Rapport sur la bassin houiller des zones intra-alpines françaises (Briançon,Maurienne, Tarentaise) et en particulier sur les dépôts anthracifèresde la Tarentaise.

Wilfrid Kilian

▶ **To cite this version:**

Wilfrid Kilian. Rapport sur la bassin houiller des zones intra-alpines françaises (Briançon,Maurienne, Tarentaise) et en particulier sur les dépôts anthracifèresde la Tarentaise.. 1919. insu-00923250

HAL Id: insu-00923250
https://insu.hal.science/insu-00923250

Submitted on 2 Jan 2014

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

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

K 3/46 Kilian W. 154
FACULTÉ DES SCIENCES DE GRENOBLE
LABORATOIRE DE GÉOLOGIE & DE MINÉRALOGIE
FACULTÉ des SCIENCES LABORATOIRE de GÉOLOGIE de GRENOBLE
— 1919 —
S3 GR

RAPPORT

SUR LE

TERRAIN HOUILLER

des Zones Intra-Alpines Françaises

(Briançonnais, Maurienne, Tarentaise)

ET EN PARTICULIER SUR LES

Dépôts Anthracifères de la Tarentaise

(Allure probable des assises, extension, valeur en combustible)

PAR

W. KILIAN

MEMBRE DE L'INSTITUT
DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE GRENOBLE
COLLABORATEUR PRINCIPAL
AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

GRENOBLE
IMPRIMERIE LÉON AUBERT
5, rue des Dauphins
1919

RAPPORT
sur le Terrain Houiller
des Zones intra-alpines Françaises

RAPPORT

SUR LE

TERRAIN HOUILLER

des Zones Infra-Alpines Françaises

(Briançonnais, Maurienne, Tarentaise)

ET EN PARTICULIER SUR LES

Dépôts Anthracifères de la Tarentaise

(Allure probable des assises, extension, valeur en combustible)

PAR

W. KILIAN

MEMBRE DE L'INSTITUT
DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE GRENOBLE
COLLABORATEUR PRINCIPAL
AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

GRENOBLE
IMPRIMERIE LÉON AUBERT
5, rue des Dauphins
1919

Je me propose d'étudier dans le présent rapport, rédigé sur la demande de M. Auguste Bouchayer, l'importance, l'allure et l'extension du terrain houiller de Tarentaise, notamment sur la rive gauche de l'Isère et de tirer de cet examen les conclusions qui peuvent, dans l'état actuel de la science géologique, être formulées sur les perspectives d'exploitation du combustible que contient cette formation.

Une pratique approfondie de la Tarentaise, acquise par de nombreuses explorations antérieures, m'a permis de rédiger cette étude en parfaite connaissance de cause, en laissant toutefois pour le moment de côté certains points de détail pour lesquels un accès de lieux serait nécessaire.

W. K.

INTRODUCTION

La plus ancienne formation fossilifère des Alpes occidentales est le *terrain houiller*, appartenant à la division supérieure du système carbonifère, dont la détermination longtemps contestée dans notre région est aujourd'hui universellement admise. Nous avons résumé dans une de nos publications les débats mémorables dans lesquels Gueymard et Ch. Lory soutinrent si brillamment l'âge carbonifère des « grès à anthracites » que, dès 1823, Backewel avait rapprochés du terrain houiller de l'Angleterre. La conception d'Elie de Beaumont, qui voulait faire rentrer ces couches dans le Jurassique, est maintenant définitivement et depuis longtemps abandonnée. L'anthracite des *Alpes françaises est bien de la même époque que la houille du plateau central*, et c'est en vain que, dans les contrées intra-alpines, on chercherait à rencontrer ce combustible en couches tant soit peu exploitables dans d'autres terrains que le Carbonifère. Pendant le cours des débats auxquels nous venons de faire allusion, M. Albert Gaudry a donné une carte (réduction d'un fragment de la carte géologique de la France) et une table alphabétique des principales localités où affleurentdans nos Al-

pes les terrains houillers. Quant à la liste des végétaux fossiles trouvés dans ce terrain, elle a été publiée en 1876, par Oswald Keer ; Ch. Lory, Grand'Eury, R. Zeiller et d'autres savants l'ont notablement augmentée. Enfin, plus récemment nous avons consacré en collaboration avec M. Révil (1), un très important chapitre de notre ouvrage sur les chaînes intérieures des Alpes françaises à cette intéressante formation dont les événements récents ont accru l'importance économique et industrielle.

Le système carbonifère est représenté dans les Alpes françaises par les étages Westphalien moyen et supérieur (Briançonnais, Tarentaise) et surtout par le Stéphanien ; il comprend des poudingues, des grès, des psammites et des schistes, renfermant des restes de végétaux du Houiller moyen et supérieur et reposant, dans le Dauphiné occidental, en discordance de stratification sur les terrains antérieurs (Micaschistes) ; cet ensemble renferme de petites couches plus ou moins disloquées *d'anthracite*, dont l'exploitation n'atteint un fort tonnage que dans les environs de La Mure (Isère), mais a lieu sur une échelle plus modeste, sur une foule de points du Briançonnais, de la Maurienne et de la Tarentaise. Ces dépôts se retrouvent dans la portion de l'Italie voisine du Col du Petit St-Bernard, et dans certains points du Valais (Suisse). Des roches éruptives

(1) Kilian et Révil. *Etudes géologiques dans les Alpes occidentales.* — I. Description orographique et géologique de quelques parties de la Tarentaise, de la Maurienne et du Briançonnais septentrional. — II. Description des terrains qui prennent part à la constitution des zones intra-alpines françaises (terrains antéjurassiques). (Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France. Ministère des Travaux publics) 1905-1908.

(microdiorites, diorites micacées et microgranulites basiques) forment dans les zones intra-Alpines, et notamment dans le Briançonnais septentrional, des intercalations nombreuses dans ce système et ont localement transformé l'anthracite en *graphitoïde* (Col du Chardonnet et bois de Malgovert près de Bourg-St-Maurice).

Il convient d'ajouter que dans certaines parties de la région (Mont- Pourri-Vanoise), les assises permo-carbonifères ont subi, par suite d'un *métamorphisme* intense, une transformation complète et se présentent sous la forme de pseudogneiss et de micaschistes, sans intercalation de bancs charbonneux et sans intérêt industriel. Cette région métamorphique est néanmoins nettement limitée aux massifs du Mont Pourri et de la Vanoise et à leurs dépendances qui, aux yeux de plusieurs géologues, font partie de « *nappes de charriage* » reposant en contact anormal sur le Houiller non métamorphique et sous lesquelles se continueraient les assises de ce dernier.

Les assises houillères supportent fréquemment les dépôts permo-triasiques qui le recouvrent en discordance dans les massifs de Belledonne, de l'Oisans, du Rocheray, de Beaufort et du Mont-Blanc et en concordance dans les régions intra-alpines situées plus à l'Est (Briançonnais, Maurienne, Tarentaise).

Extension & Répartition géographique du Terrain houiller

DANS LES ALPES FRANÇAISES

(Voir la Carte fig. 1 ci-après)

Le terrain houiller des Alpes s'étend sur les départements des Basses et Hautes-Alpes, de l'Isère, de la Savoie et de la Haute-Savoie ; il forme de Barles (Basses-Alpes) et du col des Ayes, près de Briançon, jusqu'à Aproz-en-Valais une suite d'affleurements d'étendues diverses. Ces affleurements s'alignent suivant un certain nombre de bandes parallèles à la courbure générale des Alpes françaises et se poursuivent du Dauphiné au Valais où elles prennent une direction S. O.-N. E. Beaucoup d'entre eux ont probablement été en continuité les uns avec les autres et ne doivent leur isolement qu'aux effets de l'érosion ou des étirements mécaniques. En Tarentaise par exemple, ceux de la vallée de Belleville sont bien près de ceux de Petit Cœur et ces derniers sont à leur tour très rapprochés de ceux de Cevins ; ce ne sont très vraisemblablement que des *lambeaux d'une seule et même formation* qui ont échappé à l'érosion ou que les plis anticlinaux font réapparaître dans leur région axiale.

Géographiquement, et en laissant de côté les petits

bassins marginaux et notamment celui de La Mure situé sur le bord sud occidental de la chaîne de Belledonne et dont on connaît la richesse en anthracite (1), le bassin houiller intra-alpin commence au col des Ayes près Briançon, s'élargit à St-Michel-de-Maurienne jusqu'à Modane où il atteint son maximum de largeur, monte à l'Ouest du massif de la Vanoise et toujours en montant au Nord, se rétrécit fortement près de Moutiers, recouvert par des terrains plus jeunes, puis Moutiers passé, il s'élargit de nouveau considérablement (12-15 kilomètres), à partir d'Aime jusqu'au delà de Bourg St-Maurice et passe ensuite en Italie pour se continuer en se rétrécissant beaucoup jusqu'en Suisse, vers Aproz et Fully-en-Valais (voir la carte ci-jointe) On peut évaluer la surface de cette *bande houillière axiale* des Alpes à 160 kilomètres de longueur sur 7 kilomètres de largeur en moyenne, soit plus de 110.000 hectares environ d'affleurements, sans compter tout ce qui est recouvert par des terrains plus récents sous le mont Jovet. On peut donc affirmer qu'il y a là un champ d'exploration considérable qui peut être considéré comme équivalent en surface à tous les bassins français actuellement exploités. Outre cette large bande axiale que nous venons de délimiter, des petits plis parallèles renfermant des dépôts houillers se rencontrent à l'Ouest et sont représentés par les petits bassins de La Mure, dans l'Isère, des Grandes-Rousses, de Boutières dans le Graisivaudan et par quelques affleure-

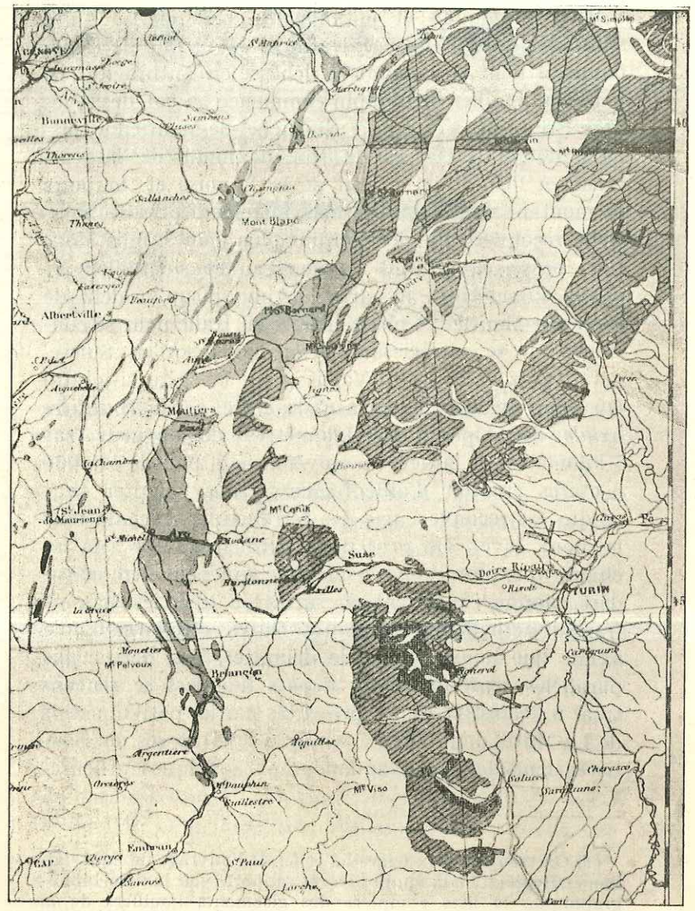
---

(1) On trouvera aux pages 55 et 69 de l'ouvrage de MM. Kilian et Révil cité à la fin du présent rapport (voir la liste bibliographique) la liste complète des gisements houillers de la chaîne de Belledonne et de sa bordure, des massifs des Grandes-Rousses, de l'Oisans, de Beaufort et de la Haute-Savoie.

