

**CIHM
Microfiche
Series
(Monographs)**

**ICMH
Collection de
microfiches
(monographies)**



Canadian Institute for Historical Microreproductions / Institut canadien de microreproductions historiques

© 1996

Technical and Bibliographic Notes / Notes technique et bibliographiques

The Institute has attempted to obtain the best original copy available for filming. Features of this copy which may be bibliographically unique, which may alter any of the images in the reproduction, or which may significantly change the usual method of filming are checked below.

L'Institut a microfilmé le meilleur exemplaire qu'il lui a été possible de se procurer. Les détails de cet exemplaire qui sont peut-être uniques du point de vue bibliographique, qui peuvent modifier une image reproduite, ou qui peuvent exiger une modifications dans la méthode normale de filmage sont indiqués ci-dessous.

- Coloured covers / Couverture de couleur
- Covers damaged / Couverture endommagée
- Covers restored and/or laminated / Couverture restaurée et/ou pelliculée
- Cover title missing / Le titre de couverture manque
- Coloured maps / Cartes géographiques en couleur
- Coloured ink (i.e. other than blue or black) / Encre de couleur (i.e. autre que bleue ou noire)
- Coloured plates and/or illustrations / Planches et/ou illustrations en couleur
- Bound with other material / Relié avec d'autres documents
- Only edition available / Seule édition disponible
- Tight binding may cause shadows or distortion along interior margin / La reliure serrée peut causer de l'ombre ou de la distorsion le long de la marge intérieure.
- Blank leaves added during restorations may appear within the text. Whenever possible, these have been omitted from filming / Il se peut que certaines pages blanches ajoutées lors d'une restauration apparaissent dans le texte, mais, lorsque cela était possible, ces pages n'ont pas été filmées.

- Coloured pages / Pages de couleur
- Pages damaged / Pages endommagées
- Pages restored and/or laminated / Pages restaurées et/ou pelliculées
- Pages discoloured, stained or foxed / Pages décolorées, tachetées ou piquées
- Pages detached / Pages détachées
- Showthrough / Transparence
- Quality of print varies / Qualité inégale de l'impression
- Includes supplementary material / Comprend du matériel supplémentaire
- Pages wholly or partially obscured by errata slips, tissues, etc., have been refilmed to ensure the best possible image / Les pages totalement ou partiellement obscurcies par un feuillet d'errata, une pelure, etc., ont été filmées à nouveau de façon à obtenir la meilleure image possible.
- Opposing pages with varying colouration or discolourations are filmed twice to ensure the best possible image / Les pages s'opposant ayant des colorations variables ou des décolorations sont filmées deux fois afin d'obtenir la meilleure image possible.

Additional comments / Commentaires supplémentaires:

Pagination is as follows: p. [8], 375-761.

This item is filmed at the reduction ratio checked below /
Ce document est filmé au taux de réduction indiqué ci-dessous.

	10X		14X		18X		22X		26X		30X
	12X		16X		20X		24X		28X		32X

The copy filmed here has been reproduced thanks to the generosity of:

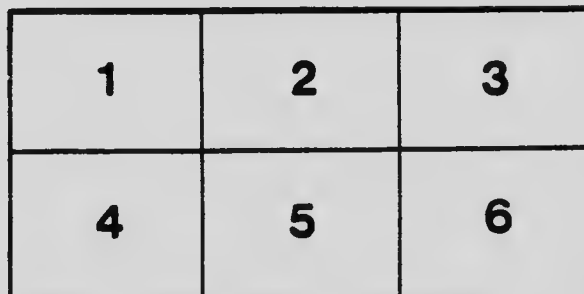
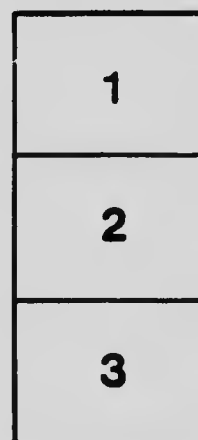
National Library of Canada

The images appearing here are the best quality possible considering the condition and legibility of the original copy and in keeping with the filming contract specifications.

Original copies in printed paper covers are filmed beginning with the front cover and ending on the last page with a printed or illustrated impression, or the back cover when appropriate. All other original copies are filmed beginning on the first page with a printed or illustrated impression, and ending on the last page with a printed or illustrated impression.

The last recorded frame on each microfiche shall contain the symbol \rightarrow (meaning "CONTINUED"), or the symbol ∇ (meaning "END"), whichever applies.

Maps, plates, charts, etc., may be filmed at different reduction ratios. Those too large to be entirely included in one exposure are filmed beginning in the upper left hand corner, left to right and top to bottom, as many frames as required. The following diagrams illustrate the method:



L'exemplaire filmé fut reproduit grâce à la générosité de:

Bibliothèque nationale du Canada

Les images suivantes ont été reproduites avec le plus grand soin, compte tenu de la condition et de la netteté de l'exemplaire filmé, et en conformité avec les conditions du contrat de filmage.

Les exemplaires originaux dont la couverture en papier est imprimée sont filmés en commençant par le premier plat et en terminant soit par la dernière page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration, soit par le second plat, selon la cas. Tous les autres exemplaires originaux sont filmés en commençant par la première page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration et en terminant par la dernière page qui comporte une telle empreinte.

Un des symboles suivants apparaîtra sur la dernière image de chaque microfiche, selon le cas: le symbole \rightarrow signifie "A SUIVRE", le symbole ∇ signifie "FIN".

Les cartes, planches, tableaux, etc., peuvent être filmés à des taux de réduction différents. Lorsque le document est trop grand pour être reproduit en un seul cliché, il est filmé à partir de l'angle supérieur gauche, de gauche à droite, et de haut en bas, en prenant le nombre d'images nécessaire. Les diagrammes suivants illustrent la méthode.



THE COAL RESOURCES
OF THE WORLD

MURRAY PRINTING CO., LIMITED
TORONTO, CANADA

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

AN INQUIRY MADE UPON THE INITIATIVE OF THE EXECUTIVE COMMITTEE OF THE XII INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, CANADA, 1913

WITH THE ASSISTANCE OF
GEOLOGICAL SURVEYS AND MINING GEOLOGISTS
OF DIFFERENT COUNTRIES

EDITED BY
WILLIAM McINNES, B.A., F.R.S.C., D. B. DOWLING, B.A.Sc., F.R.S.C., and W. W. LEACH, B.A.Sc.
OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

With Plates and Illustrations in the Text and Accompanied
by an Atlas of Maps

VOLUME II



PUBLISHERS
MORANG & CO. LIMITED : TORONTO, CANADA
1913

7 n 210

1 2

1 1

1 3

1 2

70994

COPYRIGHT, CANADA, 1913
BY MORANG & CO., LIMITED

CONTENTS OF VOLUME II

	PAGE
AFRICA:	
EGYPT	375
SUDAN AND ABYSSINIA	379
EAST AFRICA PROTECTORATE	381
SOUTHERN NIGERIA	383
RHODESIA	393
NYASALAND	401
SOUTH AFRICA	411
MADAGASCAR	417
BELGIAN CONGO	425
AMERICA:	
NEWFOUNDLAND	431
CANADA	439
UNITED STATES	525
ALASKA	541
MEXICO	553
CENTRAL AMERICA:	
HONDURAS	563
PANAMA	565
WEST INDIES:	
TRINIDAD	569
SOUTH AMERICA:	
COLOMBIA	577
ARGENTINA	579
CHILE	581
EUROPE:	
GREAT BRITAIN AND IRELAND	597
PORTUGAL	639
SPAIN	643
FRANCE	649
SWITZERLAND	713
ITALY	721
GREECE	735
TURKEY	737
BULGARIA	747



AFRICA



THE CARBONACEOUS DEPOSITS IN EGYPT

BY

W. F. HUME, D.Sc.

Director of the Geological Survey of Egypt

THE presence of workable coal in Egypt would be of such immense importance to the country that every rumour of the existence of carbonaceous deposits has been received with the deepest interest. Several efforts have been made to test some of the more promising areas by borings, which have, however, led to no tangible result, and it must be regretfully stated that no coal deposits of proved economic value are at present known to exist in Egypt. Lignites and even minute coal-seams are not, however, entirely absent, and their nature and distribution may perhaps deserve mention in a volume devoted to the general distribution of coal deposits.

PLANT DEPOSITS OF OLIGOCENE AND EOCENE AGE

The presence of the trunks of silicified trees in the Petrified Forest east of Cairo probably led Mohamed Ali to seek for coal in that direction, and a boring was made at Bir el Fahm (Well of the Coal) under Figari Bey's direction, of which, unfortunately, no records have been retained.

Fifty miles south-west of Cairo, in the scarped hills to the north of Birket el Qurun (the great lake occupying the deepest part of the Fayum depression), is the Qasr el Saga series of the Middle Eocene. According to Mr. Beadnell* these beds were deposited in fairly shallow water, as witnessed by their lithological character and by the number of land animals' remains, as well as by the frequency of shore-frequenting whales, dugongs, crocodiles and turtles. "The clays, moreover, are found to abound with impressions of plants, and in some cases are highly lignitic, being made up of compressed masses of vegetation, including solid twigs, now found in a state more resembling charcoal than ordinary dense lignites; some bands approximate to an impure brown coal. In certain beds of the series farther to the west, very thin seams of true coal occur; they were, however, never seen to exceed one or two millimetres."

PLANT DEPOSITS IN THE NUBIAN SANDSTONE

The most interesting occurrences are those associated with the Nubian sandstone in Upper Egypt and the Oases. Surface evidence of the presence of

*H. J. L. Beadnell, "Topography and Geology of the Fayum Province of Egypt," p. 53.

carbonaceous shales, presumably, led Figari Bey to commence a boring at Redesia, a village to the south of Edfu, of which the following is the summarized record, the thicknesses being given in metres:

	Metres
(a) Alternating sandstone (yellow marly) and greenish marly clays.....	30
(h) Horizontally bedded white micaceous sandstone or grey variety of sandstone with vague plant remains.....	23
(c) Shaly, ash-grey clay with pyritic nodules and thin veins of bituminous substance.....	3
(d) Alternating beds of ash-grey clay and sandstone.....	10
(e) Black, bituminous paper-clays with carbonized plant remains (Figari suggested <i>Calamites</i>).....	0.5?
(f) Chloritic quartz-psammite, alternating with chloritic clays, in between, at different depths, two beds of black paper shales with lignite.....	10
(g) Ash-grey, micaceous clay.....	17
(h) Grey-green, siliceous limestone with small oysters.....	0.5
(i) Black bituminous micaceous clay.....	0.3
(j) Grey-green limestone as in (h).....	0.3
(k) Very compact calcareous sandstone without fossils.....	0.5
(l) Regular alternation of shaly, micaceous, clayey, light grey psammite and ash-grey clay.....	40

At about 99 metres (330 feet), the bore reached a marked water-bearing stratum which hindered the work. The boring was, however, carried down to about 258 metres (860 feet) without further evidence of carbonaceous material, sandstones and clays being the most marked constituents.

My colleague, Mr. Ferrar, has given me the following note which indicates why the Edfu neighbourhood has aroused special interest in this connection. He writes: "While studying the sub-soil water in Upper Egypt in 1907-1908, my work took me to Edfu, where I heard of a well in the town from which coal had been obtained. Some difficulty was experienced in persuading the inhabitants to show me this well, which is on the high ground immediately to the north-west of the temple mound. The well is fourteen metres deep, and specimens brought from this depth show the presence of black, carbonaceous, Nubian sandstone, which is said to have been utilized as fuel by a local blacksmith. It is probably the presence of alleged combustible matter in this well which directed the attention of the early borers for coal to the Edfu district." Mr. Ferrar was also shown a well on the western desert edge which was said to contain coal, but carbonaceous matter was not obvious in the spoil heap from the well, nor in the immediate vicinity.

The subsequent proceedings in this connection were summarized by Mr. John Wells, then Inspector-General of Mines, in the report of the Department of Mines, of 1906, p. 51. In it he draws attention to the letters of a Mr. Neutinger written between 1844 and 1854, which have been the cause of the boring operation undertaken in recent years at Redesia. It was asserted that from the surface to 47 metres, there was a succession of clays and sandstones, and from 47 to 92 metres, shales (termed schists in the report) and sandstones in which five coal-seams were met with, and of which the lowest consisted of 2 metres, 25 centimetres of good coal. The locality suggested is Gebel Zabara, about five miles east of Edfu station.

No reports exist as to the result of Ismail Pasha's borings at Redesia in

1872, and the borings undertaken by the Keneh Company in 1903 were unfortunately not handed to the government, though promised when certain litigation should have been finished. I had an opportunity of inspecting the samples, which, however, showed no evidence of real coal-seams, nor did a subsequent effort by the Egyptian Coal Syndicate lead to a more definite result. The section of this bore down to 121.13 metres is given in Mr. Wells's report, showing alternation of gritty sandstones and shales, with traces of coal at 56.37 metres, between 65.54 and 67.51 metres, and at 87.27 metres, these being connected with black shales.

In the same report a description is given of a bore made by the Department of Mines at Abu Rahal, forty-five miles east of Edfu, in the desert valleys leading to the Baramia mine; the total depth of the bore was 71.3 m. (247 feet). Clays and sandstones followed by hard limestone or calcareous sandstone bands were passed through down to 43 m. At this level, below a fine grained sandstone with pyrites and containing a few leaves and plant remains, was a bituminous seam 27 cm. thick, followed by another at the 47.27 m. level, 17 cm. thick. Clays, chert bands, and argillaceous sandstones separated the bituminous seams.

At 53 metres down was a dark grey clay containing abundant specimens of *Lingula* and *Septifer linearis*, with scales of the fish *Lepidotus*, the whole indicating an Upper Cretaceous age. Finally, at 56.4 metres was another bituminous seam recorded as two metres thick, followed by alternating, banded sandstones and sandy marls. "All these seams contain appreciable quantities of bituminous coal in narrow seams and veins, and these burn with a long luminous flame."

Specimens of carbonized leaf-beds were also sent me by Mr. Earl Trevor from two localities, Abu Radham and Sakiet el Ter, which are in the Wadi Qena region, roughly near the intersection of lat. 27° N. and long. 33° E. Sandstones with plant remains are indeed widely extended in the Nubian sandstone, having been found in quantity at Wadi Halfa (lat. 22° N.) and at Gebel Serrag (some ten miles south of Edfu), while interesting finds of individual fern-leaves have been made by my colleagues, Messrs. Ferrar and Stewart, the latter obtaining a frond closely resembling the Wealden *Weichselia*.

Borings in Nubian sandstone areas have also revealed the presence of lignite, one of these being in the north-west part of the Oasis of Kharga, at Ain Yesin on the Corporation of Western Egypt lands; while considerable interest was aroused by a similar discovery at Dongola in the North Sudan, also in association with the Nubian sandstone.

Very interesting occurrences have also been reported from both West and East Sinai, the most notable being seams of bituminous shale with seams of coal up to two inches in thickness recorded by Mr. Linton Simmons of the Cairo Syndicate.

All these deposits have, without exception, been found in the Nubian sandstone, and wherever fossil evidence is available, appear to be of Upper Cretaceous age.

ABSENCE OF COAL IN THE CARBONIFEROUS FORMATIONS OF EGYPT

Carboniferous strata are present in Egypt both west of the Gulf of Suez (Wadi Araba), and in Western Sinai, but the only plant remains hitherto found are isolated remains of *Lepidodendron Mosaicum*, there being no indications up to the present of the accumulation of coal.

SUMMARY

1—Lignitic formations with thin streaks of true coal are present: (a) in the two main shallow water formations of Egypt, connected with the late Eocene deposits of the Fayum, and (b) scattered throughout the area occupied by the Nubian sandstone formation, and especially in those regions where clays or shales are interbedded with the sandstones, the extension being of a wide nature.

2—The occurrences reported in Sinai have not yet been studied as to their geological relationships.

3—There is at present no evidence of the existence of true coal-bearing strata in the Egyptian Carboniferous series.

4—Unfortunately none of the coal-bearing beds hitherto noted are of sufficient thickness to have encouraged commercial development.

THE COAL RESOURCES OF THE ANGLO-EGYPTIAN SUDAN AND ABYSSINIA

BY

STANLEY C. DUNN, A.R.S.M., F.G.S.,

AND

G. WALTER GRABHAM, M.A., F.G.S.

Geologists to the Sudan Government

So far as the geology of the Anglo-Egyptian Sudan is known with certainty, there is little chance of finding large deposits of coal. The area of the country is 5,624,000 square kilometres, and it can be stated roughly that Nubian sandstone covers the northern half, reaching as far south as the 14th parallel of latitude. Igneous and metamorphic rocks cover an enormous area in the eastern portion, between the Nile and the Red Sea, and outcrop among the sandstone over the entire extent of its deposit in this country, particularly near the cataracts of the Nile and in the Butana, east of Khartoum.

Gneisses and schists apparently form the main extent of the surface south of the 14th parallel of latitude. In central Kordofan, schists and later igneous intrusions form hills, isolated or in ranges, covering some hundreds of square kilometres, and rising to heights of over three hundred metres above the general level of the plain. In the Bahr-el-Ghazal and Mongalla provinces schists and gneisses prevail.

At the town of Dongola in Dongola province, Captain Hodgson, of the Egyptian army, discovered a thin bed of lignite in April, 1903, while sinking a well near the river bank. The deposit consisted of a layer, about 9 centimetres thick, and 9 metres below the surface, in the form of a carbonaceous bed in whitish, clayey sandstone. Mr. G. R. Carey, on behalf of Messrs. Lake and Currie, mining engineers, searched the neighbourhood in the winter season of 1903-1904 and sank several bore-holes with a diamond drill to considerable depths. His report is not now available; but it is certain that he failed to discover any beds worth working.

It is rumoured among the Arabs, that coal, or lignite, exists in Darfur, but as this territory has not been visited by Europeans for many years, nothing definite is known and even the general geology of the district is doubtful.

ABYSSINIA

Coal deposits are known to exist at several places in this practically unknown country. Near Addis Abbaba, the capital, they are being worked for fuel by the inhabitants, but we, unfortunately, possess no definite information concerning the extent and thickness of the beds, nor of the quality of the coal.

Credible reports have been received concerning the existence of coal deposits at Gondar, north of Lake Tsana, and upon the Island of Derke in the lake itself. Mr. C. Dupuis, who visited this district in the winter of 1903, says as follows in his "Report upon Lake Tsana and the rivers of the Eastern Sudan" (Cairo, 1904)—bound in one volume with Sir William Garstin's report upon the Basin of the Upper Nile): "The geological formation is almost everywhere of the same primitive character that seems to be universal in the Eastern Sudan, granite, gneiss, and quartz, varied only by tracts of lava, basalt and eruptive rock. Sandstone is reported by some travellers, and limestone is said to be found near Gondar, but I saw none myself." This statement hardly supports the hopes raised by the traders and natives, who have reported the existence of coal-beds in this neighbourhood.

A Greek trader in 1909 reported the discovery of coal in the valley of the Didessa river, about fifty kilometres from its junction with the Blue Nile, and took some of the coal with him to Addis Abbaba, to verify his report.

The late Mr. Thomas Barron, of the Egyptian and afterwards, until his untimely death, of the Sudan Geological Survey, in the early months of 1904, visited and reported upon the occurrence of coal at Chelga, about thirty kilometres north of Lake Tsana, and west of Gondar, and about a hundred and ten kilometres from Gallabat, an important frontier town in the Sudan. The district lies in the valley of the Goang river, as the Atbara is called in Abyssinia, near its source, and the coal-beds are exposed over an area about thirteen kilometres long and two to three kilometres wide.

According to Mr. Barron the deposits owe their existence to having been let into the surrounding igneous rocks by a trough fault.

"Of the two faults forming this trough, the eastern one has the greater throw, and the general trend of the beds is from west to east, the younger beds on this account always occurring near the side of the Goang. This stream marks the line of fault on the east and the two faults meet at the northern extremity of the plain." Mr. Barron examined several sections exposed by the Goang river and its tributaries, and came to the general conclusion that the deposits were of Tertiary age, and were those of the edge of a large lake. In the best section examined, 78 metres were exposed, the beds dipping 7° S. of E. — in other sections they were almost horizontal. In this particular section there were seven beds of good lignite, varying in thickness from 15 to 53 centimetres, and four narrow seams less than 15 centimetres in thickness.

Unfortunately the results of the analysis of the samples brought back are not available as we write; but Mr. Barron in his field report evidently regarded the deposits as worth working, to supply the local needs for fuel in the Sudan and Abyssinia.

THE COAL RESOURCES OF THE EAST AFRICA PROTECTORATE

COMPILED BY

DR. J. W. EVANS

Special Assistant, Scientific and Technical Department, Imperial Institute

No important deposits of coal have yet been discovered in the East Africa Protectorate, but between Sumburu and Mackinnon Road on the Mombasa-Uganda railway, at a point about latitude $4^{\circ} 13' N.$ and longitude $39^{\circ} 15' E.$, 53.3 miles inland from Kilindini, a mass of shaly coal has been found filling a pocket about two feet in diameter in a compact grey grit, interstratified with brown and grey shales and forming part of the Taru Grits of H. B. Maufe. These occur in a belt about twelve miles wide, parallel with the coast, and, where traversed by the railway, extend from the forty-first to the fifty-seventh mile from Kilindini. The coal is supposed to be a boulder derived from older beds. A boring sunk at Sumburu, near the summit of the Taru Grits, penetrated them to a depth of 500 feet, but did not reach the horizon at which the boulder occurred. No coal was found, but black carbonaceous shales and sandstone with "coaly specks" were met with. Maufe describes the Taru Grits as massive, current-bedded, felspathic grits, formed of the materials composing the underlying gneiss, and states that they include obscure plant remains. He believes them to be of Karroo age. E. Fraas, who subsequently made a brief examination of the line of railway, and whose account of the geology of the region differs in many respects from that of Maufe, refers them to the Middle Dogger (Inferior Oolite).

Samples of the coal were examined at the Imperial Institute and found to be of inferior quality. An analysis gave 18.74 per cent. of volatile matter, including water, 30.01 per cent. of fixed carbon, and as much as 51.25 per cent. of ash.

Carbonaceous material has also been discovered near Mwele to the south-west of Mombasa (latitude $3^{\circ} 41' N.$ and longitude $39^{\circ} 22' E.$). It is black or brown on the weathered surface, but where fractured is a lustrous black. It does not soil the fingers. The structure is coarsely vesicular, with indications of woody structure. The material readily floats in water, its specific gravity being only 0.91, on account of its porosity. It burns without emitting a flame, and requires a fairly high temperature for ignition. It does not cake.

Two analyses made in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute gave the following results:

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

	First Sample	Second Sample
Volatile matter...		
Fixed carbon.....	26.17%	27.80%
Water.....	59.95	43.08
Ash..	10.38	13.05
	3.50	16.07
Sulphur.....	—	—
Phosphorus.....		0.03
		0.007
Caloric value, small calories.....		
Evaporative power.....	5,814	4,410
	10.85	8.25

The first sample was interlaminated with sand which amounted to 31 per cent. of the total weight. This was removed by crushing, sifting and washing before the analysis was carried out. There is no definite information as to the strata in which this material was found, but its general character and that of the associated sand would suggest that it is of Pleistocene age and occurs in the Kilindini sands referred by Maufe to that period.

For further information of these deposits see (1) H. B. Maufe (then Muff), "Report relating to the Geology of the East Africa Protectorate," Colonial Reports, Miscellaneous, No. 45, (Cd. 3828), 1908; (2) E. Fraas, *Centralblatt für Mineralogie*, etc. (1908), p. 6460; (3) "Bulletin of the Imperial Institute," Vol. V (1907), p. 241.

THE COAL RESOURCES OF SOUTHERN NIGERIA

COMPILED BY

DR. J. W. EVANS

Special Assistant, Scientific and Technical Department, Imperial Institute

LIGNITE OR BROWN COAL

VALUABLE seams of lignite occur in Southern Nigeria in the valleys of the Niger and Ogun in strata consisting of alternations of sand and clay and carbonaceous shale, and known as the Lignite series. The only fossils found up to the present are leaves, which have not yet been determined, so that their exact age is still uncertain. As in the West Indies, the Tertiary deposits in West Africa contain, in some cases, lignite and in others bituminous products. The latter are found in a variable series of sands and clays, which Mr. J. Parkinson has called the Ijebu series (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, 1907, 63, 308), containing obscure molluscan shells, indicating marine or brackish conditions.

As the Lignite and the Ijebu series do not occur together, the stratigraphical relation in which they stand to one another cannot be directly determined, but the former is believed to be the older. Both are covered, with more or less unconformity, by the group of sands and clays known as the Benin Sands, which were deposited in a period of submergence referred to early Quaternary times, and occupy much of the lower country. In some places, however, they have been raised into low plateaus, and where these have been cut into by the streams the older strata are exposed to view. In this manner the existence of important beds of lignite has been demonstrated in the neighbourhood of Onitsha and Asaba, which are situated nearly opposite to one another on the east and west banks, respectively, of the Niger, about latitude $6^{\circ} 20' N.$ and longitude $6^{\circ} 45' E.$

On the eastern side of the river, valuable beds are met with near Newi, which lies about a dozen miles to the south-east of Onitsha. Here, Mr. E. O. Thiele, assistant mineral surveyor, Southern Nigeria, found a seam of good lignite about 12 feet thick, and another 100 feet higher in the series, about 5 feet thick. They occur in the deep-cut sources of the Eze stream, which crosses the road from Onitsha about a mile north-west of Newi, and could be worked economically by adits. Numerous other exposures were found elsewhere in the neighbourhood by Mr. A. E. Kitson, Principal Mineral Surveyor, and Mr. Thiele. The deposits appear to extend to the west and south-west towards the Niger. Two samples, one of 1.5 cwt., and the other of 22 cwt., from the 12-foot seam, and another from Newi Ichi in the same neighbourhood were examined in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute and gave the following results:

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

	12 ft. Seam Source of Eze		3 ft. 6 in. Seam Newi Ichi
	Smaller Sample	Larger Sample	
Volatile matter...	48.17%	39.31%	47.00%
Fixed carbon...	29.83	25.16	23.60
Water...	10.48	20.67	7.09
Ash...	11.12	14.86	22.31
Sulphur...	1.08	0.67	0.79
Calorific value,* small calories	5,669	4,681	5,043
Evaporative power†.....	10.58%	8.71%	9.41%

*The calorific value represents the number of grams of water raised from 0° to 1°C. by the combustion of one gram of the coal.

†The evaporative power represents the number of grams of water at 100°C converted into steam at the same temperature by the combustion of one gram of the coal.

The smaller sample had lost water since it was taken, and the less amount of ash is probably due to more careful selection. Four analyses of samples from near Omodinni, in the same neighbourhood, gave the following results:

	3 ft. 9 in. Seam Omaiella Stream	Obaneno Stream (Upper Spring)	Obaneno Stream (Lower Spring)	Dark, Shaly, Obelele Stream
Volatile matter.....	45.64%	47.25%	41.15%	42.32%
Fixed carbon.....	32.87	31.26	35.60	32.29
Water.....	13.41	12.46	14.11	12.23
Ash.....	8.08	9.03	9.14	13.16
Sulphur.....	1.97	0.65	0.86	0.78
Calorific value, small calories.....	5,530	5,502	5,112	4,973
Evaporative power.....	10.32	10.27	9.54	9.28

Another lignite tract occurs on the other side of the Niger, to the west and north-west of Asaba. It was examined by Mr. Parkinson and Mr. L. L. Huddart, of the Mineral Survey in 1905, and by Mr. Kitson and Mr. Thiele, in 1910. The more important seams which have been discovered up to the present occur in the plateau which is situated between the valley of the Atakpo on the

south end that of the Anwai on the north, in the neighbourhood of Issele-Asaba, about twelve miles north-west Asaba, and has a width from north to south of two and a half to four miles. They are nearly horizontal, and are mainly exposed in the tributary streams of the Atakpo, for, so far as is known, the Anwai has no southern tributaries. In some places a portion of the lignite series, and with it some of the lignite itself, appears to have been eroded before the deposition of the Benin Sands which form the plateau, but except so far as this may be the case, the seams must underlie the whole plateau.

The outcrop which is intended to be first developed, and to which a road has been constructed from Asaba, lies in the Atakpo valley to the south of Okpanam and about six miles from the Niger. The main seam has a maximum thickness of 23 feet, but at other points it is only 18 feet thick. A bore close to the face of the workings gave a thickness of only 12 feet 9 inches, but there the coal appears to have been partly removed before the Benin Sands were laid down. Other seams occur lower and higher in the series.

The main seam can be mined without difficulty by means of open-face workings or adits. The area does not show evidence of much earth-movement, and the only faults which have been observed are of small importance.

To the south, in the Ibusa district, seams measuring 6 feet 4½ inches, and 5 feet 9 inches, occur in the bed of the Oboshi stream, but as the slope of the stream is small they would have to be developed by shafts.

The following are the results of analyses made at the Imperial Institute of the lignite from the neighbourhood of Okpanam:

SAMPLES FROM THE ATAKPO VALLEY, OKPANAM

	Average	Best	Consignment of 10 tons	The same dried to 10% of moisture
Volatile matter.....	44.86%	52.86%	42.36%	52.53%
Fixed carbon.....	20.48	33.28	25.84	32.04
Water.....	11.81	8.90	27.42	10.00
Ash.....	13.85	4.96	4.38	5.43
Sulphur.....	1.10	0.54		
Caloric value, small calories.....	5,402	6,703	5,018	6,189
Evaporative power.....	10.06%	12.46%	9.37%	11.55%

The excessive amount of moisture in the consignment of ten tons is due to the fact that it had not been allowed to dry thoroughly in the air. If this were done the results would be better than the average.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

SAMPLES IN MBALLA, OKPANAM.

	Average	Best
Volatile matter..	40.26%	43.33%
Fixed carbon...	29.25	36.06
Water..	10.00	10.61
Ash..	20.49	10.00
Sulphur.....	2.35	2.22
Calorific value, small calories...	5,050	5,811
Evaporative power.....	9.40%	10.85%

Subsequently further borings were made in the neighbourhood of the Atakpo river and in that of Asaba in the Okpanam district; these showed the thickness of the main seam to vary from 17 feet 10 inches to 23 feet. The following are the results of the analyses in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute of the samples obtained:

LOCALITY	Iyunku Stream, East Branch, Atakpo River	Iyokwa Stream, Middle Branch, Atakpo River	'Mbuliba Source, Ogwashi, Asaba	Tributary of 'Mbuliba, Ogwashi, Asaba
Thickness of seam.	23 ft.	19 ft.	17 ft. 10 in.	18 ft. 9 in.
Volatile matter..	50.82%	52.71%	50.50%	53.38%
Fixed carbon.....	31.61	31.90	32.23	33.25
Moisture.....	9.14	7.88	7.55	8.25
Ash.....	8.43	7.51	9.72	5.13
Sulphur.....	1.17	1.28	1.85	1.15
Calorific value, small calories.....	6,021	6,129	5,993	6,439
Evaporative power.....	11.24	11.44	11.19	12.02

The lignite appears to be of good and uniform quality and at the point where the seam shows the greatest thickness there is little overburden, and open-face working could be carried on to a considerable extent. A specimen from a small seam, half a mile north-east of Okpanam, gave, on destructive distillation, gas at the rate of 7.780 cubic feet, measured at 15°C. and 760 mm. barometric pressure, to the ton of lignite. If manufactured

free from air and purified it would give 5,884 cubic feet. The composition of the gas and lignite is shown below:

PERCENTAGE COMPOSITION OF GAS BY VOLUME

	As actually obtained	If manufactured free from atmospheric air and purified
Hydrogen..		
Methane.....	27.2%	36.0%
Other hydrocarbons (mainly olefines)...	27.2	36.0
Carbon monoxide...	4.0	5.3
Carbon dioxide....	17.2	22.7
Nitrogen.....	4.0	
Oxygen.....	16.8	
	3.6	

ANALYSIS OF LIGNITE EMPLOYED

Volatile matter.....	47.02%
Fixed carbon.....	34.71
Water.....	11.40
Ash.....	0.87
Phosphoric acid.....	0.024
Sulphur.....	0.20
Calorific value, small calories.....	5,727
Evaporative power.....	10.60

SAMPLES FROM NEAR IBUSA

	UKPAI STREAM		OBOSHI STREAM	
	Average	Best	Average	Best
Volatile matter.....	45.94%	47.83%	47.01%	51.20%
Fixed carbon.....	36.22	35.50	31.18	28.73
Water.....	9.79	10.47	9.44	8.47
Ash.....	8.05	6.20	12.37	11.60
Sulphur.....	0.68	0.47	1.61	1.38
Calorific value, small calories.....	6,108	6,201	5,597	6,145
Evaporative power.....	11.37	11.54	10.42	11.44

At Obompa (Obongkpa) twenty-four miles north-west of Asaba, a seam, 20 feet thick, of good lignite is seen in the bed of the Iyiokolo about 35 yards below its source. Within 100 yards of its source the Iyiokolo flows into the Iyiawku, in the bed of which five other seams of lignite outcrop, giving rise in some cases to low waterfalls. These seams measure 10, 9, 8, 20 (approximately) and 10 feet in thickness, making a total of about 77 feet of lignite in some 250 feet of mudstone and shales. These outcrops are distant only some six or eight miles from the Otor, a navigable tributary of the Niger, and it is probable that extensions of the deposits, at present undisclosed, will be found even nearer. The configuration of the ground will allow the lignite to be worked by means of adits.

Three analyses made at the Imperial Institute of lignite from the Iyiawku stream gave the following results:

Volatile matter.....	48.13%	39.25%	35.94%
Fixed carbon.....	35.68	29.38	22.52
Water.....	11.92	9.12	7.50
Ash.....	4.27	22.25	34.04
Sulphur.....	1.24	2.14	4.63
Calorific value, small calories.....	5,963	4,682	3,654
Evaporative power.....	11.13%	8.74%	6.82%

The percentage of ash is somewhat high in two of the samples.

Still farther to the north-west, lignite is found in the valley of the Adaji stream, Ubiaja, latitude 6° 40' N. and longitude 6° 20' E. The largest seam is 5 feet in thickness, and the quality is mostly good. It should be useful for local purposes at least.

The extent of the lignite deposits under the Benin Sands must remain a matter of conjecture until the area over which this formation occurs is properly tested by boring. The lignite is met with again more than two hundred miles further west, in latitude 7° 1' N., longitude 3° 20' E., on the left bank of the river Ogun, in the district of Abeokuta just to the north of the village of Moroko, to the south of Oba and of the town of Abeokuta. At this point the river has cut a vertical cliff in a ridge raised above the surrounding country. The higher portion consists of red, sandy beds referred to the Benin Sands. At the foot of these and covered unconformably by them is a shelf containing the following succession:

5—Grey sandy clay, carbonaceous at the top.....	7 feet 9 inches
4—Red and yellow sand.....	10 inches
3—Brown carbonaceous shale.....	2 feet 11 inches
2—Lignite.....	2 feet 3 inches
1—Grey carbonaceous shale with plant remains, mica- ceous towards the bottom.....	1 foot 1 inch

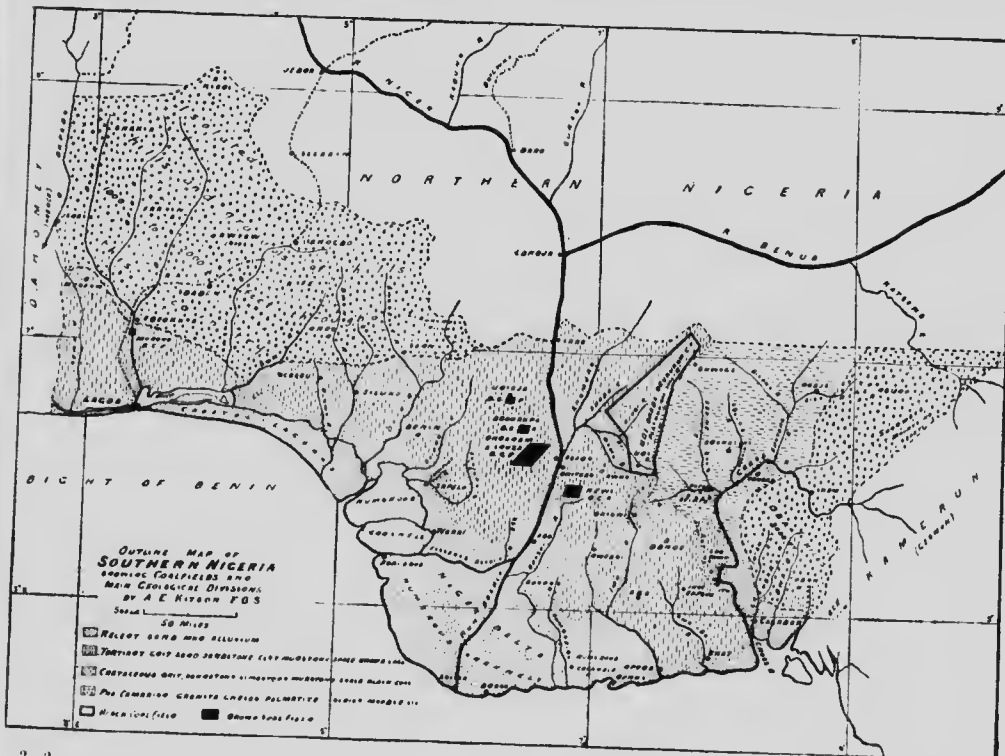
(Base not seen.)

The Moroko lignite is distinctly laminated, and has a somewhat earthy appearance. It contains laminae or irregular fragments of charred, pulverulent material, which is believed to represent decomposed vegetation transported before deposition. No attempt has been made to determine the lateral extension of the seams or the thickness and contents of the lignite series below the beds which have been enumerated.

An analysis in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute gave the following results:

Volatile matter.....	36.56%
Fixed carbon.....	42.83
Water.....	9.44
Ash.....	11.17
<hr/>	
Calorific value, small calories.....	5,857
Evaporative power.....	10.93%

On destructive distillation the gas obtained represented a production of 7,800 cubic feet (at 15°C. and 760 mm. pressure) per ton of lignite, with the following volumetric composition:



THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

Hydrogen.....	45.9%
Methane.....	26.2
Other hydrocarbons.....	6.6
Carbon monoxide.....	13.3
Oxygen)	7.9
Nitrogen)	

Burnt under standard conditions it gave a luminous flame with an illuminating power of about 19 candles.

Lignite is also stated to occur at a number of points in the Benin City district. The only sample that has yet been obtained is from Ohe, which is situated about 6° 15' N. and 5° 55' E. It differs from typical Nigerian lignite in showing distinct marks of woody structure.

On the whole, the lignite of Southern Nigeria compares very favourably with the lignites of Europe. On exposure to air it rapidly dries, so that the amount of moisture it contains when mined does not seriously affect its availability as a fuel. The large percentage of volatile matter which it contains in common with other lignites, causes it to burn more rapidly than Welsh steam coal, and to produce more flame, so that if it is to be used for raising steam the method of stoking must be modified, or the fire-box must be enlarged so that the long flame may have its full effect. The amount of volatile constituents also causes it to disintegrate in the fire-box, and the fine material is apt to be carried away if forced draught is employed. These difficulties can be surmounted, but the best method of employing the lignite appears to be to convert it into briquettes by first grinding it to powder and then subjecting it to high pressure. This process has long been in use in Germany and a sample of the Nigerian lignite was accordingly sent there for briquetting trials. Hard, black, lustrous briquettes were produced, which were found to be easy to handle and clean in firing, and they gave a good pressure of steam.

The following analytical results of average Okpanam lignite and of the briquettes manufactured from it, are given for comparison:

	Original Lignite	Briquettes
Volatile matter.....	42.36%	53.80%
Fixed carbon.....	25.89	33.35
Water.....	27.42	7.14
Ash.....	4.38	5.71
Sulphur.....	0.47	0.67
Caloric value, small calories.....	5,018	6,522
Evaporative power.....	9.37%	12.17%

Up to the present, prospecting has not been carried out in sufficient detail for a reliable estimate to be formed of the amount of lignite available. It must,

however, considerably exceed two hundred million tons, and further investigation may disclose much larger reserves.

SUBBITUMINOUS COAL

Subbituminous coal occurs in Southern Nigeria, outcropping in the steep eastern scarp of a plateau which slopes on the west gently down to the Niger, some forty-five miles distant. This scarp strikes northward in longitude $7^{\circ} 22'$ to $35'$, from latitude $5^{\circ} 50'$ nearly to latitude 7° near Okwoga, where it dies out. Along it a nearly horizontal freshwater series, consisting of sands, carbonaceous shales, mudstones and coal, is exposed by the eastern flowing streams that have cut back into the scarp. These strata are covered unconformably by a thickness of over 200 feet of Benin Sands, and pass downwards into estuarine rocks. The fossils have not yet been determined, and the age of the series is still uncertain, but it is not improbably late Cretaceous. Some of the coal resembles that of the coal-bearing strata of eastern Australia, which are usually considered to be of Jurassic age, but may perhaps be Triassic.

The coal-seams have been mainly studied, in the first place by Mr. Kitson and Mr. Thiele and afterwards by Mr. A. D. Lumb and Mr. Martin Whitworth, of the Southern Nigerian Mineral Survey, in the neighbourhood of Udi (latitude $6^{\circ} 12' N.$), where they were first found, and thence northward to near Nike (latitude $6^{\circ} 27' N.$).

Five seams of black bituminous coal occur on the Ofam river near Udi, and analysis of these in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute gave the following results:

	No. 1a	No. 1b	No. 2	No. 3	No. 3	No. 4	No. 5
Thickness of seam.....	3 ft. 7½ in. (specimen taken from only 2 ft. 6 in. of this)	3 ft. 4 in.	2 ft. 2 in.	2 ft. 4 in. Sample a	Sample b	2 ft. 0 in.	1 ft. 11 in.
Volatile matter.....	32.66%	36.56%	40.41%	40.78%	38.34%	33.82%	46.98%
Fixed carbon.....	43.63	45.32	45.63	39.57	48.20	42.30	43.53
Water.....	6.92	5.65	6.20	5.13	5.01	5.46	4.15
Ash.....	16.79	12.47	7.76	14.52	8.45	18.42	5.34
Sulphur.....	0.87	0.62	1.45	1.28	1.16	0.74	1.61
Calorific value, small calories.....	5,892	6,437	6,979	6,453	6,913	5,976	7,456
Evaporative power.....	11.00	12.01	13.03	12.04	12.90	11.15	13.92

The coal has been traced northward in the valleys of the Nyama (Nyaba), Azata, Olawba, Ekulu and Iyoku and their tributaries. In the Nyama valley

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

five feet of good coal was separated into two equal seams by five feet of mudstone which thins out to only three inches to the northward on the Azata. In the valley of the Obweti which unites with the Ekulu Abor to form the Ekulu, a seam of at least 4 feet 6 inches is visible and consists of good coal, while in the Iyoku a seam 4 feet 10 inches thick was met with. Smaller seams also occur. The following analyses made at the Imperial Institute show the general character of the coal:

	Azata	Iyocha Tributary of the Obweti	Tributary on Right Bank of the Obweti next below Iyocha	Iyimbeku Tributary of the Obweti	Ekulu Abor	Iyoku
Thickness of seam.....	5 ft.	5 ft. 5 in.	5 ft.	5 ft. 8 in.	3 ft. 2½ in.	3 ft.
Volatile matter.....	38.18%	35.60%	35.30%	37.36%	36.81%	38.94%
Fixed carbon.....	48.41	44.88	43.83	48.18	46.67	42.46
Water.....	5.62	4.63	5.32	7.04	4.49	6.78
Ash.....	7.79	14.89	15.55	7.42	12.03	11.82
Sulphur.....	0.76	0.73	0.75	1.15	1.09	1.29
Calorific value.....	6,969	6,437	6,214	6,580	6,497	6,858
Evaporative power.....	13.01%	12.01%	11.60%	12.28	12.13	12.80

Hand specimens show alternations of dull and lustrous layers. The material appears to be intermediate between lignite and true bituminous coal. This is shown by the high proportion which the volatile material bears to the fixed carbon, and the considerable amount of water present. Except in the case of the second and fifth seams, the percentage of ash is decidedly high, and depreciates the value of the coal.

Recent prospecting has disclosed the existence of the coal as far north as Okwoga, seventy miles north of Udi, as well as on the Oji river about eleven miles due west of Udi and in the neighbourhood of Adani (latitude 6° 30' N. and longitude 7° E.), not far from the river Anarubra and nearly fifty miles west of Okwoga, but the distribution of the coal and the thickness of the seams in the intervening area have not yet been ascertained. The amount of coal actually proved may be estimated at a minimum of eighty million tons, but the total that will be ultimately available must be far greater than this, for it is probable that the coal extends over an area of more than two thousand square miles.

Further details as to the lignite and coal deposits of Southern Nigeria will be found in the following reports on the Mineral Survey of that country, carried out under the direction of the Imperial Institute: Colonial Reports, Miscellaneous, No. 33 (Cd. 2876), 1906, pp. 9, 17; No. 7 (Cd. 4994), 1910, p. 19; No. 68 (Cd. 4995), 1910, pp. 3, 14; No. 81 (Cd. 5901), 1911, p. 16; No. 83 (Cd. 6425), 1912, p. 9.

THE COAL RESOURCES OF RHODESIA

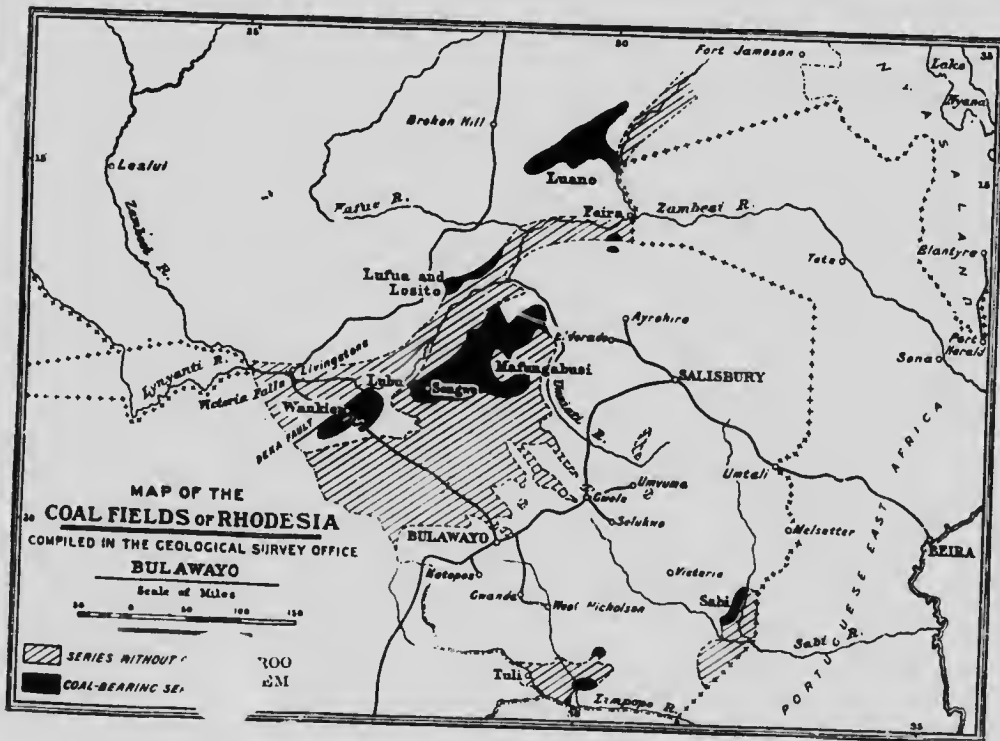
BY

H. B. MAUFE

Director of the Geological Survey, Bulawayo

(With one map in the text)

THE coal-bearing beds of Rhodesia belong to the Karroo formation, which is widely distributed in the low-lying basins of the Limpopo and Zambesi rivers and their affluents. As shown on the accompanying map the largest area of Karroo rocks occupies the middle course of the Zambesi and stretches southward to the Zambesi-Limpopo watershed, several outliers being found on the divide itself. The outeroops of the coal-bearing beds, so far as their extent is known at present, are represented on the map in black, the rest of the Karroo formation by ruling.



The classification and correlation of the Karroo system commonly accepted is shown in the accompanying table:

RHODESIA	TRANSVAAL	CAPE COLONY
Tuli, Sabi and Batoka Basalts.....	Bushveld Volcanic Series.....	Lavas } Stormberg Series.
Forest (and Samkoto) Sandstones.....	Bushveld Sandstone Series.....	Sedimentary Beds. }
Escarpment Grits.....	.....	} Beaufort Series.
Upper Matobola Beds.....	.....
Lower Matobola Beds, (coal-bearing series)....	High Veld Coal-Measures.....	Ecca Series.
Basal Beds and Conglomerates.....	Dwyka Conglomerate.	Dwyka Conglomerate.

The stratigraphical and palæontological evidence obtained by Mr. Molyneux,^{1, 6} in the coal-fields of the Zambesi basin, leaves little room for doubt that the coal-bearing series, called by him the Lower Matobola beds, are of Ecca age. A few, thin, impure coals are known in the Upper Matobola beds.

The discovery of reptilian remains from the sandstones on the banks of the Limpopo proves the Stormberg age of the Bushveld and Samkoto sandstones.⁷ In the Tuli¹ and Sabi⁸ coal-fields the Samkoto or Forest sandstones rest directly on the coal-bearing beds. A similar sequence is found in the Komati Poort coal-field in the Transvaal. Here, according to Mr. Kynaston² the palæontological evidence favours the correlation of the coal-bearing series with part of the Beaufort series and the Molteno beds of the Stormberg series. It is doubtful, therefore, whether the coals of Tuli and Sabi are not of Beaufort or even Stormberg age.

But whatever doubts there may be regarding the exact horizon of some of the coals, the coal-bearing beds all over Rhodesia are found at the base of the formation. Owing, however, to an extensive overlap of the higher beds, the coal-bearing series is confined to the lower-lying ground in Southern Rhodesia, and does not extend on to the high land between the Limpopo and Zambesi basins. The coal-bearing series is thus partly hidden by the newer members of the Karroo system, but to what extent it is impossible to say. In Northern Rhodesia the Karroo formation occurs in basins partly produced by folding, partly let down by faulting.⁵ The limits of the coal series are thus better defined by natural structure.

Wankie is the only field from which coal is raised at present, but a certain amount of exploratory work has been done in all the other fields. In the majority this preliminary work has been carried to the point of proving the existence of one or more seams of workable quality over a certain area by the sinking of shafts and bore-holes. The estimate of the coal resources is based on the results of this work, and for the data I am indebted to several individuals and companies, particularly Mr. A. J. C. Molyneux, F.G.S.; Mr. A. R. Thompson, and the Goldfields Rhodesian Development Company, Limited. In several fields

other seams, apparently of a quality and thickness sufficient to render them workable, are known, but unless an analysis and other reliable data are available, no allowance is made in the estimate of resources. For this reason the estimate is considered a conservative one. On the other hand, no allowance is made for loss in working. Consequently the figure entered for Wankie is considerably larger than that given by Mr. Thompson, the manager of the Wankie colliery, who has made such an allowance.

The Rhodesian coal-fields are shallow, and it is unlikely that any coal exists below 4,000 feet in depth (Group II). The only really concealed coal-field is the one probably existing beneath the Victoria Falls basalts. The Wankie coal-field is cut off abruptly to the north-west by the Deka fault, which Mr. G. W. Lamplugh³ thinks may have a throw of not less than 2,000 feet. It is almost certain that the Wankie coal-series continues beneath the basalts northwards beyond the fault.

The total coal resources of Rhodesia I estimate at 569,411,000 metric tons. Some 73 per cent., or 419,317,000 tons, may be placed in actual reserve, since this much of the estimate is limited to areas which have been specially examined for coal. The possible reserves is in some cases very large, e.g., the Luano field is estimated to have an area of over 500 square miles, and outcrops of coal are known in many parts of it, whilst the coal of certain seams in an area of a little over a square mile alone enters into the figured estimate.

The majority of the coals of Rhodesia, like those of South Africa, contain a percentage of ash, which is high in comparison with the Carboniferous coals of Great Britain. The Wankie and one of the Tuli coals, however, contain only 8 to 13 per cent., which compares well with the usual 15 to 20 per cent. in South African coals.

In classifying the coals according to the scheme adopted by the Congress, it is found that most of them have a calorific value near or below the minimum value assigned to the class to which each one belongs by reason of its fuel ratio and other characters. The high percentage of ash is doubtless the chief cause of the lowering of the calorific value. Some 74 per cent., or 425,852,000 metric tons, belong to Class B.

REFERENCES

- ¹ Molyneux, A. J. C. The Sedimentary Deposits of Southern Rhodesia. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, Vol. 59, pp. 266-290. 1903.
- ² Kynaston, H. The Geology of the Komati Poort Coal-field. *Transvaal Geol. Surv. Mem. No. 2.* 1906.
- ³ Lamplugh, G. W. The Geology of the Zambesi Basin around the Batoka Gorge. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, Vol. 63, pp. 162-214. 1907.
- ⁴ Molyneux, A. J. C. The Correlation of the Karroo System in Rhodesia. *Rep. S. African Assoc. Adv. Sci.* 1908.
- ⁵ Molyneux, A. J. C. The Karroo System in Northern Rhodesia. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, Vol. 65, pp. 408-439. 1909.
- ⁶ Mennell, F. P. Map of Rhodesia geologically coloured (Mining Districts of Matabeleland), Bulawayo n.d. (1911).
- ⁷ Broom, R. On the Remains of Theropodous Dinosaurs from the Northern Transvaal. *Trans. Geol. Soc. S. Africa.* Vol. 14, p. 82. 1912.
- ⁸ Lightfoot, B. Report on Claims of the Great Sabi Coal Syndicate, Victoria District. *Rep. Geol. Surv. S. Rhodesia.* 1912.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

COAL RESOURCES OF RHODESIA

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE Calculation based on actual thickness and extent)		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		POSSIBLE RESERVE		
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	Area		Class of Coal	Metric Tons
Tuli:—									
Umsingwani	1	3 ft.	1,000 acres	B ₂	5,100,000				
Singmesl.	1	3 ft. 6 in.	300 "	A ₂	1,785,000				
Maseabi	1	4 ft.	5,400 "	C	36,750,000				
Sabi	1	2 ft. 6 in.	1,750 "	B ₂	7,807,000	7 sq. miles	C	30,464,000	
Wankie	1	6 ft. to 12 ft. 6 in.	20 sq. miles	B ₂	201,200,000			Relatively large	
Sebungu Mafungabusi:—								Relatively large	
Lubu.	2	3 ft. and 2 ft.							
Sengwe.	1	5 ft.							
Mafungabusi	2	10 ft. 9 in. Agg.—	8,200 acres	B ₃	69,700,000	15 sq. miles	B ₃	81,550,000	
Lufua and Losito	2	4 ft. and 3 ft.	3,500 "	D ₁	74,500,000				
Luano.	4	18 ft. 10 in. Agg.	700 acres	B ₂ or 3	22,415,000	5 sq. miles	B ₃	38,050,000	
	16	68 ft. 10 in.	52 sq. miles		419,317,000	27 sq. miles		150,094,000	
			370 acres						

Actual Reserve..... 419,317,000
 Probable Reserve..... 150,094,000
 Total..... 569,411,000 metric tons

THE WANKIE COAL-FIELD, RHODESIA

BY

A. R. THOMPSON

General Manager

So far very little has been done to prove the coal resources of Rhodesia, and up to the present only one colliery is at work. The main coal belt in the country can be traced from a point about thirty miles west of Wankie eastwards through the Sebungwe, Bubi, Mafungabusi, and the Lomagundi districts to Tete on the Zambesi, and perhaps as far north as Lake Nyasa. The main coal-field lies to the south of the Zambesi river. The bed of the Zambesi river itself is mainly in basalt, a basaltic dyke, usually known as the "Great Deka Fault," cutting off the coal-field to the north-west, the Coal-Measures tapering out towards the south-west. The country all through this coal-belt is very hilly, and the coal-field is much disturbed in parts, mainly through basaltic dykes and the older schists and granite outcroppings. I understand that certain stretches of these Coal-Measures have been pegged from time to time, but up to the present the only colliery in the country working is the Wankie colliery, situated sixty-eight miles from the Victoria Falls and two hundred and twelve miles from Bulawayo on the Bulawayo-Victoria Falls line. In addition to this main coal-field detached portions appear on the north side of the Zambesi river, and a coal-field is being prospected at the present moment by the Tanganyika Concessions situated about sixty miles from Broken Hill. I understand there are other detached Coal-Measures on the Kafue river. Coal also exists on the Transvaal border, and a coal-field was prospected near Tuli some years ago which exposed coal of high quality five feet thick, but nothing can be done with this coal until the Transvaal and Rhodesia railway systems are linked up through that part of the country.

In regard to the Wankie colliery, the mineral holding of this company is four hundred square miles and twenty square miles of surface rights. Work was started at the colliery in 1899, and the colliery was open for business on the railway reaching Wankie in 1904. Up to the end of December, 1910, 937,690 tons had been mined. The coal is bituminous, and in thickness ranges from six feet to twelve feet six inches in the exploration already done, the coal-seam getting thinner towards the east and thicker towards the west. In the early exploration work, coal was exposed in a prospecting shaft four miles west of the present colliery, showing the seam now being worked to be twenty-eight feet thick. The development work done so far in this colliery exposes coal reserves of one and a half million tons. The Wankie Company's

holding is divided into two parts by a ridge of outcropping schistose rock, the coal on the north side dipping towards the north and the seams on the south side dipping towards the south. The inclination of the seam now being worked is two and a half inches to the yard. As our coal reserves are far ahead of present requirements, no steps have been taken to prove the coal over the whole of the company's holding. The ridge of intrusive schist naturally cuts out the coal in a portion of the four hundred square miles of mineral area, and nothing has been done to prove the seam to the south of this ridge. The present colliery is situated on the north side of the ridge at the eastern side of a low-lying vlei or valley. The area of this valley is roughly twenty-five square miles, so that, allowing 4,000,000 tons of coal per square mile, there are 100,000,000 tons in this valley alone. The valley is unbroken by any disturbance, and it can be very safely assumed that the coal-seams exist throughout; in fact we know that the coal is twenty-eight feet wide four miles west from the present colliery, and the original coal pegged in the district was pegged thirty miles to the west, i.e., beyond a ridge of sandstone hills. My calculation is based, to an extent, on assumption, since, as stated before, no systematic proving of the coal-field has been necessary, owing to the large extent of our present reserves. No account is taken of the coal-seams to the south of the ridge of schist, although it is known from the early work that coal-seams of workable thickness and value exist there, and no account whatever is taken of the hill portion of the company's holding, which appears to be undisturbed coal formation and through which the coal-seam now being worked in every probability extends.

The following tables present analyses of the coal and a section through the Wankie Coal-Measures:

SECTION THROUGH WANKIE COAL-MEASURES TO SEAM NOW BEING WORKED
AT PUMPING SHAFT

Subsoil	15 feet	
Shale with nodules of fire-clay	5 "	
Fire-clay	4 "	
Shale with coal-seams	17 "	thickest coal, 4 feet.
Shale (hard post)	2 "	
Small bands, shale and coal	5 "	
Shale, clean	1 "	
Small bands, shale and coal	9 "	
Shale nearly clean of coal	8 "	
Coal with several small bands of stone	8 "	
Shale with small coal-seam	10 "	thickest coal, 1 foot
Shale (clean post)	13 "	
Clean coal	10 "	seam now being worked

107 feet

COAL SENT TO THE STANDARD BANK OF SOUTH AFRICA, LIMITED, BILAWAYO,
FOR ANALYSIS, JULY 15TH, 1911

COPY OF CERTIFICATE OF ANALYSIS

	Fixed Carbon	Volatile Matter	Ash	Sulphur	Moisture	Total	
SAMPLE 1—East Slant, 1st Stenton below No. 4 level west side of Main Slant. Coal 6 ft. 8 in. wide	65.13%	22.67%	9.96%	1.54%	0.70%	100.00%	One pound of this coal will evaporate 13.26 pounds of water as shown by Thompson's Calorimeter.
SAMPLE 2—Main Dip in- termediate level Stall No. 4, north 4th Stenton. West Side. Coal 8 ft. wide.....	64.55	20.71	11.29	2.62	0.83	100.00	One pound of this coal will evaporate 12.96 pounds of water as shown by Thompson's Calorimeter.
SAMPLE 3—West Slant No. 4 level Stall No. 4 Stenton No. 1. West Side. Coal 8 ft. 6 in. wide.....	62.72	19.41	12.96	4.18	0.73	100.00	One pound of this coal will evaporate 12.67 pounds of water as shown by Thompson's Calorimeter.
SAMPLE 4—West Slant 2nd level west between Stentons 29 and 30. Coal 10 ft. wide	63.80	21.90	11.33	2.36	0.61	100.00	One pound of this coal will evaporate 13.06 pounds of water as shown by Thompson's Calorimeter.
SAMPLE 5—No. 9 level West Slant Stall 15 between Stentons 7 and 8, east side. Coal 12 ft. 6 in. wide.....	64.85	23.36	9.70	1.42	0.67	100.00	One pound of this coal will evaporate 13.46 pounds of water as shown by Thompson's Calorimeter.

Note—These samples were taken at random over the full width of the coal. No selecting whatever was made.



THE COAL RESOURCES OF NYASALAND

COMPILED BY

DR. J. W. EVANS

Special Assistant, Scientific and Technical Department, Imperial Institute

THE coal of Nyasaland occurs, like that of South Africa, in the rocks known as the Karroo system. These are found both in the north and along the south-west border. In the former area they occur in strips, usually with a north and south direction and easterly dip, which have been faulted down into the crystalline schists and so preserved. At the same time, on account of their soft character, they have been worn into low ground.

The usual succession consists of:

3—Sandstones and argillaceous limestones.

2—Shales, coals and mudstones (not exceeding 200 feet in thickness).

1—Sandstones and basal conglomerate.

The coal is, as a rule, distinctly laminated, showing alternations of bright coal and dull earthy material which, however, contains as much combustible volatile material as the brighter portions. The seams are usually lenticular, and vary in character from place to place.

The following plants have been identified by Mr. E. A. Newell Amber: *Glossopteris indica*, Selimp., *G. retifera*, Feist., *G. cf. angustifolia*, Brongn., *G. browniana*, Brongn., *G. cf. ampla*, Dana, *Schizoneura gondwanensis*, Feist., *Vertebraria* (?) and *Naggethiopsis* (?), an assemblage corresponding generally to the flora of the Lower Beaufort Beds of South Africa and the Middle or Upper Damuda of India, which is probably of mid-Permian age. At the same time the mollusean fauna resembles that of the fresh-water Permian beds of Russia. The fish remains, on the other hand, present Triassic affinities. They are accompanied by the crustacean *Estheriella*, a sub-genus of *Estheria* with radial striations, originally described from the Trias of Saxony, but also occurring in the Upper Carboniferous rocks of Scotland and the Karroo beds of Cardoek. On the whole, the coal may be considered to be more or less contemporaneous with the Raniganj coal of Bengal.

NKANA AREA

The Nkana area of Karroo rocks, which lies in the extreme north of the Protectorate, is divided by an oblique fault into a northern (Mandengo) tract in which the dip is to the east, and a southern (Kanjoka) tract with a dip to the south. From the former the Karroo rocks and coals extend northward into

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

German territory, where they have been described by Bornhardt (*Deutsch-Ost Afrika*, Berlin, 1900, 7, 135).

In the Mandengo tract (9° 37' S., 33° 37' E.) the coal-bearing rocks have a thickness of 15 feet, of which 7 feet consists of coal, which probably extends over an area of fourteen miles square. In the west it could be mined by a system of adit-levels and cross-ents. In the north-east, on the other hand, it may be expected to occur at a depth of from 3,000 to 5,000 feet below the surface.

Analyses of Mandengo coal in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute gave the following results:

	Average of Four Samples	Best Sample
Volatile matter.....		
Fixed carbon.....	27.75%	27.83%
Water.....	43.89	44.06
Ash.....	6.61	5.55
	21.74	22.56
Sulphur.....		1.24
Calorific value, small calories.....		
Evaporative power.....	5,303	5,533
	9.90	10.33

The coal yields a considerable amount of combustible, volatile matter and usually burns with a long, luminous flame. It does not cake on distillation of the volatile constituents.

In the Kanjoka tract (about 9° 40' S., 33° 41' E.), coal underlies an area of six square miles. Out of a thickness of 62 feet of coal-bearing beds, 22 feet 6 inches consist of coal. It resembles the coal of the Mandengo tract, but does not burn with so long a flame. The following analyses were made at the Imperial Institute:

	Average of ten Samples (excluding a weathered sample)	Best Sample
Volatile matter.....		
Fixed carbon.....	27.05%	29.82%
Water.....	35.91	44.97
Ash.....	8.95	9.36
	28.09	15.85
Sulphur.....		0.86
Calorific value, small calories.....		
Evaporative power.....	4,135	5,171
	7.72	9.65%

The seams in the Ntava area are sometimes traversed at right angles to the bedding planes by fissures four to six inches wide, filled with felspathic sandstone.

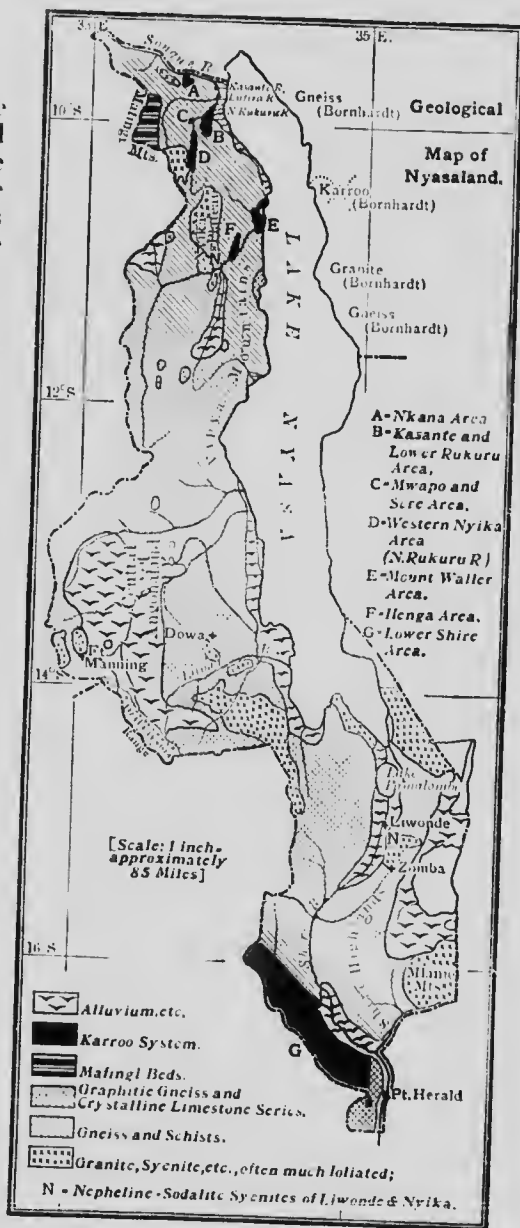
KASANTE, LUFIRA AND MPATA AREAS

Farther east, close to Lake Nyasa, are the Kasante, Lufira and Lower Northern Rukuru areas, where the Karroo beds are faulted on the west against the crystalline schists and covered unconformably on the east by recent deposits. The Kasante coal-area ($9^{\circ} 45' S.$, $33^{\circ} 50' E.$) lies about midway between the Songwe and Lufira rivers, a little to the west of Kasante village, and immediately east of the point where the river of the same name emerges from a ravine to flow across the coastal plain to the lake. The coal is known to occur in an area of about a square mile, and probably extends to the east and south-east, where, however, it may be much faulted. There are two or more seams having a total thickness of from ten to eighteen feet.

The coal is usually dull black and friable, and burns without a flame. It does not cake. The following analyses were made at the Imperial Institute:

	* Average of Seven Samples	Best Sample
Volatile matter...	23.73%	23.31%
Fixed carbon...	47.91	55.51
Water...	8.89	8.90
Ash...	19.47	12.28
Sulphur.....	.....	1.24
Calorific value, small calories	4,080	5,369
Evaporative power.....	7.62	10.02%

* Two obviously poor samples are omitted.



THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

The Lufira area occurs, under similar conditions, immediately to the north of the river of that name, about seven miles south of Kasante. The coal is too impure and shaly to be of much value.

Still farther to the south in the same north and south line, is the Mpata area, which lies about latitude 10° S., immediately to the south of the Lower Northern Rukuru river and east of the Rukuru ridge. The carbonaceous beds are seen in the Vungwu river, and two streams farther south. An area of fifteen square miles appears to be underlain by carbonaceous beds, but the coal is scarcely good enough in quality to be worth working. The following analyses were made at the Imperial Institute of three samples from Mwemenguwe on the Vungwu river:

	No. 1	No. 2	No. 3
Volatile matter			
Fixed carbon	27.73%	20.87%	24.35%
Water	47.63	29.15	36.04
Ash	6.00	5.60	8.45
	18.64	44.38	31.16
Sulphur			
	0.49	0.66	0.50
Calorific value, small calories			
Evaporative power	5,533	3,527	4,224
	10.33	6.58	7.88

The first two coals burn with a bright, luminous flame, whilst the third ignites with difficulty. None of them eake on distillation.

MWAPO AND SERE RIVER AREA

Following the Northern Rukuru river upwards to the west through the gorge by which it traverses the Rukuru ridge, it is found to be flowing from the south between this ridge on the east and the Virauli massive on the west. To the south of the river it is joined on the west by the Mwapo river, and still farther south by the Sere, or Msere. In the Mwapo and Rukuru valleys which lie east and south-east of Viranli, about $9^{\circ} 57'$ S. and $33^{\circ} 45'$ E., there are 150 feet of coal-bearing strata with 14 feet of coal, including a seam 4 feet thick. Analyses of samples of this coal at the Imperial Institute gave the following results:

	Average of Nine Samples	Best Sample
Volatile matter		
Fixed carbon	20.38%	29.99%
Water	39.86	53.78
Ash	3.46	4.55
	36.30	11.68
Sulphur		
		0.82
Calorific value, small calories		
Evaporative power	4,440	6,424
	8.29%	11.99%

Only the best of these coals cake on distillation.

Thin coal-seams, associated, it is said, with the basal conglomerates, also occur in the basin of the Upper Mwapo which joins the Mwapo on the right bank, but the district is little known. In the valley of the Sere the only coal consists of thin seams, which here appear to occur in the felspathic sandstones and grits overlying the shales.

WEST NYIKA AREA

Farther, again, to the south, and higher up the valley of the Northern Rukuru river, is the West Nyika area, which lies in a north-and-south trough, extending, in longitude $33^{\circ} 45' E.$, from $10^{\circ} 10'$ to $10^{\circ} 22'$ S. latitude, between the Mpanda mountain and the Nyika plateau on the east, and the Kayuni and Sudje ranges on the west. The total area of these Karroo rocks, which are separated by nearly thirty miles of difficult country from Lake Nyasa, is nearly seventy square miles. The coal-bearing rocks outcrop in three different tracts.

The first of these is near the eastern boundary fault, about latitude $10^{\circ} 15'$ S., some distance to the south of Mpanda mountain, where the outcrop is some four or five miles long. The rocks are best exposed in the Quewera streams, where they show a total thickness of 16 feet of coal. There is a local dip of 8° to the north-west at this point, but the prevailing dip in the trough is to the east. Analyses made at the Imperial Institute gave the following results, excluding an earthy poor quality:

	One and a half miles South of Chimanga Village	North of Chimanga Village	Quewera Stream near Chimanga Village
Volatile matter.....	23.40%	28.02%	28.80%
Fixed carbon.....	32.20	57.36	48.03
Water.....	4.61	2.03	0.50
Ash.....	39.79	12.59	22.67
Sulphur.....	0.55	1.05	0.54
Calorific value, small calories.....	4,836	6,591	6,090
Evaporative power.....	9.03	12.30	11.37

Except in the first sample, the volatile matter burns readily; the last sample cakes slightly.

In the southern portion of the main troughs, the coal-bearing rocks again appear at the surface, and have an outcrop of three and a half miles in length. They include coaly shales with seams of purer coal. The former have a maxi-

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

imum thickness of some 18 feet. Near the southern boundary the coal is represented by three seams lying close together, with an aggregate thickness of about six feet, but it thins out rapidly towards the north, where the seams are represented only by two or three bands of shaly coal six to nine inches thick, which occur in places in the carbonaceous shales.

To the west of the district just described, and separated from it by a narrow band of gneissose rocks, is a third tract of sedimentary rocks with coal-bearing beds, which dip at about 15° to the south-east and have a maximum thickness of 15 feet. They contain, as a rule, from three to five feet of coal, but at one point two seams are found close together, one four feet thick, composed of shaly coal of fair quality, and the other more impure. The coal appears to thin out both to the north and south.

The following analyses of coals from the two southern tracts of the Nyika area were made at the Imperial Institute:

	WESTERN TRACT	EASTERN TRACT		
				South-east Corner
Volatile matter.....	26.25%	28.10%	23.45%	17.63%
Fixed carbon.....	44.59	36.05	39.54	36.28
Water.....	2.05	11.11	4.05	4.12
Ash.....	27.11	24.74	32.96	41.97
Sulphur.....	0.72	0.58	0.33	0.82
Calorific value, small calories.....	5,644	4,039	5,031	3,694
Evaporative power.....	10.53	7.54	9.39	6.89

It is believed that the Upper Sandstones, which form the greater portion of the surface of the West Nyika area, are everywhere underlain by the coal-bearing strata, which may be expected to occur at an average depth of 1,000 or possibly 2,000 feet.

MOUNT WALLER AREA

The Mount Waller area of Karroo rocks lies farther south, between the Nyika plateau and the western margin of the lake, extending from Lion point, 10° 3' S., to the mouth of the Southern Rukuru river, 10° 45' S. Everywhere on their inland boundaries they are faulted down against the gneiss. The middle group, in which, as usual, the coal occurs, is here 200 feet thick, and consists of sandstones with shales and coals. Karroo beds also occur almost exactly opposite, on the other side of the lake, in the Rukuru area in German territory. The coal-bearing rocks are well exposed in the gorge of the Rumpi river, about five miles from the shore of the lake, and 800 feet above its surface. Here they

have a thickness of 72 feet, in which there are three seams of coal, 2 feet, 5 feet, and 3 inches in thickness, respectively. Coal has also been observed on the river Zindira, three miles to the south. Between these points its outcrop is faulted out, but it no doubt exists below the later rocks, which are exposed at the surface, and most of it must be above the level of the lake and could be worked by adits. It is possible that it may also occur below the lake.

The analyses made in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute show that the coal of this area is superior to any other hitherto found in Nyasa.

	ZINDIRA STREAM	RUMPI RIVER	
		Highest Seam	Lowest Seam
Volatile matter.....	23.80%	28.11%	24.11%
Fixed carbon.....	56.92	59.76	66.73
Water.....	1.30	1.25	1.01
Ash.....	17.98	10.88	8.15
Sulphur.....	0.59	0.64	0.62
Calorific value, small calories.....	6,814	7,872	7,982
Evaporative power.....	12.72%	14.69%	14.90%
Yield of gas per ton at 15°C. and 760 mm. pressure (free from air and carbonic acid).....	Cubic feet 9,205	Cubic feet 8,054	Cubic feet 9,064
Composition of gas, by volume:			
Hydrogen.....	56.3%	50.0%	46.5%
Methane.....	32.0	37.5	39.1
Olefines.....	3.5	5.4	6.8
Carbon monoxide.....	6.6	6.0	5.5
Nitrogen.....	1.6	1.1	2.0

These are well laminated, lustrous, black coals, which burn with a luminous flame. They cake on destructive distillation, the coke produced in the case of the samples from the Rumpi river exposure amounting to 71 to 75 per cent., respectively, by weight of the coal, and being suitable for metallurgical work.

OTHER AREAS OF KARROO ROCKS

The Henga valley, through which the South Rukuru river flows, forms a south-west and north-east depression, lying between the southern continuation

of the Nyika plateau on the north-west and the Vitya mountains on the south-east. It is occupied, in about $10^{\circ}40' S.$ and $34^{\circ} E.$, by mudstones and sandstones, which are presumably of Karroo age, though no fossils have been found to make the correlation a certainty. No actual outcrop of coal was observed, but its occurrence is not impossible.

Karoo beds also appear to occur near Masiunjuti (latitude $10^{\circ}18' S.$, longitude $34^{\circ} E.$), between Karonga and Mount Waller, and in the Kasitu valley, which drains northward into the South Rukuru river, in about longitude $33^{\circ}55' E.$

LOWER SHIRE AREAS

In the Lower Shire district of Nyasaland the Karroo system occupies an area of about 800 square miles, consisting mainly of the coal-bearing division and the overlying sandstones, which are much thicker than in the north. They are associated with lava flows, but not with limestones.

Coal is found to the west of Sumbu, near the Portuguese frontier, in latitude $16^{\circ}10' S.$ and longitude $34^{\circ}27' E.$ One specimen had a bright, coaly lustre, contained little volatile combustible matter, and resembled anthracite. Another was a hard, compact, bituminous coal, which burnt with a slightly luminous flame. Both were non-caking.

Finally, on the Nachipere river, in the extreme south of the State (latitude $17^{\circ}5' S.$; longitude $35^{\circ}10' E.$), black pyritic shale occurs with thin layers of smokeless coal, which amounts to 12 per cent. of the whole. It would be valuable if thick seams could be found.

ANALYSES OF LOWER SHIRE COALS

	COAL FROM NACHIPERE	COAL FROM NEAR SUMBU	
		No. 1	No. 2
Volatile matter.....	12.24%	9.92%	31.70%
Fixed carbon.....	70.15	47.17	20.41
Water.....	2.58	1.38	1.06
Ash.....	15.03	41.53	46.83

The amount of ash in the samples from near Sumbu militates seriously against their value. The second sample contained a band of shale. When this was removed the percentage of ash was reduced to 31.27, which, however, is still very high.

From the brief account which has been given of the coals of Nyasaland, it is evident that they are very variable in quality, and so far as they have yet

been prospected, rarely reach the standard of the outcrops of coal in the Mount Waller district. The seams, too, are few in number, and of comparatively small thickness.

A considerable amount of further prospecting and boring would be required before an estimate could be formed of the coal available in Nyasaland. There can, however, be no doubt that the deposits are of much less importance than the lignite and coal of Southern Nigeria.

For further details the reader is referred to a paper in the *Quart. Journ. Geol. Soc.* (1910), 66, 189, on the "Geology of Nyasaland," by A. R. Andrew and T. E. Bailey who conducted a mineral survey of the Protectorate in connection with the Imperial Institute, and to whom we owe nearly all our knowledge of the geology of the Protectorate; and also Nos. 48, 60 and 80 of *Colonial Reports, Miscellaneous*, Cd. 3916, 1908; Cd. 4908, 1909; and Cd. 5900, 1911, which deal with the commercial aspects of their work, and the examination and analysis in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute of the materials they collected.



THE COAL RESOURCES OF SOUTH AFRICA

COMPILED BY

THE DEPARTMENT OF MINES, UNION OF SOUTH AFRICA

(With a geological section in the Atlas)

GEOLOGICAL

TRANSVAAL

KARROO SYSTEM—GENERAL

THE Transvaal coal-seams and the strata immediately associated with them form part of the succession of rocks known as the Karroo system, which is extensively developed in South Africa, particularly in Cape Colony and Natal, where it reaches its greatest development. With the exception of some small occurrences of rocks of Cretaceous age in the coast districts of Cape Colony, and Natal and occasional scattered areas of rocks of comparatively recent origin, the Karroo system represents the youngest system of rocks known in South Africa and overlies all the other formations. Although including the youngest rocks now present to any extent in South Africa, the Karroo system occupies a position in the geological record corresponding to the close of the Carboniferous period of Europe. Judged by the character of its fossils, it does not, however, correspond very closely with any well defined period in the European sequence, but is homotaxial with rocks extending in range from the later Carboniferous through Permian to Triassic times. Its nearest analogues are found in India, Australia and South America.

The Karroo system attains its greatest development in Cape Colony, reaching a maximum thickness of over 18,000 feet. It is also well developed in Natal, Zululand, the Orange Free State and along the eastern borders of the Transvaal. Towards the central Transvaal there is a considerable thinning out of the system and, at the same time, the large, unbroken areas occupied by it, which are found in the south-eastern portions of the Transvaal, give place to more interrupted occurrences and scattered outliers, between which extensive areas of older rocks have been exposed by denudation. Over a large portion of the Transvaal, including those districts where coal has been most extensively mined, the Karroo system is comparatively thin, partly as a result of original conditions of deposition and partly owing to the absence of the uppermost portions of the system which have in many cases been removed by denudation. In the Heidelberg district a thickness of about 600 feet of Karroo strata

is met with, in the Witbank coal-field the average thickness is only about 290 feet, with a maximum of 450, while in the coal-bearing areas situated about Brakpan on the Witwatersrand, the thickness of Karroo rocks is still less.

The system consists mainly of shales, sandstones, grits and conglomerates, and appears to have been deposited largely by fresh-water agencies. Its lower portion everywhere includes a series of deposits of glacial origin, known variously as the Dwyka, Ecca or Glacial conglomerates and shales, the product of a widespread glacial period which prevailed in the South African region in early Karroo times and which has its counterpart in those portions of the southern hemisphere now occupied by India, Australia and South America.

THE TRANSVAAL COAL-MEASURES

The strata more particularly associated with the coal-seams of the Transvaal include sediments of every degree of coarseness, from conglomerates to shales, the intermediate types, grits and sandstones, being predominant, there being a comparatively poor development of shales.

"Slat-stones" or under-clays below the seams are rare, but are met with in a few cases. The coal-seams frequently lie directly on moderately coarse, thick-bedded sandstones, and have a roof of similar material which is interstratified in places, especially in the upper portion of the series, with very coarse and massive beds of grit.

Generally speaking, the Coal-Measures occupy the highest portions of the country, over which they extend as a horizontal sheet, and about Middelburg, one of the best known coal-mining districts, the Karroo sandstones and grits, with their coal-seams, form the capping of many outstanding ridges and hills, the coal-seams being easily accessible by adits in the hillsides, allowing of very easy mining (see section in the Atlas). Where mined, the depth of the seams is usually less than 200 feet and rarely exceeds 400 in the mines at present working.

CONDITIONS UNDER WHICH THE COAL-MEASURES WERE FORMED

The geographical conditions under which the Transvaal coal-seams were laid down, differed very considerably from those characteristic of some of the better known coal occurrences in other parts of the world, and had an important effect upon the distribution and character of the coal-seams.

At the time of the formation of the Transvaal seams, there was no vast, unbroken expanse of swamp and marsh upon whose level surface could be formed coal-seams uniform in character and constant in thickness over hundreds of square miles.

In some districts the removal by denudation of the thin covering of Coal-Measure strata has exposed a comparatively irregular and varied land surface of older rocks. This surface was partially covered by extensive sheets of glacial debris which had undergone a certain amount of denudation and erosion, its materials going to form part of the strata associated with the coal-seams.

In some districts at least, the coal-seams were laid down in more or less isolated basins, on the margins of which, ridges of older rocks rose to a height of some 200 feet above the general level. Owing to these conditions, the coal-seams

are found to thin out and terminate, in places, against such ridges of older rocks, and the character of the coal shows that, during its formation, the basins in which it was formed were subject to occasional invasion by muddy sediment. The occurrence of numerous stony or shaly bands in the coal-seams, the frequent absence of under-clays, and the coarse and thick-bedded character of the accompanying sediments, have led to the idea that all Transvaal coals were entirely of drift origin. That this, however, is not the case is shown by the persistent character of some of the seams or portions of seams, with a comparatively low percentage of foreign matter, and the occurrence, in connection with the seams, of fossil stumps and roots of large Coal-Measure plants, in the position in which they grew.

THE COAL-SEAMS AND COALS

In the Transvaal the coal-seams occur at no great distance, usually within the first 200 feet, above the Glacial Conglomerate, which generally forms the lowest member of the Karroo system. Owing to the conditions already referred to, under which they were formed, the seams vary considerably in number and thickness in various districts. In the best known and most largely worked coal-field of the Transvaal, that of Witbank or Middelburg, five seams of coal occur, ranging from one to twenty feet in thickness and with an aggregate of fifty-six feet. The average thickness worked is about ten feet, varying in different mines from six to fifteen feet. The remainder is, for the most part, unworkable, chiefly on account of the occurrence in it of numerous stony bands which cannot at present be economically separated from the better material with which it is interstratified.

A section typical of this coal-field appears in the accompanying Atlas.

THE COALS OF THE CAPE OF GOOD HOPE

The coal-bearing formation of the Cape of Good Hope is that group of beds known as the Karroo system, correlated with rocks of from late Carboniferous to early Jurassic age of foreign countries.

The base of this thick group of non-marine beds (over 19,000 feet) is formed by the Dwyka series, which includes a thick, hardened, glacial till. The uppermost portion of the Dwyka series contains a persistent band of black shale, which has been unsuccessfully prospected for coal at various places on its outcrop, which extends round the Karroo basin for some 1,300 miles in the Cape Province. The occurrence of this basin is due to the effects of denudation on a very large area of horizontal and folded beds, and, so far as is known at present, it does not necessarily indicate the position of the central part of the vast area on which deposition was taking place in Upper Dwyka times. The hopes entertained of discovering an area where the black shale passes laterally into coal-seams within the Cape Province have not been fulfilled. The only portion of the Karroo system in this province yet proved to contain workable coal, is the Molteno stage of the Stormberg series, an account of which is given below.

The occurrence of lignites in the Uitenhage beds (Neocomian) of the south coast region has led to attempts to find coal in these beds. The lignites are apparently of very limited extent and of no economic value.

In the Knysna district beds of lignite up to eight feet thick, occur in some unconsolidated sandy deposits of, probably, Tertiary age. Though they were opened up in 1908, no further developments have taken place, and the information available is insufficient to allow a useful estimate of quantities to be made.

THE COALS OF THE MOLTENO BEDS

In the Cape Province workable seams are confined to the Molteno beds, which form one of the upper subdivisions of the Karroo system. The associated flora, including *Thinnfeldia*, *Taenopteris*, *Baiera* and *Schizoneura*, indicate that the coal-bearing beds are of Rhaetic age, and the seams are therefore much younger than those of the neighbouring provinces with which *Glossopteris* is associated.

The Molteno beds appear at the foot of the high ground composing the Stormberg and Drakensberg in the east of the province, and beneath which the formation passes with a very low angle of dip. The coals appear at intervals along the belt of country extending from Aliwal North to Molteno and then eastwards through the Transkei towards Natal. The strata are penetrated by a vast amount of intrusive dolerite in the form of thick sheets and narrow dikes, by which, in a good number of places, the coals have been partially or wholly anthracitized, while elsewhere the uncertainty of the absence of dolerite below ground has prevented exploitation. Principally for this reason, therefore, workings are confined to the outcrops, and very little prospecting has been done on the higher ground, beneath which the Molteno beds extend.

All the collieries are worked by means of adits, the broken nature of the country and the horizontal position of the strata facilitating this method of mining.

The Cape coals are invariably thin, the thickness of a single layer only occasionally reaching two feet. The seams worked are always composite, the coal layers being separated by partings of black shale, which are sometimes inconveniently thick. The general working thickness reaches from two feet six inches to three feet six inches. The majority of the outcrops belong to one or other of two horizons, separated by a few hundred feet of strata, conspicuous in which is a very prominent and thick bed of coarse, pebbly sandstone (Indwe sandstone), but over wide areas the coal is absent in both horizons or represented by impure, carbonaceous shale and not infrequently the upper portion or the whole of a seam is missing through contemporaneous erosion, the roof resting upon the denuded surface of the coal.

The Cape coals are of very low quality, owing to their high ash content, which is rarely less than 20 per cent., and are frequently semi-anthracitic. The latter character appears to be in part an original feature, but is more generally due to the effect of igneous intrusions; indeed it is only in rare instances that the coal-fields have escaped the action of the ubiquitous dolerite. The large amount of ash is not in itself entirely prejudicial, but taken in conjunction with the semi-anthracitic character of the coal, it leads to the formation of clinker, though this is obviated to a great extent by specially designed locomotive fire boxes. The Cape coals, it must be noted, are low in sulphur.

The most important colliery is situated at Indwe, where the lower of the

seams is being worked, the coal being semi-bituminous in character. The upper seam has been mined over a wide area in the Stormberg around Molteno, Cyfergat and Bamboes Spruit, where the coals are mostly bituminous. Unworked areas are the Guba field, close to Indwe, and the Gubenxa in Elliot, but there are numerous localities where seams of from one foot to eighteen inches in thickness have been located. The bulk of the output is utilized on the eastern system of the South African railways.

NATAL

The geological features of the Coal-Measures in Natal and elsewhere in South Africa are similar to those of the Cape and the Transvaal.

In Natal the specific feature of the coal-seams is the extent to which igneous dikes and sills have been intruded into the Coal-Measures. As a result of this, the bituminous coal has frequently been changed into a more or less anthracitic coal and, moreover, gas has accumulated so as to convert the pits into fiery mines which have generally to be worked with safety lamps. The general, horizontal bedding, common to all South Africa, has, however, not been disturbed. Deep erosion is more frequent than in the Transvaal, dividing the area into separate coal-bearing and non-coal-bearing fields.

EXTENT OF COAL RESOURCES

The state of our knowledge regarding the various coal-fields of South Africa is so meagre that anything like an accurate estimate of total quantity of coal available is quite impossible. The various coal-bearing areas have not been accurately mapped, and it is not known whether or not the coal in these presumably coal-bearing areas is of economic importance.

The reason for this lack of knowledge is not far to seek. The exploitation of coal is of comparatively recent growth, not extending farther back than one generation, and even at present the annual output of coal is only about 7,000,000 tons, an amount which is insignificant compared to the total resources of the country. Coal is therefore, comparatively speaking, a drug in the market, and the competition is so keen amongst various producers that the pit's mouth price, in the Transvaal, of about five shillings per ton, is as low as it is anywhere in the world. The location of new coal-fields or the precise delineation of those already known, is a matter that has therefore little immediate interest either for the private individual, the general public, or the State.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

The following data regarding the extent of the coal resources of the various provinces must therefore be looked upon as extremely rough estimates, but it is thought that, on the whole, they are framed on a conservative basis.

	Square Miles	Thickness of Coal	Tons
Transvaal.....	5,000	Average 6 feet	36,000,000,000
Natal.....	1,000	Average 7 feet	9,400,000,000
Zululand.....	1,250	Average 4 feet	6,000,000,000
Orange Free State.....			
Cape.....		Impossible to make even a rough estimate, but total resources will probably be not less than:	4,800,000,000
Basutoland.....			
Swaziland.....	1,000			Average 4 feet
Total.....			56,200,000,000

The present methods of exploitation admit of the utilization of about fifty-five per cent. of the total coal available. The quality of the coal is extremely variable. The percentage of ash varies from 6 per cent. to 30 per cent. With most of the coal actually used, the variation is from 10 to 15 per cent. The distribution of the tonnage above estimated amongst the various classes suggested by the Congress, is as difficult as the estimation of the tonnage, and the following subdivision, like the estimate of quantity, can only be looked upon as an extremely rough approximation to the truth:

	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C
Transvaal.....	.....	.....	.....	80%	20%
Natal.....	25%	25%	25%	25	
Zululand.....	50	50			
Orange Free State.....	.....	.....	.....	80	20
Cape.....					
Basutoland.....	10	10	30	30	20
Swaziland.....					

LES GISEMENTS DE CHARBON DE MADAGASCAR

PAR

F. BONNEFOND

Chef p. i. du Service des Mines

BIEN que les premiers affleurements de charbon dans le Madagascar, ceux de l'Ianapera, aient été signalés par le Lieutenant D'Huche, la découverte du gisement en est due à feu le Capitaine Colcanap, de l'Infanterie Coloniale, Administrateur de la Province de Bétroka.

Dans un rapport daté du premier Janvier 1909 le Capitaine Colcanap rendait compte au Gouverneur Général de Madagascar de la découverte d'un gisement de charbon qu'il venait de faire dans les régions de Ranohira et Ambohibaty.

A la suite de cette première découverte le Gouverneur Général décida qu'un Contrôleur des Mines serait envoyé sur place, en mission, afin de procéder à l'étude du gisement signalé et de tout autre qui pourrait être découvert dans la région circonvoisine.

Au mois d'Avril 1910, Monsieur le Contrôleur des Mines Evesque fut envoyé à Bénénitra. Ce fonctionnaire fit procéder à des travaux de sondages et de recherches sur les affleurements signalés, sa mission dura 9 mois dont près de 8 mois passés sur place, soit à faire des sondages, soit à étudier la géologie de la région, soit à établir le plan des terrains.

Les travaux de recherche ont porté sur différents points; ils ont démontré que le gisement d'Ianapera semblait être le plus important, puisque à certains endroits la couche de charbon atteint 2 m. 50 de puissance. Aussi est-ce ce gisement que la Colonie met aujourd'hui en adjudication.

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le gisement de charbon d'Ianapera est situé dans la vallée de l'Onilahy ou Mangoky du Sud par 26°, 25' de latitude Sud et 47°, 45' de longitude Est. L'Onilahy traverse le gisement et va se jeter à la mer dans la baie de Saint Augustin, un peu au Sud de Tuléar. Ce gisement tire son nom de l'Ianapera, petit torrent, affluent de gauche de l'Onilahy.

Le gisement est situé à la cote 220 m. environ au-dessus du niveau de la mer.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE DES GISEMENTS

La bassin carbonifère est bordé de tous côtés par le terrain archéen: gneiss, schistes et micaschistes.

Le gisement de charbon est contenu dans un terrain que l'on n'a pas pu encore déterminer d'une façon rigoureuse; il semble être très voisin du Permien inférieur.

Nous donnons ci-dessous, un extrait du Rapport de M. le Contrôleur des Mines Evesque qui, ainsi que nous l'avons déjà dit, a séjourné dans la région carbonifère pendant près de 8 mois.

GISEMENT CARBONIFÈRE DE L'IANAPERA

D'APRÈS M. EVESQUE

"Le bassin carbonifère de l'Ianapera est situé à 35 km. de Bénénitra, il est séparé de celui d'Ambohibaty par une distance à vol d'oiseau, de 35 à 40 km. Comme ce dernier il a été formé sur la bordure du massif cristallin. Il appartient certainement à la même formation.

"Dans son ensemble ce bassin forme un golfe très allongé de terrain primaire s'avancant dans le terrain cristallin.

"Ce dernier terrain entoure, en effet, ce bassin de tous les côtés, sauf vers le Nord, où le houiller doit s'enfoncer sous des terrains plus récents.

"Nous avons vu que dans l'Ianapera nous voyons, par endroits, un conglomérat de couleur blanchâtre et que ce conglomérat se trouvait un peu à tous niveaux. Nous ne pouvons donc pas le considérer comme une formation de base.

"Le Ianapera qui offre la coupe la plus commode à étudier quand les terrains y sont visibles, nous donne comme terrain le plus inférieur un grès ressemblant beaucoup au grès de base d'Ambohibaty. Ce grès est à point ou ce cours d'eau pénètre dans le primaire, les grains sont assez grossiers, ils reposent sur les gneiss qui forment dans l'Ianapera au point ou ce cours d'eau pénètre dans le primaire, une échancre qui paraît être l'embouchure d'un fleuve.

"Le Ianapera, comme d'ailleurs tous les cours d'eau descendant du primitif, a contribué à l'oeuvre que nous avons attribuée primitivement au Mangoky, c'est-à-dire au charriage des débris végétaux qui en se déposant dans des bassins ont donné la houille.

"A quelque dizaines de mètres des gneiss se trouve la première couche. Au-dessus de cette couche, vient une succession de grès semblables à ceux de la base. Ils sont quelque peu rougeâtres, le plus généralement grisâtres, la couleur rouge leur a été donnée par un peu d'oxyde de fer. Ils ne se délitent pas en petites dalles.

"A deux cent cinquante mètres de la première couche on voit dans les grès sans intercalation de schiste, une deuxième couche de 0.30 m. environ de puissance. Sur une distance d'environ 1,800 m. on ne trouve plus que des grès dans lesquels on ne voit pas ou presque pas de formation schisteuse. Ces grès conservent toujours le même aspect, ils sont grisâtres ou rougeâtres.

"Au point où l'Ianapera semble définitivement sortir de son embouchure primitive on voit deux autres couches séparées l'une de l'autre par une épaisseur de 8 à 10 m. de grès.

"Nous disons que ces couches se trouvent au point où l'Ianapera semble sortir de son embouchure primitive parce que jusqu'à ce point, nous voyons dans le lit du cours d'eau des pointements de gneiss que l'érosion a mis à jour.

"Ces pointements indiquent ou que le cap primaire qui a comblé cette embouchure n'a jamais été bien large, ou que des efforts produits par une poussée de terrain primitif ont diminué l'importance de l'embouchure.

"Au-dessus de la 4^e couche visible dans l'Ianapera nous avons encore pendant une centaine de mètres la même formation gréseuse; ensuite ces grès changent d'aspect, ils deviennent brunâtres, ils contiennent des schistes marneux. Des formations relativement puissantes d'argiles marneuses ou des terres simplement brunâtres surmontent ces grès.

"Bien que rien ne puisse indiquer de façon absolue la différence d'âge qui existe réellement entre cette formation brunâtre et les grès inférieurs, leur aspect peut autoriser à penser que nous ne sommes plus en présence de grès houillers.

"Cette formation de grès brunâtres se poursuit sur une assez grande distance sur le cours du Ianapera, mais à mesure que cette rivière se rapproche du massif primitif du Vohibory, le faciès des grès ressemble de nouveau à celui du grès de base.

"Il est évident que nous ne voulons pas rechercher dans cette ressemblance l'absolue certitude que vers le massif du Vohibory nous avons de nouveau les grès houillers de la base. Non mais il est probable, l'inclinaison et la direction paraissent le démontrer, que vers ce massif le terrain est inférieur à la formation brunâtre.

"Dans le ruisseau de l'Amborompotsy l'épaisseur des grès brunâtre est assez faible; on passe ensuite dans des grès semblables à ceux que nous avons dans l'Ianapera à la base de la formation carbonifère, c'est dans ces grès de couleur grisâtre que nous trouvons une couche de houille. Après cette formation grisâtre on a une succession de bancs de couleur rouge-brun. Les bancs ont une inclinaison moyenne de 30°, leur direction est quelque peu variable, elle est généralement de 180°.

"Le ravin de l'Ibobaka nous donne également en partant de l'Ianapera sur 400 ou 500 m. de long les grès brunâtres; ensuite nous avons très sensiblement la même coupe que dans le Iamborompotsy.

"Au point où l'Ibobaka pénètre dans les terrains primitifs on voit au contact des conglomérats sur une longueur de 300 ou 400 m. une formation schisteuse dont la puissance peut bien atteindre une trentaine de mètres.

"Ce schiste indique que le bassin carbonifère doit s'étendre jusqu'à ce point. Il est de couleur noire et charbonneux en de nombreux points.

"Les ruisseaux de la région de l'Ianapera ne donnent pas malheureusement de coupes bien nettes. Sur de nombreuses parties on aperçoit du sable ou des formations paraissant être plus récentes qui empêchent les observations et sont la cause que l'on ne peut suivre les couches sur une grande longueur.

"Le charbon était visible et a pu être mis à jour à l'aide de quelques tranchées sur plusieurs points différents dans les ravins de l'Ianapera et de l'Amberopotsy. Nous avons essayé de trouver entre ces deux ravins le passage des couches. Malgré notre vif désir d'arriver à un résultat nous avons dû abandonner les tranchées qui avaient été commencées dans ce but; les données que nous avions étant trop incertaines, nous aurions dû nous livrer à de trop grands tâtonnements qui auraient coûté cher pour les résultats que les travaux auraient pu nous donner d'autant plus qu'ils auraient été de peu d'utilité dans l'appréciation du gîte. Et puis, l'impossibilité de trouver dans les ravins de l'Iamborompotsy et de l'Iboaka les couches visibles dans l'Ianapera nous a fait penser que quelque accident géologique empêchait ces couches d'affleurer."

RAVIN DE L'IANAPERA

Couche No. 1

"Nous avons vu que dans l'Ianapera se trouvait une première couche près que au contact des gneiss (voir coupe). Cette couche est formée à la surface par un banc de charbon de 0.80 reposant sur un banc de grès. Ce banc de charbon est surmonté par un banc de schiste noir très charbonneux de 0.40. Ce schiste est formé par une sorte de limon qui lui donne un peu l'aspect qu'ont certains charbons moureux. Ensuite, nous avons sur ce schiste une épaisseur de 2.50 m. de schistes noirâtres semblables aux schistes de tous nos bassins houillers.

"Pour nous rendre compte de la qualité du charbon et de l'allure de la couche nous avons fait une descente dans la couche, de 6 ou 7 m. de profondeur. Cette descente nous a permis de constater qu'en profondeur le charbon paraissait devenir plus beau: au front de taille, il était brillant. La direction est de 300° environ et l'inclinaison de 15°.

"Nous avons également constaté que l'épaisseur de la couche augmentait en profondeur. Le banc de schiste moureux se transforme en profondeur en un charbon très brillant. La couche atteint alors une puissance de 1.20 m.

"Un peu en amont du confluent de Bétroky avec l'Ianapera nous retrouvons encore cette couche dans un gouffre d'eau assez important. Pour nous assurer de la puissance de la couche en ce point nous avons fait exécuter sur la rive gauche de l'Ianapera une série de tranchées qui après beaucoup de difficultés, causées par l'eau nous ont donné le charbon à une profondeur de 2 m.

"Le charbon a ici, pour tout immédiat, un banc de grès sans interposition de schiste; le charbon nous a été donné par les différentes tranchées sur une longueur d'au moins 10 à 12 m. La couche aurait donc en ce point une puissance de 2.50 m. au moins.

"Cette augmentation de puissance provient certainement de la transformation du schiste du toit en charbon. On se rend d'autant mieux compte de cette transformation en examinant la couche à son affleurement.

"La rive gauche du ravin de Bétroky nous montre la couche sur une trentaine de mètres. En aval elle plonge sous les grès tandis qu'en amont elle est recouverte par des blocs et de la terre provenant de la décomposition des terrains encaissants.

"A ce dernier point la couche est totalement composée par des schistes sans banc de charbon. A une quinzaine de mètres en aval nous voyons à la surface un banc de 0.80 m. de charbon. Au fond de la descente, la puissance atteint 1.20 m. Enfin dans l'Ianapera le schiste a totalement disparu et la couche a alors une épaisseur de 2.50 m.

"La couche n'a pas toujours la même direction, nous la voyons s'infléchir vers le Nord dans le lit de l'Ianapera, les bancs de grès suivant également cette direction qui est probablement due à une poussée des roches cristallines qui, en se soulevant, auraient modifié la stratification des bancs, en les faisant peut être buter contre elles-mêmes.

"Le charbon de cette couche inférieure a été essayé avec une petite forge de campagne, c'est-à-dire très grossièrement. Il brûle avec une flamme courte il est assez long à s'enflammer; il dégage moins de gaz que celui d'Ambohibaty; il ne s'agglutine pas, il paraît être anthracifère. Il est vrai que les accidents géologiques qui ont affecté la tête des couches sédimentaires près du cristallophyllien pourraient bien, par la chaleur mécanique qu'ils ont certainement produite, avoir fait subir un métamorphisme aux couches et transformer la houille partiellement en anthracite.

"Le soulèvement des gneiss paraît être démontré par l'aspect qu'ils offrent autour du petit golfe dans lequel s'est déposée cette première couche. Le cristallophyllien contient, en ce point, des roches nettement ignées.

"On voit, au contact de ce terrain, des grès ayant subi un commencement de métamorphisme; leur texture est quelque peu cristalline. De gros massifs s'élevant à pic sur de grandes hauteurs montrent bien ce point comme ayant été le centre d'un mouvement du sol.

COUCHE No. 1

Entre deux bancs de grès très ferrugineux on voit, une petite couche de 0.30 m. environ de même direction et de même inclinaison que la précédente et ayant été affectée par les mêmes inflexions.

"Le charbon de cette couche est très dur. Contrairement à celui de la couche No. 1 il contient de nombreuses traces de fusain.

COUCHE No. 2

"Au point où les gneiss forment une petite pointe dans le primaire, se trouve la couche que nous avons appelée No. 2.

"Cette couche est formée, par un banc de charbon de 0.60 m. reposant sur du grès. Ce charbon ressemble beaucoup à celui d'Ambobibaty, comme ce dernier il est formé de strates minces les unes brillantes les autres ternes et scabieuses.

"Au-dessus de cette première couche vient un banc de schiste noir de 0.30 m. au-dessus duquel on voit un nouveau banc de charbon de 0.10 m. très luisant, grenu, et se divisant en morceaux amorphes semblables à du brai; il contient de nombreuses traces de fusain.

"Le toit de la couche est formé par du grès dont les grains de quartz sont assez grossiers. Cette couche est séparée des gneiss par une épaisseur de grès d'une dizaine de mètres, sa direction est de 320° son inclinaison de 15°.

"La direction des gneiss est de 360° pour une inclinaison de 85° Est.

COUCHE No. 3

"La couche No. 2 est séparée de la couche No. 3 par une épaisseur de grès de 5 à 6 m. Cette dernière couche est formée d'un banc de schiste d'environ 1 m. de puissance reposant sur du grès, ce banc sert lui-même de mur à la couche de charbon dont l'épaisseur est de 0.60 m. environ, le tout est recouvert par du grès.

"Ainsi donc, pour le ravin de l'Ianapera on voit dans une épaisseur de sédiments, relativement faible 4 couches.

"En tenant compte de l'inclinaison des bancs et de leur direction, nous voyons que l'épaisseur des grès est de 50 m. entre la 1^e et la 2^e couche. Entre les couches No. 1-bis et 2 l'épaisseur de grès est de 200 m. entre les couches 2 et 3 elle n'est que de 10 m.

"Dans une épaisseur de grès d'environ 350 m. on voit 4 couches, ce qui prouverait que la formation carbonifère a été relativement puissante.

RAVIN DE L'IAMBOROPOTSY

"Dans le ravin de l'Iamboropotsy, la couche affleure dans une partie du ruisseau où le lit est très resserré par deux massifs de grès. Ces massifs semblent indiquer un accident géologique, d'ailleurs une faille de même direction que la couche y est nettement marquée, son inclinaison est voisine de la verticale. Les grès avoisinants ont subi un métamorphisme assez marqué.

"La couche est constituée par un banc de schiste noir brillant et onduleux de 0.50 m. de puissance. Au-dessus vient une épaisseur de schiste noirâtre de 0.40 m. qui surmonte la couche proprement dite dont la puissance est de 0.40 m.

"Sa direction est sensiblement N.-S. et son inclinaison 30° à l'Est.

"Le charbon est très brillant au front de taille, mais se ternit rapidement à l'air, il est très feuilleté, les traces de fusains y sont très développées, les strates sont très friables.

"Le charbon laisse dégager une forte odeur d'acide sulphydrique.

"Comme la couche No. 2 ci-dessus elle comprend des strates schisteuses intercalées dans des parties brillantes malgré ce point de ressemblance le charbon n'a pas du tout le même aspect il en est de même de la couche.

"Nous avons vu que dans le ravin d'Iboaka nous n'avons pu rencontrer de couche de houille. On y trouve néanmoins un fort dépôt de schiste paraissant appartenir à la même formation que celle dans laquelle on rencontre le charbon. À un certain point de ce ravin il existe un accident géologique qui a métamorphosé les grès à tel point que souvent, on pourrait les confondre avec les gneiss."

De tout ce qui précède, il résulte que, jusqu'à ce que nous ayons des renseignements plus précis, nous devons classer ce gisement de charbon dans le Permien inférieur ou son voisinage immédiat, peut-être à la fin du carbonifère. Est-ce de la houille d'une nature spéciale? Est-ce un boghead, un cannel-coal? autant de points d'interrogations qui sont posés depuis bientôt trois ans et subsistent encore sur la nature de ce charbon.

Les caractères généraux de ce combustible se rapprochent beaucoup plus de ceux des bogheads ou des cannels, que ce ceux de la houille.

Voici comment s'exprime à son sujet, M. l'Inspecteur Général des Mines

Zeiller, Professeur à l'Ecole Supérieure des Mines de Paris, à qui un échantillon de ce charbon avait été envoyé.

"A Monsieur le Directeur de l'Ecole Supérieure des Mines:

"PARIS, le 23 novembre 1908.

"Monsieur le Directeur,—J'ai l'honneur de faire savoir que conformément au désir exprimé par M. le Gouverneur Général de Madagascar j'ai examiné le bloc de charbon envoyé par lui au Bureau d'essai.

"La caisse a été ouverte et le bloc déballé sous mes yeux; j'en ai tout d'abord soigneusement examiné les deux faces, supérieure et inférieure et j'ai constaté qu'elles n'offraient aucune trace d'empreintes végétales. Ce charbon étant très fossile et consistant plutôt en un schiste charbonneux qu'en charbon proprement dit, je l'ai fendu et refendu un grand nombre de fois sans parvenir à découvrir sur les lits de stratification aucune empreinte déterminable. Ces lits offrent par contre une quantité considérable de fragments de 'Fusain' appartenant tous à des bois de Gymnospermes et couvrant parfois toute la surface du lit.

"L'absence de bois d'Angiospermes donne à penser qu'il s'agit là d'un charbon relativement ancien et la façon dont il se comporte sous l'attaque des réactifs oxydants (acide nitrique et chlorate de potasse) rappelle beaucoup plutôt ce qu'on observe avec les charbons paléozoïques qu'avec les charbons d'âge secondaire ou tertiaire.

"Toutefois il est impossible en l'absence d'empreintes végétales déterminables et caractéristiques, de se prononcer sur l'âge géologique de ce charbon et l'on ne peut que regretter que l'empreinte dans laquelle M. M. Toussaint et Merle avaient cru reconnaître une feuille de peuplier n'ait pas été jointe à l'envoi. Il est à présumer que des recherches faites sur le gisement même, principalement autour de la couche plutôt que dans la couche elle-même, y feraient découvrir des empreintes végétales susceptibles de fixer l'âge de ce dépôt.

"Si de telles empreintes étaient envoyées soit au Muséum d'histoire naturelle, à M. le Professeur Boule, qui ne manquerait pas de me les communiquer, soit à l'Ecole des Mines, je me ferais un plaisir de les étudier et d'en tirer les indications qu'elles seraient susceptibles de fournir.

"Veuillez agréer, je vous prie, Monsieur le Directeur, l'expression de mes sentiments les plus dévoués."

Signé: ZEILLER.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

D'une étude personnelle à laquelle nous nous sommes livrés il résulte que ce charbon présente les caractères généraux suivants:

AGE GEOLOGIQUE DU GISEMENT

Le gisement de Bénénitra appartient à l'époque primaire, il est probablement voisin de l'Autunien, sous-étage du permien. En effet l'Amphibien *Stégécéphale*, trouvé à Bénénitra par feu le Capitaine Coleanap, a été déterminé: "*Labyrinthodonte*, plus ou moins voisin de l'*Achinodon* d'Autun" par M. le Professeur Boule du Muséum de Paris. Cela seul donne l'âge primaire à ce gisement de charbon.

Par suite, il ne peut s'agir de lignite que l'on ne rencontre que dans les terrains secondaires ou tertiaires.

AUCUNE EMPREINTE VÉGÉTALE

Monsieur l'Inspecteur Général des Mines Zeiller, Professeur à l'Ecole des Mines de Paris, n'a trouvé dans l'échantillon que lui avait envoyé le Capitaine Coleanap, aucune trace d'empreintes végétales. C'est un caractère propre au Boghead qui a été formé, par des algues microscopiques *houillifiées* dont aucune trace n'est restée visible à l'oeil nu.

ELASTICITÉ

La houille, comme l'antracite ne possèdent, pour ainsi dire, aucune élasticité sous le choc du marteau; ces combustibles se brisent, s'émiettent en

poussière fine sous le moindre choc; le Boghead, au contraire, est très élastique et se réduit difficilement en poudre.

Or, c'est précisément le cas du charbon d'Ambohibato Bénénitra, on a, en effet, quelque peine à le pulvériser; en frappant sur un de ces morceaux de charbon on a l'impression de frapper sur un morceau de bois. Pas une particule ne se réduit en poussière, le son est mat. C'est même l'un des caractères qui nous ont le plus frappé lorsque nous voulûmes en casser un morceau; l'antraceite et la houille sont *sonores* sous le choc du marteau.

DISPOSITION EN LAMELLES APLATIES ET ALTERNATIVEMENT TERNES ET BRILLANTES

Encore une particularité bien spéciale au Boghead et que nous constatons dès le premier coup d'oeil donné au charbon de Bénénitra.

CASSURE CONCHOÏDE

(Aspect de cassure de coquilles avec stries concentriques.)
Ce caractère est un peu moins net sur le charbon de Bénénitra; cependant, il existe et est visible à l'oeil nu, en plusieurs points, lorsque la cassure est bien fraîche et franche.

Il est bon de signaler que cette cassure se présente aussi dans les anthracites.

FACIÈS SCHISTEUX

C'est le propre du Boghead; or, celui de Bénénitra possède tellement de faciès schisteux, que M. le Professeur Zeiller, lui-même, l'appelle "*Un schiste charbon. ux.*" De plus, la cassure fraîche rappelle celle du brai.

TOUCHER GRAS, ONCTUEUX

La houille salit les doigts en noir, mais n'a pas le caractère onctueux et gras l'Anthracite, ne tâche pas les doigts et est très sec.
Le charbon de Bénénitra, au contraire, salit les doigts à la façon de la plombagine, le toucher est gras, presque talqueux.

MATIÈRES VOLATILES

Le charbon d'anthracite contient peu de matières volatiles (5 à 10%) celui de Bénénitra en contient de 30 à 35%.
L'anthracite contient 85 à 95% de carbone; le charbon de Bénénitra 40 à 45% tout au moins aux affleurements.
Ces caractères, à eux seuls, suffiraient presque à indiquer que le charbon de Bénénitra n'est pas de l'anthracite.

DÉPÔT

En général les bassins de Boghead ne sont que de petits bassins lacustres de peu d'étendue. C'est encore le cas de celui de Bénénitra qui ne mesure que quelques kilomètres carrés et que M. Boule n'hésite pas à qualifier de "*Dépôt continental.*"

INSOLUBILITÉ

Dans la benzine. Je n'ai obtenu aucune dissolution dans l'essence de térébenthine ni dans la benzine. La poudre noire est absolument insoluble.

VOISINAGE DES HUILES MINÉRALES

Le gisement de Bénénitra est, lui, situé dans le même étage qui produit les suintements de bitumes, et, nous croyons, avec le Capitaine Coleanap, qu'il y a quelque corrélation entre ces deux gisements.

Il semble donc, d'après nous, se rapprocher des cannels beaucoup plus que de tout autre combustible.

D'autre part, des renseignements que nous avons recueillis auprès d'un Ingénieur Français, qui a fait un séjour assez prolongé au Transwaal, il résulte que les charbons de la région de Bénénitra ont de nombreux points de ressemblance avec ceux du Rand et du Natal.

Il se peut donc parfaitement que nous nous trouvions, à Madagascar, en présence de charbons analogues à ceux qui sont si activement exploités de l'autre côté du Canal de Mozambique et qui ont contribué, pour une grande part, à la richesse du Transwaal et du Natal en rendant possible le traitement des quartz aurifères de ces pays qu'il l'eût sans cela été difficilement, s'il avait fallu importer des houilles venant d'Europe.

ANALYSE DU COMBUSTIBLE

Monsieur l'Inspecteur Général des Mines Chesneau, Professeur à l'École Supérieure des Mines de Paris, a fait procéder à une analyse du charbon de Bénénitra; nous donnons ci-dessous, le Bulletin de cette analyse:

No. 718.

ÉCHANTILLONS DU COMBUSTIBLE

PROVENANT DE MADAGASCAR ENVOI DE MONSIEUR LE GOUVERNEUR DE
MADAGASCAR

Eau à 100-110.....	7.58%
Cendres.....	17.74
Matières volatiles.....	31.42
Carbone fixe.....	43.26
Total.....	100.00
Pouvoir calorifique (Obus Malher)..... (sur échantillon desséché à 100-110)	6,387 calories
Soufre pour cent.....	1.78%

Nous donnons, enfin, ci-dessous, des analyses récentes exécutées à Paris à l'École des Mines.

No. 1021.

5 échantillons de charbons provenant des terrains réservés par la Colonie dans la région de Bénénitra, province de Bétroka (Madagascar).
Envoi de Monsieur le Ministre des Colonies, Direction des Affaires Politiques et Administratives.

	Ianapera affluent Bétioky ou couche No. 1	Ianapera couche No. 2	Ianapera couche No. 3	Ianapera confluent Bétioky No. 1	Couche visible dans la rivière de l'Ampo- ropotsy
Eau à 100-110.	3.40%	4.02%	3.38%	3.08%	2.42%
Cendres.	23.24	20.24	24.54	25.64	18.24
Matières volatiles.	29.00	27.38	29.77	29.22	31.68
Carbone fixe.	44.36	43.36	42.31	41.16	47.66
Totaux.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Pouvoir calorifique (Obus Mahler) 5 Echon desséché 100-110°).	5,765 cal.	5,670	5,724	5,501	6,515
Soufre pour cent (5 Echon desséché 100-110°).	0.76%	1.08	0.71%	1.05%	1.30%
Azote pour cent.	0.70	0.63	0.93	0.75	0.91

LES GISEMENTS CHARBONNIERS DU CONGO BELGE

PAR

ARM. RENIER

Avec une carte

L'EXISTENCE de charbon au Congo belge n'a été reconnue jusqu'ici que dans la région orientale aux confins de la province de Katanga. Encore se trouve-t-on actuellement en pleine période d'exploration.

La zone qui paraît être la plus intéressante s'étend du lac Tanganika au fleuve Lualaba-Congo.

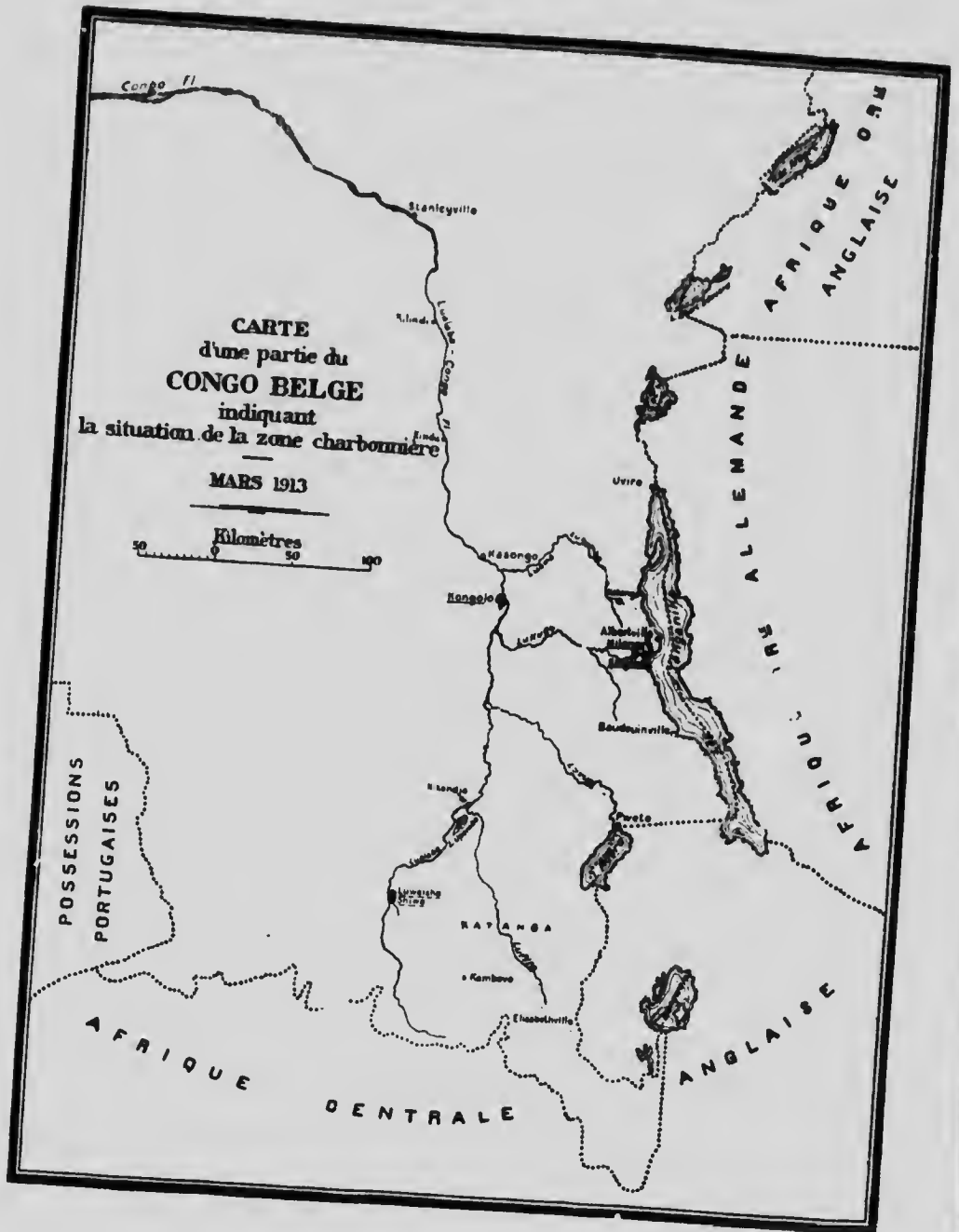
Le charbon a, en effet, été découvert en affleurement sur la rivière Lukuga en octobre 1911, entre Kingombe et Milange, à quelque 15 - 30 kilomètres du lac Tanganika, ainsi que, plus au Nord, sur la rivière Katanga, affluent de la Lumua ou Lubumba. Des indices d'extension vers l'Ouest se retrouvent jusqu'à Kongolo, sur le Lualaba-Congo. La découverte à Kingombe et Milange fut, en effet, précédée de celle de végétaux fossiles qui, seuls, ont jusqu'ici été signalés à Kongolo.

Le gisement se trouve dans des couches sensiblement horizontales, alternances de schistes gris, noirs ou violacés et de bancs gréseux ou calcaireux, avec couche de poudingue à la base. Ces formations sont inférieures au système du Kundelungu (J. Cornet 1894), rapproché par M. Studt de celui du Karoo inférieur (couches d'Ecça et de Dwyka). Bien que la flore de Kongolo et de Milange n'ait pas encore été décrite, on y a signalé la présence de *Glossopteris* qui, à elle seule, est déjà suggestive. Il s'agit de dépôts permo-carbonifériens.

D'après les descriptions publiées, notamment par MM. Mercenier et Xhignesse en 1913, les formations intéressantes gisent dans des fossés (graben) qui coïncident avec les vallées principales, notamment avec celles de la Lukuga et de la Lugumba, les sommets étant constitués par des massifs (horst) de formations paléozoïques très plissées et de roches cristallines.

Trois couches, d'une épaisseur minimum de trois mètres, d'un charbon à 40 % de matières volatiles, 10 % de cendres et 6500-7000 calories, auraient été découvertes. Leur extension horizontale probable est évaluée à plusieurs dizaines de kilomètres carrés.

Antérieurement à ces recherches dans la zone de la Lukuga, on a signalé sur le haut Lualaba, notamment sur ses affluents Luweisha, Shiwa et Kasope (peu au Sud du Shiwa) des affleurements de couches de charbon. Ce gisement a même été exploré par une série de sondages, dont certains sont descendus



jusqu'à 90 mètres de profondeur. Mais il ne paraît présenter qu'un intérêt médiocre, car le combustible y est généralement sale et sulfureux.

Ce gisement est situé dans les couches faiblement inclinées du système du Lualaba (Studt 1907), qui repose sur celui du Kundelungu et que M. Studt considère comme homologue des couches de Beaufort. M. Studt les tenait, en effet, pour perniennes, tandis que M. Cornet les rangeait dans le Trias, opinion que des découvertes ultérieures sont venues confirmer.

Épais d'environ 300 mètres, le système du Lualaba serait, lui aussi formé ici d'alternances de grès micacés et de schistes noirs ou gris, rouges ou bruns au sommet, avec, à la base, un complexe de grès rougeâtres et de poudingues. Jusqu'ici on n'a pas trouvé de fossiles sur le haut Lualaba. Mais sur le Lualaba-Congo, à Kilindi et à Kindu, on a rencontré, dans des roches rapportées à la zone moyenne du système du Lualaba, des restes de poissons. MM. Leriche, qui en a fait l'étude paléontologique, considère cette faune ichtyologique comme triasique.

Quoi qu'il en soit, le nombre des couches de charbon n'est pas connu. Leur épaisseur atteint et dépasse même un mètre. Si certaines d'entre elles donnent à l'analyse 29% de matières volatiles, 48% de carbone fixe et seulement 9,5% de cendres, d'autres fournissent 16 à 19,5% de matières volatiles, 27 à 30% de carbone fixe et 40 à 52% de cendres. Les couches charbonneuses sont, en effet, fortement mélangées de matières schisteuses.

D'après la carte de M. Studt, la formation du Lualaba affleure sur une longueur de 38 kilomètres suivant le cours du fleuve; la largeur moyenne de la bande étant de 5 à 7 kilomètres, sa surface découverte est d'environ 225 kilomètres carrés. Elle s'enfonce vers le Nord-Ouest sous le système plus récent du Lubilasche.

Toutefois, ce gisement a jusqu'ici été considéré comme inexploitable.

Tels sont les faits certains.

Nous ajouterons qu'un coup d'oeil d'ensemble sur la géologie du Congo belge permet d'apprécier, en outre, au point de vue des réserves possibles, l'extension minimum des régions stériles.

Renvoyant pour les détails aux nombreuses études monographiques des diverses régions, nous nous bornerons à résumer les descriptions qu'a données à diverses reprises, durant ces vingt dernières années, M. J. Cornet, le fondateur de la géologie congolaise.

Le bassin du Congo est, au point, de vue géologique, une vaste cuve constituée par des formations plissées, rapportées en l'absence de fossiles, à l'Archéen et au Paléozoïque, et traversées par de nombreuses roches éruptives. Cette cuve se creuse de toutes parts à partir des limites hydrographiques du bassin fluvial; le Congo en traverse lui-même le rebord occidental, formant chaîne bordière en aval de Léopoldville, avant de se diriger vers l'Océan, le long duquel existe, entre Banana et Boma, une zone peu importante de formations crétacées et tertiaires. Le centre de la cuvette paléozoïque, qui déborde d'ailleurs le bassin hydrographique du Congo, se trouve comblé par des couches horizontales ou faiblement ondulées des systèmes du Kundelunga, du Lualaba et du Lubilasche. Ces formations ne sont pas également représentées dans les diverses régions de cet immense pays. Les grès tendres du Lubilasche sont la vraie formation caractéristique du bassin du Congo. Ils en occupent toute la partie centrale.

Les formations plissées du Paléozoïque renferment certes des schistes charbonneux, mais on n'y a jamais rencontré de charbon. Elles sont d'ailleurs traversées de roches acides, dont l'influence, sur les gisements houillers, est, comme on le sait, désastreuse. On peut donc, jusqu'à preuve du contraire, considérer comme stériles les régions où affleurent ces formations anciennes. Ainsi, en est-il de la plus grande partie du Katanga, de la région Nord orientale Ituri-Aruwimi, enfin du Mayumbe ou région comprise vers l'Ouest entre le fleuve Congo et la frontière française.

Ce sont les formations horizontales remplissant la cuvette qui, selon toute apparence, doivent surtout retenir l'attention. Un système non-déterminé, inférieur à celui du Kundelungu, et celui du Lualaba,—qui contient encore sur le Lualaba-Congo des schistes pétrolifères,—ont seuls, jusqu'ici, livré des indications positives. Encore la couleur des roches, rouge par suite de la présence de sels de fer au maximum d'oxidation, permet-elle de considérer le faciès de certaines assises, notamment dans le système du Kundelungu, comme peu favorable à l'existence de gîtes charbonniers d'un intérêt industriel.

BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE

- Studt, F. E.: Cornet, J. et Buttgenbach, H.: Carte géologique du Katanga.
 Studt, F. E.: Notice explicative.
 Buttgenbach, H.: Les gisements miniers du Katanga.
 Cornet, J.: Tectonique et morphologie du Katanga.
Annales du Musée du Congo, Bruxelles, 1908.
 Mercenier, A. et Xhignesse, M.: Le bassin houiller de la Lukuga.
Revue Universelle des Mines, etc.: Cinquième série I, pp. 143-148, pl. V, 1913.

ar-
urs
st,
re,
es.
le
le

te
é,
e
s
-
s
t

NORTH AMERICA

1886
The following is a list of the names of the persons who were members of the
Society of Friends in the year 1886.
The names are arranged in alphabetical order.
The names of the members who have since died are marked with an asterisk.
The names of the members who have since moved to other parts of the country are marked with a cross.

THE COAL DEPOSITS OF NEWFOUNDLAND

BY

JAMES P. HOWLEY, F.G.S.

Director of the Geological Survey of Newfoundland

(With one map in the text)

THE coal-areas of Newfoundland are entirely undeveloped as yet, and it is of course impossible to furnish such details as would be available in a country with a well established coal mining industry. I shall therefore have to confine myself to an outline of the known Carboniferous areas and a few details of the work of exploration so far conducted by the Geological Survey of the island.

The existence of coal in Newfoundland was long known, but, being confined to the western side of the island, over which the French exercised fishing rights conferred on that nation by the Treaty of Utrecht in the year 1713, no development of the coal could take place. By claiming an exclusive right to the fore-shore along the entire western coast, they were able to place an embargo upon any company who attempted to ship minerals or other products therefrom, although they, themselves, did not possess the privilege of working the mines or cultivating the land. This anomalous state of affairs, now happily ended, was undoubtedly the means of preventing the establishment of a mining industry in that region.

In the meantime, our near neighbour, Cape Breton, not being similarly hampered, made great strides in coal mining, and long before our deposits became available, had established such a widespread industry, capable of supplying all the requirements of the trade and commerce of this section of North America, that none could be found to invest in coal mining in Newfoundland.

Although our own local consumption is a large one and rapidly increasing, so well established is the trade in coal with Cape Breton that it would now take some time before we could hope to compete with that island on an equal footing.

This, then, is the chief cause of the undeveloped condition of our coal deposits, and not the non-existence of that valuable commodity in available quantity.

I shall endeavour to prove that the country possesses coal resources of undoubted importance.

A glance at the geological map of Newfoundland will show that a large tract to the south of bay St. George on the west coast, comprising an area of 1,100 square miles, is occupied by the Carboniferous series, which is clearly an extension of that of the provinces of Nova Scotia and New Brunswick,

being no doubt connected with the latter under the waters of the Gulf of St. Lawrence.

A second large tract is seen in the Humber river valley, surrounding the heads of Deer and Grand lakes, and extending up the valley of the Humber to Adies pond, on the main branch, and to Sandy lake on the southern branch. The total area of this tract is about 500 square miles.

There are possibly some small outlying patches of this series, as yet undetermined, along the higher plateaux of the Long Range mountains, but if so, their value from an economic point of view is not worth considering.

The series in the bay St. George district has been subjected to many folds, probably due in part to subsidence. There is an entire absence of intrusive material anywhere visible in the Carboniferous areas of Newfoundland to account for the crumpling of the strata. This folding has resulted in producing several small synclinal troughs, in which portions of the true Coal-Measures are brought in. The first of these occurs on the upper reaches of the Great Codroy river and is of very limited extent, being faulted up against the Laurentian mountains, which bound the valley on the south. A mere segment of a trough is here represented, nevertheless it contains six seams of coal, standing in an almost vertical position. Four of the seams are of small dimensions, but the other two are quite large. One, at its outcrops, shows nine and a half feet of clean, good coal, while the other shows twenty-three feet of mixed coal, shale and clay, the coal aggregating fifteen feet in thickness, and being of good quality. These seams do not maintain their thickness over any great extent of country, but were found to vary considerably. The first dwindled down to five feet with but three feet of coal, while the larger one, which was uncovered at five different points along its strike, gave an average thickness of seven and a half feet. A drift was run along the course of the first named seam for about ninety feet by the Reid-Newfoundland Railway Co., and about 100 tons taken out. This was used on the company's locomotives and gave excellent results as a steam producer. But the limited area of the trough did not warrant them in going into mining on an extensive scale. A great anticlinal, bringing up the lower, unproductive portion of the series, which here forms the Anguille mountain range, separates the Codroy valley from that of the bay of St. George.

In the latter district, the Carboniferous spreads out over a large area similarly affected by a series of folds. The lower measures hold the coast on the south side of the bay, and rolling over, some three or four miles inland, produce a trough of true Coal-Measures of much importance. The extent of this trough is not yet fully worked out, but what is known of it is as follows:

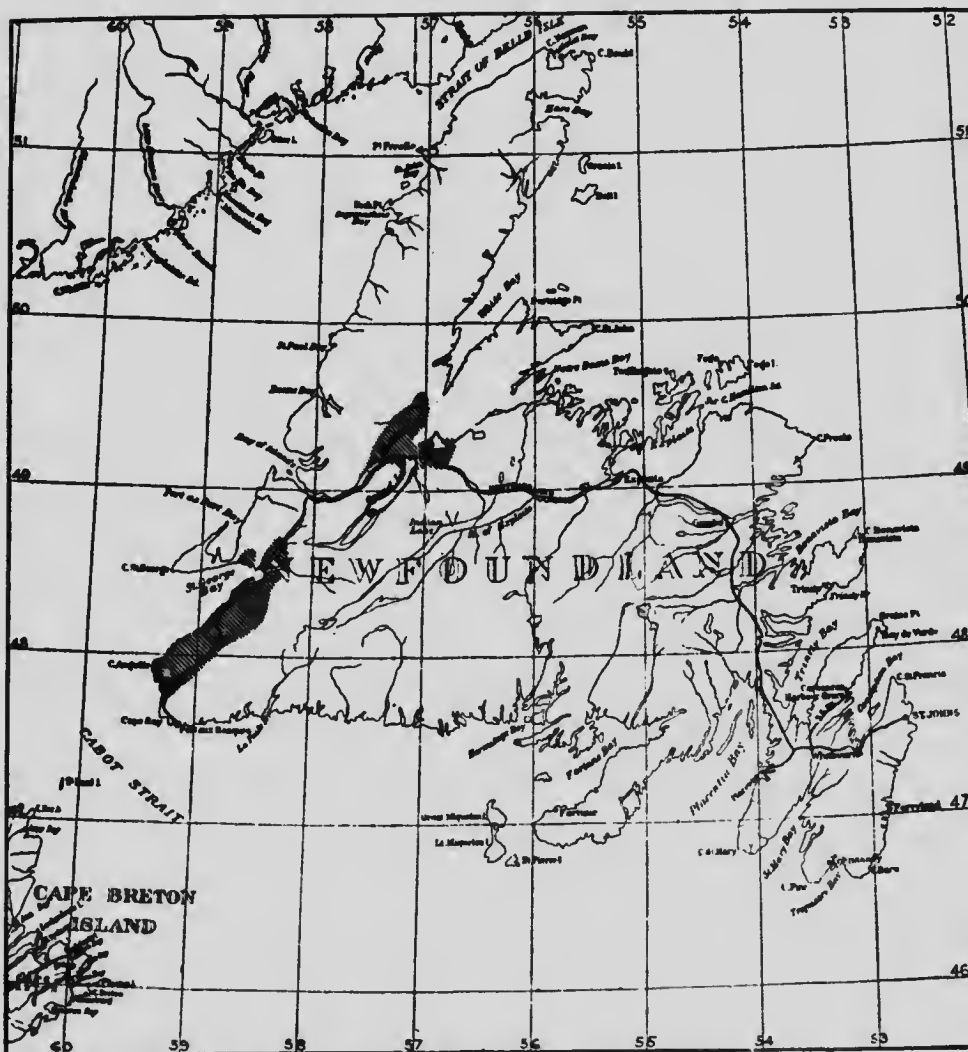
The trough is a long narrow one, its centre being situated some eight miles from the coast. On the Middle Barachois river it shows a width of about two miles and its longitudinal extent, so far determined, is about five miles. The only sections exposed to view are seen on the banks of the various rivers which intersect the trough at nearly right angles.

On the Middle Barachois river twelve separate seams of coal are revealed, dipping up stream, all of which are again brought to the surface on the opposite side of the trough.

They range in thickness from a few inches to over five feet.

On Robinson's river, two miles farther east, three seams were uncovered, one of which gave a thickness of four feet two inches.

Two and a half miles farther east, on a tributary of the Robinson, called Northern Feeder, four seams were uncovered, but only one was of any importance. Its thickness at the outcrop was one foot two inches, but upon sinking a shaft upon the dip of the seam it was found to increase in thickness. This seam was of superior excellence, being a clean, bright, fairly hard coal of a highly bituminous character and containing a low percentage of ash.



Map showing the Carboniferous Areas of Newfoundland

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

The seams known to occur in the bay St. George trough which exceed one foot in thickness are as follows:

Murray Seam.....	5 feet 4 inches	} On the Middle Barachois river.
Rocky Seam.....	1 " 5 "	
Clay Seam.....	1 " 8 "	
Slaty Seam.....	1 " 4 "	
18-inch Seam.....	1 " 6 "	
Jukes Seam.....	4 " 6 "	
Cleary Seam.....	2 " 2 "	} On Robinson's river. On Northern Feeder.
Howley Seam.....	4 " 2 "	
Shears Seam.....	1 " 2 "	

The aggregate thickness of all the seams in this trough is twenty-seven feet, which should give about 25,000,000 or 26,000,000 tons per square mile. Possibly other, smaller troughs occur in this region, but as yet they have not been located.

On the north side of St. George's bay, between Indian Head and the isthmus of Port au Port, another small trough occurs in which a few thin seams have been found, but this section has never been fully explored.

The Humber or Grand lake coal district lies about 100 miles north-east from bay St. George and, as already stated, covers an area of some 500 square miles. By far the greater portion of this area is occupied by the lower and unproductive measures. On the valley of the Main Humber the strata lie pretty flat and are arranged in a series of low synclinal and anticlinal folds, bringing the same strata again and again to the surface. None of the folds are deep enough or wide enough to bring in the true Coal-Measures. But near the very base of the series a belt of bituminous shale of considerable width and unknown extent has been found on analysis to yield an appreciable quantity of petroleum. Veins of a remarkably rich quality of asphalt occur here and there in these shales. Its composition shows a very near approach to the New Brunswick albertite, but it is higher in volatile matter and contains less ash. It has the consistency of pitch and is quite soft, being easily impressed with the thumb nail. In this respect, it differs from albertite, which is hard and brittle.

An English company has been formed during the past season to exploit this shale and asphalt; and an expert sent out to investigate the deposit reports most favourably upon it. There is a great probability that the coming season will witness the commencement of an oil-shale industry in this region. The shale in question, lying so near the base of the Carboniferous, seems to correspond to the Horton series of Nova Scotia or Albert shales of New Brunswick.

On the southern branch of the Humber, around the foot of Grand lake, and extending thence eastward to Sandy lake, the country is very low and flat, and is covered over by a vast accumulation of glacial débris. No outcrops of the rock formation are visible except in a few instances on the banks of small streams entering Grand lake on its south side. Here, close up against the mountain range, which bounds the south side of the Humber valley, a long narrow trough of Coal-Measures occurs in a highly tilted position. The trough

is at first almost in the form of the letter V and contains a number of coal-seams crowded together in a very limited space. Its strike carries it eastward into the flat country, where it is lost to view, but by means of costeaning and by the use of a Calyx boring machine it has now been traced over eleven miles, and everything points to its continuing some five or six miles farther, terminating in Sandy lake. The exploration of this field so far carried out has resulted in finding, on Aldery brook, some two miles up Grand lake, fifteen seams of coal, all doubled up and repeated. They vary in thickness from a few inches up to six and a half feet. The quality of this coal, especially in some of the larger seams, is excellent. Six of the seams gave the following thicknesses at their outcrops:

One seam.....	2 feet
One seam.....	1 " 6 inches
One seam.....	1 " 8 "
One seam.....	6 " 6 "
One seam.....	3 " "
One seam.....	2 " 6 "

The six and a half foot seam in the section was drifted upon for 150 feet by the Reid-Newfoundland Company and a good deal of coal of first-class quality was taken out. A few of the other seams were likewise tested and the coal extracted was also of excellent quality.

On Coal brook, which enters the north-east corner of Grand lake, one and a half miles east of Aldery brook, a section was uncovered in which nine seams were exposed, all being again repeated on the opposite side of the trough. The angle of inclination here is considerably less, being between forty and fifty degrees.

Six of the seams in this section measured as follows:

One seam.....	1 foot 4 inches
One seam.....	3 " 5 "
One seam.....	1 " "
One seam.....	1 " 6 "
One seam.....	2 " 4 "
One seam.....	1 " "

The largest seam was mined to some extent by the Reid-Newfoundland Company and some 7,000 tons were extracted, all of which was used on their locomotives.

On Kelvin brook, two and a half miles farther eastward, and on the same line of strike, a small section, on the south side of the trough only, was exposed, exhibiting six seams, three of which gave the following dimensions:

One seam.....	3 feet 8 inches
One seam.....	2 " 6 "
One seam.....	6 " 2 "

Three and three-quarter miles eastward, near Goose brook, where the railway crosses the trough, three seams were discovered by costeaning some years ago, and one of them was mined to some extent by the Reid Company.

It being found utterly impossible to reach the bed rock anywhere else in this locality by the aid of pick and shovel only, boring machines were brought into requisition and ten holes in all were put down near Goose brook. These resulted in the discovery of seventeen more seams which, with the three already discovered, made twenty seams in this Goose brook section. Most of them were, however, very small.

Nine seams ranged in thickness as follows:

One seam.....	2 feet 6 inches
One seam.....	3 " 4 "
One seam.....	1 " 6 "
One seam.....	3 " "
One seam.....	2 " 6 "
One seam.....	1 " "
One seam.....	2 " 4 "
One seam.....	1 " "
One seam.....	1 " 6 "

The trough here was found to assume a much lower dip and, as a consequence, spread out considerably. Some of the coal here also was of excellent quality.

From all the facts so far ascertained, there is reason to believe that a much larger trough exists farther to the north, lying between Goose brook and Sandy Lake river, especially towards the eastern end of Grand lake. Numerous fragments and small lumps of coal are constantly being washed up on the shore of the lake, especially after storms, and many years ago an attempt at boring near the mouth of Sandy river, with an old fashioned churn-drill, revealed the presence of a few small seams there.

Presuming this second trough to lie parallel with that on the south side of the valley, its strike would carry it out into the lake underneath the waters of which there is reason to believe a considerable area is occupied by the Coal-Measures proper. The eastern part of the lake here has a breadth of five miles, and as the water is quite shallow at this end it would not be a difficult matter to tunnel out from the north shore and intercept any coal-seams that may exist here.

These two sections of the country, bay St. George and the Humber valley, contain the only considerable developments of the Carboniferous series in the island. There is a small outlying patch of Devonian or possibly sub-Carboniferous strata forming two small peninsulas on the north coast, known as Cape Fox and Cape Rouge, in which some strata of a very black, bituminous, compact shale occur. This material closely resembles some of the gas coals of Scotland. It burns freely, giving off the odour of paraffin. It is, however, too high in ash to be reckoned a true coal, and has been called a cannel shale. An analysis made by Mr. H. M. Chance, of Philadelphia, gave the following result.

BITUMINOUS SHALE FROM PILLIER, CAPE ROUGE PENINSULA

H. M. CHANCE, M.E.

Sp. gravity.....	1.54
Volatile matter.....	36%
Fixed carbon.....	35
Ash.....	29

Mr. Chance says he can scarcely call it cannel coal, though approaching cannel in appearance and composition. "I should call it a cannel shale."

The foregoing contains about all the known facts relative to our coal prospects. It will be seen that there are several seams in the different sections large enough and of sufficiently good quality to be reckoned as workable coal-seams, while others, at present considered too small, may, in course of time, become sufficiently valuable to be utilized. There is always the probability of some of the smaller seams developing a greater thickness as they are opened up, or possibly, where several seams are merely separated by partings of shale or clay, it may happen, as is frequently the case in most coal-fields, that they will eventually come together by the thinning out of the intervening strata.

When it is considered that seams of coal ranging from fourteen to thirty inches are at present worked in several parts of the world, the constantly increasing demand for this class of fuel, together with the great advance in price of late years, makes it not unreasonable to look forward to the time when many seams not worth exploiting at present will become valuable.

In view of the fact stated at the commencement of this paper, that no actual development worth mentioning has yet taken place, it is, of course, out of the question to give any statistics, as none exist.

In conclusion I append copies of a few analyses of our coals which have been made from time to time. Though far from being complete these analyses will afford a general idea of the quality of the coal.

ANALYSES OF COALS FROM BAY ST. GEORGE

By G. T. HOLLOWAY, 57 CHANCERY LANE, LONDON

	Cleary Seam	Jukes Seam	Howley Seam	Shears Seam
Moisture.....	3.548%	3.036%	2.784%	4.90%
Volatile matter.....	30.897	30.344	29.271	33.12
Fixed carbon.....	55.229	60.142	54.468	Not given
Sulphur.....	3.946	1.963	3.047	0.44
Ash.....	6.380	4.515	10.430	3.16
	100.000	100.000	100.000	
Coke.....				61.98%*

* See note on following page.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

ANALYSES OF COALS FROM KELVIN BROOK, ALDERY BROOK AND COAL BROOK, GRAND LAKE

By WILLIAM H. FITTON, F.G.S., F.S.Sc., M.E., ENGLAND

	From Kelvin Brook	From Aldery Brook	From Coal Brook	From Coal Brook
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Moisture.....	8.44%	10.22%	9.93%	5.02%
Volatile matter.....	28.54	24.30	24.01	31.25
Fixed carbon.....	50.07	48.51	49.15	54.03
Ash.....	11.53	15.72	16.14	8.66
	1.42	1.16	.77	1.04
	100.00	100.00	100.00	100.00
Coke in closed vessel.....	63.92	65.39	66.06	63.73

FROM ALDERY BROOK

	No. 6	No. 7	No. 9	No. 15	No. 16	No. 17	No. 20
Moisture.....	5.80%	10.77%	13.71%	15.78%	5.82%	4.32%	7.41%
Volatile matter.....	31.44	16.55	26.83	30.30	33.62	16.84	30.73
Fixed carbon.....	57.86	33.80	51.06	45.29	55.28	72.66	53.49
Ash.....	4.08	37.86	7.56	8.08	4.49	5.33	7.71
Sulphur.....	.82	.93	.84	.55	.79	.85	.66
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Coke in closed vessel.....	62.76	72.68	59.56	33.92	60.56	78.84	61.86

NOTE FOR TABLE ON PREVIOUS PAGE

[The evaporative power of this coal expressed in pounds of water evaporated at 212° F. by one pound of coal as determined by Thompson's calorimeter was 12.37 pounds, which considerably exceeds that of North Sydney, or the best Scotch, Welsh or English coals.]

"The coke produced from this coal was hard and lustrous and of good quality. The ash was brownish and showed no sign of melting. The amount of sulphur is decidedly low, while its evaporative power, i.e., its heating value, is high.

"The coal may be described as a bituminous caking coal of excellent quality, suitable for domestic use, for coke making, or for steam raising purposes."]

THE COAL FIELDS AND COAL RESOURCES OF CANADA

BY

D. B. DOWLING, B.A.Sc., F.R.S.C.

(With 8 maps in the Atlas and 8 figures in the text)

INTRODUCTION

ANY review of the coal-fields of Canada must be considered as tentative in character, since a large part of the country, particularly in the north-west, has not been examined in detail and even in the better known fields the information available is not full, for in many of them mining operations, with the closer examinations they entail, have not been prosecuted for any great length of time. Large areas in Saskatchewan and Alberta are classed as coal-fields in this paper and on the accompanying map since, within the outlines indicated, the formations underlying them are those which, in neighbouring areas, are known to carry seams of lignite, sub-bituminous and bituminous coals. The information relating to these areas has been obtained mainly from the study of the actual rock outcrop; but it is being supplemented, with the increase in settlement, by information obtained from borings.

AGE OF COAL DEPOSITS

INTERGLACIAL

With the exception of peat deposits, which are still in process of formation, the youngest material that can be classed with the lignites and coals are lignitic beds that were formed during an interglacial, warm period, in the southern part of the Hudson Bay basin and in East Kootenay, British Columbia. These were entombed by the till of a later glacial invasion and now form lignites of poor quality.

TERTIARY

Many small areas of Tertiary sediments in British Columbia, Yukon and the Arctic islands, the deposits of fresh-water lakes, contain mineable lignite and sub-bituminous coals. In Alberta and Saskatchewan coal is found in strata that represent the lower portion of the Tertiary.

UPPER CRETACEOUS

Large areas in Alberta and southern Saskatchewan show sand and clay deposits, with coal-seams, which were laid down about the close of the

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

Cretaceous period or the beginning of the Tertiary, when these areas were at an elevation not far above sea-level.

MIDDLE AND UPPER CRETACEOUS

The coals of Vancouver Island and those of the plains in the vicinity of Lethbridge occur in the upper beds of the Cretaceous.

LOWER CRETACEOUS

The bituminous coals and anthracite of the Rocky Mountains and Queen Charlotte Islands and those of many areas in the interior of British Columbia and Yukon are of Lower Cretaceous age, and occur near the base of that formation.

CARBONIFEROUS

The Coal-Measures, a series of beds, mainly littoral in character, which overlie the marine beds of the Carboniferous, form the principal coal-fields of Nova Scotia. The upper measures, forming the top of the Upper Carboniferous, which are generally mapped as Permian-Carboniferous, contain but few beds of coal. The "Millstone Grit," a basal series conformably underlying the Coal-Measures, contains a few thin seams which become of economic importance only where the true Coal-Measures are absent, as in the case of New Brunswick.

LOWER CARBONIFEROUS OR DEVONIAN

In parts of Nova Scotia thin coal-seams occur in a series of sandstones and shales underlying the Carboniferous limestone, but they are probably not mineable. The most important deposits credited to this age are the cannel and oil shales of the Arctic islands. At Lepreau, in New Brunswick, shales that are probably of Devonian age contain carbonaceous matter resembling anthracite.

DISTRIBUTION AND USES

Canada has large supplies of bituminous and sub-bituminous coals situated for the most part in the western interior, but there are also important fields on both coasts.

On the Atlantic seaboard bituminous coals are extensively mined and are used in general power production, for manufacturing and railway and marine transportation, as well as in the reduction of iron ore. On the Pacific coast the bituminous coals are mined for power production and for export.

The interior fields supply coals of various grades, the coals of the mountainous region of eastern British Columbia and western Alberta being the most important and of the highest grade.

In Manitoba and southern Saskatchewan the coal-fields supply coals, lignitic in character, that are well adapted to domestic use. The extensive coal-fields of Alberta, which contain coals of a wide range of character, form Canada's greatest coal reserve. The interior portion of British Columbia has many coal-areas that will be of value in providing coking coal for the smelting of the ores for which the province is famous. The fuels of the Arctic islands may,

probably, be mined in the future, like the Spitzbergen coals, which lie in about the same latitude.

The coal-areas of the different provinces are outlined on the map of Canada, (Plate 1 in the Atlas,) where some indication of the variety in character of the coal is also shown. An estimate of the total reserve for each province is given in the following table.

COAL RESOURCES OF CANADA

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Nova Scotia.....	174.31	{ B ₂ C	2,137,736,000 50,415,000	271.5	{ B ₂ C	4,891,817,000 20,000,000
New Brunswick.....				121.0	B ₂	151,000,000
Ontario.....				10.0	D ₂	25,000,000
Manitoba.....				48.0	D ₂	160,000,000
Saskatchewan.....	306.0	D ₂	2,412,000,000	13,100.0	D ₂	57,400,000,000
Alberta.....	25,300.0	D ₂		56,375.0	D ₂	26,450,000,000
		D ₁	382,500,000,000		D ₁	461,821,000,000
		B ₃	1,197,000,000		B ₃	139,161,000,000
		B ₂ B ₁	2,026,800,000		B ₂ B ₁	43,922,600,000
		A ₂	669,000,000		A ₂	100,000,000
British Columbia.....	439.0	A ₂ B ₂	23,653,242,000	5,595.0	A ₂ B ₂	40,807,700,000
		B ₃	118,000,000		B ₃	2,300,000,000
		D ₂	60,000,000		D ₁ D ₂	5,136,000,000
Yukon.....					C	1,500,000,000
				2,840.0	A ₂ B ₃	250,000,000
North-West Territories.....					D ₁ D ₂	4,690,000,000
Arctic islands.....				300.0	D ₂	4,800,000,000
				6,000.0	B ₂ B ₃ C	6,000,000,000
Totals.....	26,219.31		414,804,193,000*	82,662.5		801,966,117,000

* In this total 20,000,000 has been deducted for the amount of coal of all classes already extracted in Alberta.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

GROUP II

INCLUDING SEAMS OF 2 FEET AND OVER, AT DEPTHS BETWEEN 4,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Nova Scotia (marine areas, 3 to 5 mile limit)	73	B ₂	2,639,000,000
Alberta.....	203	B ₂	12,700,000,000
British Columbia	11	B ₂	2,160,000,000
Totals	287		17,499,000,000

TOTALS BY PROVINCES—GROUPS I AND II

Nova Scotia.....	9,718,968,000	metric tons.
New Brunswick.....	151,000,000	"
Ontario.....	25,000,000	"
Manitoba.....	160,000,000	"
Saskatchewan.....	59,812,000,000	"
Alberta.....	1,072,627,400,000	"
British Columbia.....	76,034,942,000	"
Yukon.....	4,940,000,000	"
North-West Territories.....	4,800,000,000	"
Arctic islands.....	6,000,000,000	"
	1,234,269,310,000	

In the description which follows, the coal-fields are grouped by provinces, from the Atlantic seaboard westward.

NOVA SCOTIA

(For map see Atlas, Plate 2)

The measures in which coal is found in this province range in age from Lower Carboniferous* to, possibly, Permian. Numerous thin streaks made up of the remains of plant life and forming in places small coal-seams, occur

* Coal has been found in rocks mapped as Devonian. The fossil plants have a Carboniferous facies and the age is here assigned to the Lower Carboniferous.

beneath the Carboniferous limestone, but all the richer deposits are above the limestone, in strata generally considered to be of the same age as the Coal-Measures of Great Britain. These overlie a series of basal beds of coal-bearing material known in Canada as the "Millstone Grit," though the series merely lower measures in which a few, small coal-seams are sometimes found. The series overlying the Coal-Measures are very similar to the Millstone Grit in many places and also are coal-bearing to a very limited extent.

The Coal-Measures proper are exposed in five areas in the province with important collieries operating in each:—the Cumberland coal-field, which includes the Joggins and Springhill areas—the Pictou coal-fields—the Inverness, (mainly submarine) and the Cape Breton or Sydney coal-fields containing both land and submarine mining areas.

COAL RESOURCES OF NOVA SCOTIA

GROUP 1

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVE (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Cumberland County			60	B ₂	652,000,000	5	B ₂	250,000,000
Colchester						1	B ₂	1,500,000
Pictou			11	{ B ₂ C	{ 345,440,000 45,000,000	8	B ₂	450,000,000
Antigonish						1	C	20,000,000
Richmond	2	3 to 5 feet.				4	B ₂	12,360,000
Inverness { Land area			5.75	B ₂	61,800,000	10	B ₂	22,000,000
{ Submarine area			4	B ₂	86,000,000	7	B ₂	73,000,000
Cape Breton County, land area			92.66	{ B ₂ C	{ 1,022,496,000 5,415,000			
Marine, 3 mile limit						168.5	B ₂	4,063,457,000
Totals			174.31		2,248,151,000	273.5		4,891,817,000
Less amount mined					60,000,000			
					2,188,151,000			

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

GROUP II

INCLUDING SEAMS OF 2 FEET AND OVER, AT DEPTHS BETWEEN 4,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	Area	Class of Coal	Metric Tons
Cape Breton County—Marine, 3 to 5 miles	73 square miles	B ₂	2,639,000,000

CUMBERLAND COUNTY

In the eastern part of Cumberland county the Permian and Upper Carboniferous rocks conceal any Coal-Measures that may occur. Exposures of Millstone Grit liable to contain thin coal-seams are found forming a band from near Springhill to Wallace Harbour on Northumberland strait. The west end of the band is synclinal in form and an arm extending east is found to contain a seam of coaly shale. The tongue of Permian rocks in the centre of this syncline may conceal Coal-Measures. At South Victoria, which is on the outcrop of the Millstone Grit on the north side of the syncline, small coal-seams have been found just under conglomerates belonging to the newer formation; they are not economically valuable. Similar conditions at the southern limit of the syncline are found at Atkinson siding on the Interecolonial Railway. At the western end, somewhat nearer the centre of the syncline, small seams have been found about half a mile east of Oxford station. The thickness of the upper seam was 15 inches, $4\frac{1}{2}$ feet below this a dirty seam of 2 feet 6 inches occurs.

A small outlier of the Lower Carboniferous rocks at Parrsboro on Minas Basin evidently includes somewhat higher beds, since small coal-seams have been found near the coast.

Two areas in which Coal-Measures are exposed occur in the county and are of great economic importance. One, extending from Chignecto bay eastward to the centre of the county, contains southerly-dipping beds (probably the northern limb of a syncline). The Coal-Measures, although highly inclined, are not otherwise much disturbed and are mined at several points. The second field lies south and east of the first and is supposed to be a continuation of the beds of the northern field, brought up by a deformation of the syncline, including faulting, folding and a local uplift.

JOGGINS COAL-FIELD

The Coal-Measures of the Joggins field form a narrow band in which coal-seams have been traced for twenty-two miles. The thickness of the seams at the several mines situated along the Joggins railway is as follows:

South Joggins Colliery.—The thickest seam has: 3 feet 6 inches coal, 1 foot 6 inches shale, 1 foot 6 inches coal. The measures dip at an angle of 19° .

Strathcona Colliery.—Two seams are mined. The upper seam has about 42 inches coal; the second seam, 500 feet beneath it, has from 27 inches to 30 inches coal, with a parting of from 8 inches to 12 inches.

Minudie Colliery.—The seam has: top coal 18 inches, clay parting 6 inches to 24 inches, bottom coal 10 inches.

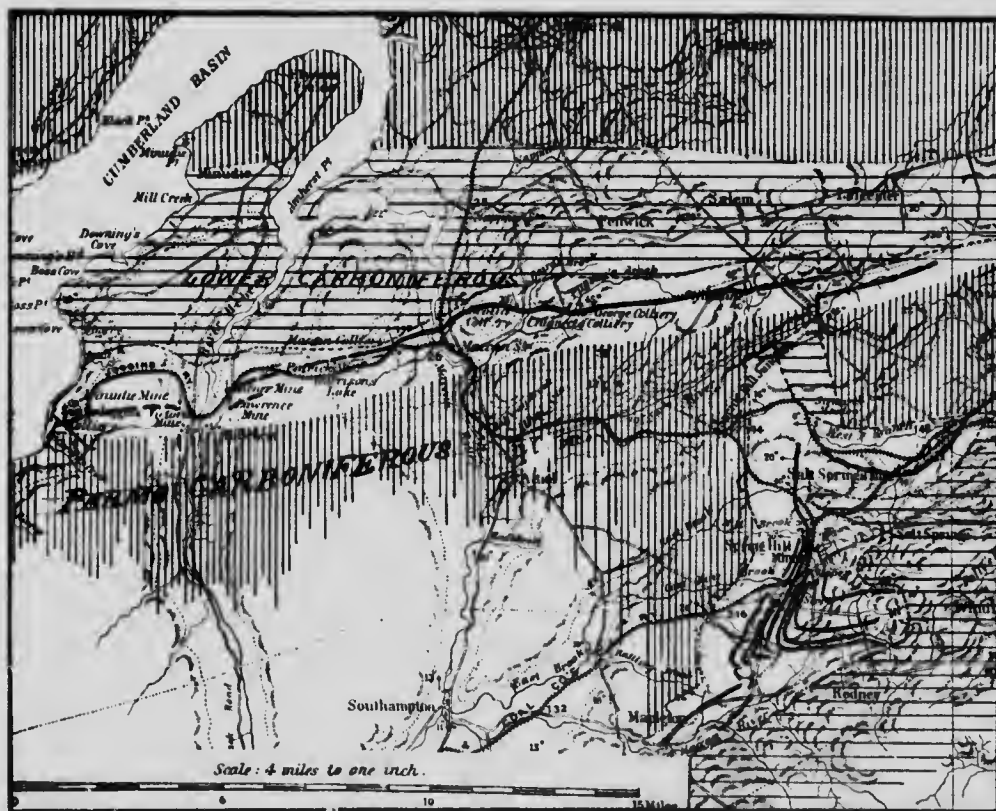


Fig. 1. Coal-fields of Cumberland County, Joggins and Springhill

Jubilee Mine.—The seam mined has 20 inches to 24 inches of coal.

Maccan Colliery.—A section* of the seam measured on the 30° slope which cuts measures dipping at 50° , shows:

* The sections have been taken from "An Economic Investigation of the Coals of Canada," by J. B. Porter and R. J. Durlay, Dept. of Mines, Canada, Mines Branch, Vol. I, Part 2, by Theo. Denis, pp. 50-59.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

Coal..... 1 foot 10 inches.	Coal..... 1 foot 6 inches.	Coal.... 4 feet
Shale.... 3 inches.	Shale.... 4 inches.	Shale... 1 foot.
Coal..... 6 inches.	Coal..... 1 foot 5 inches.	Coal.... 1 foot 3 inches
Shale.... 3 inches.	Shale.... 3 inches.	

Chignecto Colliery.—The seam has: top coal, 3 feet; parting, 1 foot 6 inches; middle coal, 1 foot 6 inches; parting, 5 inches; lower coal, 6 inches. Dip of seam 38°

Styles Mine.—A section of the seam shows: coal, 2 feet; clay and shale, 7 inches; coal, 1 foot 1 inch. The dip is 42°, flattening slightly with depth.

The measures contain a great number of small seams and a few seams of workable size, including two on Chignecto bay, which have sufficient coal to be considered in estimating the reserve. The measures dip to the south to form a synclinal basin, the southern edge of which rests on older rocks which at the time of the deposition of the measures, formed a prominent ridge. Whether the Coal-Measures reach as far south as do the covering rocks, is not known, but it is probable that a concealed field extends to the south of the Joggins field, and judging by the number and thickness of seams in the Springhill area, the Joggins seam should thicken toward the centre of the basin.

SPRINGHILL AREA

The measures exposed at Springhill were deposited nearer the centre of the original basin than were those in the Joggins area. As the number and thickness of the seams is greater here, it is thought that there must be a large body of coal between Springhill and Chignecto bay, though it may lie at great depth.

At Springhill there are three main areas separated by faults, viz.: (1) the Saltspring, (2) the Springhill, and (3) the Mapleton.

1. *Saltspring.*—In this area a broad synclinal block of Coal-Measures and Lower Carboniferous limestones dipping northward, is cut off by an east and west fault. Two small seams, one foot and two and a half feet in thickness, are exposed on Black river. The upper one has been traced by bore-holes to the fault line to the north-east and for a mile and a half westward—a total distance of three and three-quarter miles. The seam does not thicken along the outcrop and probably does not average over 2 feet.

2. *Springhill.*—The most important reserve of coal in the area is found at Springhill. The measures appear to represent the deposits of the central part of the basin of deposition brought to the surface by folding and local elevation. They dip steeply westward toward the concealed field south of the Joggins area and contain five mineable seams besides a few small ones. The section* shown in the mine workings gives a total thickness of 49 feet of coal disposed as follows:

* The Sections have been taken from "An Economic Investigation of the Coals of Canada," by J. B. Porter and R. J. Durley, Dept. of Mines, Canada, Mines Branch, Vol. I, Part 2, by Theo. Denis, pp. 50-59.

Coal, North seam.....	13 feet 0 inches
Measures.....	105 " 0 "
Coal.....	5 " 0 "
Measures.....	130 " 0 "
Coal.....	2 " 4 "
Measures.....	185 " 0 "
Coal, Main or East slope seam.....	11 " 0 "
Measures.....	80 " 0 "
Coal, Black or West slope seam.....	11 " 0 "
Measures.....	100 " 0 "
Coal.....	4 " 0 "
Measures.....	176 " 0 "
Coal.....	2 " 9 "

3. *Mapleton*.—No mining has been done in the Mapleton area which adjoins the Springhill area to the south, and little information is available regarding it. Judging from the thinning of the Springhill seams toward the south, it seems probable that the Mapleton beds were deposited near the margin of the original basin of deposition and that the beds are therefore thin.

ANALYSES BY THE DEPARTMENT OF MINES OF COALS SUPPLIED IN COMMERCIAL SAMPLES
BY MINES IN CUMBERLAND COUNTY, N.S. COAL IS SCREENED AND HAND PICKED

LOCALITY	MOISTURE		PROXIMATE ANALYSIS OF DRY COAL			ULTIMATE ANALYSIS OF DRY COAL					B.T.U. Dried Coal
	Mine	Air Dried	Vol.	F. C.	Ash	C.	H.	S.	N.	O.	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Joggins Colliery.....	1.3	0.6	36.6	44.8	18.6	63.5	4.1	5.4	1.3	7.1	11,590
Minudie Colliery.....	3.8	2.8	35.7	48.8	15.5	64.8	4.4	6.7	1.1	7.5	11,830
Chignecto Colliery.....	3.6	3.2	41.0	45.7	13.3	66.2	4.8	6.4	1.3	8.0	12,150
Springhill--											
No. 2 Colliery.....	2.8	2.0	32.3	58.5	9.2	75.1	4.9	1.6	1.2	8.0	13,370
No. 3 Colliery.....	2.8	2.3	33.5	55.0	11.5	73.1	4.6	1.8	1.8	7.2	13,000

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF NOVA SCOTIA

CUMBERLAND COUNTY

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No	Thickness	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	
Joggins area.....	2	3 to 5 feet	41	B ₂	220,000,000				Large
South edge of syncline									
Springhill..	7	Aggregate 49 ft.	9	B ₂	454,000,000	5	B ₂	250,000,000	
Saltspring ..	1	Aggregate 2 ft.	7	B ₂	8,000,000				
Totals ..			60		682,000,000	5		250,000,000	

COLCHESTER COUNTY

The Riversdale series outcrops north of Truro from beneath Triassic rocks, and in several places contains small seams of coal which are exposed at a point near Kempton on Salmon river, on two branches of North river and at other places.

Overlying the Riversdale series and west of the areas mentioned, conglomerates supposed to be of Lower Carboniferous age, contain a few small seams of coal. The exposures are found mainly in the channels of streams flowing south to Cobequid bay. On Debert river, east of Londonderry, a seam from three feet to three and a half feet in thickness is reported. South of Truro, on Ste-wiacke river, a few small coal-seams occur in what is mapped as the Windsor series of the Lower Carboniferous.

HANTS COUNTY

South of Kemmetcook Corner a few small coal seams are found in banded shales, underlying sandstones and resembling the Horton and Gasperean shales. The sandstones are overlain by limestone containing gypsum. Very thin coal-seams are found, in the so-called Devonian, in the north-east corner of the county on Rocky brook, a branch of Salmon brook.

PICTOU COUNTY

The Millstone Grit contains a few thin coal-seams. A seam on Merigonish island, east of Pictou, is 1 foot 6 inches in thickness and may at some future period be utilized. The Coal-Measures proper are found in two adjacent fault-blocks south of New Glasgow and form the principal coal-field of the county.

The Upper Carboniferous or Permian measures, lying nearly north of the coal-field, contain thin seams at a number of places, including New Glasgow, Tony river, Abercrombie point and Big Caribon island. Coal-bearing Carboniferous Measures may lie beneath these Permian beds, and drilling operations have been intermittently undertaken with the object of proving their occurrence, especially in the area to the north of the Pictou coal-field, but up to the present without success.*

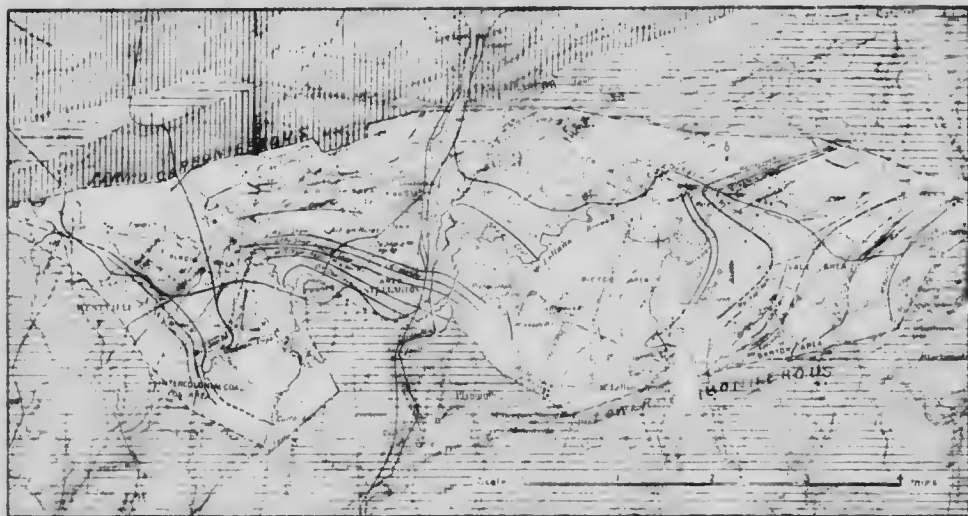


Fig. 2. Pictou Coal-Field

PICTOU COAL-FIELD

The two fault-blocks forming this coal-field are separated by a fault that has a down-throw to the south-west of approximately 2,600 feet. The inclination of the fault-plane is to the north-east but the exact dip is not yet ascertained. Mining operations on seams in the western block have been carried past the surface trace of the fault. The western block forms the Westville

* Additional details of the Pictou fields and a bibliography are given in the following papers by H. S. Poole.

1. The Pictou Coal-Field, *Proc. N. S. Inst. Sc.*, Series 2, Vol. I, 1890-94, pp. 228-343.
2. The Coal-Fields of Pictou County, Annual Report, Geological Survey of Canada (New Series), Vol. XIV, 1901, Part M.

coal-area. It is underlain by Millstone Grit and productive Coal-Measures dipping about 20° to the north-east. The seams in the lower part of the Coal-Measures are supposed to be repeated in the block to the east, but they are not correlated with certainty as the seams supposed to be the repeated ones are much thicker than those in the western block. However, a general thickening of all the seams in that direction has been found in the mines and there is little doubt of their repetition.

THE WESTVILLE AREA

The seams in this area are as follows, in descending order:

The Main seam has been traced from the Culton adit on McCulloch brook to Middle river, a distance of three miles. The thickness, as ascertained by surface drifts and in the mines, varies from 6 feet at the Culton adit to 9 feet 1 inch in workings half a mile to the north-west. At Drummond slope, the mine east of Westville, it varies from 8 to 18 feet. At 4,200 feet down the mine slope, it is 17 feet. In the Acadia colliery at Westville, it seems to have an average thickness of 15 feet, increasing in depth to 17 feet toward the south-east. North-westward the seam thins out and at French's tunnel it is less than 4 feet thick.

The Second seam is 184 to 260 feet below the Main seam, and has not been traced except in the vicinity of the mines where it averages 12 feet. In a bore-hole at Westville it has a thickness of 16 feet 8 inches.

The Third seam lies 107 to 126 feet below the second seam. It is generally spoken of as the 6-foot seam. It is not mined here, so that little is known of its increase of thickness with depth, which, judging by its supposed continuation, does not begin until the Stellarton area is reached.

The Fourth seam lies 90 feet or less below the third seam. It shows 8 feet of inferior coal and probably decreases in thickness with depth, since the Purvis seam, at about the same horizon in the Stellarton area to the north, has less coal.

The larger fault block of the Pietou coal-field extends from the McCulloch Brook fault, west of Stellarton, to Thorburn and includes the Vale and Stellarton coal-areas. The measures contain two series of seams, an upper and a lower, separated by about 1,600 feet of barren rock—mostly shale. The block is tilted toward the north-east and from the western part all the coal-seams of the upper series are eroded. The eastern end, containing the upper series, is bent to form a synclinal basin. The Lower Measures outcrop near Stellarton in a series of long curves, showing that the dip changes from a direction toward the axis of the Vale syncline at the east, to one toward the east and west syncline, which runs along the northern part of the area. An antilinal fold, developed near the fault separating this block from the Westville one, suggests the occurrence of a corresponding syncline at the lower edge of the Westville block. The shales between the two coal horizons occupy a large tract in the centre of the area and also north of Stellarton. Oil shales form the distinctive feature of the measures between the two coal horizons and these beds may at some future date be utilized.

The coal-seams in the eastern, or Vale, area are generally thicker on the eastern and northern edge of the basin. In the Stellarton, or Albion, area the

thicker parts of the seams along the outcrop are near the mines, and all increase in thickness in the direction of the dip, and reach their maximum in the area mined near the Allan shafts.

THE VALE AREA

The highest beds in the district occupy the centre of the basin and in the following descriptive sections they are referred to in descending order.

The Captain seam has been prospected near the Marsh pit in the northern basin where it contains about 3 feet of coal. The seam probably underlies the greater part of the Marsh Pit basin, as well as a smaller basin to the south, where a 4-foot seam has been found.

Barren measures 22 feet 8 inches, containing one small seam of inferior coal.

The Millrace seam is of practically the same character as the overlying Captain seam; it shows 3 feet of coal in the Marsh pit but less in the southern portion of the basin.

Barren measures, mostly clay and hard sandstone, 63 feet 6 inches.

The George Mackay seam has been traced more or less continuously on each side of the basin. At Marsh pit it contains 3 feet 9 inches of coal. Near the north fault the thickness diminishes to 2 feet 6 inches and to the south, as far as it has been traced, there seems to be about 3 feet of coal. Near the railway on the eastern outcrop there is 2 feet of good coal and opposite Vale colliery the seam is 4 feet 6 inches with 2 feet of good coal.

Barren measures, 607 feet.

The Six-Foot seam at the Vale colliery varies in thickness from 3 feet to 8 feet, though 6 feet is its general thickness in the outcrop on the east side of the basin. The western outcrop contains from 10 inches to 1 foot of coal. The diminution is shown in the workings to the west of the slope, which runs north-eastward and is caused by the occurrence of lenticular masses of shale, next the roof.

Barren measures, about 700 feet, supposed to thicken to the westward and change in character to finer grained deposits.

The McBean or eight-foot seam is being mined at the Vale colliery. The outcrop is known definitely only on the eastern side of the basin, the margin of the deposit to the west being mostly concealed. A thickness of 8 feet 2 inches is found near the south corner of the area. At the colliery, the seam is 7 feet 6 inches thick and as far as traced northward an increase to 11 feet is noted. The question of how far westward the seam may be worked can only be surmised from the record in the slope at the Vale colliery, where, at 2,000 feet, the seam decreased from 7 feet 6 inches to 6 feet, and the outcrop to the west, just below the mouth of Marsh brook, of a one-foot seam which may be a continuation of the McBean seam.

Thirty-seven feet beneath the McBean seam, a small coal-seam with a maximum thickness of 2 feet of coal has been found east of Thorburn, and several smaller seams are included in the next 304 feet.

The continuation of the section on McLellan brook from the mouth of Shale brook is as follows: *

* Annual Report, Geological Survey of Canada (New Series), Vol. XIV, 1901, p. 21 m.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

Black shale.....	20 feet 0 inches
Cannel.....	5 " 0 "
Purple and yellow sandstone.....	141 " 0 "
Shale.....	7 " 0 "
Cannel shale.....	4 " 6 "
Yellow sandstone.....	163 " 0 "
Oil shale.....	29 " 0 "
Sandstone and shale.....	58 " 0 "
Sandstone.....	77 " 0 "
Shales.....	390 " 6 "

This section (although many small faults affect the strata near the mouth of McLellan brook) probably fills in the list of measures to the highest coal-seam in the Stellarton area. The cannel seams are very irregular and have not been exploited, so that an estimate of the amount of coal they contain is difficult. Their average aggregate thickness probably amounts to only a few feet.

STELLARTON AREA

The seams, as noted before, increase in thickness toward the north-east and thin out to the east and west. They dip to the north and east and are mined mainly on the west side of East river. The seams, in descending order, are:

A Coal seam 3 feet 6 inches thick in the Stellarton area has been traced by outcrop for a short distance. It has 20 inches of good coal and probably forms a syncline to the north, but past this the ground is broken by faults. Barren measures 1,126 feet.

The Main seam has been mined at several points and is at present worked at the Abion colliery and Allan shafts. It dips to the north about 23° and reaches the bottom of the syncline at the Allan shafts, a distance from the outcrop of three-quarters of a mile.

The seam diminishes in thickness along the outcrop from 34 feet 7 inches on Coal brook near the Albion mines, to 28 feet at the Pictou slopes east of East river, and to 6 feet 9 inches on the south side of a small fault in the McLeod pits. Westward it decreases to 22 feet or less at the Albion colliery. To the north it increases to 33 feet at the Foster pits and to 34 feet 6 inches in the Albion mine. In the Allan shafts its thickness is 45 feet. Barren measures, 148 feet.

The Deep seam varies considerably in thickness. The thickness at the outcrop on Coal creek is about 22 feet. From 1,800 feet down the slope on the Third seam, a cross-cut tunnel gives a section of 33 feet 6 inches. At the Allan shafts to the east the thickness is 20 feet.

Barren measures, with occasional lenses and small coal-seams, from 75 feet to 106 feet.

The Third seam, where it outcrops near the mines on Coal brook, is 5 feet 9 inches thick, diminishing rapidly in thickness to the east and west. The increase of thickness with depth is shown in the mine slope which, at a distance of

1,800 feet from the surface, gives a section of 14 feet 4 inches. It is generally considered as an 11 foot 9 inch seam.

Barren measures varying from 27 feet to 113 feet.

The Purvis seam shows 2 feet 6 inches of coal at the outcrop. In the McGregor pits there is a 4-foot seam that may represent the Purvis, but no direct correlation can be made. It is one of the thin seams that may be workable at some future time.

Barren measures, 77 feet to 145 feet, in some places containing small coal-seams.

The Fleming seam is 3 feet 3 inches thick at the outcrop, increasing to 9 feet 7 inches in the McGregor pits near the Albion mines. This is merely the top part of the McGregor seam.

The McGregor seam at the outcrop is 11 feet 7 inches thick. In the McGregor pits, the section is 14 feet 2 inches of coal. One thousand feet down the slope, the coal is 18 feet 9 inches in thickness. This seam has been traced from the McCulloch Brook fault to the railway at Stellarton.

The underlying measures, 211 feet thick, contain one 3-foot seam which has been traced from Stellarton to McCulloch brook, a distance of about one mile.

Stellar-Coal and oil shale.—A band which at one time was mined for the extraction of oil averages 5 feet in thickness, but east of Coal brook seems to be only half that. In the lower measures of Stellarton the following section shows several coal-seams, but none of them have been traced and it is supposed that they are not persistent.

Seam A—Impure coal, 11 feet, decreasing eastward to 5 feet at old Stellar workings.

	Measures.....	110 feet 6 inches.
<i>Seam B</i>	2 " 0 "	
	Measures.....	75 " 0 "
<i>Seam C</i>	10 " 0 "	
	Measures.....	58 " 0 "
<i>Seam D</i>	0 " 6 "	
	Measures.....	35 " 0 "
<i>Seam E</i>	0 " 6 "	
	Measures.....	39 " 0 "
<i>Seam F</i>	4 " 0 "	
	Measures.....	9 " 0 "
<i>Seam G</i>	2 " 0 "	

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

ANALYSES BY THE DEPARTMENT OF MINES OF COMMERCIAL SAMPLES OF COALS FROM PICTOU COAL-FIELDS WHICH HAVE PASSED OVER A $\frac{3}{4}$ INCH SCREEN AND PICKING BELT

COLLIERY AND SEAM	MOISTURE		PROXIMATE ANALYSIS OF DRY COAL			ULTIMATE ANALYSIS OF DRY COAL					
	Mine	Air dried	Vol.	F.C.	Ash	C.	H.	S.	N.	O.	B.T.U. Dry Coal
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Vale colliery, 6 feet...	2.1	2.1	32.1	50.6	17.3	68.0	4.2	1.0	1.8	7.7	12,020
Allan shafts, Main...	3.6	1.7	33.3	55.4	11.3	74.1	4.6	0.6	1.9	7.5	13,230
Albion, Third.	2.0	...	29.8	55.5	14.7	71.4	4.5	1.4	1.7	6.3	12,580
Albion, Main.....	3.6	1.0	31.4	58.1	10.5	74.2	4.5	0.9	2.1	7.8	(run of mine) 13,180
Acadia, Main.....	1.8	1.6	26.0	64.8	9.2	77.6	4.7	0.9	1.0	6.0	(run of mine) 13,860
Drummond, Main.....	1.4	1.1	24.7	60.8	14.5	72.6	4.3	2.5	2.1	4.0	12,960

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF NOVA SCOTIA
PICTOU COUNTY, NOVA SCOTIA—PICTOU COAL-FIELD

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Vale area...	5	Aggregate 19½ feet	4.7	B ₂	42,800,000			
McLellan's brook...	4	Aggregate 15 feet	3	C	45,000,000			
Stellarton.....	7	Aggregate 96 feet	4.75	B ₂	302,640,000	4.75	B ₂	100,000,000
Stellarton lower seams.....	5	Aggregate 29 feet				4	B ₂	100,000,000
Deep area between Vale and Stellarton.....	7	Aggregate 96 feet				4	B ₂	250,000,000
			9.45	B ₂	345,440,000	12.75	B ₂	450,000,000
			3	C	45,000,000			
Total.....								840,440,000

ANTIGONISH COUNTY

North of Antigonish town on the Hallowell grant, the basal Carboniferous beds have been found to contain a few coal-seams. The shales associated with the coal-seams are, in places, of the nature of cannel. Twenty feet is given as the thickness of the shales, and they are supposed to underlie about 5 or 6 square miles of Carboniferous limestone at Big Marsh. The cannel may be suitable for utilization as an oil shale. On the west shore of Pomquet harbour a small seam of coal 1 foot in thickness is reported.

RICHMOND COUNTY

Several areas of Millstone Grit, with possibly some of the Coal-Measures, are found in shallow basins in this county.

(1) An area reaching from Inhabitants basin east to Bras d'Or lake, covers about eighty square miles. At its western end many pits have been dug in the search for a mineable seam.

(2) A second area in the vicinity of the Strait of Canso is crossed by the Intercolonial Railway from Point Tupper. The eastern edge is faulted against Lower Carboniferous limestone and just east of this, on Little river, coal in a highly inclined seam has been mined. This seam being in disturbed ground, mining has not been continued and the coal has not been traced to any mineable area. An old mine, recently reopened by the Richmond Coal Company, is reported to have shown two seams of 3 and 4 feet in thickness, standing vertically. The basin appears to be greatly disturbed, as the rocks are all pitching at high angles toward the centre.

(3) The third basin runs north from the western end of the first and the only occurrence of coal appears to be an 18-inch seam at Inhabitants basin.

(4) At the southern entrance to the Strait of Canso, the lower part of the Coal-Measures is found in a small area on the east shore, at Bear Head, separated by faults and intervening Lower Carboniferous beds from the Point Tupper area. At Seacoal bay in this area several seams are reported by Mr. J. Rutherford to be nearly vertical in position, having a dip to the southward of 75° , the strike being N. 50° W. Three seams of 4, $5\frac{1}{2}$ and 11 feet in thickness, including shale bands, are reported; but mining has been carried on principally on one 4-foot seam. This area at Seacoal bay (three square miles) and that near the Richmond mine on Little river, are the only areas so far proved to have mineable coal.

INVERNESS COUNTY

INHABITANTS RIVER

The southernmost exposure containing coal-seams is in a small basin at the headwaters of Inhabitants river. As the coal occurs near the centre of the basin and in the upper part of the series, the area underlain by coal-seams is not of large extent. The area is in true basin form, the rocks everywhere dipping toward the centre. The uppermost seam, which is the largest, is 1 foot 8 inches in thickness.



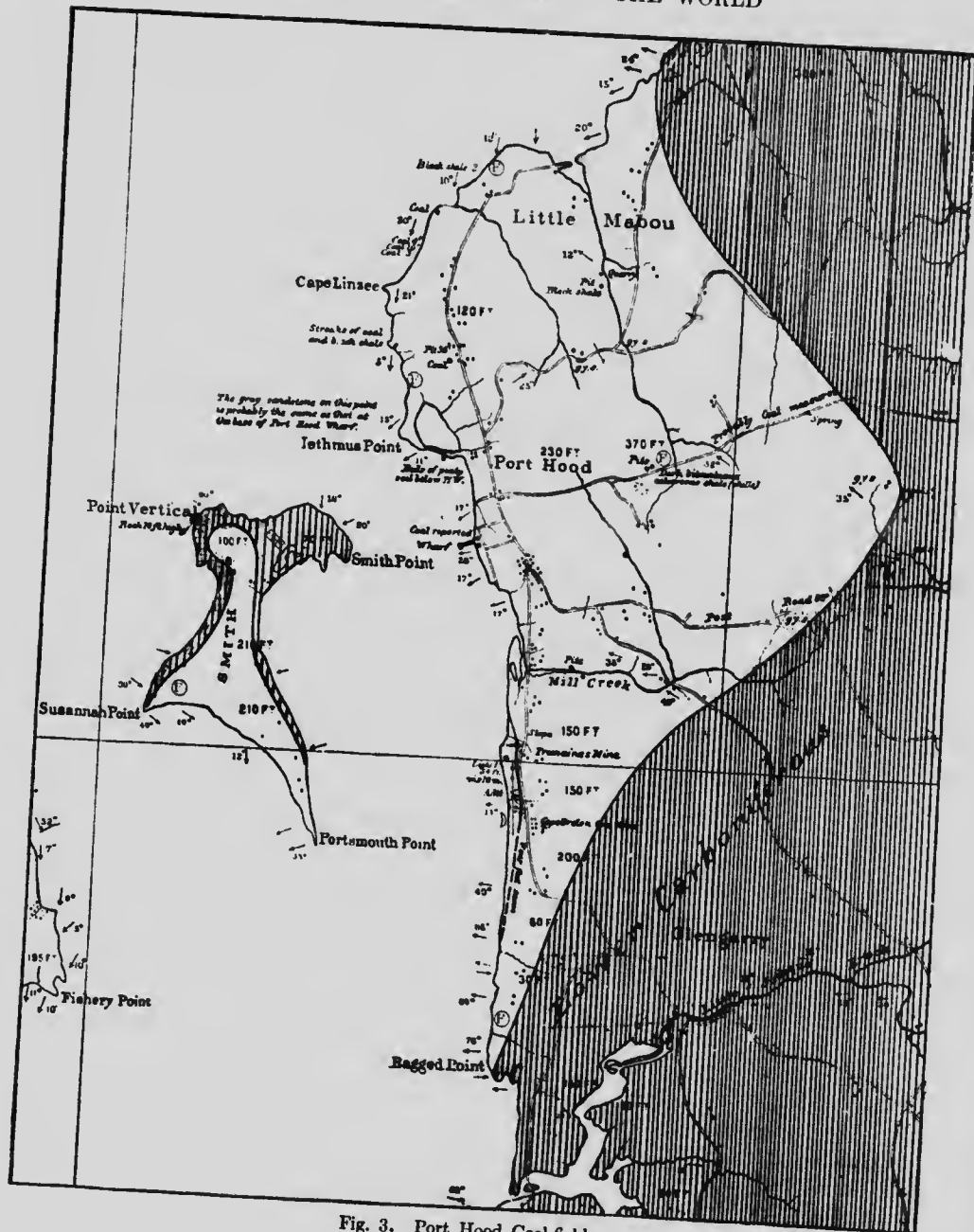


Fig. 3. Port Hood Coal-field
Scale, 1 mile to 1 inch

PORT HOOD

The Port Hood area is made up of a submarine synclinal trough of Coal-Measures with its eastern limb exposed on the shore, and a land area covered by the lower part of the Coal-Measures. The land area contains a few thin seams, one being 20 inches thick, and may be considered as forming a small probable reserve, that is, a strip a mile wide and three miles long may be considered to have 1 foot of coal beneath it. The seam worked at the coast dips beneath the sea at an angle of 21°, flattening to 12° at 2,000 feet from the out-crop. The coal is between 6 and 7 feet in thickness.

MABOU

The Mabou area is submarine, though the Coal-Measures outcrop on Coal Mine and Finlay points. Two seams are known, 6 and 7 feet in thickness, both being mined by slopes. The measures dip seawards at an angle of 75° or higher, but at 540 feet down the slope the dip changes to an easier angle of about 17°.

BROAD COVE OR INVERNESS

At the mouth of Broad Cove river a narrow belt of Coal-Measures, resting on Pre-Cambrian at the south and on Lower Carboniferous at the north, contains several seams, the exact areal distribution of which has not been determined. H. Y. Hind, in 1873, measured the following section of these beds :

Upper Group

Coal, the highest bed	3 feet.	
Strata	340	"
Coal	5	"
Strata	100	"
Coal, main seam	7	"
Strata	240	"
Coal	3	" 6 inches.

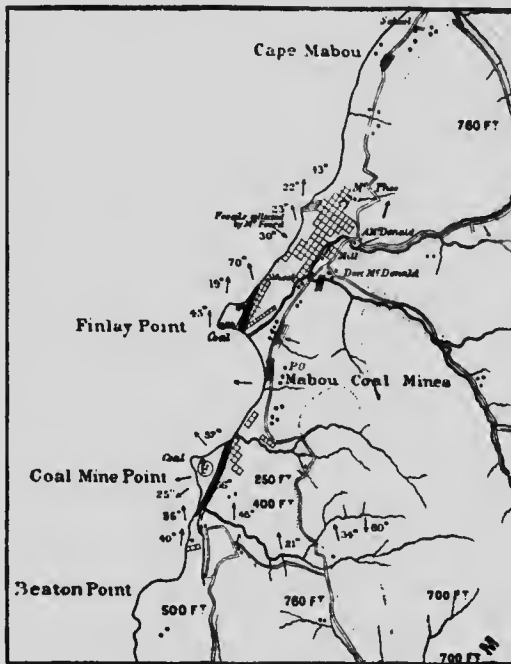


Fig. 4. Mabou Coal-field
Scale, 1 mile to 1 inch

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

Lower Group

Coal.....	2 feet 6 inches
Strata.....	60 "
Coal—thickness unknown.	

Mr. Chas. Robb gives the following section of the same beds:

1. A three-foot seam.
Intervening strata with reported 5 foot seam..... 376 feet.
2. A seven-foot seam.
Intervening strata..... 437 "
3. A four-and-a-half-foot seam.
Intervening strata..... 303 "
4. A three-foot seam.
Intervening strata..... 32 "
5. A three-foot-nine-inch seam.

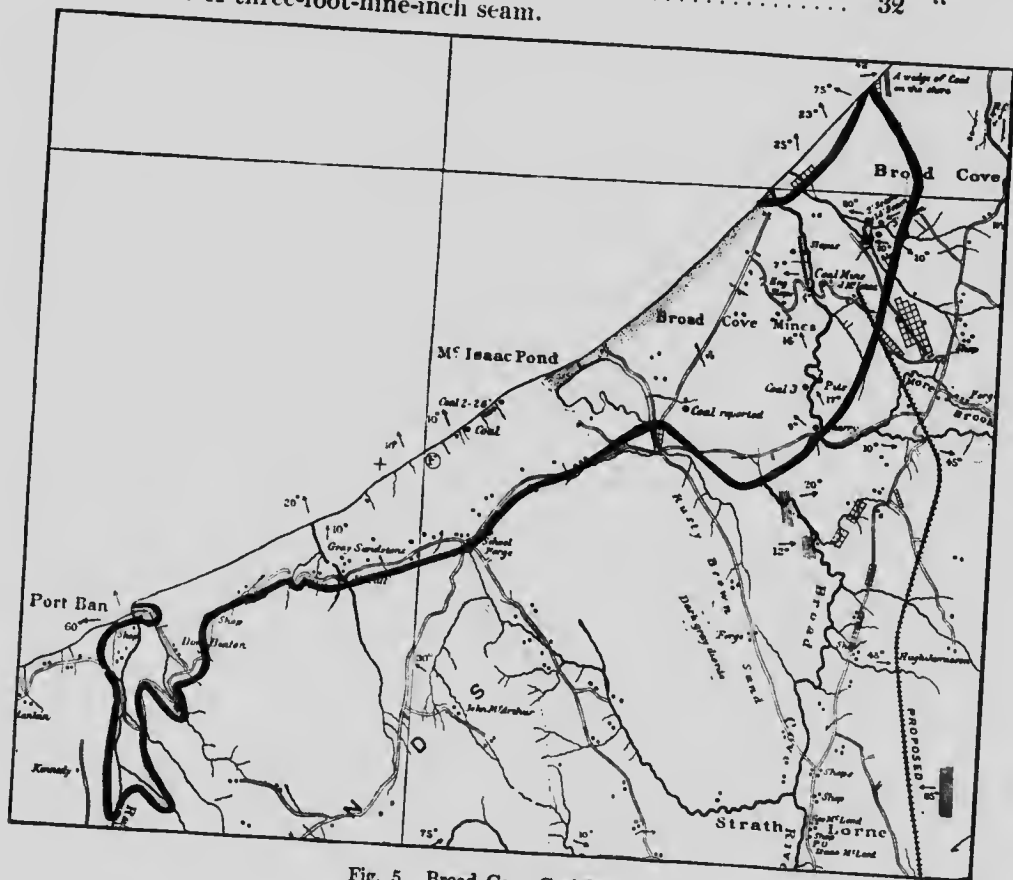


Fig. 5. Broad Cove Coal-field
Scale, 1 mile to 1 inch

It may be expected therefore that an aggregate thickness of 21 feet of coal underlies the marine area but as the lower beds only are found on the land area the thickness there will average about one-third that amount. Mining has reached a point 2,000 feet from shore. The land area is less than five square miles and the sea area, at one mile wide, totals about four square miles.

CHIMNEY CORNER

This field contains a somewhat larger land area than those already described, but it is not thought to contain as many valuable seams. The measures outcrop along the coast from Marsh point to Margaree Harbour. Inland, the width opposite Chimney Corner is about three miles. The land area seems to be a shallow basin with the western edge turned downward towards the sea. In the north-western portion, where the rocks are dipping seaward, the measures contain four coal-seams disposed, according to Professor Hind, as follows:

1. Coal.....	1 foot 6 inches.
2. Strata, about.....	300 "
3. Coal.....	"
4. Strata.....	6 "
5. Coal, main seam.....	3 "
6. Strata.....	200 "
7. Coal.....	3 "

The land area underlain by the above seams is estimated at three-quarters of a square mile. The presence of the lower part of the measures on Margaree island, three miles off shore, opposite the southern part of the field, indicates that the sea area occupies a synclinal trough and is therefore definitely limited by the syncline, seaward; the seams should be mineable, however, to a distance of one mile from the shore. In the land area, a three-foot seam, possibly the lowest one of the above section, has been found, so that part of this area may be included in the available reserve.

FRIAR POINT

A narrow fringe along the shore of Friar point is made up of the lower part of the Coal-Measures. Although no coal is found in the shore outcrops, it seems probable that the measures lying under the sea may be coal-bearing.

CHETICAMP ISLAND

Coal-Measures occur on Cheticamp island in the form of a narrow syncline, the axis of which is parallel to the coast. No coal has been found, but the occurrence of the syncline gives rise to the conjecture that it may be found near the centre of the island.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

ANALYSES BY DEPARTMENT OF MINES OF COMMERCE OF SAMPLES OF COALS THAT HAVE PASSED OVER $\frac{5}{8}$ INCH SCREEN AND PICKING BELT

MINE	MOISTURE		PROXIMATE ANALYSIS OF DRY COAL			ULTIMATE ANALYSIS OF DRY COAL					
	Mine	Air dried	Vol.	F.C.	Ash	C.	H.	S.	N.	O.	B.T.U. Dried Coal
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Inverness mine.....	9.3	7.5	40.0	49.6	10.4	67.2	4.8	6.0	0.9	10.7	12,150
Port Hood mine.....	4.7	3.2	27.1	48.3	14.6	63.7	4.2	7.9	0.8	8.8		11,770

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF NOVA SCOTIA

INVERNESS COUNTY

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
River Inhabitants.....								
Port Hood.....	1	1 foot.....	Land..			1	B ₂	1,000,000
Port Hood.....	1	6 feet.....	Marine			3	B ₂	3,000,000
Mabou.....	2	6 and 7 feet.....	1	B ₂	12,000,000	3	B ₂	12,000,000
Broad Cove—								* 36,000,000
Marine.....	6	Aggregate 21 feet.	4	B ₂	86,000,000			
Land.....	6	Aggregate 7 feet.	4	B ₂	28,800,000			
Chimney Corner—								
Land.....	4	Aggregate 12½ feet	4	B ₂	21,000,000			
Sea.....	1	Aggregate 3 feet		B ₂				
	4	Aggregate 12½ feet				6	B ₂	18,000,000
						2	B ₂	* 25,000,000

* Possible reserve—Moderate.

CAPE BRETON COUNTY

Millstone Grit measures underlie a narrow basin between Loch Lomond and Mira lake. In this area exposures of coal are known to occur at three localities, viz.: on Salmon River road, where two seams each 18 inches thick have been found, separated by a parting which varies from a few inches to 4 feet; near the head of Gaspereaux river; and south of the Gaspereaux River road, where 18 inches of coal occurs.

Millstone Grit also underlies the Coal-Measures exposed at the northern boundary of the county. Near the top of the formation a few seams appear to be persistent and are therefore included in the estimate of reserve.*

SYDNEY COAL-FIELD

(For map see Atlas, Plate 3)

The extreme northern part of Cape Breton county is occupied by the Coal-Measures and underlying Millstone Grit, which, along the Atlantic coast, dip toward the sea at low angles. The beds are affected by a number of folds and minor flexures but there appear to be no important structural breaks and at Sydney Harbour and Indian bay mining operations beneath the sea have shown that the coal-seams are continuous beyond the points where, from a consideration of the structure, faults might be expected to occur. Shallow synclines occur at Bras d'Or, Sydney Harbour opposite Table head and in Morien bay; and low anticlines in Indian bay and at Cape Percy.

A great area of coal-bearing rocks has been removed by erosion; but from the undisturbed condition of the land areas it may be expected that the undersea area is undisturbed and that a large portion of its coal, to a limited distance from shore, will ultimately be utilized.

The Cape Dauphin area in the west, which is separated from the others by the Great Bras d'Or channel, is small and ends against a fault running seaward in which the downthrow is on the east side.

Sydney Harbour cuts off the Boularderie and Sydney Mines district from the Victoria-Lingan area.

Indian bay and Cape Percy bound the Glace Bay district, and the synclinal basin at Port Morien, often called the Cow Bay, or Morien, basin, is separated from the Glace Bay district by the rocks of the Cape Percy anticline.

The coal-seams throughout the whole field are generally very uniform in thickness, although in a few instances they show partings and local interruptions, owing to which there is a little uncertainty as to the correlation of the seams of the various fields.

NOTES ON THE SEAMS

Point Aconi.—This seam is the highest exposed in the field. It outcrops only on Point Aconi, where it has a thickness of 3 feet 2 inches. Measures beneath, about 242 feet.

*See also Descriptive Note on the Sidney Coal-Field, by Hugh Fletcher, B.A., Geological Survey of Canada publication No. 685.

Bonar, Cranberry Head or Seam A of Low Point.—This seam is exposed across Bonar and Plant points in two layers, each 3 feet thick. On Cranberry Head only the lower layer, 3 feet 8 inches thick, is found, and on Low Point, one of the layers outcrops, varying from 2 to 4 feet in thickness.

Measures beneath, practically barren, 218 feet on Boularderie island, 281 feet at Sydney Mines, and 306 feet on the east side of Low Point.

Stubbart, Lloyd Cove, Paint or Carr.—This seam is thick to the west but splits into two at Sydney Harbour. Stubbart and Lloyd Cove seams vary from 7 feet 6 inches at the west, to 8 feet 1 inch in the centre, and 6 feet 4 inches at Sydney Harbour. East of this the Paint seam has 7 feet of coal with a parting of 3 feet. The Carr seams show coal 2 feet, rock 22 feet 6 inches, coal 3 feet 6 inches. Measures beneath, barren of workable seams, 314 feet at the west, 231 feet at Little Bras d'Or, 258 feet on Low Point west shore, and 338 feet on Lingan shore.

Sydney Main, Victoria, David Head, Harbour and Blockhouse.—This seam, under the names given above, can be traced across the various areas. In the west it is a 4-foot seam, the thickness increasing to 6 feet at Sydney Mines. On the east shore of Sydney Harbour its width is 7 feet and in Victoria Mines it is called a 6-foot seam. At David Head the thickness is 7 feet. In the Glace Bay area, at the shore near Bridgeport, it is 7 feet 9 inches, with a parting nearly 3 feet in thickness near the top, leaving six feet of clean coal at the bottom. At Glace Bay the section is 5 feet 2 inches. In the Morien basin, the Blockhouse seam averages about 8 feet.

A small seam underlies the Victoria in the Lingan tract. At the Sydney Harbour shore it is 40 feet below the Victoria seam and has about 1 foot of coal. At David Head, at the east outcrop, it is 30 feet below with 2 feet 5 inches of coal. In the Glace Bay section it varies from 1 foot 9 inches at Bridgeport to 1 foot 5 inches at Glace Bay.

The barren measures to the next seam are from 200 to 300 feet thick west of Sydney Harbour. East of this, on Lingan tract, the thickness varies from 308 feet at Victoria Mines to 235 feet at David Head. At Bridgeport the thickness is 238 feet and at Glace Bay 299 feet. In the Port Morien basin the thickness varies from 319 feet on the north side to 285 feet on the south.

Bryant, Willie Fraser, Fairy House, Bouthelier and Seam D.—This seam, known under the above names at various localities, is probably represented at each end of the field by a small seam 1 foot thick. From Sydney Harbour to Indian bay it averages over 3 feet. In the Glace Bay area, as the Bouthelier seam, it attains a maximum of 4 feet at the north, but decreases to 2 feet 7 inches at the east. In the Morien basin it is not over 1 foot in thickness.

Below this the barren measures vary in thickness, being 78 feet at the west end, 117 feet at Sydney Harbour, 92 feet at Bridgeport and 74 feet at Glace Bay. In the Morien basin the thickness varies from 130 to 107 feet.

Millpond, Edwards, Indian Cove, Number Three, Northern Head, Back Pit, and Seam E.—In the area west of Sydney Harbour the above-named seams are here correlated, as they occur at or near the same horizon. At Millpond-Indian Cove the coal varies in thickness from 3 feet 11 inches to 4 feet 8 inches, and across the harbour, as Number Three and Northern Head, a minimum of 3 feet 6 inches and maximum of 5 feet are found. In the Glace Bay area from 4 feet to

4 feet 9 inches of coal is exposed in pits, etc. In the Morien basin the seam thins down to 3 feet 2 inches and 2 feet. A small seam of cannel coal, averaging 1 foot 3 inches, is found 69 feet below this in the section from Sydney Harbour east to Northern Head. Barren measures (containing, however, the above mentioned cannel seam) average about 100 feet.

Seam F. H. McGilvary, Lingan Main, Phelan, Gowrie and McAulay.—The seams known under these various names appear to belong to one horizon. Starting at the west between 2 and 3 feet thick, this seam thickens, east of Sydney Harbour, to 6 feet 3 inches, and attains a maximum of 8 feet 7 inches at Bridgeport. It is 8 feet 3 inches at Glace Bay, and in Morien basin, it will average over 5 feet.

In the Lingan tract a dirty seam one foot in thickness is found in the underlying sandstones half way to the next important seam. The measures are about 100 feet thick as far east as the Glace Bay area, where they thicken to 215 feet on the north side of Morien basin and decrease to 187 feet at the southern.

Blackrock, Collins, Stony, D. McGilvary, Seam G, Emery, Ross and Spencer.—This series of names is supposed to apply to one seam which lies at the base of the Coal-Measures. In the field west of Sydney Harbour it is a 3-foot seam with, in places, thicker parts such as the "Collins," a 5 foot-seam. East of Sydney Harbour it dwindles to 2 feet 2 inches and 2 feet 6 inches, reaching a minimum at Indian bay. The Emery or Ross seam in Glace Bay basin has a maximum of 5 feet 9 inches. In the Morien basin its equivalent, the Spencer seam, is 5 feet thick on the north side of the syncline and at South Head is 3 feet 9 inches.

The sandstones beneath this seam may properly be placed in the Millstone Grit, and with the exception of a few small seams in the Glace Bay district form a heavy sandstone rib.

MILLSTONE GRIT COAL-SEAMS

The Millstone Grit formation has several seams that are mineable in the eastern part of the field.

Seam H., Lorway, Gardiner, and Long Beach.—This seam is found at Sydney Harbour and runs east to Indian bay, averaging probably 1 foot in thickness. In the Glace Bay area either this thickens or a larger seam beneath starts near Indian bay and is continued as the Lorway or Gardiner, with an average of 4 feet 6 inches of coal. In the Morien basin the Long Beach seam at about this horizon has 1 foot 4 inches of coal on the north and 3 feet 9 inches on the south side of the syncline. Several seams of minor importance occur in the vicinity of Bridgeport basin. The Young seam on the north shore and the Clarke south of the railway appear to be in the same horizon.

Mullins.—The small seam in the Millstone Grit at Little Bras d'Or, as well as the Ingraham seam near Stubbart point, may be the western continuation of the Mullins seam. On the east shore of Sydney Harbour, the thickness is 6 feet, with a parting two feet from the top. Inland to the east the parting thickens and at the Carrol pits is 3 feet; near Bridgeport basin it is 7 feet. In the low country at the head of this inlet the upper part of the divided seam

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

appears to form the Martin seam and the lower is probably thinning out to the south.

Coal Brook.—This seam outcrops from Cochran lake eastward to the shore of Mira bay, with an average thickness of about 1 foot 6 inches.

Tracy.—The outcrop of this seam is to the south of the Morien syncline, and its presence under the anticline between this and Glace bay is said to have been proved by borings at the top of the anticline where crossed by the old railway to Louisburg, or 10 miles west of the present road. The seam has been tested at a number of places along its outcrop from Macdonald lake to Mira bay. The thickness is generally over 5 feet, but there are several partings, leaving a clean portion of 3 feet that is generally mined.

SEA AREAS

Mining operations are being extended under the sea at several points in the Sydney field. Under the entrance to Sydney Harbour, in the mines at Cranberry Head, galleries have been driven on the Main seam to the boundaries of the leaseholds. The Bridgeport mines have galleries on the Phelan seam extending over a mile from the shore of Indian bay and mines at Table Head have galleries one and a quarter miles beneath the sea on the Hub seam. On this seam, at a distance of a mile from the shore, some small rolls or undulations parallel to the coast were passed through. These are the only disturbances in the regularity of the measures and it therefore seems possible to extend the workings everywhere to the limit of haulage and ventilation. In the estimate of the amount of coal, the limit for probable reserves is fixed at three miles from the shore and that for possible reserves at five miles.

ANALYSES BY DEPARTMENT OF MINES OF SAMPLES OF COALS THAT HAVE PASSED OVER $\frac{3}{8}$ INCH SCREEN AND PICKING BELT

SEAM	MOISTURE		PROXIMATE ANALYSIS OF DRY COAL			ULTIMATE ANALYSIS OF DRY COAL					
	Mine	Air dried	Vol.	F.C.	Ash	C.	H.	S.	N.	O.	B.T.U. Dry Coal
Hub seam.....	3.5	2.6	36.5	57.6	5.9	76.7	5.0	2.4	1.6	8.4	13,860
Harbour.....	2.4	1.6	38.6	55.5	5.9	77.0	4.2	3.7	1.5	6.7	14,000
Main, Sydney Mines.....	5.4	4.0	39.0	54.3	6.7	74.9	5.1	2.5	1.4	9.4	13,680
Gowrie seam.....	2.8	...	31.7	53.0	12.3	70.5	4.8	6.4	1.0	5.0	12,620
Phelan seam.....	3.4	1.9	35.0	59.5	5.5	78.6	5.3	1.8	1.4	7.4	14,040
Lingan.....	4.9	3.6	37.3	57.9	4.8	77.6	5.2	1.8	1.6	9.0	13,790
Emery.....	4.0	2.0	35.1	53.8	11.1	73.3	4.9	2.5	1.2	7.0	13,120

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF NOVA SCOTIA

CAPE BRETON COUNTY

Sydney Field, Nova Scotia, Land areas.

Sea area to three mile limit.

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
New Campbellton.....	4	Aggregate 14 feet.	1.73	B ₂	13,073,000	52.0	B ₂	1,291,748,000
Boularderie and Sydney Mines.....	10	Aggregate 36 feet.	22.42	B ₂	295,126,000			
Victoria and Lingan.....	12	Aggregate 46 feet.	11.65	B ₂	125,292,000			
Victoria and Lingan.....	1	Aggregate 1 foot 3 inches.....	3.5	C	4,400,000			
Ice Bay.....	10	Aggregate 43 feet.	30.0	B ₂	411,227,000	47.5	B ₂	1,359,857,000
Glace Bay.....	2	Aggregate 2 feet 9 inches.....	0.36	C	1,009,000	24.0	B ₂	254,420,000
Port Morien.....	9	Aggregate 29 feet 10 inches.....	23.0	B ₂	177,778,000			
Totals.....			92.66	B ₂ C	1,022,496,000 5,415,000	168.5		4,064,317,000

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

GROUP II

INCLUDING SEAMS OF 2 FEET AND OVER, AT DEPTHS BETWEEN 4,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
West of Sydney Harbour*	10	Total 31 ft.	21	B ₂	734,000,000
East of Sydney Harbour*	11	Total 40 ft.	40	B ₂	1,648,000,000
Port Morien.....	9	Total 25 ft.	10	B ₂	257,000,000
Totals.....			71		2,639,000,000

* Marine fields three to five miles from shore.

NEW BRUNSWICK

(For map see Atlas, Plate 2)

The Carboniferous Coal-Measures, developed in great thickness in Nova Scotia, seem to be almost altogether absent in New Brunswick. The underlying coarse-grained series, here generally correlated with the Millstone Grit, is found to contain a few small seams of coal. The formation covers a large part of the province, and as the rocks are nearly horizontal, small beds of coal that are not deeply covered may be cheaply mined. Exploration shows that one horizon at least contains coal, disposed in two thin seams, separated by a varying thickness of shale and sandstone. Where the parting is narrow, the two seams may be worked together. The upper of the two seams has been found with a maximum thickness of 30 inches, and over several mineable areas averages about 22 inches. The lower is seldom over 10 inches in thickness.

QUEEN'S COUNTY

AREAS MINED

Near the head of Grand lake, three small areas are being mined, in the vicinity of Minto, Coal creek, and Salmon river. The seam mined has a very light cover at several places and the coal is often obtained by stripping. At most of the mines the parting between the two seams is too great to allow of both being mined, so that only the upper coal, 18 to 22 inches in thickness, is extracted. With the small overburden the expenses of mining are small and all the coal of the seam is extracted.

KENT COUNTY

Beersville, connected with the Intercolonial Railway at Coal Branch station, is the centre of a small mining industry. They are here working an 18-inch seam, supposed to be the same as the one mined at Grand Lake. In exposures a short distance away, the seam is only 10 inches thick, so that the mineable area is probably less than that at Grand lake.

KING'S COUNTY

A narrow basin of Millstone Grit to the south of the main area, and connected with it near Moncton, has been prospected near Dunsinane, with the result that on Stones brook an 18-inch seam has been discovered and some small shipments of coal have been made.

OUTLYING DISCOVERIES OF COAL

Most of the exposures noted in the following notes are of thin seams that are not of present importance except in determining the limits within which mineable areas may be found by boring.

QUEEN'S COUNTY

An exposure of coal near Clones Settlement, having 2 feet 9 inches of coal, was proved by boring to be a local thickening of the seam and no mineable area was located.

FUNBURY COUNTY

A 5-inch seam is recorded as being exposed on the north-west branch of Oromocto river near the western boundary of the county.

YORK COUNTY

Small seams, probably not of workable thickness, are found on the Nashwaaksis river north of Fredericton.

GLOUCESTER COUNTY

Thin seams of coal are reported to occur at several places along the shore of Chaleur bay; but they are not of present value. At Clifton a seam from 8 to 16 inches thick has been found and near Caraquette one from 6 to 10 inches thick.

NORTHUMBERLAND COUNTY

On Dungarvon river a 12-inch seam is exposed and near Doaktown, on the south-west Miramichi river, a thin seam is reported.

WESTMORELAND COUNTY

In a boring one mile north of Moncton, 16 inches of coal is reported.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

ST. JOHN COUNTY

Anthracite coal mixed with shale was found at Lepreau in a thick seam, but as the amount of coal is small no mining has been done.

CHARACTER OF THE COAL

The coal is bituminous and contains in places a large percentage of sulphur and ash, which can be reduced by hand-picking, so that the cleaned output is equal to the Nova Scotia steam coals. The character of the merchantable output from the Grand Lake mines is shown in the following analysis, by the Department of Mines, of samples from King's mine:

Moisture in mine.....	1.3%	Carbon.....	70.3%
Air dried.....	0.9	Hydrogen.....	4.6
		Sulphur.....	5.8
Volatile matter.....	32.2%	Nitrogen.....	0.6
Fixed Carbon.....	53.4	Oxygen.....	4.3
Ash.....	14.4	Ash.....	14.4
	100.0		100.0

AMOUNT OF COAL

An estimate made by Professor Bailey in the Report of Progress, Geological Survey, 1872-73, page 224, gives:

Area—Newcastle coal-field about.....	32 square miles.
Salmon River coal-field about.....	32 “ “
Coal Creek coal-field about.....	48 “ “

112 square miles.

“Adopting 20 inches as the average thickness of the coal-seam and 79.4 pounds as the weight of a cubic foot of coal (sp. g. = 1.27) and deducting one-fourth for the area occupied by Salmon river and Grand lake, the total amount of coal within the area in question would be (at the rate of 2,000 pounds to the ton) not less than 154,948,147 tons.” (138,346,560 metric).

To this may now be added the Beersville area, approximating five square miles, and about four square miles at Dunsinane.

THE COAL RESOURCES OF NEW BRUNSWICK

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Grand Lake.....	1	22 inches .	112	B ₂	138,000,000
Beersville and Dunsbane.....	1	18 to 20 inches...	9	B ₂	13,000,000
Totals..			121		151,000,000

ONTARIO COAL-FIELDS

(For Map see Atlas, Plate 1)

The slope to James bay, from a short distance north of the height of land, is a gently sloping plain on which inequalities in the surface of the consolidated rocks are covered by deposits of boulder clay and, near the bay, by recent marine deposits. In the boulder clay, masses or lenses of woody material, the remains of former swamps covered by an upper boulder clay, now form lignite deposits, though not at the present time of economic value. The light cover makes extraction easy and a cheap fuel may be derived from it in the future either by using it on the ground or by briquetting for transport. The area in which the material occurs is probably less than ten square miles, and 25 million tons is estimated as the extreme amount available.

MANITOBA COAL-FIELDS

(For Map see Atlas, Plate 4)

The Cretaceous rocks exposed in the western part of Manitoba are all marine deposits except a thin basal series called the Dakota sandstone, which lies unconformably on Devonian limestone. Thin streaks of coal occur elsewhere in this sandstone formation, but have not been found within the boundaries of the province. On the higher part of the Cretaceous plateau of western Manitoba, undenuded remnants of Tertiary beds are found, the most prominent being a hill called Turtle mountain on the international boundary, south of

the town of Brandon. The hill rises from a nearly level plain of Cretaceous marine shales, and is found to be composed mainly of sands and light coloured shales which seem to have been deposited in fresh water. It is an outlier, once connected with the large area of similar beds in Saskatchewan. The lower slopes have been explored at several points by boring and small lignite seams have been discovered. The upper slopes have not been prospected and it seems possible that they may contain the eastern prolongation of seams found in similar beds in the western area. An estimate of the amount of coal can include, in the present state of our knowledge, only that underlying a small area on the slopes at the west end of the hill, where the lower seams are workable.

SASKATCHEWAN COAL-FIELDS

(For Map see Atlas, Plate 4)

Two coal-bearing formations are exposed in Saskatchewan. The higher is probably Tertiary in age, being comparable to the Fort Union group of North Dakota.

The Tertiary beds cover a wide extent of country in the southern part of the province where they form the lower portions of the Cypress hills, the greater part of Wood Mountain plateau and the ridge or belt of elevated land forming the northern extension of the Missouri Coteau. Eastward they form a shallow, synclinal basin in the Souris River valley, and occupy some of the higher country to the north. Outliers containing some of the lower beds may occur in portions of the country to the east, but these are not expected to prove of value as coal lands.

The lower coal-bearing horizon is the Belly River division of the Cretaceous. This formation resembles the Tertiary in colour and in the character of its fossils, but is separated from it by Cretaceous marine beds.

Tertiary Coal, Fort Union beds.—The Tertiary beds are exposed in the hilly country of southern Saskatchewan, and the underlying measures, outcropping in small gullies and river banks, contain lignite seams many of which, especially in the Souris valley, are being mined. At the Estevan mines, an 8-foot seam produces most of the coal extracted. This seam is reported to increase in places to 15 feet in thickness to the north-east. North of the Estevan field, coal has been reported to occur at the following places:

Near Cullen, 16 feet coal; 45 feet cover.

Near Arcola, 14 feet coal, 22 feet shale, 4 feet coal; 80 feet cover.

Near Wauchope, 8 feet coal; 250 feet cover.

In the hills west of Souris river coal is known to occur at the following places:

TOWNSHIP*	RANGE†	MERIDIAN	COAL-SEAMS
1.....	22	West of 2nd	Seams 3 feet and 5 feet.
1.....	23	West of 2nd	Seams 1 foot 6 inches and 1 foot.
1.....	28	West of 2nd	Coal lease, thickness of seam not given.
1.....	29	West of 2nd	Seam 18 feet.
1.....	23	West of 3rd	Seam 2 feet 6 inches.
2.....	6	West of 3rd	Seam 4 feet.
3.....	19	West of 2nd	Seam 6 feet.
3.....	22	West of 2nd	Seam 9 feet.
4.....	15	West of 2nd	Seam exposed at water's edge.
4.....	16	West of 2nd	Two seams 7 feet each.
4.....	23	West of 2nd	Seam 5 feet near Bengough.
4.....	27	West of 2nd	Coal leases granted, thickness of seams not given
4.....	2	West of 3rd	Seams 5 feet 4 inches and 6 feet.
4.....	8	West of 3rd	Coal lease granted, thickness not given.
5.....	25	West of 2nd	Seam 5 feet.
5.....	28	West of 2nd	Seam 5 feet.
5.....	1	West of 3rd	Seam 1 foot.
6.....	18	West of 3rd	Seam 2 feet.
6.....	22	West of 3rd	Seams 1 foot 3 inches.
7.....	27	West of 2nd	Seam 7 to 9 feet.
7.....	29	West of 2nd	Coal lease granted, size of seam not specified.
7.....	21	West of 3rd	Coal lease granted, size of seam not specified.
7.....	24	West of 3rd	Coal lease granted, size of seam not specified.
7.....	29	West of 3rd	Coal lease granted, size of seam not specified.
9 and 10.....	28	West of 2nd	7 to 9 feet of coal in banks of valley.
12.....	24	West of 2nd	Two seams 2 feet and 3 feet 4 inches.

* Townships are numbered from the boundary line northward.

† Ranges are numbered west from specified meridians.

It will be seen from the above table that coal-seams of workable thickness are found over a very large area. Including all the ground over which the formation extends, the area is 11,840 square miles. In the estimate of the reserves half the above area is considered to be underlain, probably, by 4 feet of coal.

In the western part of the field the coal is generally brown in colour; in the central portion it is very nearly black and has the appearance of a sub-bituminous coal, but does not stand weathering.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

ANALYSES OF MINE SAMPLES, BY THE DEPARTMENT OF MINES

LOCALITY	MOISTURE		PROXIMATE ANALYSIS OF DRY COAL			ULTIMATE ANALYSIS OF DRY COAL					
	Mine	Air dried	Vol.	F.C.	Ash.	C.	H.	S.	N.	O.	B.T.U. Dry Coal
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Taylorton.....	28.6	18.0	42.9	49.0	8.1	59.8	4.8	0.6	1.0	25.7	10,690 9,650
Estevan.....	30.9	18.2	40.0	43.2	16.8	57.7	4.3	0.5	1.0	19.7	

PROXIMATE ANALYSES OF OUTCROP SAMPLES

LOCALITY	MOISTURE	Vol.	F.C.	Ash
	Air dried Coal			
Halbrite.....	22.14%	33.66%	38.84%	5.36%
Webster.....	24.10	34.24	55.71	10.05

Cretaceous coals, Belly River formation.—This formation is exposed in the Saskatchewan valley, in the western part of the province. In Alberta the top of the formation is generally marked by a coal-seam. In Saskatchewan a few isolated exposures of coal occur in the upper part of the formation, varying from a 4-foot seam at the Saskatchewan river to isolated exposures in the northern part where a maximum of eight feet is reported. The eastern extension of the formation probably thins out beneath the marine beds which cover it in that direction. Southward it is overlain by the shales of the upper Cretaceous; this has been proved in a bore-hole at Maple Creek, where at a depth of 196 feet the 4-foot seam was located. A second seam, 7 feet thick, was found 100 feet below the first, at Maple Creek, so that although the upper seam may not be exposed over much of the area outlined, the second may be looked for in the southern part.

Seams found in borings or natural exposures have the following thicknesses:

- 8 feet at Brock.
- 2 feet at Kerrobert.
- 8 feet at Salvador.
- 4 feet at Unity.

The seams north of the Saskatchewan river do not appear to be persistent, so that trustworthy estimates of the amount of coal can be made for small

areas only. The seams south of the Saskatchewan are more uniform, and a larger area in that district is therefore believed to be coal-bearing, though much of it is covered by other formations.

PROXIMATE ANALYSES OF OUTCROP SAMPLES

LOCALITY	MOISTURE	Vol.	F.C.	Ash
	(Air dried Coal)			
Kerrobot.....	21.32%	34.00%	39.93%	4.75%
Unity.....	16.29	32.19	38.64	12.88
Brock.....	25.70	26.95	28.42	18.93

Middle Cretaceous coals.—A few occurrences of coal in the Dakota sandstone have been reported. This formation is exposed along the base of the Cretaceous plateau through Manitoba and into Saskatchewan, south of the Churchill river. At one place east of Lac la Ronge, a lignite seam, 2 feet 6 inches thick in the lower part of the Cretaceous escarpment, was traced for three and one-quarter miles.

PROXIMATE ANALYSIS OF OUTCROP SAMPLE

Moisture	Volatile	Fixed carbon	Ash
11.23%	30.97%	34.80%	33.00%

THE COAL RESOURCES OF SASKATCHEWAN

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
			Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
	No.	Thickness						
Belly River coal.....	1	Maximum 8 feet.	18	D ₂	108,000,000	1,500	D ₂	11,000,000,000
	2	4 feet and 7 feet..	..	..	..	5,700	D ₂	22,800,000,000
Tertiary coal.....	..	Maximum 18 feet.	288	D ₂	2,301,000,000	5,900	D ₂	23,600,000,000
Totals.....	..	..	306	..	2,412,000,000	13,100	..	57,400,000,000

ALBERTA COAL-FIELDS

(For Map see Atlas, Plate 5)

Coal is found in three distinct horizons in the Cretaceous, separated by shales of marine origin. The lowest, named by Dawson the Kootenay formation, is practically the base of the Cretaceous, and is considered of that age from its fossil flora; it lies just above the Fernic shale now known to be of Jurassic age.

Above this the Dakota formation, or a series of sandstones of about that horizon, contains plant remains but does not appear to be coal-bearing in an economic sense, and not till the top of the Belly River formation is reached do beds appear, indicating land conditions of sufficiently long duration for the formation of coal. The coal horizon in the Belly River formation contains but few coal-seams, but its areal distribution makes it important.

The third coal horizon is at the top of the Cretaceous and includes part of the Fort Union formation, which is, in Alberta, a fresh-water deposit. The brackish and fresh-water deposits which are coal-bearing, thus seem to have been formed at the close of the Cretaceous and are found in beds called by Tyrrell the "Edmonton" formation. The three coal horizons are then as below:

Edmonton and part of Paskapoo formation.
Belly River formation.
Kootenay formation.

PA KAPOO COALS

The coal-seams in the lower part of the Paskapoo formation are not continuous over large areas, but in some places the areas that are mineable are large enough to be important. The Paskapoo is not here tabulated as a coal horizon distinct from the Edmonton coal-bearing beds beneath it. The coals of the Cypress hills also, although generally called Tertiary, are supposed to be in the horizon of the Edmonton.

SUMMARY OF THE COAL RESOURCES OF ALBERTA

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Tertiary beds.....		2 feet				2,520	D ₁	23,721,000,000
Edmonton and lower Paskapoo beds, top seams.....			15,645	D ₁	272,600,000,000	6,830	D ₁	149,100,000,000
Edmonton beds, Ed- monton seams.....			9,590	B ₃ , D ₂	111,097,000,000	20,340	D ₁ , B ₃	268,161,000,000
Belly River beds.....						25,974	B ₃ , D ₁ D ₂	189,450,000,000
Kootenay measures.....			32	B ₂	884,800,000	711	A ₂ B ₁ , B ₂	100,000,000 43,022,000,000
			33	A ₂	669,000,000			
				B ₁	1,142,000,000			
			25,300		386,392,800,000	56,375		673,554,600,000
Arranged in the follow- ing classes of coal.....				D ₂			D ₂	26,450,000,000
				D ₁	382,500,000,000		D ₁	464,821,000,000
				B ₃	1,197,000,000		B ₃	139,161,000,000
				B ₂ , B ₁	2,026,800,000		B ₂ , B ₁	43,022,600,000
				A ₂	669 000,000		A ₂	100,000,000
					386,392,800,000			673,554,600,000
Less coal mined to 1911.....					20,000,000			
					386,372,800,000			
GROUP II, including seams of 2 feet or over between depths of 4,000 and 6,000 feet.....						203	B ₁	12,700,000,000

The Paskapoo and upper Edmonton beds occupy an area of 24,779 square miles all of which is, with the exception of 2,304 miles, included in the estimate for the underlying seams. The Cypress Hills area contains only 216 square miles.

EDMONTON FORMATION COALS

The Edmonton formation is a series of beds formed at sea-level, or slightly above it, during the period of emergence of the central part of the continent from the sea and before its greater elevation during Tertiary times. A few coal-seams are found above the limits of brackish water formation, but most of the thicker deposits are supposed to have been derived from vegetation growing at low altitudes. The rocks of this division cover a large part of southern Alberta. The beds form a synclinal basin reaching from latitude 49° to about latitude $55^{\circ} 30'$. The axis of the syncline is west of the centre and follows the general line of disturbance represented by the Rocky mountains. The eastern limb dips very slightly to the west, but in the western limb, in the foothills, steeper dips appear as the beds outcrop from beneath the Tertiary sandstones which occupy the centre of the syncline. Toward the north the dips are less pronounced and the trough broader, so that the formation is exposed over a larger area, and the coal-seams increase in thickness.

A group of seams which in places unites into one thick bed is found at the top of the Edmonton. The aggregate thickness of this group, south of the Bow river, is only about 5 feet, but it thickens steadily in a north-west direction. At Calgary, in the form of a single seam it is 13 feet thick, covered by 1,800 feet of Tertiary sandstone and clay. The maximum thickness is found on the North Saskatchewan river west of Edmonton where it outcrops as a 25-foot seam. A northward extension of this seam is split into at least two 10-foot seams where the Grand Trunk Pacific railway crosses the Pembina river.

About 500 to 600 feet below the thick seam a series of smaller seams persist throughout the exposed eastern outcrop of the Edmonton from near the boundary line to north of Edmonton. These seams are mined at Edmonton, Tofield, and various points between the Grand Trunk Pacific and Canadian Pacific main lines. The seams outcropping at Edmonton, belonging to the lower part of the formation, underlie approximately 29,930 square miles beyond the boundaries of the areas underlain by the upper seams, giving a total area containing available coal of this formation, of 52,405 square miles.

The coal of this basin shows a gradual change in character from lignite, in the extreme north-eastern part, to a coking coal in the foothill areas. The following analyses from outcrop samples show this change in the case of the coal of the upper horizon.

LOCALITY	Moisture	Vol.	F.C.	Ash
Head of Pembina river (west of axis)	4.32%	33.43%	56.47%	5.14%
Williams Creek, Red Deer river (west of axis)	4.97	36.87	51.05	4.11
Mitford, Bow river (west of axis) . .	4.41	40.32	48.27	7.00
Crowfoot creek (east of axis)	11.25	35.59	47.24	5.92
Saskatchewan river (east of axis) . .	11.88	55.31	47.06	5.08

The character of the seams mined at Edmonton is shown in the following analyses of large samples:

1. Stratheona mine, near high level bridge, south side of river, seam 100 feet above Clover Bar seam.
2. Parkdale mine (now closed), in the city of Edmonton, Clover Bar seam, 200 feet below surface.
3. Standard mine, bank of river below city, Clover Bar seam, near level of river.

	Moisture	1	2	3
Mine		22.7%	22.5%	23.5%
Air dried		18.2	18.2	19.8

PROXIMATE ANALYSES OF DRY COAL

	1	2	3
Volatile	41.0%	37.8%	42.0%
Fixed carbon	47.6	51.3	49.9
Ash	11.4	10.9	8.1

ULTIMATE ANALYSES OF DRY COAL

	1	2	3
C	62.9%	65.3%	65.6%
H	4.5	4.6	4.5
S	0.4	0.4	0.4
N	1.3	1.2	1.3
O	19.5	17.6	20.1
B.T.U.	10,730	10,910	11,360

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF ALBERTA, EDMONTON FORMATION

GROUP 1

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
TOP OF EDMONTON FORMATION								
South and east of Cal- gary.....	1	Average 5 feet...	3,600	D ₁	20,000,000,000	3,600	D ₁	8,000,000,000
North to Red Deer.....		Average 10 feet...	2,400	D ₁	25,600,000,000	1,200	D ₁	13,400,000,000
Red Deer to Wetaska- win.....		Average 15 feet...	3,000	D ₁	50,000,000,000			
Wetaskawin to Saskat- chewan river.....		Average 20 feet...	1,620	D ₁	36,000,000,000		D ₁	1,300,000,000
Saskatchewan to Atha- baska.....		Average 25 feet...	5,000	D ₁	140,000,000,000			
Western upturn.....		Average 10 to 25 ft.				5,630		126,400,000,000
Totals.....			15,645	D ₁	272,600,000,000	6,830	D ₁	149,100,000,000
EDMONTON SEAMS								
Beneath above areas.....		8 to 10 feet.....					D ₁	50,000,000,000
Smoky river.....		5 feet.....				12,000		60,000,000,000*
Athabaska.....	2	Aggregate 10 feet.....				1,200	D ₁	14,000,000,000
Edmonton district.....	3	Aggregate 15 feet.....	3,225	D ₁	53,900,000,000		D ₁	50,000,000,000
Beaver lake to Bow river.....		Aggregate 8 feet...	6,314	D ₁	56,000,000,000		D ₁	22,000,000,000
South of Bow river.....		Aggregate 2 feet...				5,856	D ₁	13,000,000,000
Outer foothills north.....		Aggregate 10 to 50 feet.....	51	B ₃	1,197,000,000	308	B ₃	2,816,000,000
Outer foothills south.....						976	B ₃	7,345,000,000
Totals.....			9,590		111,097,000,000	20,340		268,161,000,000

* Possible reserve—Large.

GROUP II

SEAMS OVER 2 FEET THICK AT DEPTHS BETWEEN 4,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Big Horn Horizon and Edmonton coals.....	2,304	D ₁	25,500,000,000

COAL OF THE BELLY RIVER FORMATION

An area of about 19,000 square miles in eastern Alberta is underlain by this formation. A belt along the borders of the area is generally considered to be the best part of the field, on account of the occurrence in it, near the top of the formation, of a very persistent coal-seam which has been eroded from a large part of the exposed area. In the northern part of the area the seams appear to be thin. Near Medicine Hat, in the river banks, two seams, each about 5 feet thick, are exposed; westward a seam of better grade coal is mined at Taber, while the seam mined at Lethbridge supplies a still better coal. This change in the quality of the coal is the result of pressure possibly due to a former greater overburden, and partly to the forces which uplifted the mountains. The change in character of the coal as the mountains are approached is shown in the following proximate analyses.

LOCALITY	Moisture	Vol.	Fixed Carbon	Ash
Redcliff near Medicine Hat.....	20.54%	33.26%	41.15%	5.05%
Ten miles west of Medicine Hat.....	16.82	31.90	43.98	7.30
McPhee mine.....	11.35	29.98	51.63	7.04
Taber mine.....	7.21	39.18	46.36	7.22
Galt Collieries, Lethbridge.....	4.73	34.61	50.43	9.89

In the foothills, where these measures are exposed in several bands, the coal is generally much harder than in the plains area and is often a good coking coal. The following analyses, compared with those above, show the alteration due to greatly increased pressure.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

LOCALITY	Moisture	Vol.	Fixed Carbon	Ash
Stoney Reserve, Morley.	1.2	41.30%	48.60%	8.84%
South Branch Sheep Creek.	2.56	35.88	50.64	4.98

The extension of the beds beneath those of the Edmonton formation has been proved by several bore-holes. The depths at which the top of the formation has been struck at various places and the thicknesses of the seams at these points are:

Tofield,	depth, 1,050 feet; coal, 4 feet.
Edmonton,	depth, 1,400 feet; coal, 6 feet.
Calgary,	depth, 2,562 feet; coal, 5 feet.
Calgary,	depth, 2,656 feet; coal, 7 feet.
Calgary,	depth, 2,875 feet; coal, 4 feet.

East of Medicine Hat, in Saskatchewan, two seams are found where the formation is pierced by a well at Maple creek. One seam, 195 feet from the surface shows 4 feet of coal; the other, 292 feet from the surface shows 7 feet of coal.

In the Peace River valley, the Dunvegan series, which is considered to be of about the same age as the Belly River beds, though possibly representing a separate land area, contains a few outcropping coal-seams. The beds occupy a shallow synclinal trough similar to that of the Edmonton formation. The channels of the Peace and Pine rivers cut through the Dunvegan series in the vicinity of St. John exposing the lower shales. In the eastern part, only thin seams have been found, but to the west seams 2 feet in thickness have been discovered.

Commercial samples from two of the mines in the Lethbridge district tested for the Department of Mines, gave the following analyses:

LOCALITY	MOISTURE		DRY COAL			DRY COAL					B.T.U.
	Mine	Air dried	Vol.	F.C.	Ash	C.	H.	S.	N.	O.	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Mine at Taber.....	11.0	11.7	36.0	49.9	14.1	64.5	4.7	1.4	1.5	13.8	11,040
Mine at Lethbridge.....	8.4	7.9	37.5	51.5	11.0	66.5	4.9	0.8	1.7	15.1	11,710

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF ALBERTA, BELLY RIVER FORMATION

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Peace River area	1	1 foot				4,300	D ₁	5,000,000,000
<i>Seams of middle part Belly River formation</i>								
Raymond to Red Deer	2	3 to 5 feet				3,500	D ₁	11,000,000,000
Northern part		1 foot				3,840	D ₂	20,000,000,000
						3,675	D ₂	4,000,000,000
<i>Seams at top of Belly River formation con- tinuing beneath Ed- monton formation</i>								
West side—								
Sounding creek	1	1 foot				1,925	D ₂	2,000,000,000
West to Red Deer	1	2 to 3 feet	*4,500			4,800	D ₁	28,000,000,000
							B ₃	
Lethbridge, north- west to Calgary	†to 7	5 to 29 feet	*7,610			1,750	B ₃	96,000,000,000
Wetaskawin and Ed- monton		5 feet	*3,080			420	B ₃	19,000,000,000
East side—								
Irvine south		3 feet	†216			984	D ₁	4,000,000,000
Manville north		5 feet				180	D ₂	450,000,000
						25,974		189,450,000,000

* Under Edmonton. † Under Tertiary.

KOOTENAY FORMATION COALS

As this formation is at or near the base of the Cretaceous and not far above the Carboniferous and Devonian limestone, it is deeply covered in the undisturbed areas east of the mountains and is exposed only in the uplifted fault-blocks that form the Rocky mountains, and at the crests of anticlines in the foothills.

The formation attains its maximum thickness of over 3,000 feet in the Elk River valley. The thickness is reduced somewhat toward the north, and to a greater extent in an eastern direction, as at Moose mountain, and to the east of the main range of the Rockies, where the formation seems to be only about 200 feet thick. The amount of coal varies with the thickness of the formation.

As the general system of mountain building has resulted in the formation of a series of fault-blocks which dip generally to the west, these blocks often have remnants of the softer Mesozoic beds along their western slopes, so that where the coal-bearing beds are present they occur in long strips lying against the up-thrust edge of the succeeding block to the west. Many of the areas are monoclinical blocks, but a few synclinal troughs are found. The coal is generally bituminous and of high grade. Semi-anthracitic to anthracitic varieties also occur and, as a whole, the formation produces the most valuable coal in Canada.

The Alberta areas are found both in the outer ranges and in the foothills, from near the international boundary, northward to beyond the Athabaska river. North of that latitude most of the coal-bearing areas occur in the foothills. In the following paragraphs the areas are described, beginning at the south.

NORTH KOOTENAY PASS

At the head of the south fork of the Old Man river, a narrow band of Kootenay rocks, lying near the fault line of the outer range of the Rockies, has been prospected and at least one workable seam has been found. The area is not being mined.

COLEMAN

This field, in the form of a narrow strip of coal-bearing beds, crosses the Canadian Pacific railway at Coleman. Coal occurs in about 500 feet of the measures, but the important seams lie within a thickness of about 300 feet. Three of the principal seams are 16 feet, 10 feet and 8 feet thick, respectively. The seams all dip west.

(For map see Atlas, Plate 6)

BLAIRMORE-FRANK

The Blairmore-Frank area lies in a large fault-block, broken by many vertical faults and folds, one of which, of greater throw than the rest, exposes the underlying limestones for a distance of upward of twelve miles. The seams of the Kootenay formation are exposed in several bands which together constitute a mineable area of wide extent. Where the area is crossed by the railway, mines are in operation at Passburg, Bellevue, Hillcrest, Frank

and Blairmore. The measures at Blairmore contain about 50 feet of coal in seams of 10, 17, $3\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, 17 and 6 feet, respectively. At Bellevue the section gives the following seams, 9, 17, $4\frac{1}{2}$, 15, 4 and $3\frac{1}{2}$ feet, respectively.

LIVINGSTONE

This basin lies west of the Livingstone range and may be reached through the valleys of the Oldman, Highwood and Sheep rivers. It is wider than most of the other basins and is divided at the north end by the upthrust and anticline of Mount Rae, and by a less important anticlinal upraise at the south. In the north, on Sheep creek, the section gives thirteen seams with an aggregate content of 43 feet of coal. At the extreme south, the section at Cat mountain gives a possible 21 seams with 125 feet of coal. This area is not being mined, although considerable prospecting has been done.

MOOSE MOUNTAIN

This area is in the foothills west and south of Calgary. An anticline, faulted in places on its eastern limb, exposes limestone beds in an oval shaped

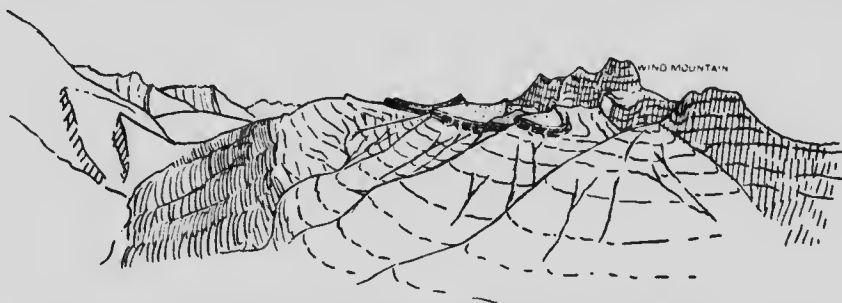


Fig. 6. Sketch of Cretaceous Coal-bearing Measures east of Wind Mountain, Alberta.

area. Around this about 200 feet of the Kootenay beds are exposed. The coal-seams are 7, 8 and 20 feet in thickness, and it is thought that about 15 feet of coal can be mined. Coal is also found in the overlying Belly River beds of the vicinity.

KANANASKIS WATERSHED

A portion of the Elk River coal-field crosses the Kananaskis watershed, which forms the boundary between the provinces of Alberta and British Columbia. The seams of the lower part of the measures are found there. One seam 13 feet thick has been uncovered, but little prospecting has been done.

CASCADE

The block which contains the coal-bearing beds of this field extends from south of the Kananaskis river, north to near the Saskatchewan river. It is narrowed at the north end of Cascade mountain by an anticline, so that the

coal-bearing beds are there interrupted, but for a distance of nearly ninety miles it forms an almost continuous coal-field. The southern end is narrowed south of Kananaskis to a small remnant folded against the fault bordering the western edge of the coal formation. On the divide between the Bow and Kananaskis rivers, fifteen seams aggregating 85 feet have been discovered. Near the Kananaskis river, additional seams at the top of the section add 12 feet to this thickness. As denudation has removed a portion of the beds, the most of the coal occurs in the middle and lower seams which are the important ones in the field. The upturn of the upper portion into trough form is shown in the sketch (Fig. 6).

Along the valley of the Bow river the measures present are the remnants of a formerly large series, which has been eroded in the process of valley-making, and the lower seams only are found. These are mined at Canmore and were formerly mined at Anthracite. In the valley of the Cascade river, the eastern flank of Cascade mountain is composed of westerly tilted Kootenay beds dipping to a fault-plane, and partially overridden by the limestones of Cascade mountain. These measures are being mined at Bankhead by entries from the Cascade valley. The coal is mostly anthracitic and approaches anthracite in the part opposite Banff.

PALLISER

This area, situated east of the Cascade coal-field, on a branch of the Red Deer river, contains about six square miles. A 5-foot seam is known, dipping



Fig. 7. Sketch of Costigan Coal-Field, Alberta.

west toward the Palliser range, which is a block of Devono-Carboniferous strata, faulted and pushed up, probably, over the Cretaceous.

COSTIGAN

The measures in this field occupy a triangular basin the western edge of which is composed of the upturned beds. The measures are thinner here than

in the area to the west, and the conglomerate which marks the top of the formation is present, with some of the Dakota formation also. The sketch in Fig. 7 illustrates the attitude of the beds and the general position of the seams, which lie in the lower part of the measures. In the outcrops, at the eastern edge of the basin, five seams are found, aggregating 18 feet of coal. On the upturn at the west, the coal content is 26 feet and four seams are of mineable thickness. On the most easterly outcrop only one mineable seam appears.

SHEEP CREEK (RAM CREEK)

Kootenay measures have been found in bands crossing this stream, but no detailed examination of the beds has yet been made. Two bands or strips occur within the mountains and another at the fault line outside the first range; a fourth, probably a continuation of measures brought up by the Brazeau Hills fault and anticline, is being mined at the Saskatchewan. It is known as the Shunda Creek basin.

BIGHORN

This coal-field consists of a large block of Lower Cretaceous measures, uptilted on its eastern margin. The western border is a fault line along which the succeeding mountain ridge is pressed against uptilted beds of the Cretaceous basin. The coal-bearing rocks in the western part, where upturned, are in a very crushed condition, the mineable areas occurring along the eastern outcrop and in cross valleys. The width of the basin from the eastern outcrop to the fault line averages about seven miles, and at the centre of the syncline the coal horizon would be at depths below those possible for mining. The basin extends from the south side of the Saskatchewan valley, north, to the north branch of the Brazeau river, a distance of forty-six miles. G. S. Malloch, who mapped the southern part, has estimated that in a length of thirty miles there are eighty-seven square miles of mineable land with a coal reserve of 6,600,000,000 tons. The ascertained coal content at a number of places is as follows:

Bighorn river, south end of basin.....	9 seams, 52 feet.
Wapiabi creek, north of above basin.....	3 seams, 22 feet.
George creek, north of above basin.....	14 seams, 88 feet.
Blackstone creek, north of above basin..	9 seams, 66 feet.
Chungo creek, near north end.....	6 seams, 26 feet.

A 20-foot seam has been opened on the Brazeau river, where the measures cross the main stream, and a few small seams are found on the north branch.

The coal is a bituminous, coking coal of good quality. The following are analyses of outcrop samples:

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

LOCALITY	Seam		Moisture	Volatile	F.C.	Ash	Sulphur	B.T.U.	Coke
	feet inches		%	%	%	%	%		
Bighorn river.....	4	6	0.99	23.17	68.24	7.60	0.57	13,448	Firm
Bighorn river.....	6	0	0.87	21.47	70.39	7.27	0.66	13,721	Firm
Wapiabi creek.....	5	2	0.90	30.80	64.88	3.36	.....	.....	Firm
Near Blackstone creek.....	14	5	1.85	26.99	62.79	8.37	0.45	12,456	Friable
	11	8	1.05	22.59	68.99	7.37	0.47	14,146	Firm
Chungo creek.....	5	9	1.18	23.18	71.08	4.56	0.52	14,068	Firm
	6	7	1.04	22.61	68.89	7.46	.....	.....	Firm

SIUNDA CREEK

An upthrust of limestone crossing the North Saskatchewan river in front of the Bighorn range, has beds of the Kootenay exposed on its western slope. The beds outcrop for an unknown distance and apparently form a basin. The dip at the eastern edge is about 20°. Four seams are found, 7, 14, 7 and 4 feet in thickness, a total of 32 feet. Mining operations are being inaugurated and a railway from the east is under construction.

NIKANASSIN

The measures in the Nikanassin basin are a continuation of those in the Bighorn, and extend from the north branch of the Brazeau river to the headwaters of the McLeod river. A fault crosses the range diagonally and the trend of the northern part of the basin is deflected to nearly west. The measures have been prospected at the south end and are known to contain three workable seams, 5 feet, 3 feet 10 inches, and 7 feet thick, respectively. Near the centre, where the fault divides the field, five seams, aggregating 44 feet, are found. The western end is narrowed by a fault, the extreme end being crushed and broken. Seams of 21 feet, 7 feet 6 inches, and 4 feet 6 inches, are found in the undisturbed part.

WEST OF McLEOD RIVER

An antiline of the Kootenay rocks outcrops south-east of Folding mountain on the west fork of the McLeod river. This is possibly a continuation of the Folding Mountain antiline which crosses Brulè lake on the Athabaska. On the eastern limb, where the dip is about 70°, seams are reported having the following thicknesses—2 to 3 feet, 8½ feet, 4 feet, and 28 feet. On the western limb the same seams occur, including a 50-foot seam which is probably a continuation of the two lower ones of the eastern limb.

The areal extent of the measures has not been ascertained, consequently the amount of reserve is estimated only for the field prospected by private companies. The coal is reported to be bituminous, with about 65 per cent. fixed carbon and 20 per cent. or more of volatile matter.

FOLDING MOUNTAIN

Folding mountain is made up of Devonian and Carboniferous limestone, forming an unbroken antilinal dome. The eastern limb of the antiline is possibly bounded by a fault of small throw, but a small patch of Lower Cretaceous rocks are exposed, and in this nearly vertical seams of 12 feet, 4 feet, 2 feet, and 6 feet, have been traced.

BRULÉ LAKE

The antiline of Folding mountain pitches north-west and in front of Bulrush mountain which forms the outer edge of the Rockies, at Brulé lake, the lowest beds exposed are of the Kootenay formation. In these beds, seams of 10 feet, 12 feet, and 5 feet have been found. No mining is being done, but a railway, crossing the coal-field, is under construction. The northern limit of the field is not ascertained, but, from the general topography, it is probable that it extends into the foothills as far as Smoky river, and is closely connected with another area within the mountains on Moose creek. The mountains separating these two fields at the Athabaska, become lower to the north, consequently the coal-beds, which overlie the limestones forming the ranges, may continue in that direction and may join those of the Brulé lake northern extension.

ROCHE MIETTE AND MOOSE CREEK

The fault-block, referred to above as separating this area from the Brulé Lake coal-field, is deformed by folding and minor faults. In the overlying beds containing coal, similar folds and faults occur and the field is partially divided at the south end by a fault which becomes a compound fold near the Athabaska. This apparently decreases to the north and there are, on the south side of the Athabaska, two fields in which mining operations may be carried on—a synclinal trough and a monoclinical block with a westward dip. The western portion is being mined at Poehontas. North of the Athabaska, seams have been exposed in the valley of Moose creek and along the Athabaska.

BAPTISTE RIVER

In the small area at the head of Baptiste river (indicated on the map) the coal-bearing rocks are exposed in a synclinal trough in which six or seven seams, ranging from 2 to 4 feet in thickness, occur. At another locality on the same watershed, a seam 16 feet thick has been discovered.

MUSKEG RIVER

On Muskeg river just in front of the outer range of the mountains, coal-bearing beds occur in several antilinal folds, and three seams are known, 11 feet 6 inches, 25 feet and 7 feet in thickness, respectively.

UNEXPLORED AREAS

Although the very thick deposits of the Kootenay formation thin out to the north-east, they have been found to be coal-bearing north of the Athabaska

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

river, and beds of similar age in northern British Columbia are also coal-bearing; it is probable therefore that the foothills of the Rocky mountains, beyond the boundary between the provinces of Alberta and British Columbia, may contain valuable coal-fields. The larger part of the area in British Columbia is unexplored, but in Alberta discoveries of coal have been made that carry the known exposures of Kootenay coals to near this boundary line.

The following analyses of commercial samples of Kootenay coals from the mines in the vicinity of both branches of the Canadian Pacific railway, tested for the Department of Mines, show their general character.

LOCALITY	MOISTURE		PROXIMATE ANALYSIS OF DRY COAL			ULTIMATE ANALYSIS OF DRY COAL					
	Mine	Air dried	Vol.	F.C.	Ash	C.	H.	S.	N.	O.	B.T.U. Dry Coal
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Coleman, No. 2 seam.....	2.0	0.7	25.1	55.1	19.8	68.5	4.0	0.4	1.0	6.3	11,720
Coleman, No. 4 seam.....	2.0	0.6	23.9	59.9	16.2	72.6	4.3	0.6	1.0	5.3	12,530
Passburg, Leitch colliery....	1.9	1.0	27.0	55.1	17.9	70.0	4.4	0.6	1.0	6.1	12,240
Hillcrest, Hillcrest colliery....	3.0	1.3	29.3	55.4	15.3	70.4	4.2	0.6	1.0	8.5	12,460
Hillcrest, Bellevue colliery....	0.9	0.2	27.6	56.9	15.5	71.5	4.3	0.8	1.0	6.9	12,380
Cascade Coal-field											
Canmore mine.....	1.2	0.9	17.2	70.5	12.3	74.6	3.8	0.8	1.6	6.9	13,210
Bankhead mine.....	1.1	0.5	12.6	73.3	14.1	76.6	3.6	0.6	1.0	4.1	13,080

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF ALBERTA, KOOTENAY FORMATION
GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVE (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Head of south fork Old Man.....	1	10 feet.....				5	B ₂	50,000,000
Coleman.....	6	Aggregate 38 feet.....				30	B ₂	1,000,000,000
Blairmore-Frank.....	6	Aggregate 50 to 57 feet.....				90	B ₂	4,500,000,000

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF ALBERTA, KOOTENAY FORMATION—*Continued*

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Livingstone.....	1	Aggregate 10 feet, Storm creek.....				21	B ₂	230,000,000
Livingstone.....	13	Aggregate 43 feet, Mist and Sheep creeks.....				22	B ₁ , B ₂	1,000,000,000
Livingstone.....	17	Aggregate 43 to 125 feet, High- wood and Liv- ingstone.....				300	B ₂	25,000,000,000
Kananaskis watershed.	2	Aggregate 10 and 12 feet.....				9	B ₂	90,000,000
Cascade.....	10	Aggregate 50 feet.	2½	A ₂ B ₁	68,000,000	Kananaskis		
".....	20	Aggregate 80 feet.	3½	A ₂ B ₁	97,000,000	Kananaskis divide		
".....	25	Aggregate 100 feet	8	A ₂ B ₁	890,000,000	Kananaskis divide		
".....	26	Aggregate 106 feet	3	A ₂ B ₁	325,000,000	Marsh-Mine hill		
".....	8	Aggregate 38 feet.	2	B ₁	57,000,000	Canmore to Three Sisters		
".....	5	Aggregate 25 feet.	11	A ₂ B ₁	174,000,000	Canmore to Bankhead		
".....	12	Aggregate 60 feet.	3	A ₂ B ₁	200,000,000	Bankhead north		
".....	6	Aggregate 40 feet North of Bank- head area.....				3	A ₂	100,000,000
".....	2	Aggregate 7 feet, Panther Creek				2	B ₂	17,000,000
".....	24	Aggregate 114 feet Red Deer north				9	B ₁ , B ₂	850,000,000
Moose mountain.....	3	Aggregate 15 feet.				12	B ₂	200,000,000
Palliser.....	2	Aggregate 5 and 2 feet.....				6	B ₂	30,000,000
Costigan.....	5	Aggregate 18 feet.				12	B ₁	90,000,000
Ram creek.....	1	Aggregate 4 feet.				5	B ₂	5,000,000*
Bighorn. General esti- mate by Malloch, less areas prospected						74	{ B ₁ } { B ₂ }	5,500,000,000

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF ALBERTA, KOOTENAY FORMATION—Continued

GROUP I.

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Saskatchewan	2	Aggregate 13 feet	1	B ₂	10,800,000			
Bighorn	6	Aggregate 42 feet 10 inches	5	B ₂	140,000,000			
Wapiabi	3	Aggregate 20 feet	1	B ₂	26,000,000			25,000,000
Smith creek	3	Aggregate 20 feet	1	B ₂	17,000,000			17,000,000
Blackstone	8	Aggregate 60 feet	4	B ₂	198,000,000			
Chungo	3	Aggregate 26 feet	2	B ₂	43,000,000			40,000,000
Shunda	3	Aggregate 32 feet	5	B ₂	160,000,000	15	B ₂	1,000,000,000
North and South							B ₂	1,000,000,000*
Main Brazeau	4	Aggregate 35 feet	6	B ₂	120,000,000		B ₂	90,000,000
	3	Aggregate 15 feet				8	B ₂	400,000,000
Nikanassin	5	Aggregate 14 feet	3	B ₂	105,000,000	Below 1000 ft Same area.	B ₂	105,000,000
	5	Aggregate 20 feet					B ₂	50,000,000
	3	Aggregate 33 feet				9	B ₂	290,000,000
	3	Aggregate 15 feet	4	B ₂	34,000,000	8	B ₂	120,000,000
West fork McLeod	4	Aggregate 42 feet				10	B ₂	210,000,000
Folding mountain	4	Aggregate 24 feet	1	B ₂	31,000,000	2	B ₂	70,000,000
Brulé lake	3	Aggregate 25 feet				8	B ₂	260,000,000
Roche Miette	3	Aggregate 30 feet				6	B ₂	200,000,000
	2	Aggregate 15 feet				3	B ₂	15,000,000
Moose creek	5	Aggregate 22 feet				3½	B ₂	65,000,000
	2	Aggregate 11 feet				2	B ₂	4,600,000
	6	Aggregate 43 feet				12	B ₂	240,000,000
	3	Aggregate 25 feet				12	B ₂	100,000,000
Head of Baptiste	6	Aggregate 15 feet				10	B ₂	147,000,000
Head of Muskeg river	3	Aggregate 43 feet				3	B ₂	12,000,000
				B ₂	884,800,000		B ₁ , B ₂	43,022,600,000
				B ₁	1,142,000,000		A ₂	100,000,000
				A ₂	669,000,000			
Totals			65		2,695,800,000	711½		43,122,600,000

*Possible reserve—Large

GROUP II

INCLUDING SEAMS OF 2 FEET AND OVER, AT DEPTHS BETWEEN 1,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Coleman.....	6	38 feet	6	B ₁	200,000,000
Blairmore.....	6	50 feet	10		500,000,000
Livingstone.....	17	75 feet	70		5,800,000,000
Bighorn.....	8	60 feet	97	B ₁	5,500,000,000
Main Brazeau.....	2	35 feet	3		130,000,000
Nikanaasin.....	3	15 feet	6		170,000,000
	5	40 feet	6		300,000,000
In Jasper Park	2	20 feet	5		100,000,000
Totals.....			203		12,700,000,000

BRITISH COLUMBIA

The important coal-bearing rocks of British Columbia are of Cretaceous age; the areas are not continuous as they are in Alberta, but are more or less isolated and must be correlated mainly on fossil evidence. The measures are in many cases of great thickness and are coal-bearing in at least two distinct stages; the lower and older stage including the Coal-Measures of Queen Charlotte islands, those of Quatsino sound on Vancouver island, and those of the Crows Nest Pass in the Rocky mountains; and the upper including the Coal-Measures of Nanaimo and Comox and probably those of Suquamish. The coal is generally bituminous though partly altered to anthracite in several localities through local disturbance of the beds.

Many basins filled by sedimentary deposits of Tertiary age are distributed throughout the province. In some of these, lignite beds of excellent quality are found. Outflows of igneous material have partly covered these deposits and the consequent alteration of portions of the beds has produced valuable steam coals. The exact geological ages of the measures in many of the fields are uncertain, as they are known only by a few outcrops of coal-seams; they are therefore arranged geographically in the descriptions which follow, grouped under:

- Southern British Columbia.
- Central British Columbia.
- Northern British Columbia.
- Vancouver Island.
- Queen Charlotte Islands.

Approximately the grades of coal represented in the British Columbia reserve, Group I, may be arranged as follows:

A ₂	1,349,950,000
B.....	34,700,000
B ₂	63,076,292,000
B ₃	2,418,000,000
C.....	1,800,000,000
D.....	4,136,000,000
D ₂	1,060,000,000
	<hr/>
	73,874,942,000

GROUP II

Southern British Columbia, 11 square miles, B₂, 2,160,000,000 metric tons.

SOUTHERN BRITISH COLUMBIA

FLATHEAD RIVER

The Kootenay formation (Lower Cretaceous) which contains the valuable coal deposits of the Rocky mountains attains its greatest thickness on Elk river. Outliers are found on Flathead river, the largest occurring on the west side of the valley about twelve miles north of the international boundary. A series of low, wooded hills surrounded by limestone mountains forms a basin of small extent that may be a fault-block. The eastern outcrop shows beds dipping west 20° and seams 20 feet, 30 feet, 16 feet, and 50 feet thick, are exposed. This area is now being prospected and promises to prove a valuable field though it may be broken by faults or folds. The coal is bituminous and apparently clean.

Further north in the valley, between limestone mountains, a block of similar rocks is found on edge and has been traced by following a 50-foot seam for about two miles; but owing to the nearly vertical attitude of the seam, this area will not produce as much coal as the first mentioned locality. A third outlier occurs near the North Kootenay Pass in the form of a narrow strip of northerly dipping coal-beds, cut off or upturned on the north against an upthrust limestone block. Several seams have been found in the belt.

CROWS NEST

This field contains the most important body of coal that is being mined in the province. It is in basin form, covering an area of 230 square miles, surrounded by uplifted lower beds. Some faulting occurs in the basin but most of the disturbed beds, at the outer margin near the lines of uplift, have been deeply eroded, so that the measures now seem to occupy an elevated plateau. This is illustrated in Plate 7 in the Atlas, a reduction of Mr. McEvoy's map.

Most of the heavy seams occur in the lower 2,000 feet of the measures. At Sparwood mountain, near Michel, a further thickness of 2,000 feet in the upper part of the measures contains a number of thin seams, mostly cannel or

coal having a high percentage of volatile matter. The Morrissey section at the south gives a thickness of 3,700 feet of coal-bearing beds. The covering beds are mostly coarse sandstones and conglomerates and are of great thickness.

The coal content, in natural sections at a number of places, including only seams over 1 foot thick, is as follows:

- At Morrissey 23 seams give 216 feet of coal in 3,676 feet of measures.
- At Fernie 23 seams give 172 feet of coal in 2,250 feet of measures.
- At Sparwood 23 seams give 173 feet of coal in 2,050 feet of lower measures.
- At Sparwood 24 seams give 43 feet of coal in 2,015 feet of upper measures.

The seams shown in the upper measures in the Morrissey section thin out before reaching Fernie, but at Fernie there seems a possibility that there may be other lower seams that are not included in the section, so that the basin appears to have a fairly constant coal content of nearly 172 feet in 23 seams, with, possibly, an additional 40 feet contained in the thin seams of the upper measures. The mines at present operating lie along the railway; they are: *Michel*, situated in the valley of Michel creek; *Hosmer*, on the western edge of the basin; *Coal Creek*, near Fernie in the valley of Coal creek; *Morrissey*, situated in the valley of Morrissey creek; and *Corbin*, situated on an eastern outlier.

The seam worked at Corbin occupies a synclinal trough pitching to the north. The trough occupies the western part of the hill and the eastern edge appears to be sharply folded downward to the east. About 80 feet of coal is found in this seam where it has been prospected along the horizontal outcrop. The seam is faulted and buckled as shown in the north face of the hill where a mass of coal is being mined by a series of tunnels. The basin at the top of the hill has little cover over the coal at its south end and an area there, with coal 125 feet thick, is being stripped and will be mined by steam shovel and shipped by a switchback railway descending the hill on the west side.

UPPER ELK RIVER

North of the Crows Nest coal-area, the mountains are disposed in ridges corresponding to the axes of narrow, parallel fault-blocks, with a generally north and south alignment. The eastern boundary of British Columbia follows the upturned eastern edge of one of these blocks from the Crows Nest Pass northward to the head of Elk river, and the rocks exposed on its westward slope consist of limestones and quartzites of Carboniferous and Permian age. On the lower slopes, the Triassic red shales and Jurassic dark shales are seldom seen, although probably present. The character of the topography indicates that the Lower Cretaceous sandstones, containing the coal-bearing beds of the Kootenay formation, form a long narrow strip in the valley. The north end is probably over-ridden by the limestones of the next succeeding block. At the south, an upturn near the fault on the west seems to indicate the occurrence of a syncline which probably continues north for over half the length of the block. Towards the centre, the basin widens and includes an area of the same measures capping an easterly-dipping, contiguous block to the west, known as the Green Hills area, thus forming apparently a wide syncline.

The measures here are continuations of those of the larger coal-field to the south, but only in places are the whole of the coal-bearing beds known to be present. At the south end there are about twelve seams with 80 feet of coal. On Lewis creek eight seams are reported, one of which is 31 feet thick. At Aldridge creek, seven seams, having 68 feet of coal, were explored by tunnels, and on the eastern face of the hill eighteen seams with 182 feet of coal were found in a thickness of 1,400 feet of the measures. The western or Green Hills section contains ten seams with 97 feet of coal. The area is therefore a valuable one and contains a large reserve. Assays show the coal to be very similar in character to the coals from the Crows Nest field.

BULL RIVER

Loose pieces of lignite have been found at the mouth of this stream on Kootenay river and indicate a possible Tertiary outlier in the valley.

NORTH FORK OF KETTLE RIVER

A small Tertiary outlier has been found at the head of this stream, west of Arrow lake, but the seams so far found are not of economic importance.

MIDWAY

Two small areas of Tertiary rocks in which some coal has been found, occur near Midway. Another area is reported on Rock creek near Kettle river. As the areas are small, and mineable seams have not been reported, the available reserve of coal is unknown.

OKANAGAN

Small areas of Tertiary rocks occur west of Okanagan lake, but development work has been done only near Park Hill at White Lake post office, where a shaft was sunk on a 2-foot seam. The character of the coal is shown in the following analysis:

Moisture.....	1.59%
Volatile matter.....	33.95
Fixed carbon.....	55.36
Ash.....	9.10

Small seams are reported to occur at Trout creek also, near the southern end of Okanagan lake.

PRINCETON

In the valley of Similkameen river at Princeton, Tertiary coal-bearing rocks occupy a depression in Palæozoic and possibly Mesozoic strata. This basin is reported by Charles Camisell, of the Geological Survey, to contain an important reserve of coal. The formation is thus described:

“Oligocene.—These sedimentary rocks alone in the northern part of the district cover an area of nearly fifty square miles, the basin being fourteen miles

long with a variable width of from three to five and a half miles. They consist of thick beds of sandstone, with clay, shales and several seams of lignite. The base of the series appears to be a very coarse-grained sandstone containing many large, rounded, white feldspars in a matrix of calcareous material. This rests on the eastern side of the basin of the Copper Mountain series of rocks, while on nearly all other boundaries the sediments dip under the more recent volcanic rocks which lie as sheets on them. In parts also these volcanics have thrust themselves through the sediments and now appear as islands in the older rocks. The strata do not now lie horizontally but have been tilted at low angles, making an irregular series of folds. Some faults also occur."

The coal is not distributed in seams that can be correlated, but the formation contains a workable seam. Borings in different parts of the basin have shown the following seams:—At Princeton three seams, 4 feet 6 inches, 6 feet 7 inches, and 18 feet 5½ inches thick, occur within 50 feet of the surface. One and a half miles up the river seams of 5 feet, 1 foot 7 inches, and 3 feet, occur between 200 and 240 feet of the surface. At two miles above Princeton, thin seams occur at these depths and a seam 10 feet 7 inches thick lies at a depth of 676 feet. Near the western border, where possibly higher beds occur, seventeen seams were found, having an aggregate thickness of 50 feet 6 inches and an outcrop of 80 feet of coal is also known. The 18-foot seam at Princeton contains lignite having the following composition:

Moisture.....	16.17%
Volatile Matter.....	37.58
Fixed carbon.....	41.67
Ash.....	4.58

TULAMEEN

The coal basin is situated on the hills to the south of the town of Tulameen. The following description is from the report by Mr. Camsell:

"The coal basin is almost circular and is occupied by sandstones, shales, clays and coal-seams. These rest conformably on volcanic rocks consisting of agglomerates, basalts and andesites, and are in part covered by more recent volcanic flows. The rocks have been tilted at low angles, and on the outer borders of the basin appear to dip toward the centre. The angles are never more than 45 degrees and are generally less. Small folds appear on Collins gulch and in other places minor faults occur, but on the whole the disturbance is probably not great enough to seriously affect the mining of the coal.

"The rocks are determined from their fossils to be Oligocene in age, and in consequence they are correlated with the coal basins of Princeton, Nicola, Kamloops, and with other Tertiary lake-basins of the interior of British Columbia."

Analyses of samples from the following localities:

1. Seam, 6 feet 6 inches wide, upraise No. 2 tunnel Granite creek.
2. Seam, 5 feet wide, from No. 2 tunnel Granite creek.
3. Seam, 6 feet wide, from face of No. 4 tunnel Granite creek.
4. Outcrop of large seam Collins gulch.

	1	2	3	4
Moisture.....	3 0.5%	4.34%	2.97%	3.26%
Volatile matter.....	31.88	31.08	31.28	43.33
Fixed carbon.....	51.11	48.81	52.49	49.70
Ash.....	15.79	15.69	15.26	3.71
Character of coke.....	Strong	Compact	Compact	Tender

Owing to the depth of the seams below the surface in the centre of the basin, it is probable that only an area of five square miles around the edge is mineable. Seams 1, 2 and 3, are on the south rim. To the north, in Collis gulch, two seams have been reported, a 12-foot seam of clean coal and a 20-foot seam with slate bands.

NICOLA AND QUILCHENA

These two basins of Oligocene rocks occupy depressions in a series of volcanic rocks of Triassic age. The coal is highly altered and the occurrence of small patches of basalt, similar to that covering part of the field at Tulameen, shows that this area also was once covered by a similar outflow. The Nicola basin occupies depressions in two valleys at right angles to each other; a large basin on Ten Mile creek is connected by a narrow valley with the basin in Nicola valley; the Quilchena basin lies about eight miles to the east of the Nicola basin. The rocks dip toward the centre of each basin and are broken by minor faults. Superficial deposits mask all the exposures on the lower levels and are very thick in the vicinity of Nicola river. Exploration by boring shows that the heaviest coal-seams occur near the mouth of Coldwater creek and three companies have opened collieries in that vicinity. Seams, 6 feet, 10 feet, 5 feet and 12 feet thick, are being mined south of the river. On the north side, a 4-foot seam outcrops and a 5-foot seam has been located beneath by boring. The coal is of better grade than lignite and is used for railway purposes. