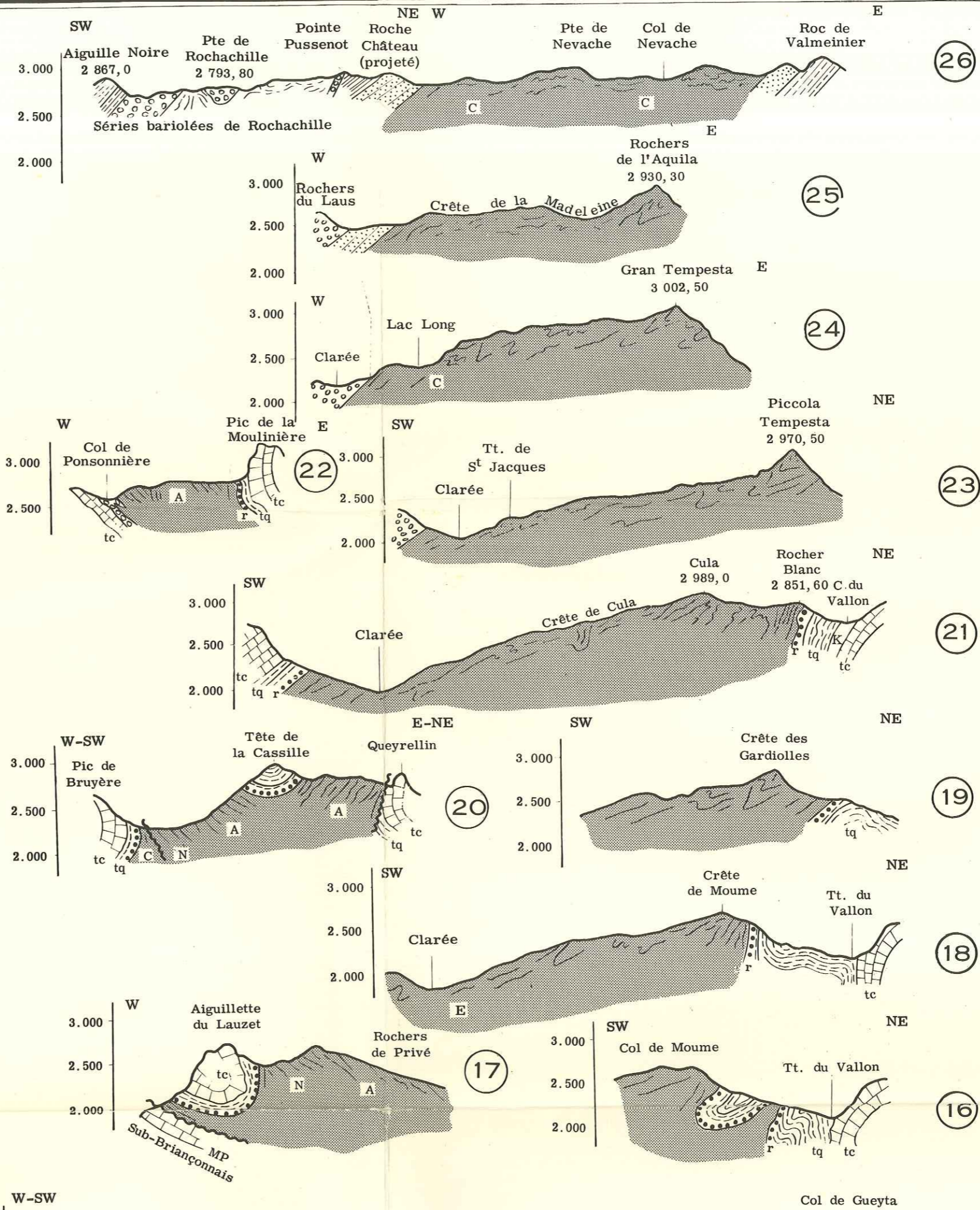
