LES GISEMENTS HOUILLERS DES ALPES FRANÇAISES

Par L. MOULINIER.

INTRODUCTION

Le terrain anthracifère des Alpes françaises a fait, depuis un siècle, de la part des géologues, l'objet de nombreux mémoires, purement scientifiques; sa répartition, sa composition stratigraphique et son âge sont actuellement connus d'une façon satisfaisante.

Il est surprenant de constater, en revanche, que nos gisements d'anthracites alpins n'ont jamais été étudiés rationnellement dans leurs détails, au point de vue spécial de l'exploitation minière, en dehors de la région de La Mure où ils présentent une disposition exceptionnellement régulière et des qualités particulièrement satisfaisantes. La disposition des couches charbonneuses dans le terrain houiller des Alpes est cependant très caractéristique et ses allures sont fort différentes de celles que présentent les dépôts du même âge dans les bassins exploités dans le reste de l'Europe. Les travaux récents ont montré, en effet, que les assises anthracifères de la zone intra-alpine (Tarentaise, Maurienne, Briançonnais) font partie d'une nappe de charriage et ont subi des dislocations intenses au cours desquelles la matière charbonneuse, laminée entre des bancs de grès plus résistants, a été soumise à des broyages et à des étirements qui ont fortement altéré la régularité des gisements. Il s'est manifesté, en outre, sur le flanc des grandes vallées, par suite de la « poussée au vide », des glissements et des dérangements parfois consi-

dérables (« balancement des couches ») dans la disposition des couches, qui sont venus s'ajouter aux dislocations précédentes.

Ces accidents spéciaux rendent particulièrement délicate l'exploitation méthodique et rationnelle des anthracites de nos Alpes, auxquels on ne peut dès lors appliquer, sans les modifier notablement et les adapter à l'allure si différente de nos gisements alpins, les méthodes employées dans les charbonnages du centre ou du Nord de la France.

J'ai eu l'occasion, à plusieurs reprises, d'insister sur ce qu'aurait de spécialement désirable une étude technique dans laquelle cette adaptation serait traitée par un praticien de l'art des Mines, et sur l'utilité qu'aurait pour le développement industriel de notre région une pareille « mise au point, », ne fût-ce que pour dissiper des préventions autrefois justifiées, mais que les progrès récents dans l'utilisation des combustibles minéraux ont singulièrement atténuées.

C'est donc avec une grande satisfaction que j'accueille la proposition de présenter au public la présente monographie. M. l'ingénieur Moulinier y a résumé les résultats auxquels l'ont conduit, après une étude minutieuse des conditions géologiques de nos gisements, une expérience de plusieurs années acquise au cours de l'exploitation de divers charbonnages de la Tarentaise. Il nous montre, avec l'autorité que lui donnent ses travaux de technicien et de mineur, quelles sont les caractéristiques, les qualités et les défectuosités des anthracites alpins, quels sont les allures et les accidents de leurs gisements, et termine par l'exposé fort intéressant de la méthode d'exploitation qui lui semble la plus rationnelle pour obtenir un « rendement satisfaisant de nos charbonnages alpins » et pour découvrir les amas et les lentilles d'anthracite encore inexploités dans les flancs des massifs de notre grande chaîne.

Puisse cet intéressant travail faire justice de certaines critiques et d'une campagne de dénigrement, qu'il est difficile de croire entièrement désintéressée et qui a été encore dirigée contre l'utilisation de nos charbons intra-alpins; puisse-t-il

ainsi contribuer à mettre définitivement en valeur les millions de tonnes de combustible que recèlent très certainement nos montagnes et auxquels les nouveaux procédés de pulvérisation et d'insufflation, la création éventuelle de « centrales thermiques », et peut-être la prochaine mise au point des procédés de remplacement du coke par le charbon pulvérisé dans les opérations métallurgiques, peuvent donner un intérêt tout particulier, de nature à compenser, dans une large mesure, en les atténuant ou en les utilisant dans certains cas, les défectuosités souvent plus apparentes que réelles de nos combustibles savoisiens et dauphinois.

Grenoble, le 25 juin 1923.

W. Kilian,

Membre de l'Académie des Sciences.

AVANT-PROPOS

Mon cher et illustre maître, M. Pierre Termier, dans le cours de géologie qu'il enseignait, il y a de nombreuses années, à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, intéressait passionnément, de son verbe prestigieux, les jeunes générations d'alors aux énigmes de la structure de la terre et excitait leur enthousiasme pour les splendeurs majestueuses de nos Alpes qu'il évoquait devant eux.

Il m'était resté des leçons de notre maître l'ardent désir de mieux connaître ces Alpes dont, chaque année, à l'époque des vacances, je ne faisais qu'entrevoir les beautés idéales.

Et, dans les postes lointains de ma carrière d'ingénieur, le rêve dans lequel, en ma qualité de mineur, je me complaisais plus volontiers était de pouvoir, un jour, parcourir nos montagnes et, en même temps que jouir du spectacle de leurs sites merveilleux, apporter ma modeste contribution à la recherche des gisements anthracifères cachés dans le flanc de leurs vallées.

J'ai réalisé mon rêve.

J'ai vu de nombreuses exploitations éparses dans toutes les chaînes alpines : dans le massif de Belledonne et dans le massif des Grandes-Rousses, dans les montagnes du Briançonnais, de la Maurienne et de la Tarentaise; j'ai pu suivre de nombreux affleurements de couches d'anthracite dont M. Kilian, membre de l'Institut et professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble, s'est attaché à noter la position exacte, rendant ainsi un service inappréciable aux prospecteurs; j'ai enfin visité de vastes régions dans lesquelles les habitants se sont de tout temps chauffés avec du charbon extrait en surface, dans des emplacements chaque année renouvelés.

Et c'est ainsi que j'ai acquis la conviction que les Alpes françaises contenaient un puissant et riche bassin houiller.

Je me suis également rendu compte que si l'anthracite des Alpes avait longtemps été, en quelque sorte, frappé d'interdit, la cause n'était pas imputable à ce combustible, spécial en raison de sa faible teneur en matières volatiles et de sa friabilité, mais aux modes de combustion employés. Les procédés actuels de pulvérisation ont brillamment résolu le problème de sa combustion complète dans les chaudières et dans les fours. Et il est maintenant permis d'entrevoir qu'un jour le bassin houiller des Alpes compensera, en grande partie tout au moins, l'insuffisance de la production française.

Par contre, mes visites des travaux de mine, entrepris dans les différentes zones houillères, m'avaient vite convaincu que l'emplacement de ces travaux n'avait pas toujours été judicieusement choisi, et que parfois leur conduite était quelque peu livrée au hasard des découvertes faites, souvent mal interprétées.

C'est la constatation de ces faits qui me suggéra l'idée de rassembler les observations faites sur l'allure des gisements alpins et d'essayer d'en tirer quelques déductions pratiques qui pourraient servir de ligne de conduite aux prospecteurs et aux exploitants.

Ce faisant, je répondais aussi, ou du moins je m'efforçais de répondre, au désir, maintes fois exprimé par M. Kilian, que soient énoncées des règles d'exploitation de ces gisements, adéquates à leur constitution géologique, profondément troublée par les mouvements alpins. L'éminent géologue s'est toujours vivement intéressé au bassin houiller des Alpes, dans l'avenir duquel il ne cesse de manifester sa pleine confiance. Sa haute autorité est un solide appui en même temps qu'un précieux encouragement à ceux qui, comme moi, luttent pour la même cause.

Les quelques considérations géologiques que j'expose au début de cet ouvrage s'appuient principalement sur les travaux de Ch. Lory (Description géologique du Dauphiné, *Bulletin de la Société de Statistique de l'Isère,* 2e série, t. V, VI et VII); de

M. P. Termier (Le Massif des Grandes-Rousses, *Bulletin du Service de la Carte géologique de France,* t. XVI; *Les montagnes entre Briançon et Vallouise,* Imprimerie Nationale); de M. Kilian (*Aperçu sommaire de la Géologie, de l'Orographie et de l'Hydrographie des Alpes dauphinoises,* imprimerie Allier frères, Grenoble); de MM. Kilian et Révil (*Mémoire pour servir à l'explication de la Carte géologique de France,* Imprimerie Nationale), et de M. Pierre Lory (*Etudes géologiques dans la chaîne de Belledonne,* imprimerie Allier frères, Grenoble). Mais c'est surtout aux si captivantes leçons du savant professeur grenoblois que je dois d'avoir pu renouveler mon très humble bagage de science géologique, particulièrement sur les régions alpines.

Je prie mes maîtres vénérés, MM. Termier et Kilian, de bien vouloir agréer l'hommage de ma profonde reconnaissance, car si mon modeste travail peut être de quelque utilité, c'est à leurs œuvres, à leurs leçons et à leurs conseils que je le dois.

Je remercie également du fond du cœur M. Victor Blanchet, président du Conseil d'administration de la Société Minière des Alpes, ainsi que mes collègues, MM. Auguste Bouchayer et Clausel de Coussergues, qui m'ont soutenu et encouragé dans les moments difficiles que nous avons traversés.

Je dois enfin de vifs remerciements à M. Dagallier, ingénieur de l'arrondissement minéralogique de Grenoble; à M. Evrard, directeur des charbonnages de La Tour; à M. Lacure, directeur de la Compagnie Minière du Sud-Est, et à M. Arnal, directeur de la Mine des Eduits (Briançonnais); à M. Fayen, administrateur-délégué de la Société des Plâtrières du Sud-Est, et à M. Laroche, administrateur-délégué des Mines de l'Etarpey (Maurienne), et enfin à M. le comte de Saint-Pierre, directeur des Mines d'Aime (Tarentaise), pour les renseignements très précieux qu'ils ont bien voulu me communiquer sur les allures particulières des gisements dont ils ont la surveillance ou la direction.

CHAPITRE PREMIER

NATURE DES GISEMENTS HOUILLERS ALPINS

Jusqu'à ces dernières années, il était admis que l'anthracite des Alpes, tout au moins le menu qui entre dans sa composition avec un pourcentage très élevé, était incombustible, par conséquent inutilisable Tout au plus servait-il, l'hiver, au chauffage des habitants qui allaient l'extraire, quelquefois au péril de leur vie, jusque dans les régions presque inaccessibles des montagnes alpines, ou aux fabrications locales de la chaux dans des fours rudimentaires.

Le menu était généralement laissé sur place, et les morceaux seuls étaient descendus à dos de mulet ou à dos d'homme. Et il n'y a pas encore si longtemps que, dans le bassin de La Mure, les menus d'anthracite étaient laissés au fond de la mine et étaient utilisés au remblayage des chantiers.

On est cependant revenu, maintenant qu'on le connaît mieux, à une plus exacte et à une plus juste appréciation de la valeur de ce combustible.

J'ai exposé, dans une communication à la Société Scientifique de l'Isère [1] et dans une étude présentée au Congrès de Liége de juin 1922 [2], les méthodes rationnelles d'emploi de l'anthracite alpin dont le rendement calorifique peut atteindre celui des meilleurs charbons. Je laisserai donc cette question de côté.

Aujourd'hui, mon but est de décrire les allures connues, si

---

[1] Utilisation rationnelle de l'anthracite des Alpes, par M. L. Moulinier (*Bull. Soc. de Statistique des Sciences naturelles et des Arts industriels du département de l'Isère*, 4e série, t. XV, 1920).

[2] *De l'utilisation de l'anthracite des Alpes*, par M. L. Moulinier (Impr. H. Vaillant-Carmane, place Saint-Michel, 4, Liége).

variées, et parfois si étranges, des couches alpines d'anthracite et d'essayer d'en tirer quelques conclusions pratiques pour leur prospection et pour leur exploitation.

Je m'empresse toutefois d'ajouter que le gisement houiller des Alpes a été jusqu'à présent trop sommairement exploité, qu'il est encore trop peu connu pour qu'il soit possible d'établir des règles précises et intangibles. Je pense cependant que, dans l'état actuel de nos connaissances, les faits constatés peuvent apporter un peu de lumière et servir de guide aux prospecteurs qui souvent se sont égarés pour les avoir ignorés.

Avant d'entrer dans le vif de mon sujet, je me permettrai de rappeler, en quelques mots, ce qu'est le bassin houiller alpin.

Zones houillères des Alpes françaises. — Le Houiller des Alpes françaises est formé d'un certain nombre de bandes d'affleurements parallèles à la chaîne centrale Belledonne-Mont-Blanc. Elles ont donc une direction générale Nord-Sud, et un pendage tantôt à l'Est, tantôt à l'Ouest, mais plus normalement à l'Est, le plus souvent supérieur à 45°.

Il est composé de grès, à grains grossiers allant jusqu'aux conglomérats ou à grains fins ou psammites, de schistes noirs argileux et de couches d'anthracite.

Ces bandes comprennent de l'Ouest à l'Est :

1° *Les affleurements de la bordure occidentale de la chaîne centrale*, qui s'étendent, en France, du Sud au Nord, de Barles (Basses-Alpes) aux Aiguilles-Rouges (Haute-Savoie), dans les localités ou régions suivantes : au Sud de la Romanche, Barles, Aspres-les-Corps, Entraigues, Valbonnais, Oris-en-Rattier, la Matheysine, Laffrey, Saint-Barthélemy-de-Séchilienne; de la Romanche à l'Arc, Formaffrey, Montjean, Haut-Morel, Font-Fouché, Vaulnaveys-le-Bas et Vaulnaveys-le-Haut, Saint-Martin-d'Uriage, Revel, La Combe-de-Lancey, Saint-Mury, Sainte-Agnès, la Boutière, le vallon de Bédina, Oudi-Dessous, le col du Merdaret, le vallon de Vaugelas, le haut vallon du Gelon; au

Nord de l'Arc, Ugine, Flumet; et, dans la région de Chamonix, le Prarion, Tête-Noire, Servoz et la Diosaz.

2° *Les affleurements de l'intérieur de la chaîne centrale,* nombreux, mais épars : dans le massif de Belledonne proprement dit, les Chalanches, la Grande-Voudène, la Grande-Lance de Domène, le rocher de l'Homme; dans le massif d'Allevard, La Ferrière, Montmayen, le Grand-Collet, Saint-Hugon, les Ramiettes de Prodin, et, sur le versant oriental, Saint-Colomban-des-Villards; entre l'Arc et l'Isère, les longues et étroites bandes de Saint-Paul, de Pussy et de Celliers; au Nord de l'Isère, la bande de la vallée de l'Arly, de Cevins, d'Areches et de Beaufort, de Hauteluce, et, au lac de la Girotte, les affleurements du versant oriental du Nan; enfin, dans la vallée de Chamonix, entre les Aiguilles-Rouges et le massif du Mont-Blanc, la bande houillère qui va d'Argentière au col de Balme par Vallorcine et se continue en Suisse.

3° *Les affleurements de la bordure orientale de la chaîne centrale :* de Vaujany, dans la vallée d'Olle, de Petit-Cœur et du vallon de Grand-Maison, en Tarentaise, et de Roselend, dans le Beaufortain.

4° *Les affleurements de la bordure occidentale des Grandes-Rousses,* qui s'étendent de la vallée du Vénéon, au Sud de Venosc, au Pic de l'Etendard.

5° *Les affleurements de la bordure orientale des Grandes-Rousses,* qui s'étendent du Mont-de-Lans au col de la Croix-de-Fer.

6° *La grande bande houillère de la zone axiale,* qui s'étend, en France, du col des Ayes, au Sud de Briançon, au col du Petit-Saint-Bernard, au travers des vallées de la Durance et de ses affluents, la Guisanne et la Clarée, de l'Arc (Maurienne) et de l'Isère (Tarentaise), sur une longueur de près de 150 km. et sur une largeur moyenne de 7 à 8 km. (atteignant jusqu'à 16 km.

entre Saint-Michel et Modane), couvrant une superficie de plus de 100.000 hectares.

Près de la bordure occidentale de la zone axiale, aux environs de Moûtiers, on voit affleurer au travers des assises triasiques de petits anticlinaux houillers: Villarly, Villarlurin, Champoulet, les Routes, Hautecour, qui se rattachent certainement à la bande principale.

Répartition des couches d'anthracite. — Les couches d'anthracite sont très inégalement réparties dans l'ensemble du terrain houiller des Alpes. Il en résulte que celui-ci est composé de zones riches et de zones pauvres.

Dans le bassin de La Mure, qui appartient à la bande occidentale de la chaîne de Belledonne et qui constitue le gisement houiller de beaucoup le plus important de toutes les bandes secondaires, il n'y a de couches d'anthracite exploitables que dans la moitié supérieure de la formation houillère; la moitié inférieure, qui repose sur les micaschistes, est pratiquement stérile.

Toute la bordure orientale de la zone axiale est généralement très pauvre en combustible; par contre, la partie occidentale de cette zone contient un grand nombre de couches, et la plupart des mines concédées y ont été instituées :

dans le Briançonnais proprement dit, la vallée de la Clarée, qui en forme la partie orientale, est à peu près complètement stérile, tandis que la partie occidentale, au voisinage de Briançon et le long de la vallée de la Guisanne, est très charbonneuse;

en Maurienne, s'il existe quelques exploitations, insignifiantes d'ailleurs, dans la région de Modane, à l'Est, les concessions productives sont concentrées au voisinage de Saint-Michel-de-Maurienne, à l'Ouest;

en Tarentaise, aucune mine importante n'est en activité, à l'Est de la zone houillère, dans la vallée de l'Isère et dans les vallées secondaires du Doron de Bozel et du Doron de Belleville; mais, à l'Ouest, l'exploitation est générale, ou du moins de

nombreuses couches d'anthracite y sont connues, de Saint-Martin-de-Belleville à Bourg-Saint-Maurice.

Nombre des couches. — Les couches d'anthracite de la zone des chaînes centrales (Belledonne, Mont-Blanc, Grandes-Rousses) sont en très petit nombre en raison de la faible largeur ou de la faible épaisseur des bandes anthracifères.