Carte de la répartition des dépôts carbonifères dans les Alpes françaises

d'après les documents récents et notamment la carte au millionième du service de la carte géologique de France par W. Kilian

Echelle : $\frac{1}{1.000\,000}$



LÉGENDE

Eruption contemporaine du Houiller (Cte des Rousses) (Orthophyres)

Houiller détritique (Faciès ordinaires)

Permo Carbonifère métamorphique (Faciès gneissique) considéré comme ancien (précarbonifère par beaucoup d'auteurs.

Nota: Les roches intrusives (Microdiorites etc.) abondantes dans le Houiller briançonnais paraissent être plus récent n'ont pas été représentées sur cette carte.

Zône graphitique du Piémont (Faciès gneissique)

Nota. — Les portions de cette carte teintées en gris noir (sans hachures) *correspondent seules* au faciès anthracifère du Terrain carbonifère, c'est-à-dire *aux dépôts susceptibles de présenter des couches charbonneuses exploitables.*

ments peu importants jusqu'en Suisse. Il n'est pas prouvé que ces derniers aient jamais été en continuité avec le Houiller de la zone intra-alpine ni qu'ils soient exactement du même âge.

Si l'on joint par une ligne les affleurements houillers successifs que nous venons de citer du Valais à Demonte (Italie) on obtient un demi-cercle dont la concavité est tournée vers l'Italie.

Le système des grès à anthracite disparaît à l'Est d'une ligne Modane-Briançon-St-Paul, à moins que l'on ne considère, ainsi que l'ont fait le regretté H. Lachat et plus récemment M. Bertrand et M. P. Termier, comme représentant le Houiller métamorphique, les schistes cristallins que l'on trouve à la descente du Petit-Mont-Cenis et que les géologues italiens rapportent au Terrain primitif.

Il y a lieu de remarquer également que ce que M. F. Laur appelle « le bassin houiller des Alpes » représente un ensemble d'assises reprises par les ridements ultérieurs de la chaîne alpine et affectés de plissements très accentués, d'empilements et de déplacements latéraux considérables datant de l'époque tertiaire. Ces dislocations ont *profondément troublé la régularité primitive des dépôts*, modifié dans une certaine mesure la nature et la qualité du combustible et provoqué dans les couches de charbon qui se sont comportées comme une matière plastique, des *variations d'épaisseurs brusques* et fréquemment déconcertantes.

Il résulte de cette disposition que les méthodes de prospection et d'exploitation applicables aux bassins houillers du centre et du nord de la France, doivent être, en ce qui concerne le Houiller des Alpes, notablement modifiées et perfectionnées.

Terrain Houiller

DES PAYS INTRA-ALPINS

(Briançonnais, Maurienne, Tarentaise)

a. Zone axiale.

Les assises houillères du Briançonnais et du bassin de la haute Durance atteignent plus au Nord, en Savoie, une épaisseur considérable ; elles s'étendent entre St-Michel et Modane sur une largeur de plusieurs kilomètres. Lory désignait, comme on sait, cette bande remarquable sous le nom de « troisième zone alpine » ; elle forme ce que nous avons appelé, avec M. Hang, la « *zone axiale* du Briançonnais ».

La portion des affleurements citée ci-dessus qui nous intéresse plus particulièrement est précisément cette bande Briançonnais-Maurienne-Tarentaise que Ch. Lory a appelé la 3e zone alpine ou houillère et M. Hang la zone axiale. C'est la plus importante de toutes les zones anthracifères de nos Alpes.

Le terrain houiller forme le grand repli anticlinal probablement déversé et peut-être charrié vers l'Ouest dans son ensemble, et disposé en éventail composé de cette 3e zone alpine (zone, dite axiale) à droite et à gauche duquel ont eu lieu localement des *glissements* et des *étirements* de couches, accidents qui ont reçu de Ch. Lory, qui en exagéra l'importance, les noms de « failles de St-Michel et de Modane ».

Plusieurs interprétations ont été émises par les au-

teurs pour expliquer la disposition en éventail des assises anthracifères, dans cette région de nos Alpes, à laquelle on applique souvent aussi le nom de « zone houillère » (ces hypothèses sont représentées schématiquement par les figures ci-après : (fig. 2).

Les assises carbonifères y sont en effet plissées et empilées en éventail et paraissent avoir subi un mouvement de *translation* (charriage) de l'Est vers l'Ouest.

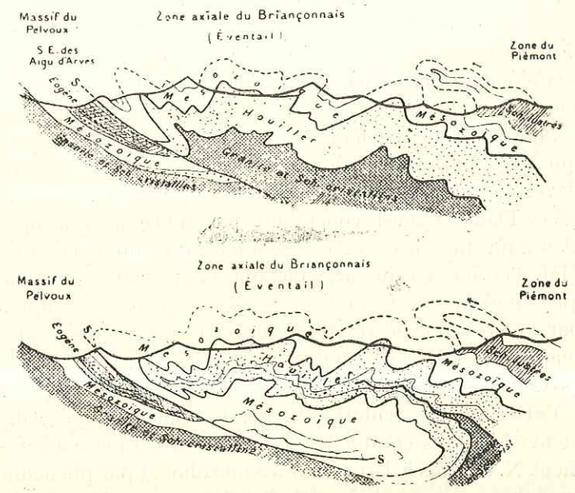


Fig. 2.

représentant les deux hypothèses pouvant expliquer la disposition des assises houillères dans la zone axiale du Briançonnais.

Certains tectoniciens les ont considérés comme faisant partie d'une *nappe « exotique » charriée et reployée venant de l'Est.* Quelques auteurs et non des moindres (M. Pierre Termier, Argand et J. Boussac entre autres), ont particulièrement préconisé cette hypothèse du

charriage lointain, et considèrent la zone houillère tout entière comme *une nappe venue de l'Est* et diversement *reployée sur elle-même.* La disposition en éventail des assises anthracifères de cette zone ne serait alors qu'une structure provoquée localement dans la nappe de charriage par des « plissements en retour » de sa propre masse. Cette conception rencontre bien des objections, et la nature même des dépôts ainsi que leur grande analogie de faciès avec le Houiller de la zone du Mont-Blanc et des Grandes-Rousses nous conduisent à conclure que, *même si l'on admet un charriage limité* à la bordure occidentale de cette zone, sa *provenance ne saurait être aussi lointaine qu'on l'a prétendu.*

Nous pensons également que cette zone axiale, bien que très probablement *formée par des plis couchés* déversés vers l'Ouest et peut-être légèrement charriés (vers l'Ouest) n'est cependant pas d'origine exotique et n'a pas une provenance aussi *lointaine* que le pensent MM. Ternier et Boussac, mais que l'apparente épaisseur qu'y possède la formation houillère peut s'expliquer par la présence de *replis multiples* produits par l'existence d'un obstacle (chaîne de Belledonne) à la propagation vers l'Ouest des grands plis couchés intraalpins.

Cette bande remarquablement continue de sédiments houillers commence avec une direction sensiblement N. S. dans le Briançonnais méridional par plusieurs branches : au nord du col des Ayes, à St-Martin de Queyrières et à L'Argentière, dans les Hautes-Alpes ; puis elle est coupée obliquement par la Guisane entre le Monestier et Briançon), (région des exploitations, locales pour la plupart, de Buffère, du Chardonnet, de Puy-St-Pierre, de Combarine, du Grand-Menoy et de la Grande-Draye, du Lauzet et du Monestier) se bifurque et pénètre en Savoie, où, d'une part, elle se pour-

suit par le Col de la Ponsonnière (où Ch. Lory a rencontré des restes de végétaux) pour se diriger vers les Mottes et Valloire ; de l'autre, elle s'élargit considérablement en formant le haut bassin de Névache (où elle présente une disposition en voûte anticlinale régulière, tout à fait remarquable) et la vallée de Valmeinier en Maurienne ; elle forme toute la crête qui court du Thabor à l'Aiguille Noire et que traversent une série de cols (col de la Madeleine, de Valmeinier, etc.) La zone houillère constitue encore outre tout le bassin de Valmeinier, les massifs de Roche-Château, du Crey-du-Quart et de Bissorte, les reliefs qui entourent la plaine de Bissorte, la Sandoneire et le versant est de la vallée de Valloire où les deux branches se rejoignent de nouveau, occupant *une largeur d'à peu près* 16 *kilomètres* des environs de Modane au Pas du Roc, près St-Michel. Elle est coupée par l'Arc à St-Michel et Modane forme un massif montagneux considérable, (Pointe Rénod, etc.) et tous les reliefs compris entre le col des Encombres et Péclet, passe en Tarentaise entre le col des Encombres et le massif de Péclet ; elle s'étend à l'Est de la ligne, Col des Encombres-St-Martin-de-Belleville et atteint le Doron de Bozel aux Allues, puis est traversée par le Doron de Bozel à partir duquel elle pousse un prolongement vers Champagny ; elle touche à l'Est près du col de Chavière au massif de la Vanoise, où l'on retrouve des anticlinaux houillers, mais où ce terrain présente, avec le Permien, des caractères de haut métamorphisme décrits par M. P. Termier. Cette zône s'accidente alors de synclinaux triasiques et liasiques et supporte la masse plissée des schistes du mont Jovet. Elle se développe ensuite des Chapelles à Peisey, Aime, Macôt, les Chapelles et Bourg-St-Maurice pour pénétrer en Italie au nord de Ste-Foy et de

Bourg-St-Maurice, entre le Petit St-Bernard et le col du Mont ; elle s'amincit beaucoup dans la vallée d'Aoste (Morgex, La Thuille), (1) arrive dans le Valais, à l'ouest du Grand-St-Bernard, au col Fenêtre , d'où elle se poursuit jusqu'à Chippis, en traversant les vallées, d'Isérable, de Bagnes et d'Entremont. De là jusqu'à Aproz elle se trouve en grande partie cachée sous les alluvions du Rhône et ne se montre que sporadiquement sur les deux rives du fleuve (Bramois près Sion, Grone-Tourtemagne).

---

b. Houiller à l'ouest de la zone axiale aux environs de Moûtiers

Près de Moûtiers, le Houiller reparaît à l'ouest de la zone axiale avec les micaschistes sous-jacents, sur le chemin d'Hautecour, en deux bandes étroites ; mais nous n'en suivrons pas la continuation en amont de cette ville, à l'ouest de l'Isère, et vers les montagnes

---

(1) On trouvera d'intéressantes indications concernant le développement de la bande d'affleurements houillers dans la région italienne et notamment à la *Thuille près du Petit St-Bernard* dans un très remarquable ouvrage publié, en 1903, par le service géologique d'Italie : *I giacimenti di antracite nelle Alpi occidentali Italiane* (Roma 1903). (*Memorie descrittive della carta geologica d'Italia* (volume XII). Cet ouvrage renferme sept mémoires dus à divers auteurs (MM. Franchi, Stella, Castro (E. de), Zaccagna, Dreglia Mattirolo, Peola). Il est précédé d'une introduction, avec résumé, due à M. Pellati, inspecteur en chef au Corps royal des Mines et est accompagné de quatorze planches et de trente figures intercalées dans le texte.

du massif du Mont-Blanc où il forme aux environs des Chapieux, quelques bandes peu importantes indiquées sur la feuille Albertville de la carte géologique de France.

Il y a lieu de citer aussi également à l'ouest de la zone axiale, un affleurement qui s'observe entre Varbuche et le Plane (Haute-vallée de Belleville) où l'on a, en contact avec les calcaires coralligènes du Lias, des schistes noirs micacés appartenant à ce terrain ; d'autres assises de cette formation se montrent encore sur la rive gauche du Nantbrun, en face de Chalanson et dans le fond du vallon de la Perrière.