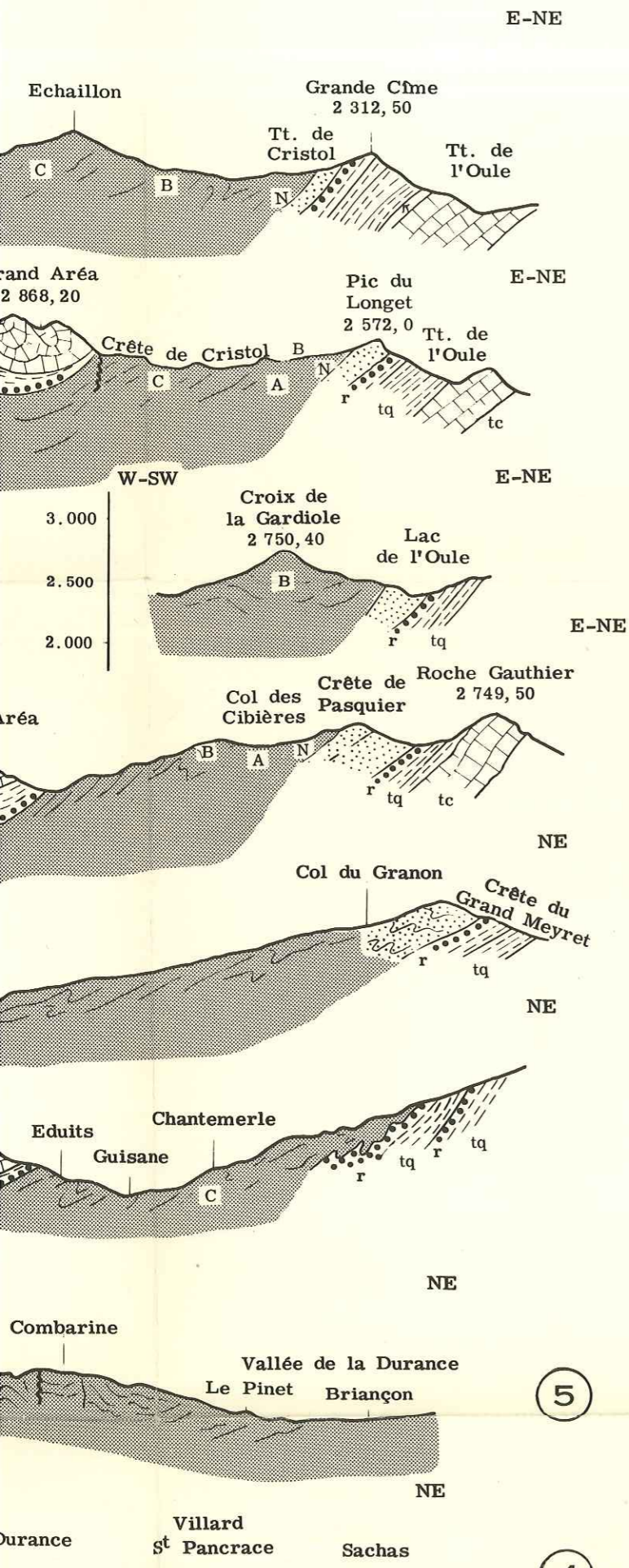
LEGENDE DES COUPES