Le houiller de La Mure n'a que 300 à 350 m. d'épaisseur réelle et contient cinq couches d'anthracite [1]; le houiller connu de Saint-Mury a 250 m. de largeur et son exploration n'y a fait reconnaître qu'une couche, de plusieurs mètres de puissance, il est vrai.

A la Boutière (mines d'anthracite de Sainte-Agnès), il existe au moins deux couches exploitables dans un petit synclinal houiller de largeur analogue, mais très probablement différent de la bande de Saint-Mury.

Le terrain houiller de la zone axiale est encore trop peu connu pour qu'il soit actuellement possible de déterminer, même très approximativement, le nombre des couches d'anthracite qu'il renferme. A fortiori, est-il parfaitement inutile et tout à fait vain de tenter une estimation du tonnage qu'elles représentent.

Sous la haute direction de M. Kilian, membre de l'Institut, il est actuellement effectué, dans toute la zone houillère intra-alpine, un relevé très exact des affleurements charbonneux visibles. Mais, d'une part, des affleurements de couches échappent certainement aux investigations les plus attentives, soit parce qu'ils sont cachés sous le manteau des terres cultivées, des prairies et des forêts, soit qu'ils n'apparaissent qu'en des

---

[1]

Couche inférieure.....	0,60 à 0,80	15 m.
Couche des Trois Bancs.....	2 m. à 3,50	25 m.
Couche Henriette.....	0,90 à 1,80	50 m.
Grande Couche.....	10 m. à 12 m.	50 m.
Couche supérieure Rolland.....	0,50 à 0,60	

points inaccessibles. Il est, en outre, très possible, et le fait est généralement admis aujourd'hui, que le terrain houiller de la zone axiale soit replié sur lui-même (ce qui expliquerait son énorme épaisseur apparente, 16 km. dans la Maurienne) et que, en conséquence, les mêmes couches se répètent une ou plusieurs fois.

Toutefois, s'il est impossible de procéder à une évaluation, même sommaire, des richesses anthracifères contenues dans le terrain houiller des Alpes françaises, il est permis de penser qu'elles sont très importantes.

En effet, outre que dans le Briançonnais, en Maurienne et en Tarentaise, il est des régions où l'on connaît et exploite déjà de nombreux et puissants gisements d'anthracite, il en est d'autres, d'accès généralement plus malaisé, dans lesquelles les habitants ont extrait, de tout temps, de l'anthracite dans les affleurements qu'ils ont découverts. Et, si l'on songe que, chaque année, ces exploitants occasionnels abandonnaient leurs travaux de la saison précédente, éboulés par suite d'un boisage défectueux et très insuffisant, et que, malgré cela, ils trouvaient de nouveaux gîtes, qu'ils abandonnaient encore, l'année suivante, pour se porter ailleurs, que conclure, si ce n'est que le nombre et l'étendue des affleurements de couches sont bien grands et qu'à l'intérieur des montagnes alpines sont enfouies de magnifiques réserves de combustible !

Age du terrain houiller des Alpes. — Les anciens géologues, pendant de nombreuses années, et jusqu'en 1860[1], ont âprement épilogué sur l'âge des grès à anthracite, ainsi qu'ils désignaient le terrain anthracifère des Alpes, les uns les classant dans les schistes talqueux (schistes cristallins); d'autres, et à leur tête Elie de Beaumont, assurant qu'ils appartenaient au lias, en rai-

---

[1] Gaudry, Résumé des travaux qui ont été entrepris sur les terrains anthracifères des Alpes de la France et de la Savoie (*Bull. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. XII, p. 534).

son de la constatation, faite à Petit-Cœur, en Tarentaise, de l'existence d'un petit banc de grès à anthracite intercalé, en stratification en apparence concordante, entre deux bancs de schistes argilo-calcaires à bélemnites; quelques-uns enfin essayant timidement, écrasés qu'ils étaient par la notoriété mondiale d'Elie de Beaumont, d'expliquer cette anomalie par des renversements de terrain et des failles. Ch. Lory, qui, l'un des premiers, affirma catégoriquement l'âge houiller des grès à anthracite, s'attira cette boutade d'Elie de Beaumont : « N'est pas digne du nom de géologue celui qui prétend que le terrain anthracifère des Alpes n'appartient pas à l'époque secondaire. »

Ch Lory est aujourd'hui bien vengé. Il n'est personne, à l'heure actuelle, qui mette en doute que ce terrain n'appartienne à l'époque carbonifère.

A quel étage exactement ?

L'étude des empreintes végétales fossiles, recueillies sur toute l'étendue des diverses bandes d'affleurements, montre que le houiller alpin est du même âge que le houiller de Saint-Etienne, c'est-à-dire qu'il appartient au houiller supérieur ou étage stéphanien. Toutefois, la découverte par M. Kilian du *Sphenopteris Essinghi,* et par M. le commandant Pussenot du *Nevropteris Schlehani,* dans la zone axiale, démontre que les sédiments houillers de cette région commençaient déjà à se déposer à l'époque du Westphalien supérieur et peut-être même à la fin du Westphalien moyen.

Analogie du Houiller alpin et du Houiller de Saint-Etienne. — Le Houiller alpin est donc stéphanien dans son ensemble. D'autre part, il est reconnu que le Houiller de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier se poursuit sur la rive gauche du Rhône, et que des témoins de ce dernier apparaissent en différentes régions du Bas-Dauphiné et du Bugey, de part et d'autre du prolongement oriental de la chaîne granitique du Pilat, où ils sont connus depuis longtemps :

au Nord, le Houiller de Ternay et de Communay, qui fait im-

médiatement suite à celui de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier et constitue un épanouissement de ce dernier, après le rétrécisement de Tartaras et de Montrond, et le lambeau de Chamagnieu, près Crémieu, en plein centre de la plaine dauphinoise;

au Sud, les affleurements houillers de Serpaize, aux portes mêmes de Vienne, de la Poype, de Chonas, etc...

Plus récemment, de nombreux sondages ont démontré l'existence du Houiller productif au Sud-Est de Lyon, et des puits y sont déjà projetés.

Enfin, un sondage exécuté dans le département de l'Ain a également rencontré le Houiller, mais stérile [1].

Il est toutefois à présumer que le Houiller n'existe pas partout dans le Bas-Dauphiné, et le sondage de La Verpillière, de 1853, qui avait rencontré le gneiss immédiatement sous les grès triasiques, doit rendre les tentatives de généralisation très prudentes.

N'est-il pas cependant permis de penser que le terrain houiller des Alpes, contemporain du terrain houiller de Saint-Etienne, se relie à ce dernier par-dessous les puissants recouvrements secondaires et tertiaires du Dauphiné et de la Savoie qui laissent percer, çà et là, quelques pointements gneissiques généralement accompagnés de témoins houillers [2]?

On peut dès lors se représenter la géographie de la région considérée, durant la seconde partie de l'époque carbonifère, de la façon suivante : à l'Est du Massif Central — définitivement

---

[1] Voir à la fin de cette étude le tableau des sondages exécutés dans le Bas-Dauphiné.

[2] Les grès à anthraçite de l'Isère (Belledonne, Grandes-Rousses) ont tous les caractères du terrain houiller proprement dit, tel qu'il est, par exemple, dans le département de la Loire et aux environs de Vienne. Rien n'empêche, à notre avis, d'admettre qu'ils ont été formés à la même époque que ce terrain et dans les mêmes conditions. Il est probable qu'ils n'ont pas recouvert partout les terrains plus anciens; ils se sont déposés dans des bassins plus étendus sur un front légèrement accidenté, formé par les terrains cristallisés schisteux, déjà un peu disloqués et dénudés. (Ch. Lory, *Descrip. géolog. du Dauphiné*).

exondé pendant les temps hercyniens qui ont précédé cette époque, mais coupé de fjords profonds, et constituant déjà une barrière immuable et infranchissable contre laquelle sont ensuite venus déferler et s'arrêter, telles des vagues monstrueuses, les terrains plissés, empilés et charriés par les poussées alpines venues de l'Est — existait une vaste lagune, ou plutôt un lac immense (car tous les fossiles et empreintes végétales du Houiller de Saint-Etienne et des Alpes franco-italiennes sont des restes d'organismes lacustres) parsemé d'îles, dont quelques-unes très importantes, à l'emplacement actuel des chaînes de Belledonne, Mont-Blanc, des Grandes-Rousses, du Pelvoux, etc., couvertes, ainsi que le Massif Central, d'une végétation luxuriante.

C'est dans cet immense lac que se déposaient les matériaux : sables, argiles et débris végétaux, qui donnaient naissance aux éléments constitutifs du terrain houiller : grès, schistes, couches charbonneuses.

Durant le Westphalien supérieur, toute la partie Ouest de ce grand bassin lacustre était encore émergée (fig. 1) et formait

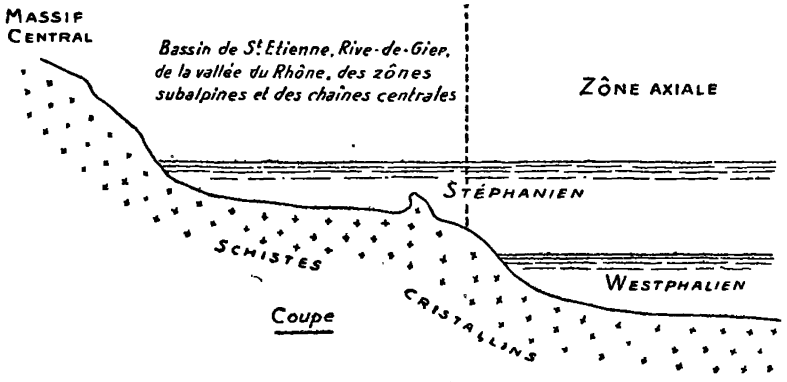


Fig. 1.

une plaine basse qui envoyait ses eaux chargées de détritus dans la zone axiale : Briançonnais, Maurienne, Tarentaise, qui y déposaient les premiers sédiments houillers. Puis cette plaine

a été ensuite immergée par suite de la persistance des mouvements hercyniens, et, dès lors, l'eau s'étendait jusqu'à l'extrémité des fjords qui s'étaient creusés dans le Massif Central. C'est durant cette période d'immersion de toute la région à l'Est du Massif Central, période stéphanienne, que s'est déposé le Houiller de Saint-Etienne, de Rive-de-Gier, du Bas-Dauphiné, du Bugey, du Belledonne-Mont-Blanc, de l'Oisans, du Pelvoux, et que s'achevait la formation de la puissante masse des assises houillères de la zone axiale [1].

Durant les périodes suivantes, permienne et triasique, la zone Belledonne-Mont-Blanc, inondée pendant le Stéphanien, a été de nouveau partiellement émergée, ne recevant que des dépôts sporadiques permo-triasiques en discordance de stratification avec le Houiller sous-jacent; tandis que, dans la zone axiale, restée immergée, ces dépôts se formaient en eau tranquille et constituaient une suite naturelle et concordante des dépôts houillers.

---

[1] Des mouvements assez importants ont dû se produire probablement dès le début de l'époque westphalienne et se sont continués jusqu'à la fin de cette période dans les régions qui sont devenues aujourd'hui les zones occidentales de nos Alpes (zone subalpine et zone cristalline delphino-savoisienne), à l'époque où le Plateau Central, *dont elles n'étaient alors qu'une dépendance*, subissait son plissement principal. Les premiers reliefs furent bientôt partiellement arrosés par les érosions, et tandis que les parties continentales se recouvraient d'une abondante végétation de cryptogames vasculaires, de cycadofilicinées et de cymnasperines, d'immenses lacs ou lagunes s'établirent dans les dépressions et occupèrent, semble-t-il, une grande partie de l'emplacement des Alpes. Dans ces bassins qui, à l'Est, étaient peut-être en communication indirecte avec la mer ouralienne, les torrents descendant des reliefs avoisinants entraînent en vastes deltas des cailloux, des vases, des débris végétaux qui ont constitué les matériaux de conglomérats, de grès, de schistes et des couches de houille; ces dernières furent transformées plus tard en anthracite par les compressions subies lors des mouvements alpins. (W. Kilian et Révil, *Mémoire pour servir à l'explication de la Carte géologique*, Imprimerie Nationale.)

Le Bas-Dauphiné était probablement une région peu accidentée reliant, par une série d'ondulations, le massif montagneux hercynien à la côte basse où, dans de vastes lagunes, en concordance presque absolue avec le terrain primitif, se déposaient les sédiments houillers de l'Oisans, de la Maurienne et de la Tarentaise. (Termier, *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. XXIII, p. VIII-XII, 1896.)

Puis, la mer liasique est venue tout recouvrir, du Massif Central au Piémont.

Le Houiller alpin s'est donc formé en même temps et dans les mêmes conditions que le Houiller du Massif Central (Saint-Etienne, Rive-de-Gier). Il constituait sans doute, avec ce dernier, un seul et même bassin.

Nature différente du charbon des Alpes et du charbon de Saint-Etienne. — Les couches de combustible de l'une et de l'autre région, ayant même origine, devraient donc être de même nature et présenter la même apparence physique. Or, il n'en est rien, et les caractères qui différencient les unes et les autres sont tellement tranchés qu'elles semblent appartenir à des formations totalement différentes et indépendantes.

Pourquoi ?

C'est que, depuis leur dépôt, ces couches ont été soumises à des influences très diverses.

Tandis que le terrain houiller de Saint-Etienne, de Rive-de-Gier et du Bas-Dauphiné prenait peu à peu, et sans mouvements brusques, sa position définitive sous l'impulsion des dernières oscillations hercyniennes, de faible amplitude, toute la zone houillère sub et intra-alpine devait, au contraire, subir les actions mécaniques et les dislocations causées par la formation des chaînes alpines, lesquelles s'exerçaient déjà durant toute la longue période des temps secondaires, pour atteindre leur paroxysme et s'achever vers le milieu de l'époque tertiaire.

CHAPITRE II

CONSÉQUENCES DES MOUVEMENTS ALPINS

1° Transformation de la houille en anthracite. — Sous l'action des mouvements alpins, les terrains ont été plissés et plus ou moins charriés, et les couches de charbon, qui constituaient des plans de moindre résistance, ont été généralement le siège de déplacements relatifs des terrains encaissants, durant lesquels le charbon a été broyé en poussière plus ou moins fine, réagglutinée ensuite sous l'influence de pressions tangentielles énormes. En même temps, les frottements intenses que subissaient les masses charbonneuses provoquaient une élévation de température qui lui faisait perdre ses matières volatiles, de telle sorte que, dans toute l'étendue des gisements alpins, les couches de charbon se sont transformées en anthracite. En certains points, des roches éruptives (microdiorites, diorites micacées et microgranulites basiques), dont l'intrusion est postérieure aux dépôts houillers, ont, en outre, transformé très localement, par métamorphisme, l'anthracite en graphite ou plutôt en graphitoïde (concessions du Chardonnet, de Côte-Peallas et de Fréjus, dans le Briançonnais; concession de Malgovert, près de Bourg-Saint-Maurice, en Tarentaise).

Les charriages n'ont pas exercé partout leur action de broyage avec la même intensité, et, d'autre part, il a pu se produire des déplacements en bloc ou en masses compactes, laissant les couches à peu près intactes malgré leur plissement, qui ont alors conservé leur texture « cristallisée » primitive [1]. Tel est le cas

---

[1] Je dis que le charbon est « cristallisé » quand il a conservé un aspect homogène et brillant et qu'il présente des faces de clivage parallèles, quelquefois dans plusieurs plans. Le sens donné à ce mot n'a donc rien de commun avec celui qui lui est propre.

pour certains gisements de la Matheysine (couches des mines de La Mure et de Notre-Dame-de-Vaulx), de l'Oisans (couches de l'Erpie et de Combe-Charbonnière), de Beaufort en Tarentaise (couche d'Arèches), etc., qui sont presque entièrement constitués d'anthracite cristallisé.

Certaines couches, comme la couche Marguerite, de Saint-Mury, et les couches Trois-Bancs et Henriette, des mines de Sainte-Agnès, dans le massif de Belledonne, la couche de la mine des Eduits et les deux couches de la Combarine, dans le Briançonnais, etc., sont composées : partie d'anthracite cristallisé, atteignant jusqu'à 0 m. 80 de puissance (à Saint-Mury par exemple) et se présentant tantôt au toit, tantôt au mur, tantôt au milieu de la couche; partie d'anthracite broyé que, dans le Belledonne, les mineurs désignent sous le nom de « molle ».

D'autres couches, enfin, présentent des zones cristallisées, irrégulières, mais nombreuses, en quelque sorte noyées dans la masse charbonneuse : couches de l'Etarpey (Maurienne), couches de la Chénaie et d'Aime (Tarentaise), etc...

On peut dire qu'il n'existe pas, dans les Alpes, de couche d'anthracite qui n'ait conservé des vestiges plus ou moins importants de sa cristallisation originelle.

Un témoignage des pressions énormes et des déplacements que les couches charbonneuses ont subis est le nombre considérable de faces polies, planes ou incurvées qu'elles présentent parfois dans toute leur masse. Ce sont des faces de friction.

2° Variations de la teneur en cendres. — En général, la teneur en cendres de l'anthracite a été augmentée par l'introduction, dans la masse charbonneuse en mouvement, de matières étrangères et stériles, provenant des terrains encaissants encore peu consistants, matières qui ont été broyées avec le charbon et intimement mélangées à lui. Ce mélange s'est opéré en toutes proportions, et l'on trouve, dans les Alpes, toutes les teneurs en cendres, depuis les couches à 5 % de l'Oisans jusqu'aux couches de schistes charbonneux dont la teneur se rapproche de celle des schistes houillers.

Je tiens toutefois à protester ici de toute mon énergie contre l'opinion, malheureusement encore trop généralement répandue, que l'anthracite des Alpes est un combustible de qualité inférieure atteignant normalement les teneurs en cendres très élevées de 30 à 40 %.