A Villard-Lurin, un accident anticlinal fait affleurer des grès houillers noirs, fins et micacés alternant avec des schistes noirs feuilletés, au milieu des gypses du Trias, près du confluent des deux Doron et en amont dans la gorge du Doron de Belleville. Enfin, sur la rive gauche de l'Isère, en amont de Moûtiers, le Houiller forme deux bandes anticlinales sur le flanc ouest du massif du Jovet où l'on a exploité de l'anthracite près d'Hauteville, des Plaines et de Notre-Dame du Pré.

A l'Est d'Hauteville existe un autre anticlinal houiller dont les assises couchées vers l'Est sont presque horizontales et où l'on exploite (Les Darbeys), *une couche d'anthracite de près de deux mètres d'épaisseur.* (Il y a là *trois bancs* d'anthracite séparés par des assises de grès). Cette bande fait partie du soubassement de l'amande synclinale du Mont-Jovet ; elle dépend de la grande zone axiale houillère (M. Zaccagna a publié, en 1902, une petite carte du Mont-Jovet, qu'il est intéressant de comparer avec les tracés publiés successivement par MM. Gregory et Marcel Bertrand et qui est basée sur des idées théoriques que nous croyons absolument erronées.

Vers le Nord, le Houiller de Villard-Lurin se poursuit entre le Doron et l'Isère ; il passe au-dessus de Champoulet où il est masqué par le Glaciaire, pour se continuer au-dessus du hameau des Routes où il a été exploité. Les affleurements houillers d'Aime et d'Arêches ont été cités par Alph. Favre et sont actuellement bien connus ; les premiers sont en continuité avec ceux de la zone axiale, aux environs de Bourg-St-Maurice.

Caractères du terrain houiller intraalpin.

Les Assises houillères des Alpes françaises reposent sur les schistes cristallins dans les points où leur substratum est visible (Bassin de La Mure Chaîne de Belledonne-Oisans). Les rapports de ce substratum avec les couches que nous étudions sont, du reste, généralement masqués par des étirements qui ont fréquemment entraîné la disparition totale de l'étage ; aussi les affleurements en sont-ils très sporadiques sur le bord de la chaîne cristalline (Doncy, Petit-Cœur, etc.) ; autour du massif du Rocheray, on n'en rencontre qu'au Replat. En beaucoup de points, à l'intérieur des zones anciennes, le Houiller se présente en bandes étroites, sous forme de petits synclinaux en V, pincés au milieu de schistes cristallins et que l'érosion a respectés. Il est difficile dans ce cas (Massif du Pelvoux), de s'assurer s'il y a concordance ou discordance de stratification entre les deux systèmes.

Néanmoins dans la région où le Houiller atteint son maximum de développement, c'est-à-dire, *dans la zone axiale du Briançonnais, son substratum est malheureusement invisible* car les prétendus « Gneiss chloriteux »

sur lesquels, d'après Ch. Lory, il était censé reposer près de Modane, appartiennent au contraire à une formation plus récente et sont renversés sur les grès à anthracite. Il est donc, dans l'état actuel de nos connaissances, impossible de dire *si les dépôts de cette zone axiale représentent une série unique ou s'ils doivent être considérés comme un pli couché d'assises reployées et empilées sur elles-mêmes.* Cependant en deux points voisins de cette zone, à Villarly et à Hautecour, les grès houillers reposent sur des micaschistes. Notre champ d'études se prête donc fort peu à une constatation de ce genre. Il est indispensable de rappeler, cependant, que dans la zone voisine de Belledonne, et en général dans la première zone alpine, Em. Gueymard et Ch. Lory ont, depuis très longtemps déjà, signalé une importante discordance, qui sépare les schistes cristallins du terrain houiller, ainsi que le défaut de parallélisme, également considérable, et la transgressivité qui s'observent entre les grès à anthracite et les couches qui les recouvrent.

Origine de la formation houillère alpine.

En ce qui concerne l'origine et le mode de formation des dépôts anthracifères, il y a lieu de remarquer que dans la « zone axiale » la continuité de ces dépôts est évidente sur une grande étendue et l'étude de la flore montre qu'on se trouve en présence de grandes accumulations détritiques de plusieurs étages ; le *même régime ayant persisté pendant les époques Westphalienne moyenne, supérieure et Stéphanienne* et les sédiments détritiques s'étant poursuivis sous une forme légèrement

différente, il est vrai, pendant le Permien et le Trias inférieur. D'où venaient ces matériaux ? De l'ouest ou de l'est ? De la région occidentale, dont les grès houillers indiquent l'immersion pendant au moins une partie de la période carbonifère, ou du versant oriental de la chaîne, sur le sort duquel, pendant les temps houillers, nous ne sommes que très imparfaitement renseignés, mais où les conglomérats ne font pas défaut et se montrent parfois (Grand St-Bernard) intercalés dans les roches gneissiques ?

Pour ce qui concerne cette 3e zone alpine ou zone houillère, nous voyons Ch. Lory essayer d'expliquer comme suit la grande épaisseur (1000 m.) et l'uniforme régularité des dépôts houillers dans cette région : « Il « s'est produit sur cet emplacement, dans le cours de « la période houillère, une dépression lente et progres- « sive dont les limites, à l'ouest et à l'est, correspon- « daient à peu près avec les directions actuelles, les fail- « les limites de cette zone. »

Faut-il penser avec lui que cette zone ait été *la seule* qui ait reçu des sédiments houillers inférieurs, ou faut-il admettre que les dépôts westphaliens l'ont dépassée en étendue ?

La conception qui, depuis une vingtaine d'années, a gagné de plus en plus de terrain et qui semble confirmée par toutes les observations récentes, consiste à voir dans le complexe houiller de la zone axiale un grand pli couché ou « nappe » ayant subi un charriage ou une translation de l'est à l'ouest et formé d'assises repliées sur elles-mêmes.

Ainsi s'expliquerait par un *empilement*, une sorte de *duplicature* des couches, l'épaisseur considérable qu'offre dans cette zone le terrain houiller.

En outre, dans cette conception, il faudrait reporter

un peu plus à l'est le lieu d'origine de ces dépôts et la dépression dans laquelle ils ont dû se former.

On voit que si nous connaissons dans ses grands traits, la marche des phénomènes qui ont donné naissance aux grès à anthracite des Alpes françaises, il s'en faut de beaucoup que nous nous rendions un compte exact de la formation de ces vastes dépôts et beaucoup de questions se posent auxquelles il est encore difficile de répondre. Y a-t-il eu plusieurs bassins lacustres, quelle a été leur forme, quelles étaient leurs limites ? Existe-t-il des îles dans ces bassins ? Ou sommes-nous en présence d'une zone littorale ou lagunaire bordée de tourbières boisées, parsemée d'îlots émergés et envahis périodiquement par des apports détritiques ? Il est malaisé, en l'état actuel de nos connaissances, de répondre d'une façon tant soit peu catégorique à ces diverses questions.

Tout d'abord, l'absence totale de fossiles marins ou saumâtres dans nos dépôts houillers autorise à y voir des formations d'eau douce, mais il est difficile d'y voir (comme le voudrait M. Potonié) le produit exclusif de tourbières boisées à fond de sapropel, établies dans des dépressions, vu la prédominance des assises détritiques et la fréquence des conglomérats.

En résumé, si l'on tient compte surtout du grand nombre des lambeaux houillers épars à l'ouest de la « zone houillère », il semble que l'on ait affaire à un *immense bassin en voie d'affaissement*, où s'accumulaient, avec le sapropel, (défini par M. Potonié), les détritus et les galets provenant de petites îles très nombreuses et d'une bordure continentale importante *située vraisemblablement à l'ouest*.

Si l'on admet l'hypothèse du *charriage* de la zone axiale l'explication reste la même, mais la position pri-

mitive du bassin se trouve simplement *reportée à l'Est* des régions qu'occupe actuellement la zone houillère dite « axiale ».

Eléments constitutifs du terrain houiller intraalpin

Les roches qui prédominent dans ce terrain sont des poudingues quartzeux, des grès micacés, des psammites et des schistes argileux. Cet ensemble a une épaisseur atteignant plusieurs centaines de mètres dans la zone axiale du Briançonnais. A. Favre l'estimait à 5000 m. entre Aime et Recrey ; son substratum est inconnu, mais dans de rares points très disloqués, du reste, situés à l'ouest, où l'on a pu observer ce substratum (Hautecour, Villarly), il repose directement sur les schistes cristallins.

Les brèches à blocs de schistes cristallins si fréquentes dans la zone cristalline delphino-savoisienne font défaut dans le houiller intraalpin; il est vrai que la base du Houiller nous est inconnue dans la partie axiale de la zone du Briançonnais.

Les *schistes argileux* plus ou moins micacés (mica-détritique) sont toujours colorés en noir par une matière charbonneuse rarement verdâtre. Ils sont de plus associés à des couches *d'anthracite* présentant une certaine épaisseur dans les environs de St-Michel, par exemple, où elles sont le siège d'exploitations importantes.

Les *anthracites* de Savoie présentent trois variétés principales : 1° la variété stratoïde compacte qui est la plus pure, bien qu'elle ne soit pas la plus recherchée ;

2° la variété grenue qui est formée de grains agglomérés d'anthracite ; elle brûle plus facilement et est préférée quand elle n'est pas trop cendreuse ; 3° la variété terreuse, qui est plus meuble par suite de l'altération qu'elle a éprouvée près de la surface ou dans le voisinage de dérangements des strates qui ont donné accès aux eaux ; lorsque cette variété n'est pas trop altérée, elle donne un assez bon combustible. Tous ces anthracites n'accusent qu'un degré de métamorphisme relativement peu élevé.

La nature du charbon du bassin des Alpes est, sans aucune exception, anthraciteux. Les matières volatiles ne dépassent pas 10-12 %.

La *teneur en carbone fixe* est très variable et va de 89, 77 (81, 80, 78) à 65 %, selon la teneur en cendres.

Cette *teneur en cendres* est très variable aussi et généralement élevée, mais elle *va en décroissant du Sud au Nord*. Alph. Favre cite des teneurs de 4,57 à 6,10 de cendres. Cependant dans la Maurienne, les teneurs en cendres de 18,20 et 25 à 30 % ne sont pas rares. Ce sont des schistes charbonneux intercalés dans les anthracites qui augmentent ainsi la teneur en cendres. Le lavage n'existe guère encore et la classification laisse beaucoup aussi à désirer, presque partout. Au milieu du Bassin, à Bozel et au sud de Moûtiers, à la Perrière, la teneur en cendres reste encore élevée. Mais à partir d'Aime, dans le bassin de la Haute Isère, on observe, d'après M. Francis Laur, une diminution assez sensible et progressive de la teneur en cendres. Des livraisons au P.-L.-M. ont permis d'après le même auteur, de constater qu'à Réel la teneur était de 18 % de cendres pour le tout venant ; à la Haute Isère, 14, 5 % et à Corbières, plus au nord, 10-12 % de cendres.

D'autres anthracites de la Maurienne donneraient

en général 81,80 à 89,77 de carbone et 4,57 à 6,10 de cendres d'après les analyses d'Alph. Favre.

L'anthracite est parfois transformé en *graphitoïde* (Chardonnet, Malgovert près Bourg-St-Maurice, etc.), par suite des actions métamorphiques exercées par les roches éruptives sur les anthracites. Des exploitations tentées sur divers points de la Maurienne ont été abandonnées et ce n'est qu'aux environs de St-Michel et de Valloire qu'elles ont subsisté. (Voir plus bas). La difficulté de suivre nettement les dislocations compliquées qui ont affecté le terrain houiller rend particulièrement malaisée la distinction précise des horizons que présente le houiller. Cependant, il semble nettement établi que les couches d'anthracite sont localisées à la partie supérieure du système (environs de St-Michel et de Modane).