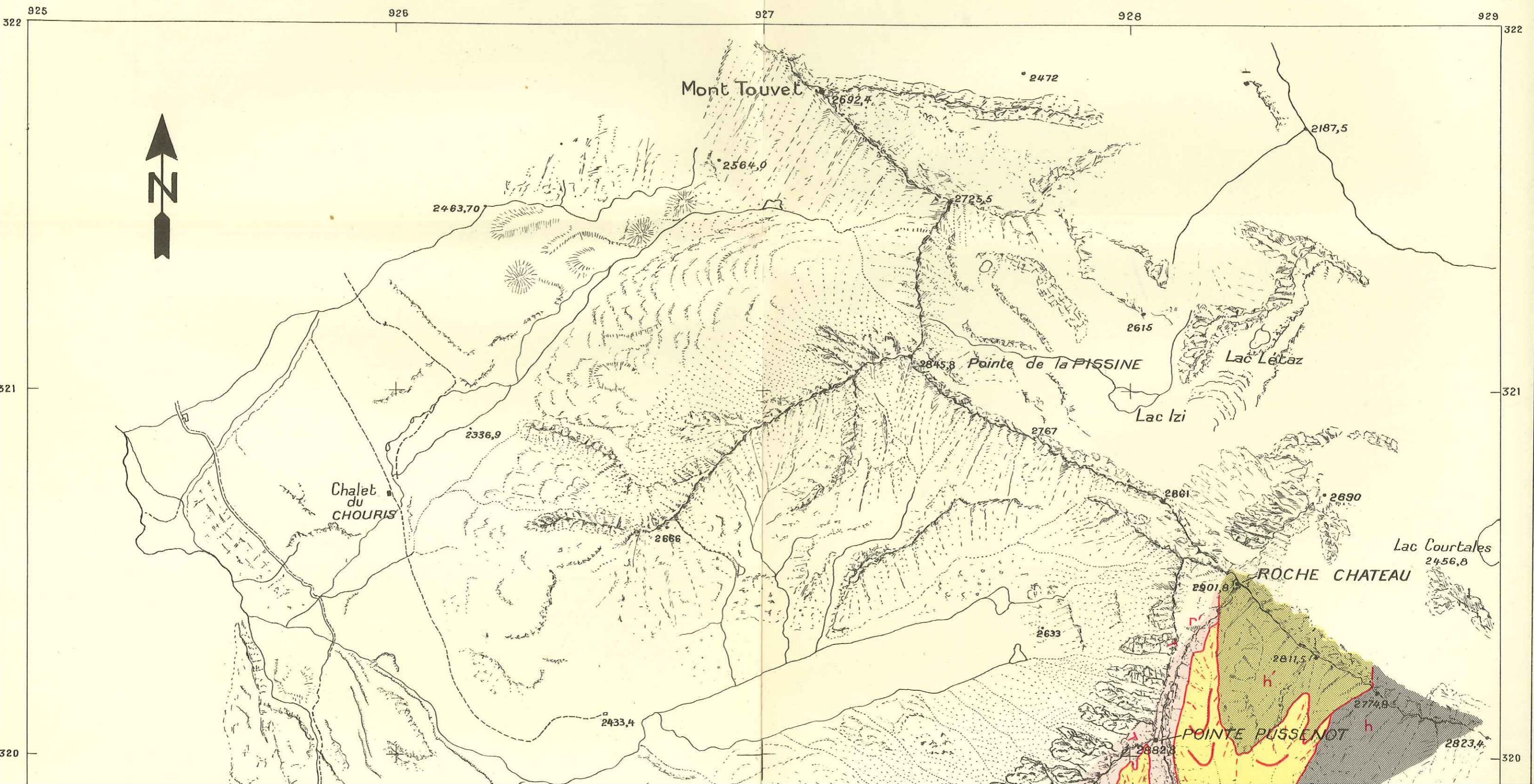
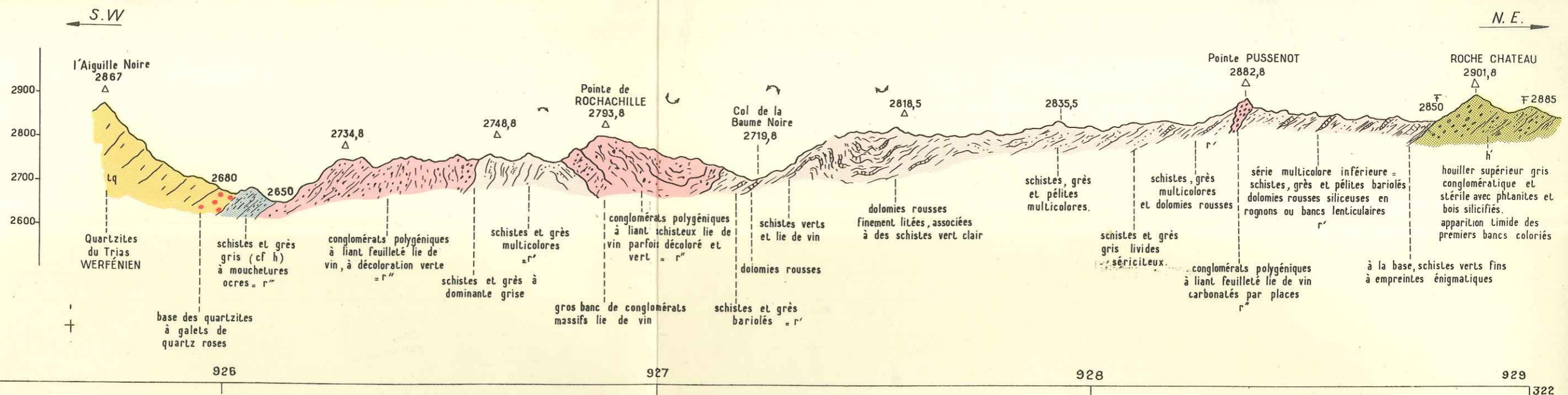
-  MP = Marbres en plaquettes
 -  tc = Dolomies du Trias
 -  K = Cargneules
 -  tq = Quartzites du Trias
 -  r = Conglomérats du Verrucano
 -  Séries bariolées de Rochachille
 -  Assise conglomératique et stérile
 -  Houiller
- } CARBONIFERE