Cette opinion est sans fondement. Et j'affirme sans crainte d'un démenti que les couches actuellement exploitées par les Sociétés minières alpines, à un très petit nombre d'exceptions près, donnent *pratiquement* des teneurs en cendres de 20 à 25 %. C'est, par exemple, le cas de toutes les couches en exploitation de la Tarentaise, qui, pour la plupart, se tiennent aux environs de 20 % (Montgirod, Sangot, Aime) [1]. La couche qu'on vient de

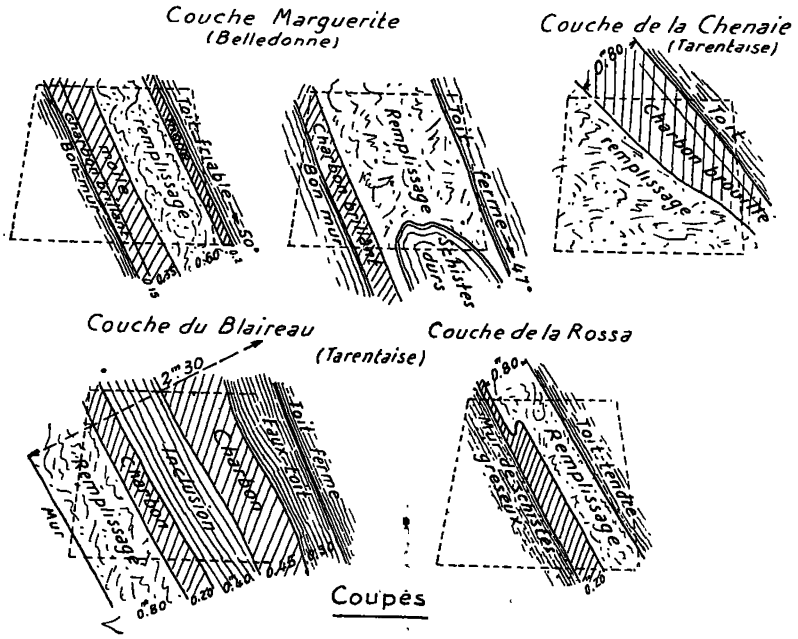


Fig. 2.

[1] Des livraisons de menus bruts, de quelque importance, faites régulièrement depuis plus d'un an par une mine de Tarentaise à une usine de ciment, avec garantie de teneur ne dépassant pas 20 %, n'ont jamais subi de pénalité.

découvrir dans la concession de Lequenay (Aime) donne moins de 15 % de cendres; la couche de la Chénaie, de 15 à 18 %. Il en est de même des couches de l'Etarpey (Maurienne). Dans le Briançonnais, les couches de la concession de la Combarine donnent moins de 20 % de cendres, et la couche graphiteuse de la concession du Freyssinet donne 9 % de cendres !

Ces teneurs en cendres sont celles des charbons tout-venants de la plupart des houillères françaises : elles n'ont donc rien d'anormal [1].

Il arrive parfois que, dans la même couche, et sans que sa puissance soit modifiée, on passe brusquement et plus ou moins complètement de l'anthracite normal à des schistes charbonneux inexploitables. On dit alors qu'il y a remplissage (fig. 2).

Lorsque la proportion de stériles introduits dans le charbon augmente, leur mélange intime peut ne pas être total, et l'on voit alors, dans l'épaisseur de la couche, des traînées informes, schisteuses ou gréseuses, parfois quartzifères (fig. 3), plus ou

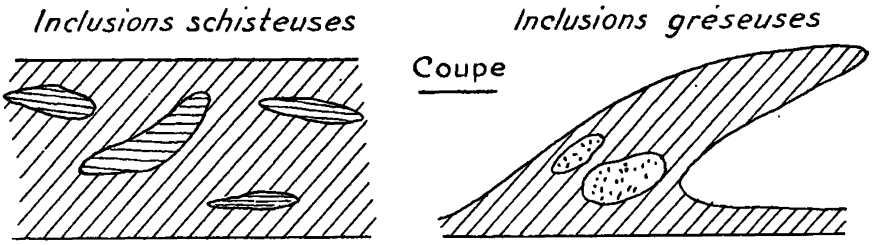


Fig. 3.

moins abondantes, étendues et épaisses, d'allure indéterminée, qu'il est souvent difficile, et quelquefois à peu près impossible d'isoler lors de l'abatage du charbon. Elles augmentent ainsi les impuretés de la couche.

---

[1] Les cendres que contient l'anthracite des Alpes sont, en général, peu fusibles (au voisinage de 1.300°), circonstance très favorable à son emploi en pulvérisé.

3° **Inclusions.** — On constate parfois, dans les couches d'anthracite, l'existence d'intercalations rocheuses, d'importance très variable, qu'on désigne sous le nom général d'inclusions (de truites en Maurienne).

Ces inclusions proviennent de la chute, lors des mouvements alpins, dans la masse charbonneuse plastique et même encore fluide, de blocs de rocher qui peuvent atteindre des dimensions considérables (fig. 4), au point de donner l'illusion de couches en

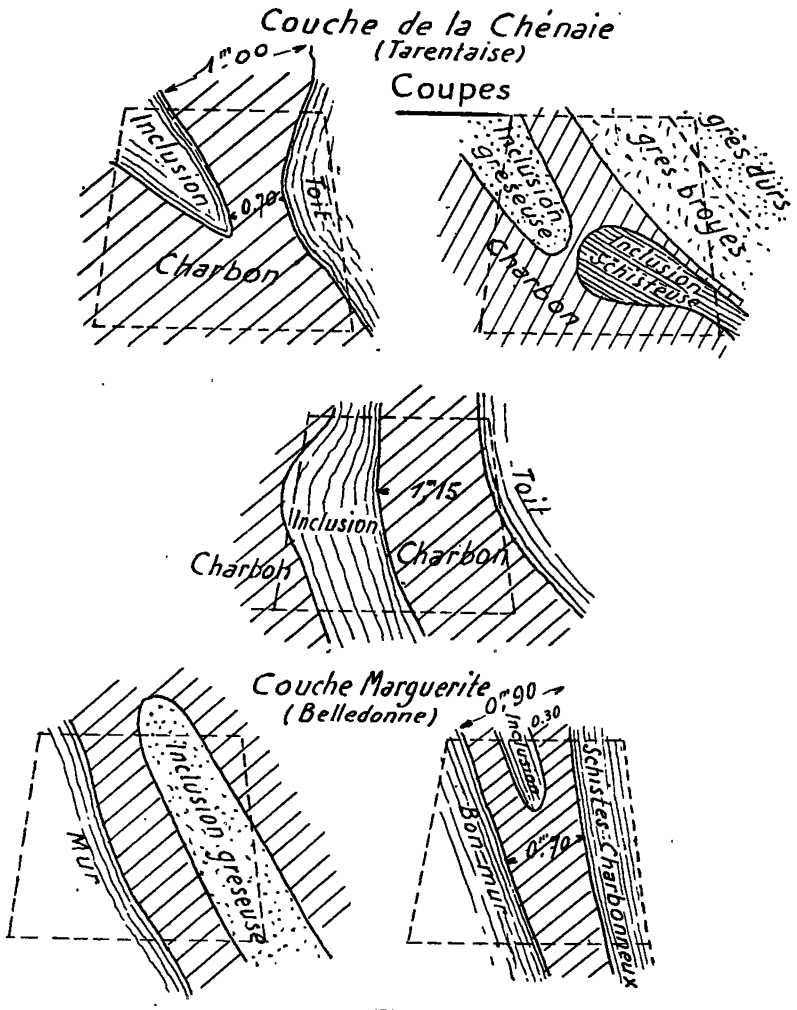


Fig. 4.

plusieurs bancs (fig. 4 *bis*) telles qu'il en existe dans les Alpes :

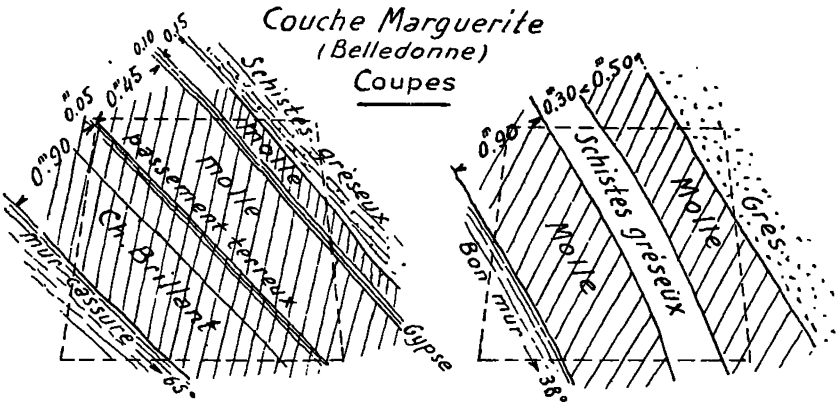


Fig. 4 *bis*.

Grande-Couche et couche des Trois-Bancs du bassin de La Mure, couche C dans le Briançonnais (fig. 5).

Ces inclusions rocheuses sont généralement constituées par du terrain houiller. Elles sont certainement des lambeaux détachés des épontes de la couche, et si, parfois, leur assimilation est difficile, cela tient à ce qu'elles ont été soumises, comme le charbon, à des pressions qui ont profondément modifié leur texture.

Une caractéristique des roches d'inclusion est qu'elles renferment des traînées blanches de quartz broyé.

4° Direction des couches. — Le Massif Central ayant été la barrière contre laquelle sont venues buter et s'arrêter les poussées alpines venant de l'Est, l'ensemble des terrains charriés s'est aligné suivant une direction Nord-Sud, parallèle à celle du Massif Central.

En particulier, la direction générale des couches alpines d'anthracite oscille autour du méridien, variant de quelques degrés au N.-O. à N.-30°-E. Toutes les autres directions sont anormales et sont dues à des incidents locaux.

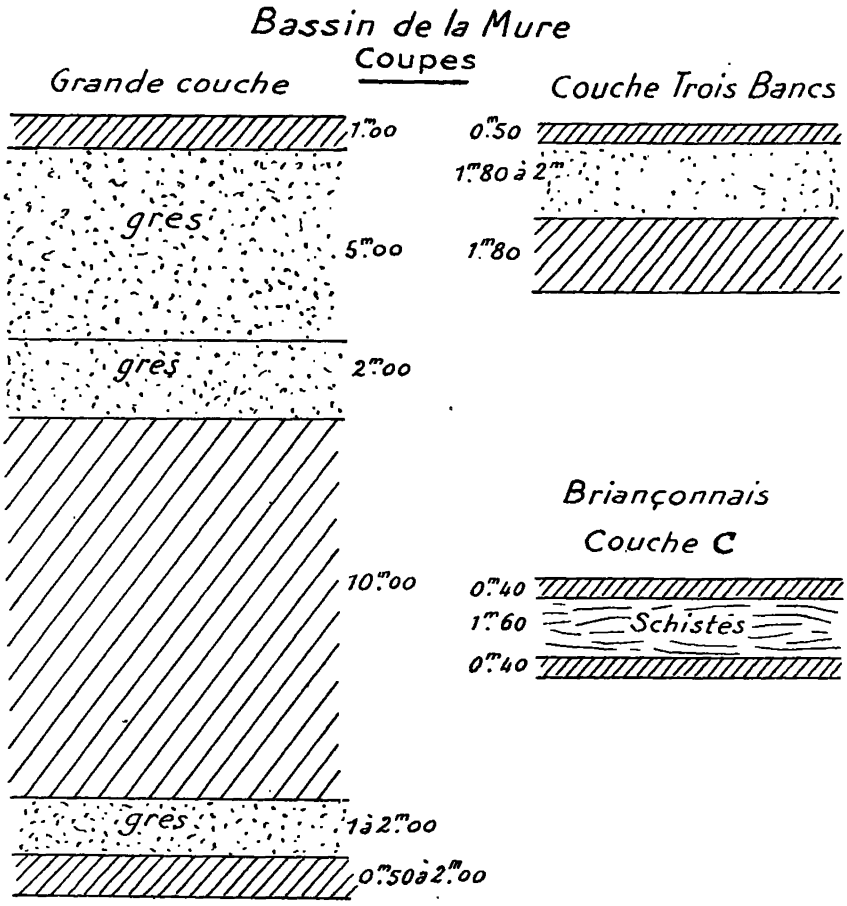


Fig. 5.

5° Inclinaison des couches. — Les poussées tangentielles ont provoqué dans les assises houillères des inclinaisons très variables.

Dans la zone axiale, le pendage général est de 45° Est, tandis que dans le bassin de La Mure, il est le plus souvent de 50 à 60° Ouest.

En général, suivant une section transversale de la zone houillère, on trouve alternativement des pendages Est et des pendages

Ouest, ce qui est le signe d'une répétition des assises (Saint-Martin-de-Belleville).

Parfois, les changements de pente sont simples et la couche a la forme d'un V (Arèches, fig. 6), ou brusques et répétés (La Mure, fig. 7; Saint-Michel et Sordières, en Maurienne, fig. 7 *bis*), ou allongés et répétés, et la couche a la forme sinusoïdale à périodes très inégales (Sangot, fig. 8; Corbassière, fig. 9). Si le

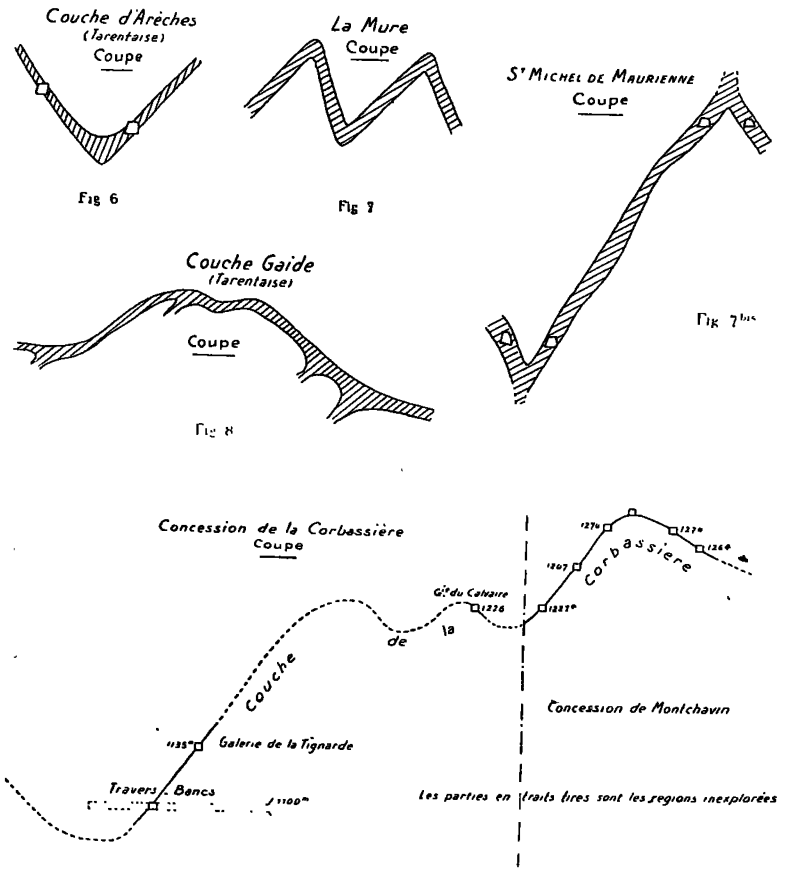


Fig. 9.

pendage reste de même sens, on constate fréquemment des variations notables dans l'inclinaison des couches. De 45°, celle-

ci tombe à zéro, pour reprendre et retomber encore (couche de la Chénaie, en Tarentaise, fig. 9 *bis*) [1]. On a alors une série de

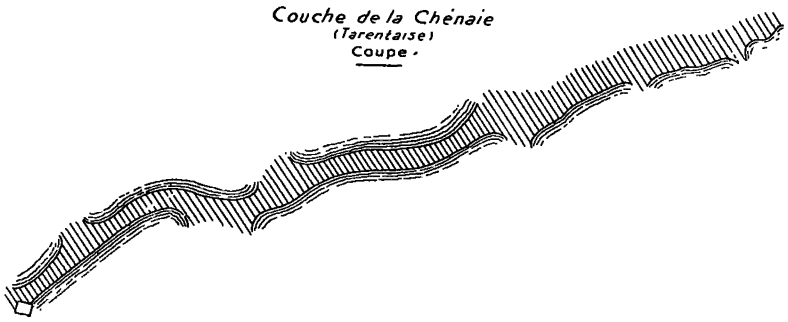


Fig. 9 *bis*.

parties fortement inclinées et de régions de plateures dont il faut toujours prévoir l'existence lorsqu'on veut explorer une région dans laquelle l'allure des terrains est difficilement discernable à première vue, soit que le sous-sol rocheux soit caché par la végétation, soit que la poussée au vide, dont je parlerai ci-après, donne aux bancs visibles une inclinaison apparente fausse.

6° Variations de la puissance des couches. — Si l'on excepte la Grande-Couche de La Mure, dont la puissance moyenne atteint 10 m., et un très petit nombre (actuellement connu) de couches puissantes de plusieurs mètres, l'épaisseur moyenne des couches alpines d'anthracite *exploitables* varie de 1 à 2 m. Lorsque cette épaisseur moyenne descend au-dessous de 0 m. 75 à 1 m., les couches deviennent très rapidement inexploitables.

---

[1] Les épontes de la couche, dans les régions du montage où elles sont visibles, n'ayant pas, en général, les caractères du toit et du mur, il est probable que l'on se trouve en présence d'inclusions (dont on connaît d'ailleurs quelques-unes), ce qui expliquerait la présence des nombreuses amorces de queues rencontrées.

économiquement, à moins de conditions particulièrement favorables de régularité et de solidité des terrains encaissants

Or, en raison des efforts de compression extrêmement intenses et variables auxquels ont été soumis les terrains de la région alpine, en raison également de ce que les couches charbonneuses, plus plastiques, partant moins résistantes que l'ensemble des autres terrains, ont été des zones de rupture et de glissement, on conçoit que la puissance de ces couches, primitivement uniforme sur toute leur étendue, puisse varier considérablement d'un point à un autre et présenter, en outre, des anomalies parfois déconcertantes.