Age des dépots houillers intra-alpins

d'après les empreintes végétales qu'ils renferment

Au point de vue de l'âge précis des dépôts houillers et anthracifères des Alpes françaises, les travaux récents ont notablement modifié, grâce à l'étude des empreintes végétales que contiennent les assises houillères de nos régions intraalpines, les conceptions admises par nos devanciers.

Nous rappellerons que la zone axiale alpine (Hang) qui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, s'étend du col des Ayes près de Briançon à travers la Maurienne et la Tarentaise jusqu'à Aproz en Valais, est, à part un

ou deux lambeaux d'assises mésozoïques, constituée par des grès à anthracite que l'érosion a entaillés plus ou moins profondément suivant les points considérés, sans cependant atteindre leur substratum qui de ce fait, nous demeure encore inconnu. Les auteurs plaçaient ces grès dans *l'étage stéphanien* (Houiller supérieur) généralement à sa base et sur l'horizon des couches de Rive-de-Gier.

Les résultats des déterminations de M. Zeiller, basées sur les documents que nous lui avons communiqués, tant en 1893 que plus récemment et provenant soit de nos propres recherches,soit des collections de la Faculté des Sciences de Grenoble et du Musée de Chambéry, montrent que non seulement plusieurs horizons du Houiller supérieur ou stéphanien se trouvent représentés dans les grès à anthracites du Briançonnais, mais que l'on peut y reconnaître aussi le *Houiller moyen* ou *Westphalien supérieur* (Etage supérieur de Saarbrück des géologues allemands) signalé, pour la *première fois* par nous, il y a quelques années, aux Gardioles près Briançon, dans la zone axiale alpine. C'est du gisement de Taninges (Haute-Savoie), également Westphalien, mais situé dans une zone plus externe des Alpes qu'il faut rapprocher le niveau des Gardioles.

Il résulte des observations récentes (1911-1913) de M. Ch. Pussenot que les attributions ci-dessus doivent être modifiées désormais, pour certaines parties de la zone, notamment pour la Maurienne (rive gauche de l'Arc) et la Tarentaise (col du Petit-St-Bernard).

Les flores fossiles du Houiller des Alpes françaises ont été étudiées par Brongniart, Alph. Favre, Osw. Heer, Ch. Lory, Grand'Eury, par MM. Lugeon, Peola, Hang, Michel Lévy, R. Zeiller et plus récemment par le capitaine Pussenot. Une énumération aussi complète

que possible en a été donnée par nous en 1908 (Kilian et Révil, loc. cit.).

Nous nous bornerons ici à mentionner :

1° Les empreintes de végétaux provenant de Mâcot en Tarentaise, déterminées par M. Zeiller.

Pecopteris cf. *Candollei*, Brongt.

Pecopteris Lamuriana, Heer.

Nevropteris sp. aff. *Nevr. montana*, Heer.

Nevropteris sp. aff. *flexuosa* ou *tennifolia* Heer.

Cordaites, sp.

2° Les quelques végétaux fossiles se trouvant à la fois à *La Mure* (Isère) *et en Tarentaise.*

Cardiocarpus cf. *Gutbieri* Gein, Les Encombres, La Mure.

Cordaites (Encordaites) *borassifolius* ,Sternb. sp., Moûtiers, Encombres, La Mure.

Nevropteris gigantea, Sternb., Tarentaise, La Mure.

Nevropteris flexuosa, Sternb., Mâcot, La Mure.

Nevropteris tennifolia, Schloth. sp., Mâcot, La Mure.

Nevropteris cordata, Brongt Tarentaise, La Mure.

Odontopteris Reichiana, Gutb. Tarentaise, La Mure.

Odontopteris obtusa Brongt., Tarentaise, La Mure.

Pecopteris arborescens Schloth. sp. Encombres, La Mure.

Pecopteris candollei Brongt. Mâcot, La Mure.

Pecopteris Milloni, Artis, Encombres, La Mure.

Pecopteris Oreopteridia Schloth. sp. Encombres, La Mure.

Pecopteris Oreopteridia Schloth. sp. Encombres, La Mure.

Pecopteris polymorpha Brongt. Encombres, La Mure.

Pecopteris Pluckeneti Schloth. sp. Tarentaise, La Mure.

Mariopteris latifolia Brongt. sp. Mâcot, La Mure.

Calamites Cisti Brongt. Tarentaise, La Mure.

Asterophyllites equiseliformis Schloth. sp. Encombres, La Mure.

Annularia sphenophylloides Zent sp. Tarentaise, La Mure.

On trouvera également dans notre mémoire déjà cité sur les chaînes intérieures des Alpes françaises, l'indication d'une série de gisements de végétaux fossiles et l'énumération d'un certain nombre d'espèces recueillies en Tarentaise.

La flore du Petit St-Bernard (frontière franco-savoisienne) a fait l'objet d'une étude de M. Peola. Les matériaux dont disposait cet auteur comprenaient 66 échantillons comprenant environ 170 empreintes végétales énumérées dans notre ouvrage déjà cité sur les chaînes intérieures des Alpes françaises. M. Peola fait remarquer que le tableau récapitulatif de ces espèces est assez instructif : sur 33 formes, 2 sont nouvelles (*Lepidophyllum Zelleri* et *Trigonocarpus Bernardi*) ; 5 sont de détermination incertaine ; parmi les 26 restantes, *une seule se rencontre dans le Carbonifère inférieur*, 18 dans le *Carbonifère moyen*, dont 7 caractéristiques ; 12 appartiennent au Carbonifère supérieur, dont une seule lui appartient en propre, et 6 remontent jusque dans le Pernien, dont une seule lui est aussi spéciale. On aurait donc ici une grande majorité de formes végétales appartenant au « Carbonifère moyen » (environ 70 %).

En outre, M. Pussenot a cité récemment un certain nombre de formes végétales dont on trouvera l'énumération plus bas (1). Ce géologue est arrivé pour les di-

(1) Espèces citées par M. Pussenot ; voir C. R. Acad. des Sciences ; tome 155, p. 1565 (1912) ; tome 156 p. 97, (1913) ; V. aussi p. 18, 19 et 20 du présent rapport.

verses parties de la zone axiale qu'il a soigneusement explorées et dont il a étudié les restes de végétaux, à des conclusions qu'il est intéressant de reproduire ici et dont voici le résumé :

a. **Briançonnais**. — On peut voir entre la Durance et Notre-Dame-des-Neiges, un remarquable affleurement de grès à anthracite. Les assises dont il est formé se divisent en deux groupes. L'un, d'une épaisseur de 100 m. environ, comprend les plus élevées d'entre elles et n'a fourni jusqu'à présent aucune espèce caractéristique de niveau. Bien que les alluvions glaciaires le recouvrent, à sa partie supérieure et masquent les couches jusqu'à la moitié de la hauteur des quartzides du Trias, il est certain qu'il est surmonté par le Pernien (Verrucano), comme cela se voit un peu plus au nord. Le second groupe, puissant de 400 m., est constitué par les autres assises ; *douze gisements d'empreintes* végétales y sont intercalés à intervalles à peu près égaux. Plus au nord, près de la Salle, se trouvent les mines de Gardioles qui sont le point fossilifère le plus bas observé.

Egalement dans la même direction, non loin de Monêtier-les-Bains, à Puy-Cros, à Puy-Chevalier, au col du Perron, près de l'Aiguillette et au col de la Ponsonnière, les grès renversés sur le Pernien renferment des gisements de fossiles, distants de cet étage respectivement de 30, 150, 90 et 130 mètres.

Ils appartiennent avec lui au flanc inverse de l'anticlinal de la Ponsonnière.

Dans le flanc normal de ce pli, les restes végétaux sont assez fréquents au pied du Pic de la Moulinière et au col du Chardonnet. L'intervalle entre les couches qui les renferment et le Pernien est voisin de 100 mètres. Enfin on peut voir un niveau fossilifère très près

des assises permiennes du Grand Aréa, sur le versant du col de la Buffère.

b. **Maurienne**. — L'anticlinal de la Ponsonnière s'enfonce près du lac des Cerces sous des terrains plus récents et réapparaît à Bonnenuit. Son flanc normal comprend la même série de couches qu'au Chardonnet et renferme à Chexlu un gisement de végétaux placé dans les mêmes conditions stratigraphiques que ceux du pied du Pic de la Moulinière, du col du Chardonnet et près du Grand Aréa (Versant du col de la Buffère).

c. **Tarentaise**. — Dans les pentes du Mont St-Jacques, exposées au nord et dans les environs de Pesey, affleurent des assises schisteuses paraissant appartenir à un même faisceau. A la Roche-Mâcot, elles renferment *Pecopteris* cf. *orespteridia* Schl., *Nevropteris flexuosa*, Heer, Cal. *Suckowi* Brongt. et sur la rive gauche du torrent de Sangot, un peu plus haut que les chalets de Thuille, *Pec. Candollei* Brongt., *Pec Lamuriana* Heer, *Callipteridium pteridium* Schl., *Cyclopteris lacerata* Heer, *Nevropteris flexuosa* Heer, *Nevr. Montana* Heer, *Annularia Stellata* Schloth., *Sphenophyllum, oblongifolium* G. et K. La comparaison de cette florule avec celle du col des Encombres montre qu'il y a entre elles une parenté étroite et que les couches qu'elles caractérisent appartiennent au même niveau.

En outre, la partie des grès à anthracite qui repose, en contact anormal, sur le Trias gypseux entre Bourg St-Maurice et la Thuille (Italie), a fourni au col du Petit St-Bernard des empreintes végétales analogues à celles du Briançonnais (v. plus haut p. 17).

Comme on le voit le Briançonnais et la Tarentaise, de même que la Maurienne, présentent un faciès stra-

tigraphique identique. Cet immense bassin a donc une grande unité dans sa formation. L'étude des fossiles corrobore cette identité. L'ensemble de ces espèces, parmi lesquelles se place au premier rang *Nevropteris Schlehani*, stur, cantonnée uniquement dans les gisements voisins, pour la plupart, du Permien, permet de rapporter avec une certitude absolue le grès qu'il caractérise à la *zone moyenne du Westphalien* (*comme dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais*).

L'ensemble des espèces recueillies par M. Pussenot et étudiées par le regretté R. Zeiller, (voir liste donnée par M. Pussenot, in C. R. Ac. Sciences Paris 1912, p. 1565) parmi lesquelles se place au premier rang le *Nevropteris Schlehani* Stur, cantonné, uniquement dans des gisements voisins pour la plupart du Permien, permet de rapporter avec une certitude absolue les grès qu'il caractérise à la zone moyenne du *Westphalien.*

Comme il ne renferme, en dehors du *Sphenopteris trifoliota* Brongt., du *Sph. obtusiloba* Brongt., du *Sphenophyllum* cf. *myriophyllum* Crépin, aucune des autres espèces qui délimitent par leur abondance ou leur spécialité les trois horizons de cette zone, sa position dans celle-ci demeure incertaine. Cependant le *Sphenopt Frenzli* Stur et le *Crossotheca Schatzlarensis* Stur qui se montrent, le premier à la Tour, où il est commun, le second à Puy Richard, au col du Perron et au col du Chardonnet où il est également commun, tendent, en raison de leur présence dans les régions les plus basses du Westphalien inférieur des environs d'Héraclée, à faire placer cet ensemble vers la *base de la zone.* Il en est de même de *Phyllotheca Rallii* Zeiller dont on peut recueillir des nombreux exemplaires à Rif-Clanet et à la Sagnette et admettre la disparition aux environs de Puy-Richard, où il est extrêmement rare et qui caracté-

rise à Coslou, dans le même bassin, des couches dont l'âge *Westphalien inférieur*, n'est pas douteux. Mais le sens de ces indications est contrebalancé par les sigillaires du groupe de *Sig. Brardi* répandues dans toutes les couches explorées, car cette espèce avec ses diverses formes ne se rencontre pas habituellement dans cette zone, sauf en Angleterre, où Kidston l'a observée au sommet du Middle Coat-measures, de sorte *qu'on est finalement conduit à placer les grès à anthracite à un niveau intermédiaire entre l'horizon supérieur et l'horizon moyen du Westphalien moyen*, mais empiétant sur chacun d'eux. Il est possible que par la suite, la découverte d'autres documents paléobotaniques modifie cette attribution, mais ce sera sans doute dans une faible mesure.