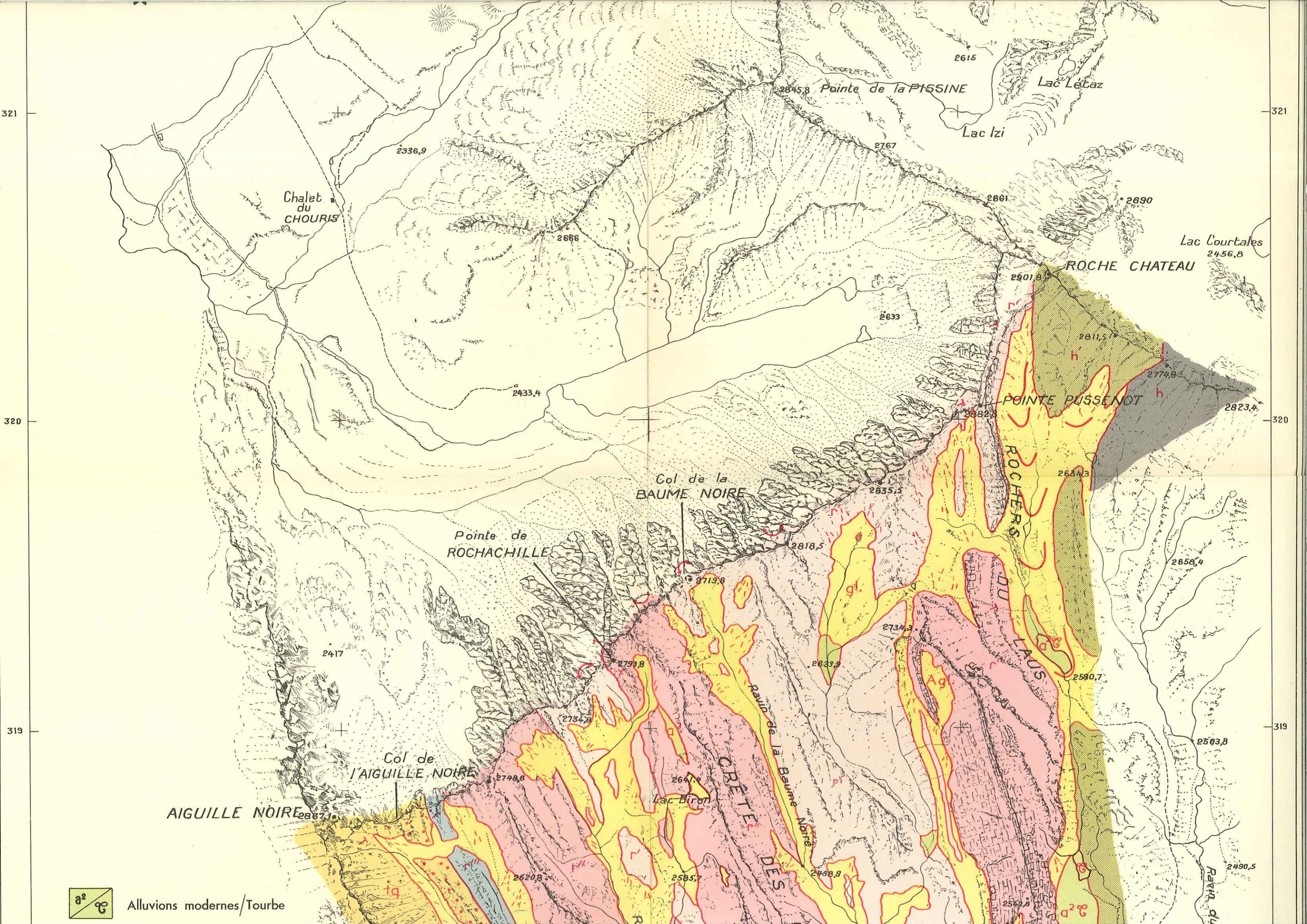
TRANSVERSALES
INTERPRÉTATIVES

Echelle : 50.000^e









Chalet du CHOURIS

Pointe de la PISSINE

Lac Létabz

Lac Izi

Lac Courtales 2456,8

ROCHE CHATEAU

POINTE PUSSENOT

ROCHERS DU LAUS

Col de la BAUME NOIRE

Pointe de ROCHACHILLE

Col de l'AIGUILLE NOIRE

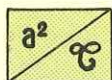
AIGUILLE NOIRE

Lac Biran

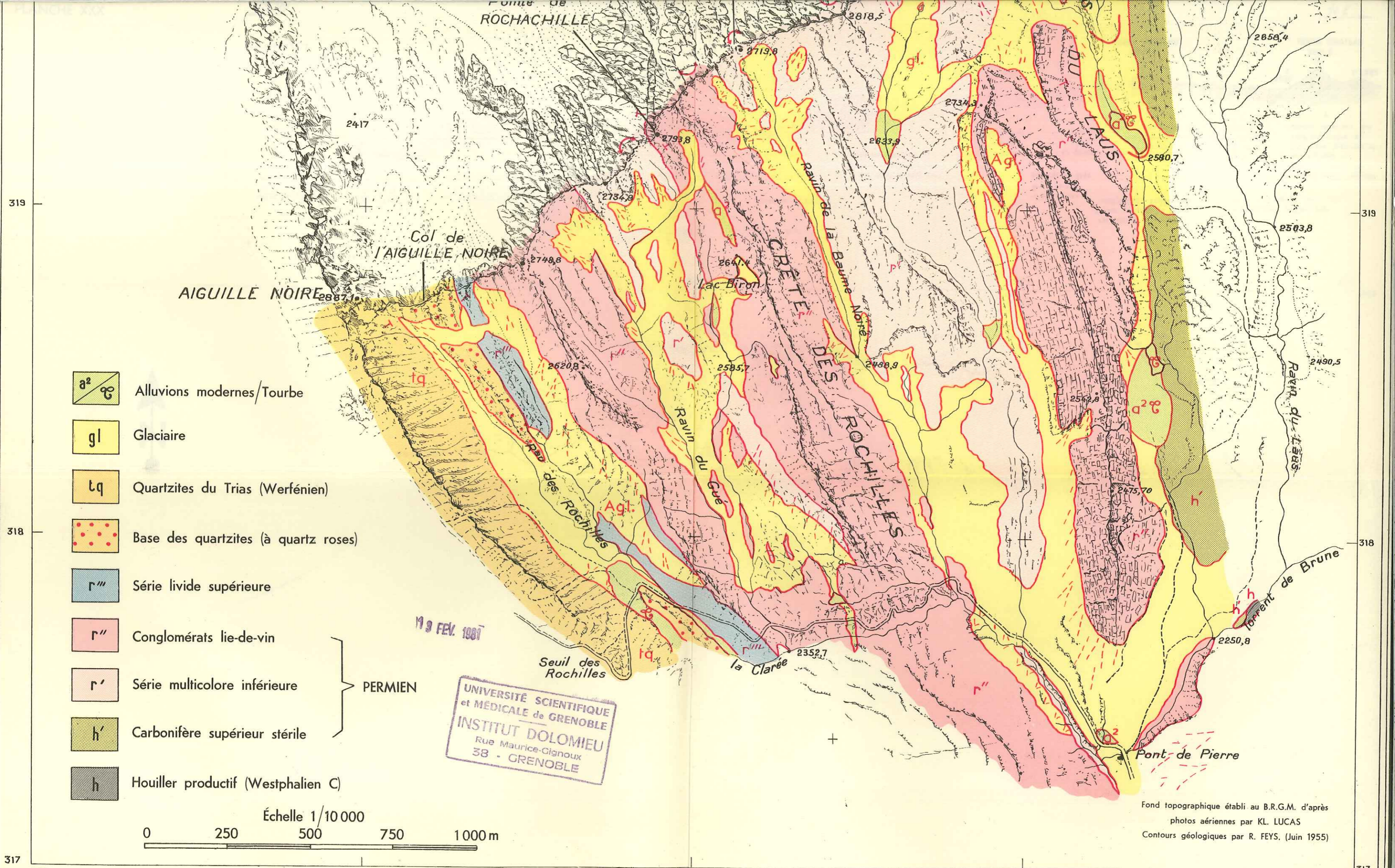
CRÈTE DES

Ravin de la Baume Noire

Ravin du



Alluvions modernes/Tourbe



- a² Alluvions modernes/Tourbe
- gl Glaciaire
- tq Quartzites du Trias (Werfénien)
- Base des quartzites (à quartz roses)
- r^{'''} Série livide supérieure
- r^{''} Conglomérats lie-de-vin
- r['] Série multicolore inférieure
- h['] Carbonifère supérieur stérile
- h Houiller productif (Westphalien C)

PERMIEN

19 FEV. 1987
 UNIVERSITÉ SCIENTIFIQUE
 et MÉDICALE de GRENOBLE
 INSTITUT DOLOMIEU
 Rue Maurice-Gignoux
 38 - GRENOBLE

Échelle 1/10 000
 0 250 500 750 1000 m

Fond topographique établi au B.R.G.M. d'après
 photos aériennes par KL. LUCAS
 Contours géologiques par R. FEYS. (Juin 1955)

MASSIF PERMIEN DE ROCHACHILLE

Carte géologique (versant Clarée) et coupe transversale interprétative
 (de l'Aiguille Noire à Roche Château)