Sous l'action de ces pressions inégales, la matière charbonneuse des couches a été refoulée dans les parties ouvertes au détriment des parties plus comprimées, donnant ainsi une succession de zones épanouies et de zones rétrécies. C'est ce qu'on a appelé la « formation en chapelet ».

Cette dénomination donne d'ailleurs une idée tout à fait inexacte de l'allure réelle des gîtes anthracifères alpins.

En effet, la disposition en zones épanouies et en zones serrées existe quel que soit le sens des travaux d'exploration, qu'ils soient conduits en direction suivant des lignes de niveau des couches, ou en montant ou en descendant suivant les lignes obliques ou de plus grande pente. Cette constatation implique que les épanouissements et les serrées que présentent les couches d'anthracite ne forment pas une suite de « grains de chapelet » reliés par une chaîne stérile, mais constituent une série de zones alternativement élargies et stériles, plus ou moins parallèles, de surface très variable. C'est l'intersection de ces zones par un plan quelconque qui donne l'allure en chapelet.

La caractéristique de ces zones est l'irrégularité : telle zone est en grandeur en un point qui sera en étreinte en un autre, et inversement. Leur répartition est en somme très arbitraire.

Le passage de l'épanouissement à la serrée, ou de la serrée à l'épanouissement, est, en général, assez rapide, parfois très brusque.

Les épanouissements présentent des formes très variées et quelquefois vraiment extraordinaires.

Lorsque la forme est simple, l'épanouissement est produit soit par un écartement simultané du toit et du mur de la couche (la Corbassière, Tarentaise, fig. 10), soit seulement par l'infléchissement de l'une ou l'autre des épontes. Par exemple dans la couche de Saint-Mury (Belledonne), c'est toujours par une

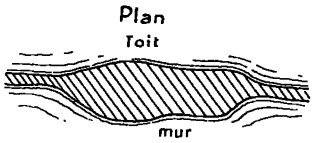


Fig. 10.

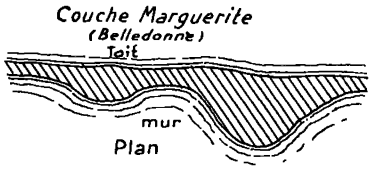


Fig. 11.

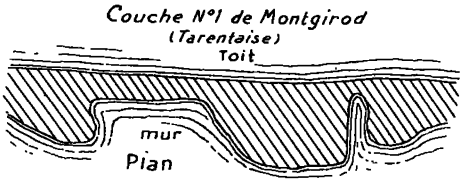


Fig. 12.

inflexion du mur que la couche s'épaissit ou se serre (fig. 11); il en est de même de la couche n° 1 de Montgirod, où l'allure est un peu plus compliquée (fig. 12).

Mais il arrive que les épanouissements présentent des formes extrêmement compliquées et contournées, avec inclusions charbonneuses dans le toit et dans le mur. Un exemple typique est celui que fournissent la couche n° 3 (fig. 13) et la couche n° 5 (fig. 14) des mines d'Aime, en Tarentaise. On y relève des épaisseurs de 12 à 15 m. de charbon.

Fréquemment les épanouissements sont localisés dans les régions raplaties des couches, comme si le charbon de la partie amont y avait coulé et s'y était amassé.

Les parties rétrécies des couches vont parfois jusqu'à la serrée complète. Mais, même dans ce cas, il est rare que, à défaut de

charbon, il ne reste pas un indice qui permette de suivre la couche. Cet indice est généralement une traînée de quartz blanc

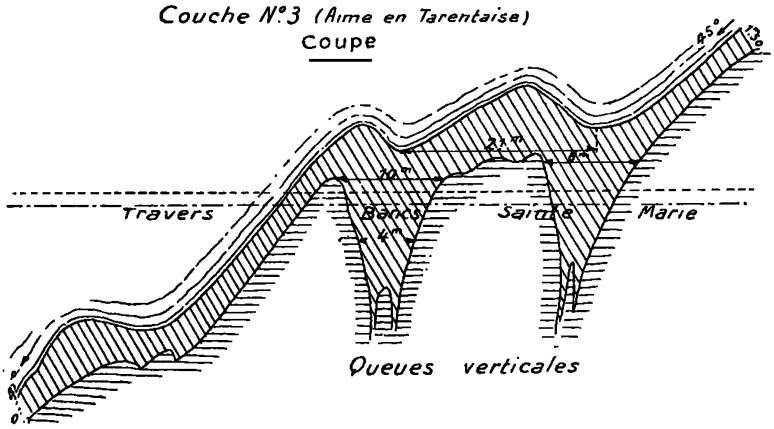


Fig. 13.

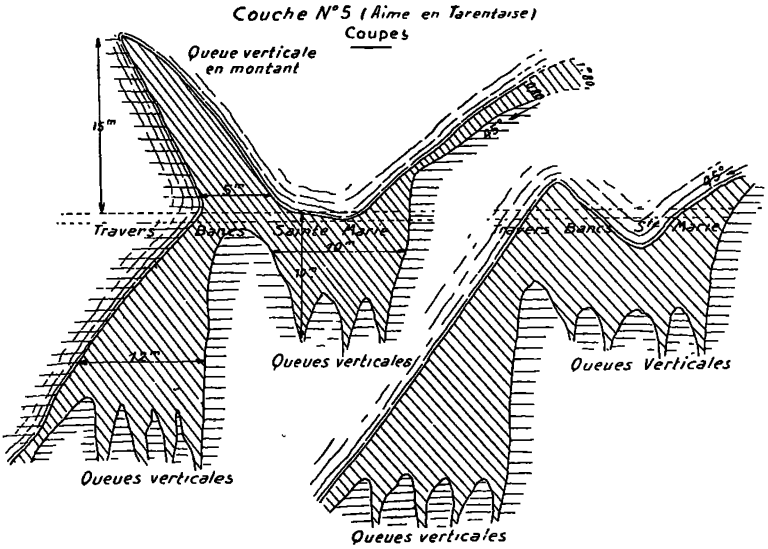


Fig. 14.

broyé accompagné presque toujours de traces charbonneuses.

Ce serait d'ailleurs une grande erreur de croire que la dispo-

sition en épanouissements et en serrées complètes soit une loi générale dans les gisements anthracifères alpins.

Il y a de nombreuses et heureuses exceptions. Et comme le nombre des couches explorées, dans les Alpes, est restreint, et que, pour la plupart, leur exploration ne s'étend qu'à une faible distance des affleurements, on peut espérer que, pour beaucoup d'entre elles, une continuité suffisante sera constatée.

La couche de Saint-Mury (Belledonne) a été explorée sur une longueur horizontale de plus de 400 m. et sur une hauteur verticale de 100 m. En un seul point, et sur une longueur de 25 m. seulement, la couche s'est présentée en serrée, sans que toutefois on en perde jamais la trace.

La couche de la Chénaie, à Montagny, reconnue sur 300 m. de longueur horizontale et sur une hauteur de plus de 100 m. suivant une ligne de plus grande pente, n'a présenté *nulle part* de parties en serrée. Lorsque, par aventure, la puissance de la couche est descendue au-dessous de 1 m., c'est qu'une inclusion existait là, et il suffisait alors de traverser celle-ci pour retrouver une seconde branche de la couche qui atteignait fréquemment plusieurs mètres d'épaisseur.

Il en est de même de certaines couches exploitées dans les concessions de la Condamine et des Eduits (montagne de Prorel, Briançonnais), etc...

7° Balancement des couches. — Le phénomène du balancement des couches, ainsi dénommé par M. Lugeon, géologue suisse, consiste dans le renversement, pouvant aller jusqu'à l'effondrement, des terrains avoisinant la surface, le long des vallées, par suite de la poussée au vide.

On conçoit de suite que de telles manifestations puissent causer des modifications profondes et provoquer des apparences trompeuses dans l'allure des couches.

Ce phénomène est surtout sensible lorsque les assises du terrain sont coupées, par l'érosion, suivant des lignes de niveau, autrement dit lorsque la direction de ces assises est parallèle à celle de la vallée.

Sur le versant où la plongée des bancs est vers l'extérieur (fig. 15), vers le vide, la montagne est comme usée; ses pentes

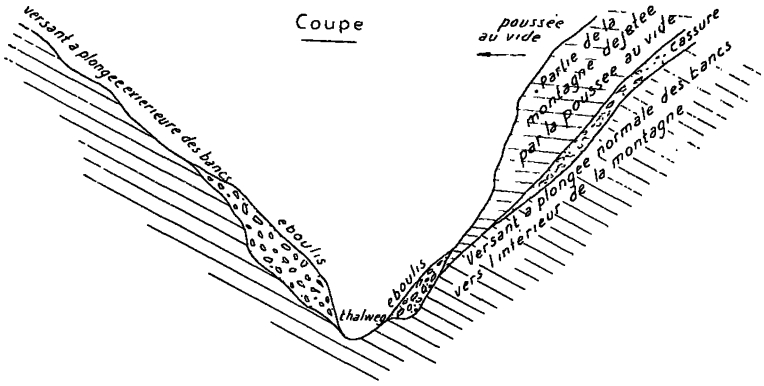


Fig. 15.

sont adoucies par le glissement des bancs les uns sur les autres. Ce glissement est d'autant plus accentué qu'il se produit à une plus haute altitude, et les affleurements du bas, près du thalweg, sont généralement cachés sous une forte épaisseur d'éboulis. Sur le versant opposé, où les bancs plongent normalement vers l'intérieur de la montagne, il arrive que, par suite de la poussée au vide, les terrains au voisinage de la surface s'infléchissent et semblent présenter une pente inverse de celle des terrains visibles en face. Il se produit généralement une ligne de rupture entre la partie du terrain infléchie et la partie restée en place.

Si, dès lors, méconnaissant le phénomène, on veut faire l'exploration d'une couche par un affleurement visible, trois cas pourront se présenter : 1° une galerie de niveau dans cette couche se maintiendra au voisinage de la surface (fig. 16) si la poussée au vide n'a pas sensiblement changé la direction des assises, laquelle sera donc restée parallèle à la direction de la vallée, et par cette galerie ne sera explorée que la partie de la couche affectée par les agents extérieurs; 2° la galerie en couche

aboutira au plan de rupture des terrains (fig. 17), et la couche sera perdue; 3° enfin, dans le cas du simple infléchissement.

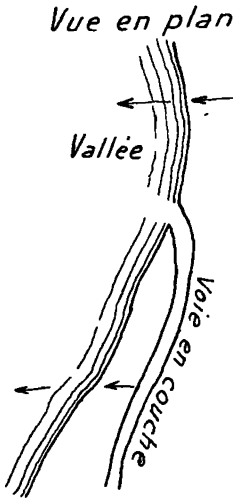


Fig. 16.

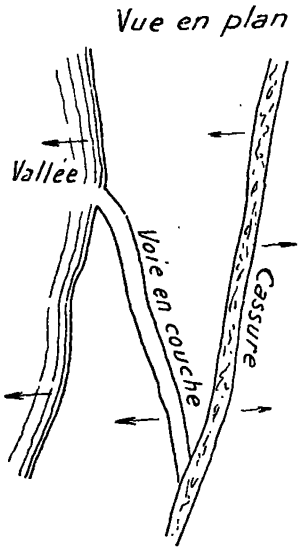


Fig. 17.

sans rupture, des bancs, on retrouvera le vrai pendage de la couche, plongeant vers l'intérieur de la montagne, mais alors le

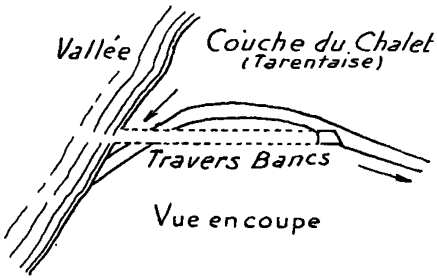


Fig. 18.

travail effectué ne servira de rien parce qu'on l'aura pris trop haut (fig. 18).

Cette poussée au vide ne s'arrête jamais. Elle est, avec l'érosion, la cause principale de la destruction de nos montagnes. Dans une galerie de mine de la Tarentaise, on a pu constater, il y a trois ans, sur une vingtaine de mètres de longueur à partir de l'entrée, qu'un déplacement horizontal s'était produit, couchant le boisage vers l'extérieur et sectionnant la voie ferrée sur 0 m. 20 de longueur.

Lorsque les bancs sont très obliques ou perpendiculaires à la direction de la vallée, les conséquences de la poussée au vide sont, en général, moins accentuées que dans le cas précédent. Sous son influence, le terrain, au voisinage de la surface, se désagrège, s'effondre par lambeaux, laissant intacte la masse arrière restée en place. Il en est de même lorsque le terrain est particulièrement solide (fig. 18 *bis*).

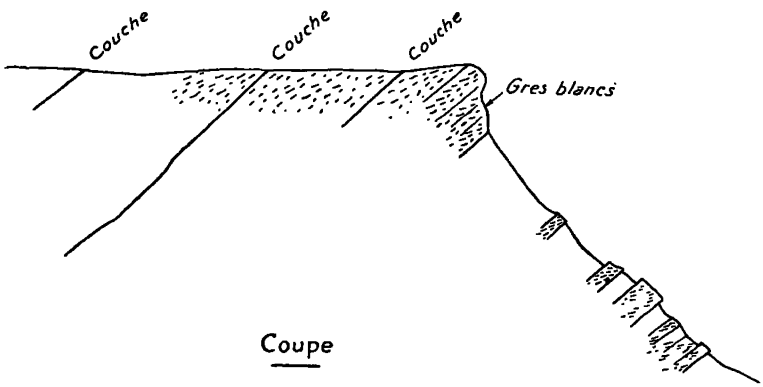


Fig. 18 *bis*.

J'ai dit que les effets de la poussée au vide pouvaient aller jusqu'à l'effondrement d'une partie plus ou moins étendue des parois des vallées. En général, la masse de terrain détaché se brise, pendant sa chute, en fragments de toutes dimensions et forme, le long du thalweg, une zone d'éboulis.

Mais il arrive que cette masse ne se divise qu'en gros éléments, et même, si la roche qui la constitue est très résistante, qu'elle reste entière, glissant alors simplement sur le plan de fracture.

Dans ce dernier cas, le prospecteur peut être induit en erreur par l'aspect extérieur du terrain, qui semble être en place, alors qu'en réalité il n'est formé que d'un bloc détaché de la montagne, non brisé.

J'en citerai deux exemples typiques.

Dans la vallée transversale de Macot (Tarentaise) fut décidé le creusement d'un travers-bancs. Afin de déterminer la direction à lui donner, on examina soigneusement les affleurements visibles des terrains avoisinants, lesquels présentaient d'ailleurs l'allure générale des terrains de la région. On pouvait donc, semblait-il, marcher à coup sûr. Résultat : 200 m. de galerie furent creusés sans sortir de la zone d'éboulis. Et cependant, à plusieurs reprises, on avait rencontré des formations charbonneuses paraissant être des couches en place : celles-ci étaient simplement incorporées à d'énormes blocs de terrain qui avaient glissé sans se briser.

Le deuxième exemple est peut-être plus caractéristique encore.

La gorge du Ponthurin (Tarentaise), au lieu dit La Rossa, conserve encore, sur sa rive gauche notamment, un placage de moraine glaciaire latérale qui, par places, recouvre le terrain houiller. Après avoir bien étudié l'allure extérieure des terrains, dépouillés de moraine, au voisinage du torrent, on décida le creusement d'un travers-bancs dans un massif gréseux, bien stratifié, qui laissait espérer que toute couche rencontrée dans cette région serait régulière. On rencontra, en effet, à 25 m. de l'entrée, une couche d'anthracite de 1 m. de puissance qu'on suivit à droite et à gauche du travers-bancs (fig. 19). Celle-ci se

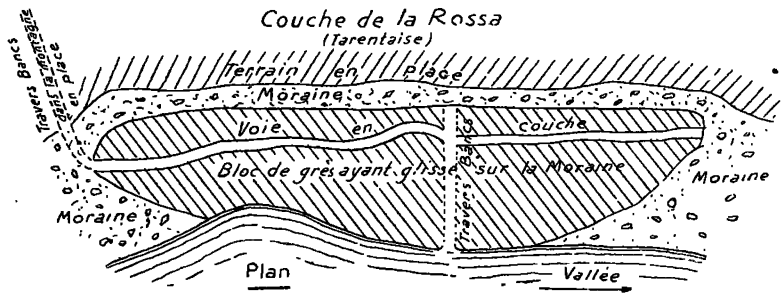


Fig. 19.

montra régulière, mais successivement, à 50 m. à droite et à 60 m. à gauche, on aboutit à la moraine. Pensant être trop près de la surface, on reprit le creusement du travers-bancs; mais, à 6 m. de la couche, on retomba dans la moraine. Qu'était-ce à dire ? Tout simplement que la masse de grès qu'on explorait était un lambeau houiller descendu de la montagne en glissant sur la moraine et en conservant son orientation. Sa dureté l'avait préservée de la dislocation [1].

Je me suis un peu longuement étendu sur les conséquences de la poussée au vide, du « balancement des couches », parce que sa méconnaissance peut expliquer bien des mécomptes.

8° Accidents filoniens donnant lieu à la formation de queues. — Un accident qui affecte fréquemment les couches alpines d'anthracite est celui qui donne naissance à des queues, c'est-à-dire à des rameaux adventices de charbon, assez courts généralement, mais qui peuvent parfois atteindre plusieurs dizaines de mètres de longueur. Cette possibilité d'accident doit toujours être présente à l'esprit quand on explore une couche, notamment lorsque des exemples de cette formation spéciale y ont déjà été constatés. Il peut arriver, et il est en fait arrivé, que l'on perde la couche, soit parce que l'on s'est engagé dans une fausse branche, croyant toujours suivre le vrai filon, soit parce que l'on erre indéfiniment dans des queues plus ou moins inexploitables, alors que la couche, que l'on n'a pas su trouver, est là, tout près.

Ces accidents ont deux origines différentes : ils sont dus soit à la rupture plus ou moins complète de plis couchés, soit à la coulée de la matière charbonneuse, sous l'influence des pressions qui s'exerçaient là, dans les cassures des terrains encaissants, généralement au mur des couches.

---

[1] On peut aussi penser que ce bloc de grès est l'extrémité d'un *verrou* dont la racine serait sur la rive droite du torrent. (M. Piraud, conservateur du Muséum de Grenoble.)

a) *Queues produites par des plis couchés.* — La faille proprement dite, c'est-à-dire la rupture des terrains, due à la pesanteur, qui provoque le glissement d'une partie des couches sur l'autre, suivant le plan de faille (fig. 20), n'existe pas dans le terrain houiller des Alpes, ou, si elle existe, le cas est très rare. Pour ma part, je n'en connais pas d'exemple indiscutable.

Cela tient à ce que, dans les Alpes, les terrains sont formés de plis empilés, renversés et quelquefois charriés, plus ou moins étirés et rompus, sous l'action d'une poussée tangentielle.

Si, passant du général au particulier, nous examinons les phénomènes dus à cette poussée, qui affectent régionalement une couche d'anthracite, nous constatons d'abord des plisse-

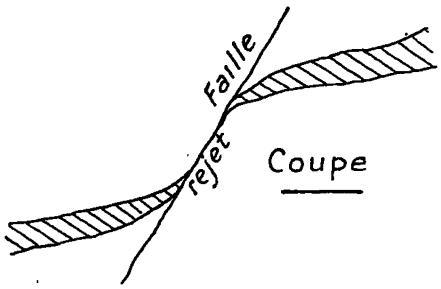


Fig. 20.

ments de faible amplitude, et les voies de niveau, tracées dans la couche, subissent une simple ondulation (fig. 21).

Si le pli s'accentue, les voies de niveau changent momentanément de direction, jusqu'à une amplitude dépassant 90° (fig. 22), pour reprendre ensuite la direction générale de la couche.

Si, enfin, la pression tangentielle augmentant encore, le pli se rompt, une solution de continuité se produit dans la couche et le phénomène donne lieu à la formation de queues (fig. 23).

Il est particulièrement utile de bien connaître le mécanisme de ce dernier accident.

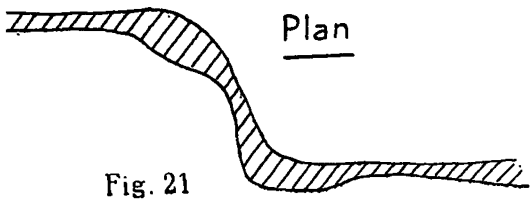


Fig. 21

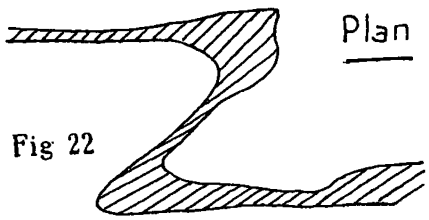


Fig 22

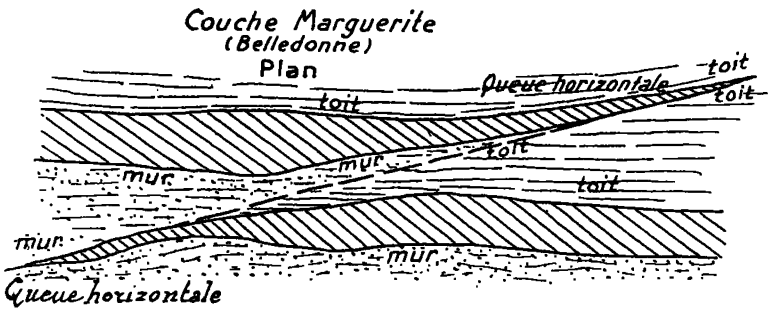


Fig. 23.

Je vais prendre un exemple, afin de me faire mieux comprendre.

Après la découverte de la couche de Saint-Mury (Belledonne) par une galerie au rocher venant de la surface, on décida d'en effectuer la reconnaissance en suivant constamment le mur, en particulier dans les régions de la couche en épanouissement. Le mur est, en effet, constitué par des grès schisteux, très solides, contenant de nombreuses inclusions de pyrite de fer, tandis

que le toit, lorsqu'il n'est pas formé du gypse triasique qui recouvre immédiatement, en de nombreux points, la couche même, se compose de schistes friables, très peu consistants. Le mur est donc très caractéristique, et il était impossible de le perdre involontairement. A un moment donné, la couche changea notablement de direction, en même temps qu'elle s'amincissait graduellement. Elle finit par disparaître complètement sans qu'une trace quelconque permit de tenter, dans cette direction, une poursuite utile de la recherche. De plus, chose étrange, le terrain qui encaissait l'extrémité de la couche était de même nature de part et d'autre : c'était du terrain de mur. Qu'était donc devenu le toit de la couche ? Les chefs qui dirigeaient ces travaux, mais qui venaient des mines du Nord, se souvinrent à propos qu'ils avaient quelquefois rencontré, dans leur carrière de mineur, un accident, qu'ils appelaient un recoutelage, et qui n'est autre qu'un chevauchement de la couche sur elle-même. Ils se demandèrent s'ils ne se trouvaient pas en présence d'un accident semblable. Pour s'en assurer, ils explorèrent, en reculant, le terrain qui avait remplacé le toit. Au point où ils retrouvèrent le terrain schisteux du toit, ils firent creuser une galerie *a* (fig. 24) au travers de ce terrain, et très rapidement ils retrou-

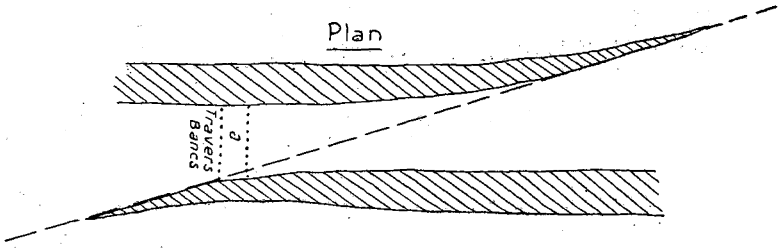


Fig. 24.

vèrent la couche avec sa puissance normale. On se trouvait donc bien, à Saint-Mury, en présence d'un pli couché rompu. Cet accident s'est répété trois fois sur une longueur de 300 m. Il ne m'a pas été signalé dans d'autres exploitations. Cela ne veut

d'ailleurs pas dire qu'il ne s'y rencontre pas, et il est très possible que certaines disparitions de couches lui sont dues.

Ce genre d'accident peut évidemment se présenter dans une direction quelconque.

b) *Queues de remplissage.* — Les queues de remplissage sont des coulées de la matière charbonneuse, dans les cassures des terrains encaissant les couches d'anthracite, cassures qui se sont produites lors des plissements alpins.

Il est probable que le charbon résultant de la fermentation et de la distillation des débris végétaux de l'époque carbonifère s'était consolidé pendant la longue série des temps secondaires, mais qu'il avait repris un état de fluidité analogue à celui du sable ou de la farine, à la suite des pressions et des laminages qu'il a subis durant la période des charriages de l'époque tertiaire, charriages consécutifs à la formation des chaînes alpines.

J'ai dit que cette anomalie se présentait habituellement au mur des couches. Il est cependant des exemples de fausses branches dans le toit, en même temps que dans le mur, comme dans les épanouissements des couches n° 3 et n° 5 d'Aime (fig. 18 et 19). Il est toutefois compréhensible que ces remplissages charbonneux s'observent plus fréquemment dans le mur de la couche, par suite de l'action de la pesanteur qui s'ajoute aux effets des poussées tangentielles. Ils seront donc, en général, verticaux ou très fortement inclinés.

Ces queues se présentent sous des aspects très variés. Elles sont généralement une simple et courte injection de charbon, soit verticalement et vers le haut (couche de la Corbassière, vallée du Ponthurin, fig. 25), soit verticalement et vers le bas (couche Gaide, à Sangot, fig. 26; couche Nouvelle, à Aime, fig. 27), soit à la fois vers le haut et vers le bas (couches n° 3 et n° 5 d'Aime, fig. 18 et 19; couche de la Rossa, vallée du Ponthurin, fig. 28).

Assez rarement, les fausses branches se présentent horizontalement, ou à la fois horizontalement et verticalement (couche Nouvelle d'Aime, fig. 29).

Il arrive même que, à l'inverse des cas ci-dessus, c'est l'une des épontes qui a pénétré dans la masse charbonneuse (couche Nouvelle, fig. 30).

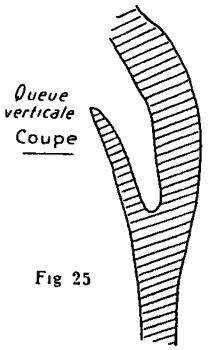


Fig 25

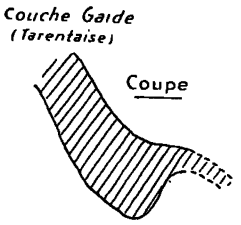


Fig 26

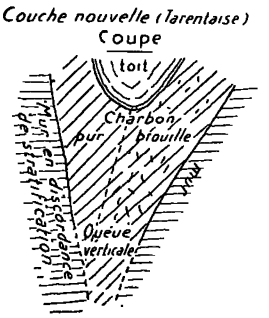


Fig. 27

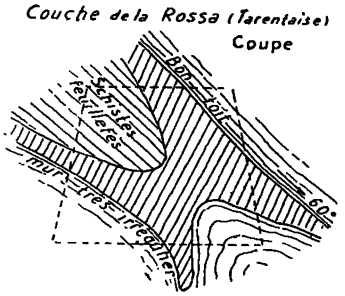


Fig 28

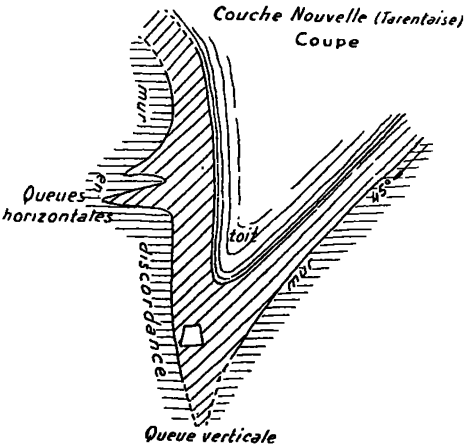


Fig. 29

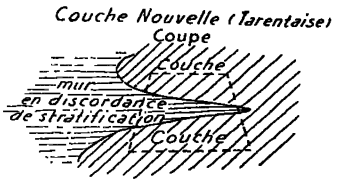


Fig. 30.

En général, ces fausses branches sont des injections locales qui disparaissent peu à peu (couche n° 6 d'Aime, fig. 31).

Mais il existe des cas où les queues constituent de longues coulées charbonneuses au mur de la couche : elles donnent alors l'illusion de véritables couches.

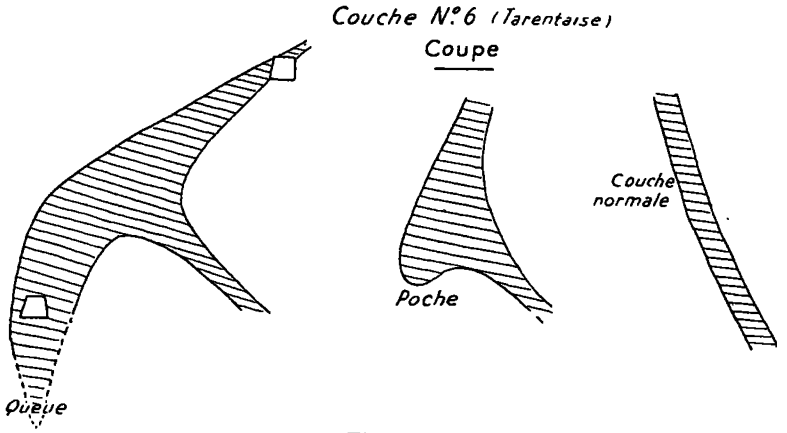


Fig. 31.

Je citerai l'exemple très curieux et très typique présenté par la couche Gaide, à Sangot, en Tarentaise (fig. 32), et sur lequel je m'étendrai quelque peu parce que cette couche, en raison de sa disposition spéciale, alors très mal comprise, a été le siège de travaux en galerie nombreux et parfaitement inutiles.

On connaissait, dans le vallon de Sangot, l'existence d'une couche qui avait été autrefois exploitée par les concessionnaires

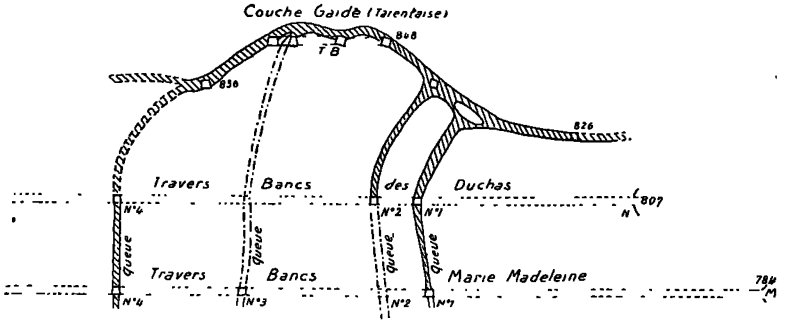


Fig. 32.

du pays. Afin de la retrouver dans une région non encore déhouillée, on creusa deux travers-bancs M et N, à 23 m. de distance verticale l'un de l'autre. Ils recoupèrent successivement

quatre couches, et des explorations furent entreprises dans les couches n° 1, n° 3 et n° 4 du travers-bancs M, dans les couches n° 1, n° 2 et n° 4 du travers-bancs N. En même temps, et au-dessus de ces travaux, sur le flanc de la vallée, on explorait, à différents niveaux et par les affleurements, une couche qui paraissait assez puissante, faiblement inclinée et qui présentait une allure ondulée, tandis que les couches des travers-bancs creusés plus bas étaient à peu près verticales et très généralement de puissance trop faible et trop irrégulière pour être exploitables. On constata, d'une part, que les couches n° 1 et n° 2 se rejoignaient à une certaine distance des travers-bancs; d'autre part, et c'est ce qui a donné définitivement la clé de l'énigme, que les montages qu'on avait poursuivis avec ténacité, malgré les piètres résultats obtenus, venaient finalement aboutir à la couche ondulée découverte au-dessus. On se trouvait donc bien là en présence de coulées charbonneuses, provenant d'une seule et même couche, coulées qui s'étaient effectuées dans des cassures du terrain, à la manière des filons, mais de haut en bas, c'est-à-dire dans le sens descendant.

La queue de remplissage étant de formation filonienne, il est normal que la pseudo-couche et ses épontes apparentes soient en discordance de stratification. C'est, en effet, ce qui a lieu, comme l'indique la fig. 27. De plus, et de part et d'autre du remplissage charbonneux, les terrains sont de même nature.

La discordance de stratification d'une couche avec *une seule* de ses épontes n'est pas forcément un signe que l'on se trouve en présence d'une fausse branche. Cette discordance unilatérale se produit aussi dans des couches en place, mais du côté où le terrain étant le plus résistant (gréseux), celui-ci n'a pu se plier aux inflexions, dues aux poussées tangentielles, avec la même souplesse que la couche elle-même ou son éponte schisteuse.

CHAPITRE III

RÈGLES POUR LA RECHERCHE ET LA RECONNAISSANCE DES GITES ALPINS D'ANTHRACITE

Les terrains qui constituent les Alpes françaises, tels qu'ils se présentent aujourd'hui à nos investigations, sont donc le résultat des actions, lentes ou brutales, mais continues et formidables, qui se sont exercées sur eux, pendant de nombreuses séries de milliers de siècles, depuis leur dépôt jusqu'à leur mise en place définitive, vers le milieu de l'époque tertiaire.

Nous venons de le voir, ces actions ont été la cause de dislocations intenses des terrains, en particulier des couches d'anthracite, de modifications profondes dans leur allure et leur composition, dont il conviendra de tenir compte pour l'établissement et la conduite des travaux de prospection.

Je l'ai déjà dit, bien des jugements erronés et injustes qui ont été portés sur les gisements alpins d'anthracite sont la conséquence des déceptions causées par des travaux exécutés inconsidérément, avec une connaissance trop imparfaite des données de la question.

Je vais essayer de déduire, de l'observation des faits rapportés dans ce travail, quelques enseignements et quelques principes à suivre pour la conduite des travaux d'exploration, pour la recherche et la reconnaissance des couches d'anthracite.

1° Choix de la région à explorer. — J'ai dit que, dans la zone axiale, qui est principalement envisagée ici, il y a des régions riches et des régions considérées comme pauvres, jusqu'à présent tout au moins, et que, en particulier, toute la bordure orientale de cette zone paraissait stérile ou très pauvre en anthracite.

En fait, la presque totalité des concessions actuellement établies se trouve dans sa partie occidentale et médiane. Cependant il ne faudrait pas trop généraliser. Et si, par exemple, la vallée de la Clarée semble à peu près dépourvue de combustible, il existe des exploitations d'anthracite dans les environs de Modane, en Maurienne, de Bozel, en Tarentaise, et des découvertes intéressantes ont été faites dans la vallée du Ponthurin, en face de Pesey, non loin des contreforts triasiques du massif de Belle-Côte (Vanoise).

Avant donc d'entreprendre aucune recherche dans une région quelconque de la zone houillère, on devra s'appliquer à bien connaître l'historique des travaux qui y ont été exécutés antérieurement, soit en consultant les documents écrits, s'il en existe, soit en s'inspirant, avec circonspection toutefois et sous bénéfice d'inventaire, des traditions locales.