On peut en conclure que les grès à anthracite de la *zone axiale alpine située entre Bourg-St-Maurice en Tarentaise et La Thuile, en Italie*, au contact immédiat de trias gypseux, en Maurienne, sur la rive gauche de l'Arc et dans le Briançonnais, n'appartiennent ni au *Stéphanien inférieur*, ni, pour une faible part au *Westphalien supérieur*, comme on l'avait admis jusqu'ici, mais *se placent à un niveau compris approximativement entre les milieux des horizons supérieurs et moyen du Westphalien moyen.*

Il résulte donc des travaux récents des géologues et des paléontologistes (Ch. Pussenot C. R. Ac. Sc. 1912) qu'une partie de grès de la zone axiale alpine est d'âge *Westphalien moyen*, c'est-à-dire plus ancien que le Houiller supérieur, tandis qu'en Maurienne (Encombres), d'après les végétaux déterminés, M. Zeiller a conclu à *l'âge Stéphanien* (houiller supérieur) des dépôts.

En Tarentaise la flore recueillie dans les pentes nord du Mont St-Jacques et les environs de Peisey montre

une parenté très étroite avec celle de la Maurienne (v. ci-dessus), et on peut en conclure que les couches appartiennent au même niveau. On retrouve d'autre part plusieurs de ces espèces végétales dans le bassin de La Mure.

On peut conclure de ces données que les grès à anthracite de la zone axiale correspondent entre *l'Arc et l'Isère*, en amont de Bourg St-Maurice (comme les dépôts houillers du bassin de La Mure) à la *zone des Cévennes* et non à la *zone de Rive-de-Gier*. Cette zone a une épaisseur considérable et les régions supérieures seules ont donné des empreintes végétales. Peut-être les régions inférieures appartiennent-elles à l'horizon de Rive-de-Gier ou au Westphalien, mais en raison de leur pauvreté en restes végétaux on peut les réunir aux premières.

Il ressort également de ces mêmes constatations que le *Houiller métamorphique* dont l'apparition commence à 150 mètres au-dessus du niveau de Sangot, pourrait fort bien représenter les zones supérieures du Stéphanien sur les points où il atteint sa plus grande épaisseur (Mont Pourri), à moins qu'il fasse, comme l'a prétendu M. Boussac, partie d'une nappe de charriage distincte.

Il est en outre définitivement acquis qu'à Taninges (Hte-Savoie), les grès à anthracite appartiennent à l'extrême sommet du *Westphalien supérieur* et dans les environs de La Mure (Isère) à la zone des Cévennes. A Petit-Cœur (Savoie), M. Zeiller les place, d'après ce qu'il a vu de leur flore, dans la zone des Cordaïtées. Dans les Grandes-Rousses, où Sc: Gras cite *Nevropteris cordata* Brongt., *Odontopt Reichiana* Gutb., *Pecopteris Pluckeneti* Schl. *Pecopt. Cyathea* Schloth., *Annularia sphenophylloides* Zenk, déterminés par M. Zeiller, on peut les ranger d'après M. Pussenot dans la zone

précédente. A Servoz, à Colombe (Hte-Savoie) et plus spécialement dans la région d'outre-Rhône, en Valais, M. Grand'Eury estime qu'ils ne sauraient être plus anciens qu'à La Mure (Isère). D'autre part, nous avons montré plus haut que dans la zone axiale, suivant les régions considérées, ils devaient être rapportés avec certitude au *Westphalien moyen* et au *Stéphanien inférieur* (zone des Cévennes), et avec doute au *Stéphanien supérieur*.

Voici, de haut en bas les zones dont il est possible, d'après ce qui précède, d'affirmer l'existence dans les Alpes françaises.

Houiller supérieur — Etage Stéphanien

a. Zones supérieures représentées probablement d'après M. Pussenot par le Houiller métamorphique de la Tarentaise et les conglomérats de Sangot ;

b. Zone des Filicacées ;

c. Zone des Cordaïtées : Petit-Cœur, Grandes Rousses ;

d. *Zone des Cévennes* : La Mure, Servoz, Colombe, Outre, Rhône, *Tarentaise*, *Maurienne* ;

e. *Zone de Rive-de-Gier*.

Houiller moyen.

a. *Westphalien supérieur* : Régions supérieures. Taminges.

b. *Westphalien moyen* : Horizon supérieur et moyen (p. p.) Briançonnais, rive gauche de l'Arc, Col du Petit St-Bernard.

Cette succession paraît indiquer des lacunes consi-

dérables dans la série des zones végétales telle qu'elle se présente habituellement, lacunes que l'on a essayé d'expliquer de la façon suivante : Vers la fin de l'époque Westphalienne le bord occidental du Géosynclinal, dont la formation houillère alpine représenterait le remplissage, se serait déplacé vers l'ouest. Ce mouvement aurait été le prélude d'une émersion de la partie du Géosynclinal située au nord de l'Arc. L'érosion, dont l'effet devait se faire sentir sur cette partie jusqu'après les débuts de l'époque Stéphanienne, aurait alors fait disparaître, à peu près tout le Westphalien supérieur et entamé le Westphalien moyen (Col du Petit St-Bernard). A cette phase de dénudation aurait succédé un affaissement qui aurait transformé en un bassin houiller le Géosynclinal en entier et la région située plus à l'Ouest (zone des Cévennes et des Cordaïtées). Mais bientôt après, un mouvement inverse se serait produit, et, avant la fin de l'époque Stéphanienne, le bassin houiller se serait trouvé émergé. L'érosion en aurait morcelé les dépôts et en aurait mis à nu les couches d'âge différent. Cependant, un retour ultérieur à la sédimentation houillère paraît être indiqué par les conglomérats et les couches métamorphiques de la Tarentaise.

Quoi qu'il en soit, il est actuellement bien établi par les recherches les plus récentes de géologues compétents, que dans la bande axiale houillère que nous avons délimitée plus haut, l'on rencontre les *représentants de de plusieurs étages houillers* allant du *Stéphanien* au *Westphalien moyen* en passant par la zone des Cévennes, c'est-à-dire appartenant aux étages moyen et supérieur houillers *classiques et ordinairement productifs*, dont ils présentent les flores et le facies habituel. Il y aurait donc là une raison suffisante pour explorer méthodiquement ce bassin houiller, où les horizons carbonifères de St-Etienne et de Westphalie sont représentés, pour rechercher par des travaux méthodiques et une prospection sérieuse s'ils s'y montrent riches en combustibles et pour tenter d'évaluer le tonnage de charbon qu'ils peuvent fournir.

Nulle part on ne connaît le fond de l'immense accumulation de dépôts anthracifères de la zone intra-alpine (Maurienne, Tarentaise, Briançonnais) ; si certains terrains de recouvrement ou de charriage qui masquaient à l'origine les assises carbonifères ont disparu laissant le Houiller à découvert, de grandes surfaces sont encore recouvertes par des terrrains plus récents et les couches anthracifères s'étendent assez loin dans le soubassement du Mont-Jovet et du Mont-Pourri. On ne peut nier d'autre part que le bassin houiller des Alpes françaises forme la masse d'affleurements la plus imposante que l'on connaisse en France.

Détails locaux sur divers Gisements

de la Maurienne et de la Tarentaise.

a. Maurienne

Outre les gisements de Valloire qui font en ce moment l'objet d'une intéressante campagne de prospection, les faisceaux d'anthracite les plus importants de la Maurienne sont localisés aux *environs de St-Michel.*

La concession du Pont de la Saussaz est située à environ un kilomètre à l'amont de St-Michel. Les assi-

ses de combustible ont 0 m. 60 en moyenne et leur direction est sensiblement N. S. Trois couches ont été assez bien reconnues, mais deux seulement sont exploitées. L'une d'elles, appelée couche nouvelle, donne un charbon d'assez bonne qualité et très dur. Il ne peut s'abattre qu'à la poudre.

On n'exploite que deux couches dans la concession de Gorge-Noire sur cinq qui ont été reconnues. Elles sont à l'altitude de 1.100 mètres et se présentent sous forme de lentilles schisteuses. Leur disposition générale est en chapelet.

La *concession de Sordière* possède une couche appelée le *Chapelu* qui est la plus importante du bassin. Elle a une puissance allant de 4 à 8 mètres et même davantage. Elle présente une continuité plus accusée que celle qui se rencontre habituellement dans les couches d'anthracite de cette région qui n'offrent souvent qu'une succession de renflements et d'étreintes. Ajoutons que cette couche a été dérangée par une faille qui la rejette d'une dizaine de mètres à l'Ouest.

b. Tarentaise.

En ce qui concerne spécialement les affleurements de la Hte-Isère ou Tarentaise, moins connus que ceux de la Maurienne qui ont été souvent étudiés, une coupe perpendiculaire au lit de la Haute-Isère et à la zone houillère elle-même, et partant de La Villette, près d'Aime (Savoie), sur la rive droite de l'Isère, traversant cette rivière jusqu'au Mont-Jovet, puis allant rejoindre ou redescendant sur le Doron, de l'autre côté jusqu'au village de Bozel, après Brides-les-Bains, où réapparaît le terrain houiller puissant et exploité (Voir figure 3 ci-après), donnera une idée de la disposition

Coupe de la Villette au Mont Jovet et Bozel

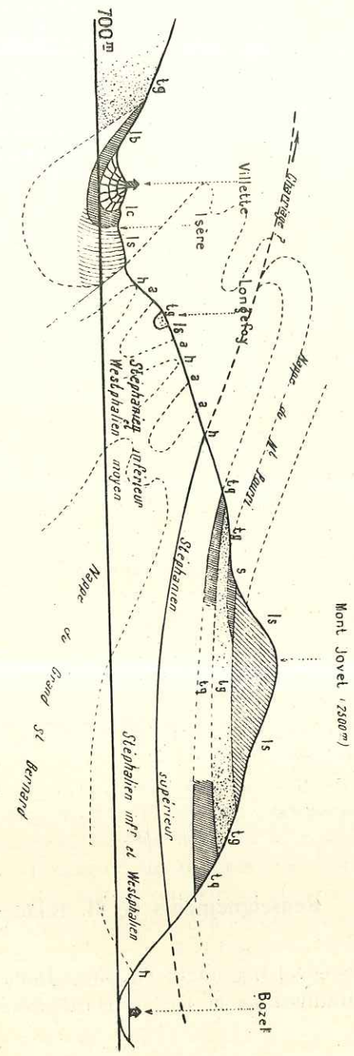


Fig. 3.

générale des assises. *La largeur de la bande houillère en ce point dépasse 12 kilomètres*, ce qui est une grande dimension, mais les dépôts anthracifères, se continuent certainement plus loin, vers l'Est sous le Mont-Pourri et le Jovet.

En résumé le terrain houiller, sauf des plissements de détails assez aigus, que des travaux de mine éclairciront, se montre continu et avec une allure d'ensemble assez régulière sur une très grande étendue dans la Haute-Isère ; les failles y sont extrêmement rares, d'après M. Francis Laur, mais j'ai pu y observer la fréquence des *plans de glissement*. En allant vers Moûtiers on voit des nappes de terrains secondaires plus ou moins complexes recouvrant le Houiller (qui se continue sans doute en profondeur).

Un certain nombre de mines d'anthracite existent en Tarentaise dans le bassin de l'Isère. Nous citerons celles de Serrachaux à St-Martin-de-Belleville, des Roches près de Montagny et des Routes près de Moûtiers. Cette dernière a été achetée en août 1890 par la Compagnie Charbonnière du S. E. de la France, qui possède également les mines de Réel et des Corbières près d'Aime, et celle de la Thuile près de Bourg-St-Maurice. L'exploitation n'est actuellement qu'à ses débuts ; elle sera certainement plus active lorsque l'exploitation du chemin de fer de Moûtiers à Bourg-St-Maurice aura produit tout son effet.

Renseignements de M. Badoureau

D'après M. l'Ingénieur en chef *Badoureau*, la formation houillère de la Tarentaise dont les assises s'appuient au Nord-Ouest sur les bancs renversés du Trias présente les caractères suivants :

Les couches dirigées généralement N. 45° E., ont un prolongement très variable.

Le charbon est assez bon mais très friable ; il donne 60, 70 % de menu.

On y exploite exclusivement de l'anthracite.

Il convient d'ajouter que M. Laur dit être arrivé, en pénétrant un peu en profondeur et en séparant le bon charbon de l'escaillage, à obtenir aux Corbières du charbon ne tenant que 10-12 % de cendres.

Les terrains houillers des environs de Moûtiers et d'Aime en Tarentaise ont fait l'objet de nombreuses concessions. D'après M. Badoureau, les plus importantes sont celles de Lequenay, Serachaux, les Bruyères, la Chênaie, de Planamont, de Sangot, de Réel, des Corbières (Commune de Mâcot et d'Aime) et de la Thuile, près de Bourg-St-Maurice. Ces trois dernières appartiennent à la Compagnie charbonnière du Sud-Est de la France qui y a fait exécuter des travaux assez sérieux. Il y a lieu d'ajouter à cette liste, d'après M. Badoureau, un certain nombre de concessions non exploitées, La Contamine, Plangagnaz, les Routes, La Corbassière, les Roches, Charbonnet et Praz, Combe-Chenalette, Champdernier, Le Doron, La Planta.

D'autres gisements non concédés mais où quelques travaux de recherches ont été effectués, sont encore à citer ; ce sont ceux des Roches sur le territoire de la commune de Montagny, de Montfort, de Hauteville, de Chenaie commun, où un renflement *des couches atteint 3 mètres de puissance* et donne un charbon grenu presque compact et enfin, ceux des Chapelles, de Séez, etc..., ainsi qu'un gisement de *graphitoïde* dans la forêt de Malgovert.

Le terrain houiller s'étend de Ste-Foy, à l'Est, jusqu'au pied du mont Ormelune et présente là un horizon caractéristique (crête de l'Argentière) de poudingues et de conglomérats à galets de quartz déformés et pâte très cristalline.

Opinion de M. F. Laur.

Nous empruntons aux publications de M. *Francis Laur* les détails suivants qui résultent des observations faites par cet ingénieur au cours de l'exploitation qu'il dirige dans les concessiosn de la Compagnie Charbonnière du Sud-Est en amont d'Aime sur la rive gauche de l'Isère. Ayant nous-même eu l'occasion de visiter ces mines, nous *avons pu constater l'exactitude d'une grande partie des indications ci-après* et qui constituent d'ailleurs les seules données un peu précises et détaillées que l'on possède sur la topographie souterraine des terrains anthracifères de la Tarentaise.

Selon M. Francis Laur, la succession des roches dans la Haute-Isère, d'après les travaux exécutés aux concessions de Réel, de Corbières et de Charbonnet, serait la suivante :

A. — *Houiller inférieur (Westphalien).*

1° Poudingues à galets de roches anciennes (peu connues du reste) ;
2° Grès massifs ou psammites micacés ;
3° Schistes noirs alternant avec psammites, sans fossiles ;
4° Couches d'anthracite ;

B. — *Houiller supérieur (Westphalien)*

5° Grès argileux stériles ;
6° Grès fins et schistes noirs à plantes fossiles, avec *couches d'anthracite* ;
7° Conglomérats supérieurs.

C. — *Permo-Houiller.*

Quartzites.

D'après le même auteur, les couches d'anthracite dans la Haute-Isère passent de la rive droite à la rive gauche en faisant avec la rivière un angle très aigu ; toutes les couches sont orientées à peu près N. 35° E environ.

En partant, un peu après la ville d'Aime et allant à Bourg-St-Maurice, on observe un assez grand nombre de faisceaux de couches séparés par des entre deux de plusieurs centaines de mètres de grès, psammites et schistes.

En voici, d'après M. Laur, la nomenclature d'ailleurs probablement incomplète ;

1° Faisceau de couches minces, rive gauche, vers Revers, avant Aime ;
2° Faisceau dit de la concession St-Pierre, rive gauche et Villard (rive droite) ;
3° Faisceau dit de la concession Ferraris, rive gauche et concession Réel, rive droite.
4° Faisceau de la concession de Mâcot, rive gauche et de la concession de Corbières, rive droite ;
5° Faisceau de la concession Vve Gaide, rive gauche, et de la concession de Charbonnet et Praz, rive droite ;
6° Faisceau correspondant à la concession très im-

portante de La Thuille et des Chapelles, rive gauche, et concession de Montchavin, rive droite.

Il doit y avoir dans cette dernière région un ensemble de faisceaux peut-être aussi considérables que ceux que nous venons d'indiquer, mais tout cela est à peu près inconnu.

Pour donner une idée de ce que peut-être un faisceau de ce terrain houiller, nous prendrons, par exemple, avec M. Laur, la partie connue, la concession Charbonnet et Praz, près de la route de Moûtiers à Bourg-St-Maurice :

1° Une couche avec un amas assez considérable recoupé et exploité anciennement ;

2° Une couche galerie Roche, sans importance ;

3° Une couche dite Rosine inférieure, 1 m. de puissance ;

4° Une couche dite Rosine supérieure, 1m25 de puissance ;

5° Une couche dite de la Cascade 1, 2 m. de puissance;

6° Une couche dite de Corbières (dans la concession de ce nom), ayant des renflements de 3-6 m. de bel anthracite à 10-12 % de cendres seulement ;

7° Une couche de 1 m. environ à quelques mètres de cette dernière (inexploitable).

Plus loin, enfin, en allant toujours au nord), on rencontre dans la concession de Réel, une couche dite de Pognen, anciennement exploitée, 4 m. d'épaisseur ;

8° Une couche dite de St-Georges ; 1 m. 25 de puissance ;

9° Une *grande couche* dite de Réel, dans laquelle on travaille depuis plus de 70 ans et qui a un renflement sur le bord de la route allant jusqu'à 25 m. de puissance ;

10° Enfin, une petite couche non explorée.

En admettant, avec M. F. Laur, que les couches 2, 3, 8, 10 soient inexploitables, il reste *sept couches* qui représentent *environ* 14 *mètres de puissance moyenne de charbon.*

En résumé, il y aurait, d'après M. Francis Laur, sur la rive droite de l'Isère, de Bourg-St-Maurice à Aïme, *quatre faisceaux* de couches ; *sur la rive gauche, on en connaît six* ; les faisceaux Landry, Sangot, Macôt, Ferraris, St-Pierre, Plangagnaz, qui correspondent plus ou moins à ceux de la rive droite.

Seuls des travaux rationnels et des levés de plans consciencieux pourront permettre un jour de faire concorder ces différents faisceaux. Dans tous les cas, ils sont d'après M. Laur, tous parallèles et sans failles connues.

Les couches présentent d'une façon générale l'allure « en chapelets » ; elles ont été plissées, de sorte que les pendages changent assez souvent. Ils sont nord ou sud alternativement. On peut dire que les changements de pendage correspondent presque toujours avec un épaississement voisin de la couche ou une serrée. On dirait que le combustible a été, lors du plissement des terrains, une matière plastique qui a rempli les vides quand le toit et le mur, dans une même stratification, ne se touchaient pas. En général aussi, les couches apparaissent avec un changement de roches au toit et au mur (schistes d'un côté, psammites, grès fin micacé de l'autre).

Enfin une couche est toujours annoncée par des imprégnations de quartz et de calcite très blancs. C'est une règle à peu près générale.

En dehors de ces particularités, aucune irrégularité

dans l'allure du terrain, peu ou pas de failles. On va de la base du dépôt houiller (non encore connu) Westphalien, au sommet du Stéphanien sans aucune perturbation notable.

Quand on traitera ces charbons industriellement, quand on les lavera, M. F. Laur pense qu'ils donneront de bien meilleurs résultats encore.

En ce qui concerne l'état physique, il est très variable. Dans la couche étroite moyenne, le charbon est bon, est-à-dire solide, et l'on a peu de menu. Mais dans les renflements, on a comme du *charbon broyé à grains fins et mous*. On en fait des boulets ovoïdes, agglomérés, très appréciés du reste.

Certaines couches épaisses, comme celles de Réel, donnent un charbon qui, d'après M. Laur, semble avoir été tellement frictionné, et peut être électrisé, qu'il ressemble à ce que l'on appelle à St-Etienne la « moure » (produit des Schlamms du lavage) ; mais, chose plus curieuse, cet anthracite paraît contenir une certaine proportion de graphite qu'il est impossible de doser, mais qui se trahit par le noircissement, presque impossible à faire disparaître, de tous les objets ayant subi le frottement de cet anthracite graphiteux.

Réserves à formuler

Ayant constaté l'existence de plissements intenses dans la région d'Aime et de Bellentre ainsi que la fréquence *des plans de glissement* ou d'étirement parallèles au pendage des couches, *nous croyons devoir faire de sérieuses réserves en ce qui concerne quelques-unes*

des conclusions qu'a tirées M. Laur des constatations faites par lui dans les exploitations qu'il dirige *et dont nous avons d'ailleurs eu l'occasion de vérifier en général l'exactitude* .C'est ainsi que la fixation de l'âge (étage) exact des diverses assises et leur assimilation à des niveaux précis du *Westphalien* et du Stpéhanien paraît parfois prématurée et provisoire. La distinction des faisceaux est également un peu arbitraire. L'allure plissée et isoclinale des assises pouvant faire supposer qu'il s'agit souvent du *retour des mêmes couches* et non de niveaux d'âge différent. Enfin *l'absence de failles* affirmée par M. Laur nous semble également reposer sur une interprétation un peu trop hâtive d'autant plus qu'un grand nombre de ces cassures se confondent dans cette région avec des plans de glissement en général inclinés et plus ou moins parallèles aux couches. Les cassures et failles *verticales* sont assurément très rares ou font même complètement défaut en Tarentaise, mais elles sont fréquemment remplacées par ces *plans de friction inclinés* qui troublent la régularité des successions stratigraphiques.

Il n'est pas moins fort instructif d'être renseigné sur l'allure, la disposition et la richesse des bancs anthracifères sur la *rive droite de l'Isère* qu'a explorée M. F. Laur et où il a exécuté de nombreux travaux, car *il est extrêmement probable que les mêmes assises se retrouvent sur la rive gauche* où les raménent des plis et des plans de glissement et où l'on peut s'attendre à rencontrer des faisceaux charbonneux analogues et semblablement disposés.

Il ne faut pas toutefois perdre de vue que *le terrain houiller ne contient pas nécessairement partout des couches (exploitables) de charbon*, et qu'il est difficile avant de connaître les résultats que donneront les travaux

de recherche dont il sera question plus bas, de formuler sans une part sérieuse de réserves des conclusions aussi optimistes que celles de M. F. Laur.

Renseignements de M. Pussenot

L'on doit au *capitaine Pussenot* (C. R. Collaborateur, carte géol. de France pour 1913 1914) des observations précieuses sur l'allure et la composition des assises houillères de la rive gauche de l'Isère, qui peuvent être résumées comme suit :

En remontant le ravin du Ponturin, on traverse d'abord une puissante série de grès houillers dans laquelle on a tenté l'exploitation de *nombreuses lentilles d'anthracite*. Après le Villaret, ces grès deviennent tout à fait et définitivement stériles. Avant Peisey au dernier contour de la route, ils passent du gris au verdâtre, sur une épaisseur de 50 mètres environ, puis reprennent leur aspect normal. Un peu plus haut, à la sortie du village et le long du vieux chemin qui conduit à Nancroit, on y trouve interstratifiés des *conglomérats* semblables à ceux de la Pointe-d'Averne et du ravin de Sangot. Enfin, à partir des carrières de schistes exploitées comme ardoises près de ce dernier hameau, le reste de la série prend par degrés l'aspect et tous les caractères pétrographiques du Houiller du Mont-Pourri. C'est donc d'une manière tout à fait arbitraire que M. Bertrand a fixé comme limite de ce terrain, du côté du Nord, les affleurements triasiques qui passent par les Lanches. Malgré les plus minutieuses recherches, des empreintes végétales n'ont été trouvées qu'en aval de Peisey, sur la rive gauche du ruisseau. Elles se rapportent uniquement au *Calamites Suckowi* Brongt., espèces qui ne

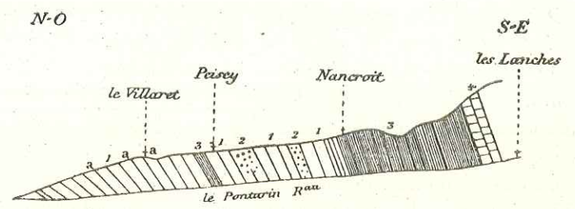


Fig. 2. — Coupe du terrain houiller aux environs de Peisey (rive droite du ruisseau du Ponturin).

Fig. 4.

1 — terrain houiller normal, **a.** gisements d'anthracite niveau de Sangot. — **2.** Conglomerats. — **3.** terrain houiller dit permo-houiller. — **4.** Trias.

sont caractéristiques ni d'étage ni de niveau. Mais en cheminant à flanc de coteau, on peut reconnaître que les couches d'où elles provenaient correspondent à celles qui ont fourni, dans le ravin de Sangot, une flore *Stéphanienne inférieure* (1). Ces mêmes couches se montrent, sur la rive droite du Ponturin, au Villaret, où on exploite actuellement *un bon gisement d'anthracite*, aux Esserts près Hauteville-Gondon et sur la rive gauche de l'Isère, en amont de Mont-Valezan. La « zone houillère » ou « axiale » se trouve ainsi, dans cette région, divisée en deux parties. La première limitée au sud par les affleurements triasiques que jalonnent les Lanches, l'Aiguille Grive et la Pointe du Four et dont la constitution intime a été révélée par la coupe précédente est incontestablement *moins ancienne que le niveau du ravin de Sangot* et doit être rapportée au *Stéphanien moyen et supérieur*. Quant à la seconde partie, qui comprend aussi le houiller de la rive droite de l'Isère, elle

(1) V. C. R. Ac. des Sc. tome p. 156, p. 97.

doit être au moins aussi ancienne, c'est-à-dire *Stéphanienne inférieure*, 1° en raison de sa position statigraphique; 2° en raison de son facies franchement typique et des *nombreux gisements d'anthracite* qu'on exploite aux Chapelles, à Bellentre, etc... Cependant il est probable que, sur divers points, l'érosion a laissé subsister quelques lambeaux de la partie supérieure de la zone. Tel est le cas des couches des environs de Plovezan, dans lesquelles on observe des conglomérats analogues à ceux de Peisey et qui doivent être rangés au même niveau.

Travaux de Recherche à effectuer

Malgré tout l'intérêt qu'offrent les observations précédentes, il est impossible de ne pas reconnaître que l'*état actuel de nos connaissances* (1) sur l'allure de détail des diverses assises qui constituent le terrain houiller de Tarentaise et notamment sur la rive gauche de l'Isère, sur la succession exacte des horizons et des couches d'anthracite qu'il contient, sur l'existence possible de plans de glissement inclinés vers le Sud-Est et ramenant *plusieurs fois les mêmes faisceaux*, sur les variations d'épaisseur et le nombre des couches d'anthracite *est malheureusement trop imparfait pour qu'il soit possible de rien affirmer de précis* sur ces dernières questions. Cette incertitude est due à l'absence de travaux souterrains suffisamment nombreux et profonds pour nous renseigner sur la topographie souterraine d'une région houillère aussi disloquée que celle dont il s'agit ; la série houillère de Tarentaise doit peut-être son épaisseur apparente à *une série* de replis isoclinaux

(1) On peut dire qu'en Savoie comme dans le Briançonnais tous les gisements *superficiels* d'anthracite ont été « gâchés » par des travaux incohérents et conduits sans méthode, alors que les réserves de la *profondeur* n'ont été en général *ni sérieusement prospectés* ou reconnus, *ni atteints* par des travaux de recherche ou d'exploitation.

séparés par des plans de glissement et offrant l'aspect trompeur d'une succession unique et normale alors *qu'en réalité elle peut être formée par la répétition plusieurs fois répétée des mêmes couches empilées* et laminées par le plissement alpin ; on ne saurait donc assez recommander en vue de l'exploration vraiment rationnelle et l'exploitation intensive industrielle de ce qu'on a appelé le « bassin houiller de Tarentaise, l'exécution préalable d'une ou de plusieurs grandes galeries de base en travers bancs, qui constituent à notre avis le *seul moyen* d'acquérir des données sérieuses et précises sur la richesse en combustible de cette région et sur le programme et les méthodes qui devront diriger les travaux d'exploitation.

La direction générale des accidents tectoniques de la Tarentaise en amont de Moûtiers jusqu'au delà du Petit-St-Bernard étant S. O.-N. E. ou plus exactement N. 35e E., il semble en effet qu'un des moyens les plus propres à renseigner d'une façon satisfaisante sur l'allure et sur la richesse en anthracite du terrain houiller de cette région ainsi que sur les dislocations qui l'affectent, serait l'établissement d'un ou plusieurs grands travers-bancs de direction N. O.-S. E. à un niveau un peu supérieur à celui de l'Isère, c'est-à-dire vers la cote 900 m. Bien que relativement coûteuse, l'exécution de ce travail donnerait de précieux renseignements sur l'allure et sur le nombre des couches exploitables et pourrait avantageusement servir de base à une série de galeries en direction qui se détacheraient à droite et à gauche de cet axe central dont la longueur pourrait être poussée jusqu'à plusieurs kilomètres vers le et au besoin jusque sous le massif du Mont-Jovet. Ainsi, se trouverait, à mon avis, réalisée par le moyen *d'une galerie centrale* à laquelle aboutiraient des gale-

Disposition possible des assises houillères sur la rive gauche de l'Isère

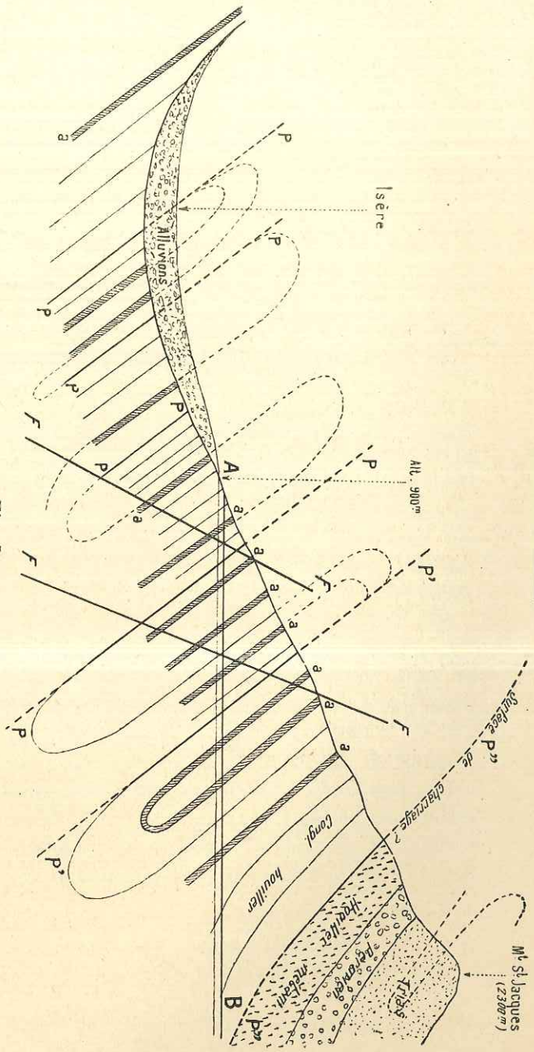


Fig. 5.

LÉGENDE

A B — *Galerie d'explorations* (travers bancs)
P P « P » — *Plans de glissement*
a. a. a — *Couches d'anthracite*
F F — *Failles possibles mais non probables*

Nota. — Les couches d'anthracite ont été supposées régulières ; en réalité leur épaisseur varie et elles offrent la disposition « en chapelet ».

ries en direction et des descenderies, l'exploitation rationnelle et aussi complète que possible des terrains anthracifères de la rive gauche de l'Isère. Cette même méthode pourrait d'ailleurs être appliquée successivement ou simultanément à plusieurs niveaux et en plusieurs « étages ».

Il convient de remarquer d'ailleurs que la partie haute du Mont-Pourri étant considérée par certains auteurs comme une « nappe de recouvrement » de terrains plus hautement métamorphiques, superposée à la nappe du Grand St-Bernard à laquelle appartiennent les dépôts houillers productifs de Tarentaise, il est probable que ces derniers *s'étendent vers l'Est et le Sud-Est sous une partie du massif du Pourri et de Belle-Cote, comme ils se continuent sous celui du Mont-Jovet.* Des galeries en travers bancs, poussées suffisamment loin dans cette direction *donneraient donc des indications extrêmement intéressantes* sur l'extension des dépôts anthracifères et sur les réserves en combustible que l'on pourrait escompter dans le cas où ces dépôts ne seraient pas envahis vers l'Est par le métamorphisme qui les rendrait inutilisables.

Il conviendrait de placer le point de départ de la galerie unique (ou des galeries) d'exploration dont la *longueur devrait dépasser* 7 *kilomètres*, à un niveau assez peu élevé, par exemple, voisin de la cote 900 entre *Aime et Landry*, aux environs de Montgilbert, de Sangot, de Villard-Sangot, de Montorlin, du Villard-de-Landry ou de Hauteville-Gondon. Chacune de ces galeries pourrait d'ailleurs servir de base à un ensemble de galeries exécutées en direction avec descenderies et travaux étagés.

Tonnage probable

L'on peut compter, semble-t-il, pour la rive gauche de l'Isère, (régions de Landry, Sangot, Macôt et de Malgovert) sur une *extraction annuelle minimum de* 10 *millions de tonnes* d'anthracite pendant *neuf à dix années au moins* et, peut-être, suivant les résultats que fourniront les travaux d'exploration, pendant une durée bien plus longue, *toutes réserves étant faites sur la nature plus ou moins broyée et la teneur en cendres du combustible.*

Malgré le peu de renseignements que l'on possède actuellement sur les dépôts anthracifères de la rive gauche de l'Isère entre Bourg-St-Maurice et Moûtiers et bien que les travaux et galeries de recherche et de prospection dont nous indiquons l'opportunité dans le présent rapport et dont il est impossible de connaître d'avance les résultats, puissent seuls permettre de donner des chiffres quelque peu précis sur le tonnage de combustible existant dans le terrain houiller de cette partie de la Tarentaise, *il ne paraît pas téméraire* et même très raisonnable d'affirmer qu'une exploitation judicieusement conduite pourrait fournir pendant *un minimum de dix années* un rendement annuel de 3 *à* 6 *millions de tonnes* pouvant s'élever à dix millions et plus, si les circonstances se montrent favorables.

Les données que fourniront les galeries de recherche

pourront éventuellement permettre de compter sur un tonnage bien supérieur, les chiffres indiqués plus haut représentant *intentionnellement* un *minimum* basé sur l'hypothèse de conditions peu favorables.

En effet, si nous admettons l'existence d'une épaisseur moyenne de 14 m de charbon (1) répartie en plusieurs couches et en supposant que ce faisceau se maintienne sur 10 kilomètres de longueur et puisse être exploité en profondeur et malgré l'inclinaison des bancs sur 1 kilomètre de largeur, nous arrivons à un total d'environ 189 millions de tonnes, ce qui permettrait d'extraire 50.000 tonnes pendant une durée de 378 années.

En supposant des conditions un peu différentes, c'est-à-dire une épaisseur totale de 8 m. sur une longueur de 15 kilomètres et en réduisant la largeur exploitable à 500 mètres seulement, conditions qui se trouveront certainement réalisées en moyenne, on arriverait à un total de 81 millions de tonnes.

Enfin, avec une épaisseur de charbon de 7 m sur une longueur de 10 kilomètres et une largeur de 500 m. seulement, on trouve 47 millions 250 mille tonnes.

En supposant que, par suite des étirements tectoniques ou de toutes autres causes ou d'évaluations trop optimistes, la *moitié seulement* des couches charbonneuses mentionnées ci-dessus, puissent être exploitées utilement, on trouve encore, dans les hypothèses précédentes les totaux de :

94 à 95 millions de tonnes,
40 à 41 millions de tonnes,
23 à 24 millions de tonnes,

(1) La densité moyenne de la houille étant de 1,35, chiffre moyen.

ce qui donnerait pour une extraction annuelle de 100 mille tonnes, des réserves pour 230 à 950 ans, pour 300 mille tonnes 80 à 315 ans et, pour un million de tonnes par an, 23 à 103 années d'exploitation.

Nous arrivons donc ainsi, *en supposant des conditions relativement très favorables*, à une moyenne de 62 *à* 63 *millions de tonnes*, représentant pour une extraction annuelle de 6 millions de tonnes, une durée d'exploitation de dix années ; mais il convient de se rappeler que ce sont là des *minima* et que la réalité correspond très probablement à un tonnage bien supérieur.

Les prévisions et estimations ci-dessus que nous avons tenu à donner *très modérées* en raison de l'insuffisance de données précises, ne se rapportent d'ailleurs qu'à une bande relativement étroite située sur la rive gauche de l'Isère et sont basées sur des *minima* peu élevés ; la découverte éventuelle de nouvelles couches ou de replis tectoniques faisant réapparaître *plusieurs fois les mêmes faisceaux de couches* (ainsi que je le crois fort possible, et ce que devront montrer les travaux de recherches indiqués ci-dessus (v. fig. 5), ainsi que l'acquisition de nouvelles concessions, *modifieront sans doute ces données et leur ordre de grandeur ; nous ne serions pas surpris qu'elles conduisent à reconnaître en Tarentaise des réserves de combustible allant jusqu'à* 300 *millions de tonnes*, c'est-à-dire capables d'assurer pendant dix ans une extraction annuelle de 30 *millions de tonnes, toutes réserves étant faites d'ailleurs sur la qualité du charbon* (anthracite à 14-18 % de cendres et sur les difficultés de l'exploitation causées par l'irrégularité et les variations d'épaisseur des couches d'anthracite.

CONCLUSION

On a vu par les pages qui précèdent, qu'une suite d'affleurements houillers considérables constitue une bande continue s'étendant de Briançon jusqu'en Suisse, sur 150 kilomètres de longueur et parfois sur 15 kilomètres de largeur, que ces dépôts houillers *contiennent des combustibles* et que ces *combustibles sont utilisables.*

Cette zone est partiellement exploitée depuis longtemps dans sa partie méridionale d'une façon toute rudimentaire et locale dans le Briançonnais et plus industriellement et sur une échelle un peu plus grande en Maurienne (St-Michel) ; mais dans la partie Nord, dans la Tarentaise, dans la Haute-Isère, tout est à peu près à faire pour arriver à un développement industriel important. Le chemin de fer ne pénétrait pas, du reste, avant 1914, dans cette dernière région qui, sans voie ferrée, ne pouvait se développer qu'imparfaitement. La Compagnie P.-L.-M. a inauguré peu avant la guerre, la ligne de Moûtiers-Aime ,Bourg-St-Maurice ; cet événement ouvre une ère nouvelle pour cette partie du bassin houiller des Alpes.

D'après M. Francis Laur « le bassin houiller des Al-« pes, qui s'étend sur plus de 150 kilomètres de lon-« gueur, est incontestablement le plus grand bassin « de France et pourtant il n'est guère connu que sa « partie sud en Maurienne. Sa partie nord de la Taren-« taise ou de la Haute-Isère est encore à peu près in-

« connue. Il se prolonge pourtant encore plus au nord, « passe en Italie et va jusqu'en Suisse, où on l'a suivi « dernièrement à Fully, au-dessus de Martigny. L'in- « suffisance notoire de production de combustibles en « France, qui s'est traduite, en 1913, par un déficit « de 21 millions de tonnes de houille, ne permet plus de « laisser ainsi en friche, peu explorés et peu travaillés, « des champs houillers de cette importance, qui, s'ils « étaient à l'étranger, seraient depuis longtemps ex- « plorés et exploités. »

Nous croyons devoir ajouter qu'en dehors de la haute Tarentaise et dans la même zone houillère de nos Alpes, les gisements de Valloire en Maurienne récemment prospectés d'une façon très consciencieuse par M. l'Ingénieur Gojon, ainsi que ceux des environs de St-Martin-de-Belleville au Sud-Est de Moûtiers, mériteraient de retenir l'attention des industriels.

Nous croyons avoir montré qu'il *serait* puéril, et d'ailleurs *contraire à la vérité de nier* ou de révoquer en doute *l'existence de nombreuses couches d'anthracite* dans le terrain carbonifère des Alpes françaises et en particulier dans le Briançonnais, la Maurienne et la Tarentaise, mais il serait non moins inexact de ne pas insister, dans un rapport comme celui-ci, sur les *difficultés spéciales* que comporte l'exploitation rationnelle de ces réserves de combustible : l'intensité et la complexité des dislocations qui affectent les assises houillères de la région intraalpine, l'écrasement et le laminage des couches d'anthracite qui présentent des variations d'épaisseurs brusques et subites allant de quelques centimètres à dix, vingt ou trente mètres, la nature broyée et souvent pulvérulente du combustible, enfin l'existence de masses de grès et de conglomérats (autour desquelles se sont fréquemment pour ainsi dire « moulées » les

couches charbonneuses tantôt laminées et étirées, tantôt renflées en « chapelets » et « nids » d'une épaisseur anormale) *nécessitent des méthodes d'exploitation notablement différentes de celles qui sont employées dans les grands bassins houillers du Nord* ou dans les bassins plus petits du massif central de la France.

Nous sommes néanmoins convaincu, en ce qui concerne particulièrement la Tarentaise, que la connaissance préalable de ces particularités et de la nécessité qu'il y aura de se rendre, *pour chaque concession*, un compte exact de la « tectonique », c'est-à-dire de la nature, de l'allure et de la direction des dislocations qui affectent les assises anthracifères avant d'établir le plan des travaux d'exploitation, suffira pour permettre à la technique minière moderne, de tirer des dépôts houillers de Tarentaise le *maximum de rendement* qu'il est possible d'en attendre. (V. ci-dessus p. 54, 55, l'évaluation du tonnage probable).

Malgré la grande probabilité des prévisions, d'ailleurs *intentionnellement modérées*, que nous venons d'exposer, nous croyons devoir insister tout particulièrement et avec force, en terminant ce rapport, sur le *très grand intérêt et la quasi nécessité qu'il y aurait* pour l'utilisation vraiment rationnelle et méthodique des richesses houillères de la Tarentaise, *à procéder, avant tout autre travail, à l'établissement d'une ou de plusieurs galeries de recherches* N.O.-S.E. que nous avons indiquées ci-dessus ; cette façon de procéder peut seule, à notre avis, fournir les indications indispensables pour l'établissement d'un programme de travaux et l'estimation plus précise du tonnage d'anthracite que l'on peut attendre de l'exploitation des charbonnages de la Haute-Isère. Il serait extrêmement regrettable que ce travail de prospection *qui nous paraît indispensable,*

fût par raison d'économies mal comprises, ou par suite du désir d'exploiter immédiatement des gisements superficiels plus facilement accessibles, ajourné à une époque où d'autres travaux commencés rendraient peut-être moins facilement réalisable et moins productive l'exécution d'un plan rationnel d'exploitation de cette intéressante région.

Grenoble, le 3 *juin* 1917.

W. KILIAN.

Correspondant de l'Institut,
Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble,
Collaborateur principal au Service de la carte géologique de France

Liste bibliographique

des principaux ouvrages à consulter

W. Kilian et J. Révil. — Etudes géologiques dans les Alpes occidentales.

I. — Description orographique et géologique de quelques parties de la Tarentaise de la Maurienne et du Briançonnais septentrional.

II. — Description des terrains qui prennent part à la constitution géologique des zones intra-alpines françaises (terrains antéjurassiques). (Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. — Ministère des Travaux publics) 1904 à 1908.

A. Badoureau. — Le passé, le présent, l'avenir de l'industrie minérale dans l'arrondissement de Chambéry. (Bull. Soc. Histoire naturelle de Savoie, t. VI à X, de 1899 à 1904. — Chambéry, Imprimerie nouvelle).

E. Chabrand. — Le bassin houiller des Alpes et les gites anthracifères du Briançonnais (Paris, le génie civil) et Le Dauphiné, Grenoble, 1886).

Francis Laur. — Le bassin houiller des Alpes (Maurienne, Tarentaise, Haute-Isère). (C. R. Mensuels Soc. Industrie minérale, Août 1914).

Ch. Pussenot. — Le Westphalien moyen dans la zone axiale alpine (C. R. Ac. des Sciences, t. 155, 1912,

p. 1564). Le Stéphanien inférieur (zone des Cévennes) dans la zone axiale alpine. Essai de coordination des divers niveaux du terrain houiller des Alpes occidentales (C. R. Acad. des Sciences, t. 156, 1913, p. 97).

Terrain houiller des environs de Peisey et des Chapelles (Bull. Service Carte géol. de France, C. R. des Collaborateurs 1914, p. 122).

Pellati, Franchi, Stella, de Castro, Zaccagna, Oreglia, Mattirolo, Peola.— I giacimenti di antracite nelle Alpi occidentali (Roma 1903). (Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia. Vol. XII).

◎ ◎ ◎ ◎

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 7
Extention et Répartition géographiques du terrain houiller dans les Alpes Françaises..... 10
Carte de la répartition des dépôts carbonifères dans les Alpes Françaises (*gravure*)..... 12
Terrain Houiller des pays Intra-Alpins 14
Caractères du terrain houiller intra-alpin. 20
Origine de la formation houillère alpine..... 21
Eléments constitutifs du terrain houiller intra-alpin.. 24
Age des dépôts houillers intra-alpins d'après les empreintes végétales qu'ils renferment..... 26
Détails locaux sur divers Gisements de la Maurienne et de la Tarentaise..... 37
Renseignements de M. Badoureau..... 40
Opinion de M. F. Laur..... 42
Réserves à formuler..... 46
Renseignements de M. Pussenot..... 48
Travaux de recherche à effectuer..... 51
Tonnage probable..... 54
Conclusion 57
Liste bibliographique des principaux ouvrages à consulter 61

Grenoble, Imp. Aubert, 5, rue des Dauphins