2° Emplacement des travaux. — Nous avons vu que les bandes d'affleurement du terrain houiller, dans les Alpes, sont allongées suivant une direction générale Nord-Sud, par le travers des monts et des vallées, qui ne se sont définitivement formés que longtemps après leur dépôt.

Si le substratum du terrain houiller n'est nulle part visible dans la zone axiale, de beaucoup la plus importante, il n'en est pas moins réel que les assises de ce terrain descendent au-dessous des vallées les plus profondes, comme elles se retrouvent sur les sommets les plus élevés des chaînes de montagne.

On trouvera donc, dans les Alpes, du terrain houiller à toutes les altitudes.

Par suite, une longue période de temps s'écoulera avant que les exploitations à flanc de montagne aient épuisé les gîtes d'anthracite qui existent au-dessus des vallées et avant qu'il soit nécessaire de creuser des puits pour aller chercher leur prolongement à un niveau inférieur au thalweg de celles-ci.

En conséquence, tant que le terrain houiller accessible par galeries de niveau n'aura pas été partout fouillé et exploité, le

champ des recherches d'anthracite devra être limité au flanc des vallées, et toute exploration par puits absolument rejetée. L'exploitation en profondeur est toujours très coûteuse et n'est pas actuellement permise aux mines des Alpes.

Les explorations seront même fréquemment, au début, reportées à une altitude élevée, parce qu'en général le bas des vallées est recouvert d'éboulis qui masquent les affleurements de terrain houiller.

On choisira de préférence pour les premières explorations un ou plusieurs points accessibles par route ou par câble aérien d'installation sommaire et peu coûteuse.

On s'attachera ensuite à placer les *travaux de base* de l'exploitation en un point central judicieusement choisi, pour éviter la multiplicité des moyens de transport, auxquels les travaux des couches voisines seront reliés par des travers-bancs. On supprimera ainsi les transports en surface, rendus souvent impraticables, en hiver, par les chutes de neige abondantes en pays de montagne, au printemps, par les barrières de dégel.

3° Etude préalable de l'allure des terrains. — La région que l'on veut explorer étant convenablement choisie, c'est-à-dire présentant un certain nombre de présomptions favorables, on déterminera tout d'abord exactement, si elle n'est déjà parfaitement connue, l'allure générale des terrains, leur direction et leur pendage.

Il sera, en général, possible de découvrir, à une altitude accessible, des affleurements visibles du terrain houiller et fréquemment même des affleurements de couches d'anthracite On peut d'ailleurs dire que, à l'heure actuelle, il n'est aucune région alpine que les géologues n'aient étudiée en détail, tant au point de vue de la composition des terrains que de leur allure, et leur consultation sera infiniment précieuse.

On aura donc, en général, à déterminer seulement si les terrains visibles suivent, au point que l'on veut explorer, la règle commune de la région, ou s'ils ont une allure localement différente. Ce qui importe, c'est de la bien connaître.

En même temps qu'on fera l'examen minutieux et très attentif des terrains, on repérera soigneusement tous les affleurements de couches d'anthracite, connus déjà ou découverts, en notant, dans leurs moindres détails, tous les incidents quelconques qui les caractérisent ou les affectent. Il sera, en particulier, très important pour le choix à faire plus tard, de bien connaître les épontes des couches, si elles sont de grès ou de schistes, solides ou friables. Ainsi que je l'ai dit plus haut, on recherchera et on retiendra, en se réservant toutefois de ne les accepter qu'avec circonspection, les renseignements que pourront fournir les habitants du pays sur les gîtes anciennement connus et principalement sur ceux qu'ils auront eux-mêmes exploités : nature et épaisseur du charbon, tenue des terrains avoisinants, impressions qu'ils en ont conservées, etc... On retrouvera fréquemment des amas de poussière charbonneuse que les anciens exploitants ont autrefois laissés sur place, car les transports se faisant à dos d'homme ou à dos de mulet, seuls les morceaux étaient descendus au village; par l'examen et l'analyse de ces poussières, on pourra contrôler la tradition relative à la puissance et à la qualité du combustible.

Une triangulation sommaire du terrain reliant entre eux tous les points intéressants, en particulier les affleurements d'anthracite, sera effectuée et reportée sur un plan à échelle suffisamment grande (au 1/5.000e par exemple), qui pourra être un agrandissement de la carte au 1/20.000e du Service de l'Armée, dont les courbes de niveau sont suffisamment exactes pour l'étude préliminaire que l'on a en vue.

Ceci établi, deux dispositions principales des terrains se présenteront : ou les bancs de terrain et, en conséquence, les couches d'anthracite seront plus ou moins perpendiculaires aux flancs de la vallée, ou ceux-ci se présenteront au vide suivant des lignes de niveau. Entre ces deux dispositions extrêmes, on rencontrera dans les Alpes toutes les allures intermédiaires, mais, en les modifiant de façon appropriée, les travaux de recherches préliminaires se rapporteront toujours à l'un ou à l'autre cas.

4° Cas des assises normales au vide. — La direction des bancs étant telle que les lignes de niveau tracées dans les couches d'anthracite seront plus ou moins normales (perpendiculaires) à la direction de la vallée, il sera préalablement indispensable de pénétrer dans l'intérieur de la montagne, assez profondément pour que les travaux ultérieurs d'exploration puissent s'exécuter hors de la zone superficielle impressionnée par les agents atmosphériques.

Si l'étude primordiale a démontré qu'il existe plusieurs affleurements de couches intéressants, on choisira parmi eux, pour servir plus tard de base à l'exploitation, celui qui sera le mieux placé pour l'évacuation du charbon, et on l'attaquera, sauf raison contraire, par le point le plus bas connu.

Si, au contraire, les affleurements paraissent insignifiants ou sont mal déterminables, le choix de l'un d'eux et du point d'attaque dépendra uniquement de la plus ou moins grande facilité du transport.

Si, enfin, par l'effet d'une végétation trop abondante : cultures, prairies, forêts, ou par suite de la présence d'éboulis, aucune trace charbonneuse n'est visible dans la zone à explorer, on choisira comme point de départ un point d'accès facile et on creusera, dans le rocher, une galerie dite « galerie de pénétration ». Sa direction sera légèrement oblique (de 30° par exemple) à la direction générale des bancs de la région, de façon à recouper un peu de terrain et à se réserver ainsi la possibilité, avec un peu de chance, de rencontrer une couche intéressante [1].

En résumé, dans le cas qui nous occupe, que le terrain houiller présente des affleurements d'anthracite puissants ou de faible épaisseur, ou même qu'il ne révèle aucune trace charbonneuse, ce qui importe, avant d'entreprendre une prospection

---

[1] C'est ce qui s'est produit à Saint-Mury, où l'on a trouvé, dans ces conditions, la seule couche exploitable actuellement connue.

rationnelle du gîte, c'est de pénétrer assez profondément dans l'intérieur de la montagne pour sortir de la zone soumise à l'action destructive des agents atmosphériques, et aussi pour rendre possible la préparation d'un premier champ d'exploitation d'étendue suffisante.

Jusqu'à quelle pronfondeur ?

Il est tout d'abord bien évident que, le plan des couches étant normal (ou très fortement redressé) à la direction de la vallée, une galerie en travers-bancs, attaquée de la surface, ou très près de la surface, se maintiendrait au voisinage de celle-ci et ne reconnaîtrait sur de longues distances que la zone affectée par les influences extérieures (fig. 33).

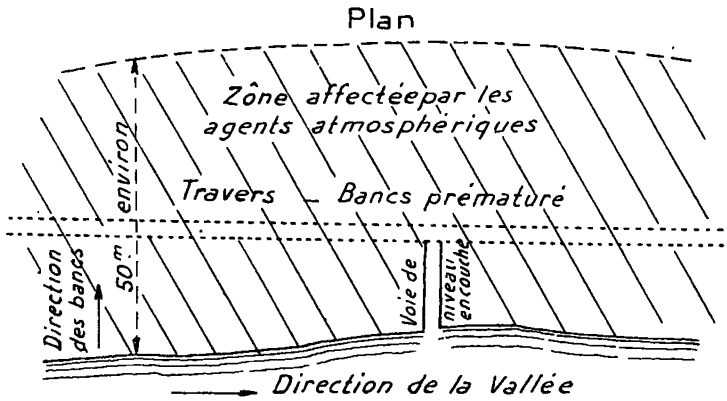


Fig. 33.

Quelle est l'épaisseur de cette zone ? Elle est très variable, mais dépasse rarement 50 m. Il arrive même que le charbon de certaines couches est déjà naturel et normal à très petite distance de l'affleurement. Il n'y a pas de règle à cet égard. Toutefois une couche sera plus ou moins profondément affectée, selon que les terrains encaissants seront plus ou moins cassurés et se laisseront plus ou moins pénétrer par l'eau.

Nous considérerons donc provisoirement comme inexploitable, sur tout le flanc de la vallée, une bande de terrain de 50 m. d'épaisseur.

D'autre part, les travers-bancs, à l'extrémité de la galerie de pénétration, devront laisser, en retour vers la surface, un champ d'exploitation suffisant, au minimum de 300 à 400 m. de longueur.

La première série de travers-bancs, à droite et à gauche de la galerie de pénétration, ne devra donc pas être attaquée à moins de 4 à 500 m. de la surface (fig. 34).

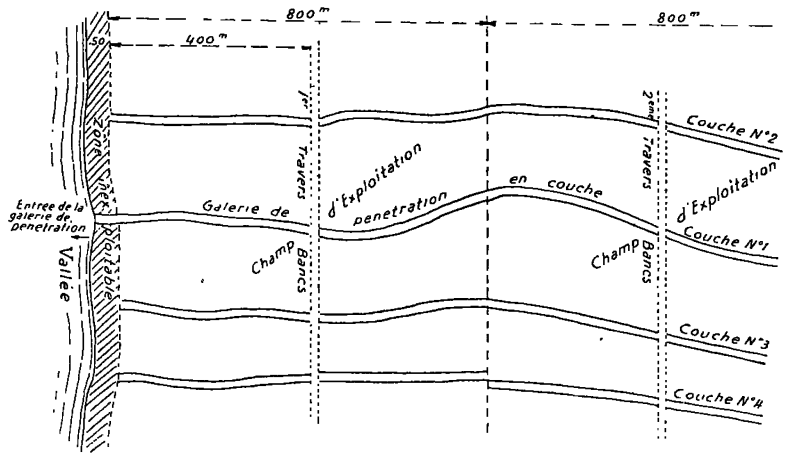


Fig. 34.

Un travers-bancs oblique à la direction générale des couches partant de la surface, et creusé en remplacement de la galerie de pénétration, aurait le triple inconvénient de traverser obliquement la zone troublée, de s'allonger entre chaque couche et de ne permettre l'exploration du gisement que d'un seul côté, jusqu'à une grande profondeur.

Dans un seul cas ce mode de reconnaissance pourrait être adopté. Ce serait celui où la vallée, par un élargissement brusque, arriverait à recouper les bancs suivant des lignes de niveau (fig. 34 *bis*), et si, pour des raisons de convenance, le point de départ des recherches devait partir de là. Mais alors on tomberait dans le cas que nous examinerons plus loin.

La voie de pénétration et les travers-bancs creusés au niveau

choisi comme base seront doublés par une autre série de ces travaux placés à une altitude supérieure et décalés horizontalement.

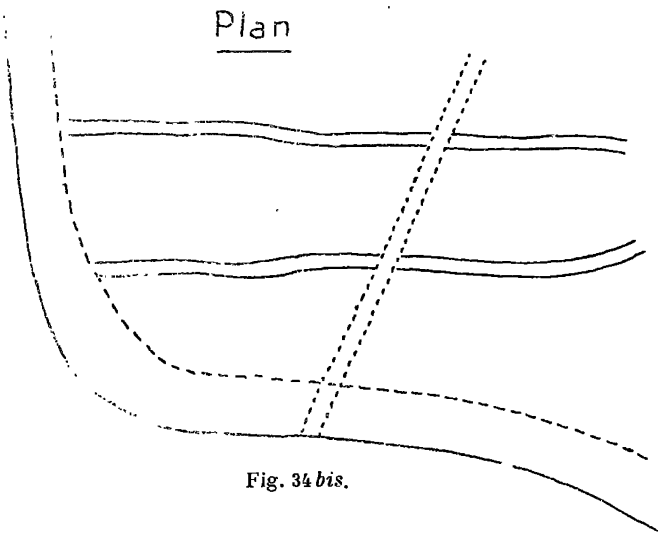


Fig. 34 *bis*.

Dans un gisement aussi tourmenté que celui des Alpes, il est indispensable d'explorer, en même temps, deux régions différentes tout en restant voisines. Car une couche peut être en serrée à un niveau déterminé et échapper ainsi aux investigations des prospecteurs, tandis que, tout près de là, elle pourra être en épanouissement. D'autre part, si on désire, ainsi qu'il convient, pousser très avant l'exploration des couches et, en même temps, commencer le plus tôt possible l'exploitation de celles-ci, ces travaux, à deux niveaux différents, seront indispensables pour l'établissement rapide des communications d'aérage et la préparation de l'exploitation. L'inclinaison moyenne des couches étant de 45°, un étage de 50 m. de hauteur verticale sera tout à fait normal, ainsi qu'un décalage horizontal d'une centaine de mètres.

Il arrive que la direction des couches change brusquement d'orientation ou que leur inclinaison soit tout à fait irrégulière, et qu'elles présentent en particulier de vastes zones raplaties. Ces

changements, souvent imprévisibles, allongent, jusqu'à les rendre impossibles, les communications d'étage à autre, en même temps qu'ils peuvent être la cause de grosses erreurs et de graves mécomptes sur l'importance des travaux à exécuter. Il conviendra en conséquence, surtout dans les débuts de l'exploration, d'être très prudent dans le choix des divers points d'attaque et de réduire leur distance relative si on ne possède aucun indice sérieux de l'allure des gîtes.

On attaquera donc deux galeries de pénétration, et, si elles sont en couche, autant que possible dans le même affleurement, après avoir déterminé leur emplacement d'après les considérations développées ci-dessus, et on les poussera sans interruption jusqu'à 4 et 500 m. de profondeur. A leur extrémité seront creusés, à droite et à gauche, généralement dans des directions Est et Ouest, des travers-bancs qui recouperont les couches existantes et serviront de galeries d'évacuation lors de leur exploration et de leur exploitation. Ces travaux seront répétés, par étages de 50 m., soit en montant, soit en descendant.

Les galeries de pénétration seront ensuite poursuivies vers l'intérieur de la montagne pour permettre le creusement de nouvelles séries de travers-bancs, à 800 m. environ les unes des autres, mais dont, pratiquement, la répétition dépendra de la richesse des gîtes et de la solidité des terrains.

Cette disposition d'ensemble a l'énorme avantage, si en même temps on s'organise pour ramener le charbon des divers étages au *niveau de base,* par des cheminées ou des plans inclinés intérieurs, de diviser le champ d'exploitation de chaque couche en sections indépendantes, de diminuer, par suite, les roulages en couche qui exigent toujours un entretien coûteux, de réduire au strict indispensable les points de sortie du charbon et, en conséquence, de supprimer, dans la mesure du possible, les transports à la surface.

5° Cas des assises parallèles au vide. — Dans le cas que nous venons d'étudier, des assises très redressées sur la direction de

la vallée, la poussée au vide n'a, en général, qu'une action nulle ou très faible sur les couches. Les éboulements qui se sont produits ont plutôt, dans les régions supérieures tout au moins, facilité la découverte des affleurements dont ils ont mis à nu des parties depuis moins longtemps atteintes par les agents atmosphériques.

Il n'en est pas de même lorsque les assises du terrain sont coupées, par la vallée, suivant des lignes de niveau.

Si le versant à explorer est celui où la pente des assises est vers l'extérieur, on trouvera, en général, des éboulis jusqu'à une certaine hauteur au-dessus du thalweg, mais le terrain visible sera en place.

Sur le versant opposé, au contraire, où les assises plongent normalement vers l'intérieur de la montagne, on devra très prudemment se tenir en garde contre les conséquences possibles du balancement des couches. L'existence de ce phénomène pourra être considérée comme certaine, en un lieu déterminé, si, en ce lieu, le pendage apparent des terrains est plus faible et surtout inverse de celui des terrains de l'autre versant. Une connaissance bien exacte de l'allure moyenne des terrains dans la région est, dans le cas qui nous occupe, indispensable pour faire la discrimination du versant à pendage normal de celui qui a subi la poussée au vide.

Ceci dit, quel que soit le versant à explorer, qu'il ait subi ou non l'action de la poussée au vide, *aucun travail de prospection ne devra être entrepris par un affleurement de couche,* s'il en existe, et quelque intéressant qu'il paraisse. Tout au plus pourra-t-on en tenir quelque compte dans le choix du point d'attaque qui dépendra, plus encore que dans le cas précédent, des facilités d'accès.

En effet, les couches étant coupées, par la vallée, suivant des lignes de niveau, une reconnaissance en couche, si même elle est possible, se maintiendrait au voisinage de la surface (comme, dans le cas des assises redressées, un travers-bancs partant du jour), dans la zone troublée, soit par les agents extérieurs, soit

par les effets de dislocation de la poussée au vide, soit par les deux à la fois. Ce travail ne permettrait d'ailleurs l'exploration que d'une seule couche, par la tête, c'est-à-dire sans utilité pour son exploitation.

Il sera donc indispensable de sortir le plus rapidement possible de la zone troublée.

Pour cela, au point convenablement choisi, on creusera un travers-bancs *perpendiculaire à la direction générale des terrains en place dans la région, sans tenir compte de la direction apparente des terrains au point d'attaque,* si ceux-ci ont éprouvé les effets de la poussée au vide.

Ce travers-bancs sera poussé sans interruption jusqu'à ce qu'il ait rencontré une couche intéressante dans la zone des terrains en place (fig. 35).

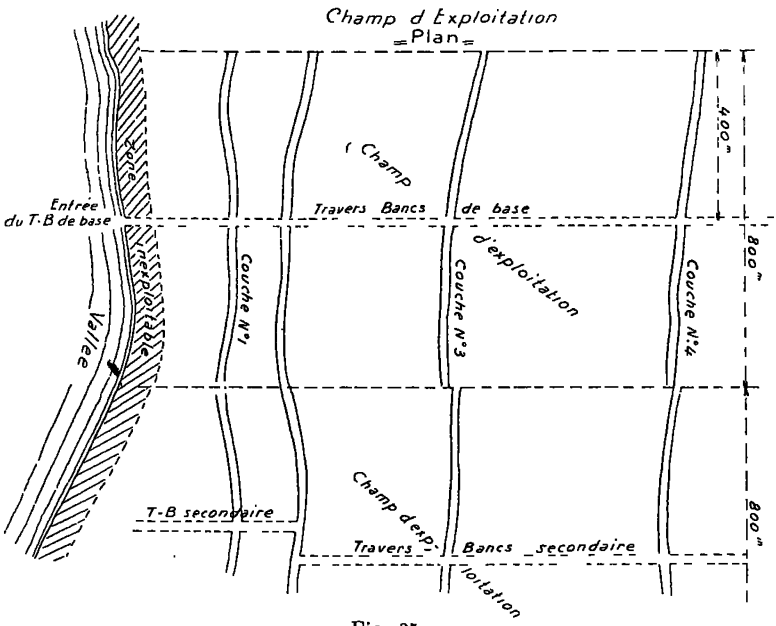


Fig. 35.

Pour les raisons indiquées plus haut : utilité de l'exploration simultanée de deux régions distinctes voisines, facilité et rapi-

dité de mise en valeur des gîtes rencontrés, un deuxième travers-bancs sera attaqué 50 m. plus haut et décalé horizontalement d'une centaine de mètres, et la même série de travaux sera répétée à cet étage. Si ce travers-bancs supérieur rencontre la même couche dans des conditions analogues d'exploitabilité apparente, on pourra en déduire la continuité de celle-ci et entreprendre simultanément aux deux étages son exploration avec grande chance de succès. (On fera, dans le cas contraire, un premier essai dans tout passement charbonneux paraissant exploitable à l'un ou à l'autre étage.) Ces travers-bancs seront ensuite poursuivis jusqu'à l'extrémité du gisement concédé, ou jusqu'à leur raccordement avec une série de travaux provenant d'un point d'attaque situé dans une autre région.

Les travaux de reconnaissance, dont l'emplacement et la conduite seront basés, non sur le hasard, mais sur la connaissance exacte et sur l'interprétation rationnelle de l'allure et des particularités que présentent les terrains et les couches d'anthracite, seront ainsi réduits au strict indispensable, tout en donnant le maximum de résultat.

Nous supposerons maintenant que, par l'une des méthodes exposées ci-dessus, l'on a fait la découverte d'une couche intéressante, à première vue, et que l'on estime mériter une reconnaissance approfondie.

Nous avons décrit quelques-uns des incidents qu'elle peut présenter. Nous allons essayer d'en tirer une ligne de conduite à observer dans chaque cas, en complétant les considérations que nous avons déjà exposées lors des descriptions que nous en avons faites.

6° Puissance moyenne minimum pour qu'une couche soit pratiquement exploitable. — La puissance moyenne d'une couche est sa puissance en région normale, c'est-à-dire dans la région non affectée par un épanouissement ou par une serrée.

J'ai dit que, en raison de l'irrégularité qui est la règle générale des gisements d'anthracite, une couche n'aura pas beaucoup de

chances d'être exploitable économiquement si sa puissance moyenne est inférieure à 0 m. 75. En effet, au moindre rétrécissement, la couche n'a plus une épaisseur suffisante pour être exploitée, et cela d'autant mieux qu'on est souvent contraint de laisser au toit et au mur, lorsque ceux-ci sont friables, de petites épaisseurs de charbon pour ne pas salir celui qui est abattu, et que, en outre, des inclusions schisteuses peuvent encore réduire sa puissance utile.

Ce n'est que dans le cas d'une régularité suffisante, d'une grande propreté, et lorsque ses épontes seront solides qu'une couche de si faible ouverture pourra être exploitable.

A partir de 1 m. de puissance, une couche d'anthracite sera généralement exploitable. Toutefois, une couche, même puissante, peut devenir inexploitable si aux parties serrées s'ajoutent les zones schistifiées dites « zones de remplissage » qui, tout en diminuant la quantité de charbon à prendre, multiplient les travaux en terrain non productif et finissent par donner à l'exploitation un rendement insuffisant.

7° Teneur en cendres maximum. — Jusqu'à quelle teneur en cendres une couche d'anthracite est-elle marchande ?

Une des raisons qui ont jeté tant de discrédit sur le charbon des Alpes est que, pendant la guerre, la plupart des exploitations qui précédemment étaient arrêtées ou vivaient péniblement de la vente sur place d'un tonnage insignifiant ont été reprises et se sont développées pour satisfaire aux besoins impérieux des industries de guerre. Comme elles étaient pressées de produire, ces exploitations ont livré, avec des produits de bonne qualité, de l'anthracite provenant d'affleurements affectés par les agents atmosphériques, ou de couches à teneur en cendres trop élevée.

Si l'on veut ramener l'opinion à une appréciation plus exacte de la réelle qualité des anthracites alpins et relever leur valeur marchande qui, actuellement, n'est pas en rapport avec les frais d'exploitation, on devra s'astreindre, pour le présent tout au moins, à n'exploiter que des couches dont la teneur en cendres

ne dépassera guère 25 %, ou plutôt, étant donné que la teneur en cendres varie fréquemment dans une même couche. on cherchera à avoir simultanément en activité un nombre de chantiers suffisant pour pouvoir réaliser, par le mélange de leur production, une teneur en cendres constante ne dépassant pas 25 %.

Par la suite, lorsque le bassin houiller alpin aura pris sa place, et une bonne place, dans l'économie générale du pays, lorsque l'emploi rationnel de l'anthracite (sa combustion en pulvérisé) se sera développé au plus grand avantage de l'industrie, on pourra accessoirement exploiter les couches à teneur en cendres plus élevée. La valeur du combustible sera alors estimée sur le nombre de calories qu'il sera susceptible de fournir.

8° Traversée des inclusions. — Nous avons vu que l'on rencontre fréquemment, dans les couches alpines d'anthracite, des inclusions de terrain stérile. Ces inclusions, schisteuses ou gréseuses, selon la nature des épontes dont elles sont des lambeaux détachés, s'en distinguent, en général, assez facilement parce qu'elles ont été plus ou moins éprouvées lors des mouvements alpins qui ont provoqué leur chute, en même temps que le charbon qui les renferme a été lui-même broyé.

Elles seront donc, en général, discernables et pourront difficilement être confondues avec les vraies épontes de la couche.

D'autre part, ces masses de stériles n'ont pu s'introduire que dans les régions momentanément ouvertes de la couche, partant dans les parties où la masse charbonneuse, plus ou moins fluide encore, s'est rassemblée, en un mot dans les parties épanouies de la couche. Enfin, ces inclusions ont parfois des dimensions suffisamment grandes pour diviser localement la couche en deux ou plusieurs branches.

Lors donc que dans le creusement d'une galerie en couche on se trouvera en présence d'une inclusion (il arrivera même que la galerie cheminera entre deux inclusions), si la couche diminue d'épaisseur jusqu'à devenir inexploitable, on peut prévoir qu'une branche plus puissante existe de l'autre côté de

l'inclusion (ou des inclusions), et on s'en rendra compte soit en reprenant la voie au point où la couche a bifurqué, soit en traversant celle-ci par un petit travers-bancs (fig. 36).

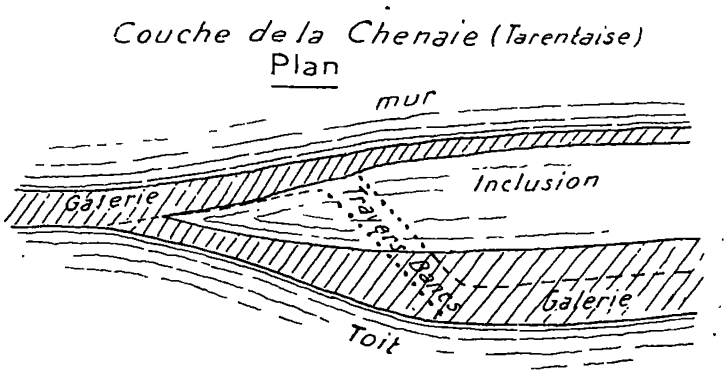


Fig. 36.

Dans tous les cas, on ne quittera jamais définitivement une région d'inclusions sans avoir formellement reconnu les vraies épontes de la couche par des recoupes à droite et à gauche.

En général, d'ailleurs, si l'existence de plusieurs branches est passée inaperçue lors du creusement des galeries de traçage, on les découvrira très probablement pendant la période de dépilage.

9° Traversée des recoutelages. — Nous avons décrit l'accident que l'on rencontre quelquefois dans les couches alpines et qui est le résultat de la rupture d'un pli couché par glissement de l'une des parties rompues sur l'autre.

Il donne naissance, dans sa traversée horizontale, à des queues de couche dans lesquelles on risque de s'égarer, si on n'y prend garde.

Cet accident ne paraît pas très fréquent, du moins dans sa phase ultime. Il est cependant très probable que des recherches ont été abandonnées parce qu'on ne soupçonnait pas son existence.

Si donc on voit la couche s'amincir et disparaître sans laisser

de trace, et si, d'autre part, dans la région où la couche touche à sa fin, on constate que les épontes sont de même nature (terrain de toit ou terrain de mur), il y a toutes raisons de penser que l'on se trouve en présence d'un pli couché rompu, et que la couche se poursuit tout près, du côté où la nature de l'éponte a changé. On retrouvera celle-ci par une recoupe à travers-bancs de la même manière qu'on passe d'une branche à l'autre au travers d'une inclusion (fig. 24).

10° Reconnaissance des formations filoniennes. — Les coulées charbonneuses qui se sont produites dans les cassures des épontes de la couche, à la manière d'un filon, se rencontrent, ainsi que nous l'avons vu, indifféremment dans l'une ou l'autre de celles-ci. Néanmoins le cas de beaucoup le plus fréquent est l'injection dans le mur qui peut y atteindre une grande longueur.

Ces filons charbonneux sont très irréguliers et presque toujours inexploitables. Ils présentent cependant des épanouissements et donnent alors l'illusion qu'ils sont de véritables couches.

A quels indices les reconnaitra-t-on ?

Tout d'abord les queues de couche, au mur, en raison même de leur origine, ont généralement une forte inclinaison, se rapprochant de la verticale.

Ensuite, et c'est là le caractère le plus certain, la stratification des épontes, lorsqu'elle est visible, est en discordance avec le plan de la couche.

D'autre part, pendant le remplissage des cassures très redressées, les matériaux en mouvement : charbons, cailloux, débris stériles, soumis à l'action de la pesanteur, se sont en quelque sorte classés par densité, et les impuretés du filon charbonneux vont en augmentant avec sa profondeur.

Enfin, on doit avoir l'attention éveillée par l'existence, dans une même région, de plusieurs passements charbonneux se réunissant entre eux, soit verticalement, soit horizontalement, ou se divisant de façon tout à fait arbitraire.

Aussitôt donc que l'on se trouvera en présence d'un passement charbonneux présentant un ou plusieurs des caractères énumérés ci-dessus, et avant toute reconnaissance de ce passement suivant sa direction, on creusera un montage, suivant sa ligne de plus grande pente, jusqu'à ce qu'on ait rencontré la couche d'où émane ce passement, ou qu'on ait reconnu qu'on se trouve bien en présence d'une couche inexploitable.

De même, si l'exploration d'une couche (ou plutôt de ce que l'on pense être une couche), par une voie de niveau, n'a pas donné de résultat satisfaisant, on devra toujours, avant d'abandonner définitivement cette reconnaissance, procéder à un examen du passement charbonneux, suivant son pendage, par un montage, en partant de préférence d'une région épanouie.

Nous avons terminé l'étude de quelques-unes des particularités que présentent les couches alpines d'anthracite. Loin de nous est la pensée de les avoir énumérées toutes. Car, à l'heure actuelle, le bassin houiller des Alpes n'est qu'à peine effleuré et très imparfaitement connu, et il est probable que lorsqu'un plus grand nombre de couches auront été explorées et exploitées, lorsque la connaissance de leurs allures si diverses sera plus étendue, d'autres phénomènes seront découverts, dont il sera également nécessaire de tenir compte lors des explorations futures.

Toutefois, si dès maintenant on veut bien s'inspirer des règles, dictées par l'expérience acquise, pour la conduite des travaux de reconnaissance et de préparation des gisements alpins, on évitera bien des tâtonnements coûteux, bien des travaux inutiles, et parfois un échec total dans une région qui était cependant pleine de promesses.

Nous achèverons notre étude par l'exposé de quelques conseils pratiques pour la conduite des travaux de mine, dont l'application permettra de donner à ceux-ci tout le développement que comporte une exploitation importante et de longue haleine.

Section des galeries. — Les petits exploitants du début, qui n'avaient à leur disposition aucune ressource financière et qui, pour cette raison, étaient amenés à réduire et même à supprimer les dépenses de soutènement, creusaient de véritables trous de rats dans lesquels ils ne pouvaient transporter le charbon qu'à la brouette.

Trop souvent encore, les galeries ont une section trop faible et sont conduites comme si l'exploitation devait s'arrêter à quelques centaines de mètres de la surface et n'avoir qu'une durée éphémère.

On n'assurera l'évacuation d'un tonnage de quelque importance qu'en donnant aux galeries de roulage une section utile d'au moins 1 m. 80 de hauteur et 1 m. 60 de largeur Cette section minimum est indispensable pour la traction animale.

Il ne sera pas nécessaire, en général, sauf pour les grands travers-bancs de base ou les voies de pénétration, de creuser ces galeries à double voie, le tonnage qu'elles auront à écouler ne le justifiant pas. Il suffira de prévoir des croisements de distance en distance, par exemple tous les 3 ou 400 mètres.

Pente des galeries. — L'importance d'une pente convenable et régulière à donner aux galeries a été trop souvent perdue de vue par les exploitants alpins. Les anciens creusaient leurs galeries, tantôt en montant, tantôt en descendant (dans ce dernier cas, ils les appelaient des « puits »), suivant l'ouverture de la couche.

Lorsqu'une galerie est mal conduite, si les travaux donnent de l'eau d'infiltration, ce qui est le cas le plus fréquent, l'eau séjourne sur le sol, le détrempe, disloque la voie, provoque des déraillements et finalement le roulage devient pénible, difficile et ne permet le passage que d'un tonnage insignifiant et toujours coûteux.

Pour qu'il soit possible de maintenir les galeries de roulage en bon état de propreté et obtenir ainsi un transport facile, il faut leur donner une pente montante régulière. La plus conve-

nable est la pente dite « d'équilibre », c'est-à-dire celle qui exige le même effort pour conduire un wagonnet vide au chantier ou le ramener plein à l'extérieur. Cette pente est de 6 mm. par mètre dans les galeries droites (travers-bancs ou voies de pénétration) et de 8 mm. dans les voies en couches plus ou moins tortueuses. Dans ce dernier cas, les coudes brusques seront arrondis, avec un rayon de courbure de 5 m. minimum.

Un caniveau de 0 m. 40 de largeur et de 0 m. 30 de profondeur sera ménagé sur le côté des galeries pour l'écoulement des eaux.

Emplacement des voies principales de roulage. — Il est de la plus grande importance d'établir, autant que possible, les voies principales de roulage dans le rocher ou dans une couche à épontes solides et de faible puissance (pour éviter en même temps l'immobilisation prolongée d'un tonnage important de combustible), auxquelles les travaux des autres couches seront reliés par des recoupes en travers-bancs.

Ces voies, qui concourent à l'exploitation de tout ou partie du gisement concédé devant avoir une longue durée, nécessiteraient des travaux d'entretien très dispendieux, susceptibles d'entraver et même de compromettre l'exploitation si elles n'étaient établies dans d'excellentes conditions, ou si l'on était conduit à exploiter la couche dans laquelle elles sont creusées. Il faut éviter à tout prix, à moins que ce ne soit tout à fait impossible, d'établir ou de maintenir une voie principale de roulage dans une *couche en exploitation.*

Il serait même préférable de la creuser complètement dans le rocher s'il n'existait pas de passement charbonneux à proximité.

Cette manière de procéder permettra seule un déhouillement des couches jusqu'aux limites extrêmes du champ d'exploitation, quelle que soit son étendue.

Aérage. — Une bonne aération des travaux permettra de poursuivre, dans de bonnes conditions, les travaux de préparation et d'exploitation des couches d'anthracite.

C'est l'une des raisons pour lesquelles nous avons reconnu indispensable le creusement de deux séries de travaux parallèles dès l'origine.

Si le départ des travaux est effectué par travers-bancs, comme le creusement de voies de liaison au rocher serait très coûteux, leur aération sera assurée provisoirement par de petits ventilateurs à main, ou mieux électriques, et des tuyaux d'aérage. Mais, à la première couche rencontrée, on creusera de suite, dans le charbon, un montage de communication, entre les deux étages, qui établira ainsi la ventilation naturelle des travaux déjà exécutés. Un ventilateur, à l'extrémité du retour d'air, sera, en général, inutile, les couches alpines n'étant que très exceptionnellement grisouteuses.

Puis, dans chaque couche, des montages semblables, qui seront d'ailleurs par la suite utilisés pour l'exploitation, seront creusés à distances convenables, par exemple tous les 300 m. Au fur et à mesure qu'une communication nouvelle sera établie, on aura naturellement soin d'obturer la précédente, afin que l'air suive constamment l'avancement des galeries de traçage.

Méthodes d'exploitation. — Le remblayage n'est, en général, pas nécessaire dans les exploitations alpines, sauf au voisinage de rares agglomérations. D'autre part, en raison de la mauvaise tenue fréquente de l'une ou l'autre éponte de la couche (rarement des deux) et des vides laissés par le déhouillement des zones épanouies, des poussées considérables s'exercent sur les galeries dont l'entretien et le maintien deviennent de plus en plus dispendieux avec le temps.

La méthode d'exploitation à choisir satisfera à deux desiderata : 1° la durée des galeries d'exploitation sera réduite au minimum; 2° leur suppression s'effectuera au fur et à mesure du déhouillement de la partie qu'elles desservent.

C'est dire que la méthode d'exploitation « par tailles chassantes » doit être écartée, même si un stot de protection est laissé sur chaque voie, même si le remblayage est complet.

Cette méthode aurait l'avantage de permettre à l'exploitation de suivre de très près la préparation des chantiers, mais les frais d'entretien qu'elle occasionnerait rendraient, en fait, son application presque impossible.

La seule méthode d'exploitation applicable aux gisements alpins est la méthode dite « par traçages et dépilages », après leur division en champs indépendants et d'étendue adéquate à la solidité des terrains.

Ce n'est que dans le cas particulier où une couche est très épaisse et ne peut être prise en une seule fois, et lorsque son pendage moyen se rapproche de la verticale, qu'on sera contraint d'adopter la méthode d'exploitation par tranches horizontales.

On doit, dans les gisements alpins, se donner le temps nécessaire à la préparation d'une exploitation rationnelle et ne jamais trop se presser de produire du charbon si on veut en extraire longtemps et ne pas être mis dans la nécessité d'en abandonner.

Travaux de préparation. — Enfin, un point capital est que, si l'on veut avoir l'assurance d'une production régulière, même peu importante, les travaux de reconnaissance du gisement doivent toujours être poussés très à l'avance sur les travaux d'exploitation proprement dits.

Cette règle, applicable même aux gisements réguliers, est d'obligation impérieuse pour les couches alpines dont la caractéristique est l'irrégularité. La violer conduirait inévitablement à des variations brusques très préjudiciables de la production.

Une exploitation convenablement conduite devra toujours avoir reconnu à l'avance un tonnage représentant au moins trois fois la production annuelle prévue.

Cette précaution, indispensable, je le répète, aura, en outre, l'avantage de permettre, en cas de nécessité, d'obtenir rapidement une augmentation sensible de la production et enfin de donner tout le temps nécessaire pour bien connaître et délimiter à l'avance les régions stériles et inexploitables, et de borner, en

connaissance de cause, les travaux de préparation aux seules parties utiles des couches.

Je me suis étendu quelque peu sur des considérations qui sont l'A B C des connaissances du mineur, mais j'estime qu'il était nécessaire de les rappeler ici.

CONCLUSION

Malgré la façon hasardeuse dont fréquemment ont été entreprises les explorations, malgré l'imperfection des méthodes de préparation et d'exploitation (je m'empresse d'ajouter qu'il y a de très heureuses exceptions), le bassin houiller alpin a cependant donné, depuis la guerre, une production appréciable. Le tableau ci-après donne les résultats obtenus de 1913 à 1920 :

	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920
La Mure	335.285	303.949	304.418	328.580	390.939	397.461	263.876	253.708
Maurienne, Tarentaise, Briançonnais	31.338	26.153	21.933	38.938	92.788	163.639	129.143	185.162
Oisans et Grésivaudan	17.455	13.432	7.938	5.989	24.323	28.925	16.598	11.896
Chablais et Faucigny	300	155	580	4.155	2.354	2.622	3.127	4.450
Total	384.378	343.689	334.869	377.662	510.404	592.647	412.744	455.216
Total des mines autres que La Mure	49.093	39.740	30.451	49.082	119.465	195.186	148.868	201.508

Lorsqu'on aura compris que, dans les Alpes plus que dans tout autre bassin français, l'union fait la force; lorsque des Sociétés puissantes auront alors groupé autour d'elles des surfaces concédées dont l'étendue sera suffisante pour justifier l'importance des capitaux investis (pas moins de 1.000 hectares);

— lorsque les travaux de reconnaissance, de préparation et d'exploitation seront conduits suivant les règles qu'a dictées ou dictera l'expérience;

— lorsque, enfin, les installations extérieures : transporteurs aériens, ateliers de triage et de criblage, etc..., ne seront établies, en des points de concentration judicieusement choisis, qu'après que l'importance du gisement reconnu en aura démontré la nécessité,

— les Sociétés retireront de l'exploitation des gisements alpins la juste rémunération de leurs sacrifices, et le nouveau bassin houiller apportera sa quote-part, importante et précieuse, à la production du pays et complétera peut-être un jour l'insuffisance de celle-ci.

L'existence dans le Sud-Est de la France de deux sources d'énergie : la houille blanche et la houille noire, qui se complètent si harmonieusement, doit provoquer le déplacement des industries établies près de nos frontières toujours menacées, en faveur de la région alpine qui prendra alors dans l'économie nationale un développement dépassant toutes les prévisions et toutes les espérances.

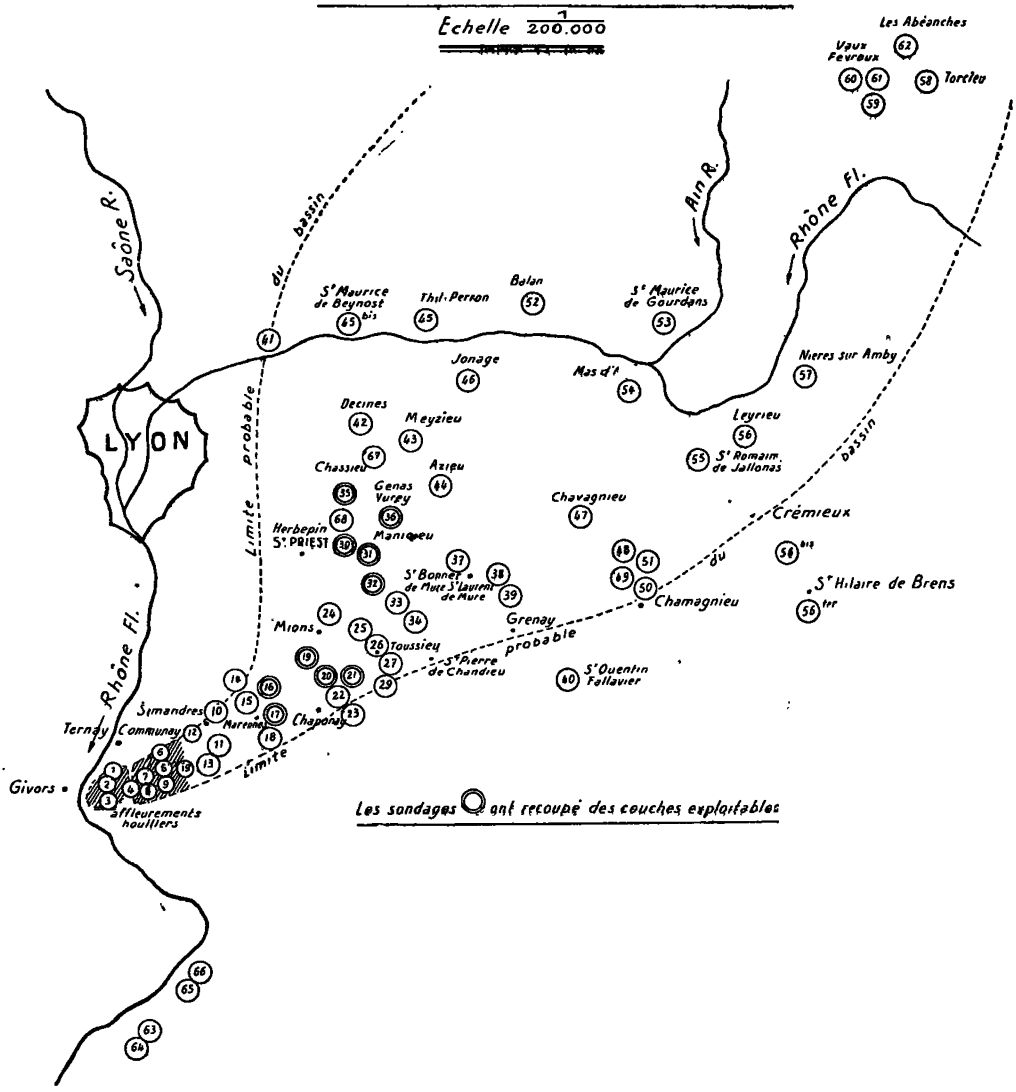
SONDAGES DANS LE BAS-DAUPHINÉ

N°	Nom des puits ou sondages	Sociétés d'entreprise	Dates de début et d'arrêt des travaux	Profondeur atteinte	Couches de houille ou de fer
				mètres	
1, 2, 3	Puits de Ternay.	?	1800 à 1807	?	
4	Puits de Bayettan.	Ancienne Société de Communay.	1850	175	3 couches.
5	Puits Gueymard.	—	1830-1835	122	
6	Puits Saint-André.	—	1835	?	
7	Puits l'Espérance.	—	1854	210	5 couches.
8	Puits Sainte-Lucie.	—	1877	80	
9	Puits Sauveur.	Société Nouvelle de Communay.	1918	inachevé	2 couches.
10	Sondage de Simandres-Village.	Société de La Mure.	Juin 1914 Juin 1916	339,75	
11	Sondage de 1853.	Société de Communay?		69	
12	Sondage de 1854.	—		157,40	
13	Sondage de Simandres-Saint-Jean.	Société de Communay.	Octobre 1879 Décembre 1880	333,45	
14	Sondage de Marennes Terre-Dieu.	Société Civile de Recherches du Bassin G. du Rhône.	Décembre 1914 Février 1916	275	
15	Sondage de Marennes-Paliers.	Société de Recherches de Houille du Bas-Dauphiné.	Juin 1914 Mai 1915	410	
16	Sondage de Marennes-Faisselle.	Société de La Mure.	Juin 1914 Avril 1915	842	1 c. de 2m50. 1 c. de 1m.
17	Sondage de Marennes-Village.	Société de La Mure.	Juillet 1915 Septembre 1916	856	3 c. minces.
18	Sondage de Marennes-Sud.	Société de Communay.	Juin 1880 Février 1882	320	
19	Sond. de Mions-Croix-Rouge.	Société Civile de Recherches du Bassin G. du Rhône.	Décembre 1913 Juillet 1914	633	2m50 vers 475m 3m50 vers 560m
20	Sond. de Chaponnay-Nord.	Société Civile de Recherches de l'Isère.	Juin 1915 Janvier 1916	754	Au total 3m30. 5 couches.
21	Sond. de Saint-Pierre de Chandieu-Ouest.	Société de La Mure.	Juin 1915 Mai 1916	921	Au total 2m. 3 couches.
22	Sond. de Chaponnay.	Société de Recherches d'Heyrieux.	Juin 1881 Août 1882	277,20	
23	Sond. de Chaponnay-Flasieux.	Société Civile de Recherches de l'Isère.	Janvier 1916 Avril 1916	363	

N°	Nom des puits ou sondages	Sociétés d' ntreprise	Dates de début et d'arrêt des travaux	Profondeur atteinte	Couches de houille ou de fer
				mètres	
24	Sondage de Mions-Etachères.	Société Civile de Recherches du Bassin G. du Rhône.	Juillet 1914 Août 1915	842	
25	Sondage de Toussieu-Logis-Neuf.	Société Civile de Recherches de l'Isère.	Février 1915 Novembre 1915	875	C. minerai fer vers 240m.
26	Sondage de Toussieu.	Société de Recherches d'Heyrieux.	1886-1887	342	C. minerai fer vers 269-278m.
27	Sondage de Toussieu.	—	1881-1883	465	C. minerai fer à 274m.
28	Puits de Toussieu.	—	1884-1885	36	
29	Sondage de Toussieu.	—	1886	300 ?	C. m. fer vers 240m
30	Sondage de St-Priest-Herbefim.	Société Civile de Recherches du Bassin G. du Rhône.	Février 1915 Mars 1916	1261,50	1 couche 3m vers 590m; 1 c. 0m40 vers 730m
31	Sondage de St-Priest-Manicieu.	Société Minière du Bassin du Rhône.	Décembre 1914 Mars 1916	960,50	Au total 4 c. (2 à 3m) entre 790/850m.
32	Sondage de la Fouillouse.	Société Civile de Recherches du Bassin G. du Rhône.	Mai 1915 Février 1917	970	9m env. en 4 c. ou 5 c. à 610m 695, 715, 750m.
33	Sondage de Saint-Bonnet-de-Mure.	Société de Recherches d'Heyrieux.	1892-1895	686	C. minerai fer de 392m à 407m
34	Sondage de St-Pierre-de-Chandieu (Saverob n° 1).	Consortium Mokta-Blanzy.	Mai 1905 Septembre 1905	580	
35	Sondage de Chassieu-Petites-Brosses.	Syndicat de Rech. de Houille du Bas-Dauphiné (Soc. Beigbéder).	Octobre 1916 Septembre 1917	1125	Total 5m80 en 2 c. vers 715m et 725m.
36	Sond. de Genas-Vurey.	—	Juillet 1915 Juillet 1916	1354	Total 6m50 en 4 c. vers 990m, 1000m, 1225m, 1310m.
37	Sondage de Saint-Bonnet de Mure.	Consortium Mokta-Blanzy.	Novembre 1905 Juin 1906	804	
38	Sondage de Saint-Laurent-les-Glandiers (Saverob n° 4).	—	Septembre 1906 Juin 1907	1065	
39	Sond. de Saint-Laurent-Grenay (Saverob n° 2)	—	Juin 1905 Septembre 1905	421,30	
40	Sond. de St-Quentin-Fallavier.	MM. Frèrejean.	1855	126	
41	Sondage de Neyron.	Société de Recherches de l'Ain.	? 1918 Août 1919	563	

N°	Noms des puits ou sondages	Sociétés d'entreprise	Dates de début et d'arrêt des travaux	Profondeur atteinte	Couches de houille ou de fer
				mètres	
42	Sondage de Décines, les Balénières.	Société Lyonnaise des Houillères du Rhône.	Octobre 1917	En accroc à 856	Repris récemment.
43	Sondage de Meyzieu.	Société Minière du Bassin du Rhône.	Novembre 1916	Actuel^t à 1014	Houiller atteint à 790^m (?)
44	Sondage d'Azien.	—	Avril 1915 Mars 1916	930	
45	Sondage de Thille-Perron.	Société de Recherches de l'Ain (La Mure).	Fin 1919 Mai 1920	680	
46	Sondage de Jonage, Clos-Marée.	Société Lyonnaise des Houillères du Rhône.	Février 1918	Actuel^t à 1066	
45 bis	Sond. de St-Maurice-de-Beynost.	Société de Recherches de l'Ain.	Commencé depuis 15 jours		
47	Sond. de Chavagnieu (Saverob n° 5).	Consortium Mokta-Blanzy.	Juillet 1907 Mai 1908	1175	
48	Puits Cliozau.	Soc. Jarcins-Mangini-Montgolfier, etc.	1853-1854	85	Groupe de 4 puits de Chamagnieu.
49	Puits Marcel.	—	—	13	
50	Puits Morel.	—	—	15	
51	Puits Montagnon.	—	—	97	
52	Sondage de Balan-les-Mouilles.	Société de Recherches de l'Ain (La Mure).	? 1918 Juin 1919	503,75	
53	Sond. de St-Maurice-de-Jourdans.	Société Civile de Recherches du Bassin G. du Rhône.	? 1918 Juin 1919	882	
54	Sondage du Mas-d'Anthon.	Société Minière du Bassin du Rhône.	Avril 1917 Avril 1920?	Arrêt vers 800 ?	dans quel terrain ?
55	Sond. de St-Romain-de-Jallionas.	Consortium Mokta-Blanzy.	Avril 1911 Février 1912	889	
56	Sondage de Leyrieu.	Société de Blanzy?	Octobre 1910 Mars 1911	558,50	
56 bis	Sondage de Merle près Crémieu.	?	Février 1920	Actuel^t à ?	dans le Bajocien.
56 ter	Sondage de Saint-Hilaire-de-Brens.	?	Août 1919 Février 1920	325	Minerai fer vers 290/300^m.
57	Sondage d'Hières-sur-Amby	Société Civile de Recherches du Bassin G. du Rhône.	Décembre 1918 Décembre 1919	694	
58	Sondage de Torcieu.	Syndicat d'Etudes et de Recherches du Bugey (Société de Blanzy).	? 1917 Fin 1918	1651.80	

N°	Noms des puits ou sondages	Sociétés d'entreprise	Dates de début et d'arrêt des travaux	Profondeur atteinte	Couches de houille ou de fer
				mètres	
59	Sondage de Vaux.	MM. Carton et Le Sourd.	1905-1906	220	
60	Sondage de Vaux-Fevroux.	Société de Blanzy.	Fin 1919	Actuel^t à 200 environ	
61	—	Par une Société parisienne.	Fin 1919 ?	Actuel^t à 300 environ	
62	Sond. des Abéanches.	?	1906	45	
63	Sondage de Chonas.	Société Péreire de Lyon	1853	30	Mince couche de houiller à 17^m.
64	—	Société des Houillères de Chonas.	1917-1918	35	Mince couche de houiller à 29^m.
65	Sondage de Vienne.	Société des Forges et Aciéries de la Marine	Vers 1890	215	
66	—	—	Vers 1890	200 environ	
67	Beauregard n° 4.	Compagnie des Charbonnages de Lyon.	1920-1922	898,25	2 c. : une de 0^m70 à 705^m50, l'autre de 0^m20 à 783^m60.
68	Tâches n° 5.	—	1923	En cours	0^m70 à 737^m20. 0^m80 à 753^m.
69	Puits Gueymard.	Compagnie des Mines de Marennes.	1923	En cours à 260	0^m30 à 75^m.
70		—	1923	En cours	

Carte schématique des Puits et Sondages dans le Bas-Dauphiné

Echelle $\frac{1}{200.000}$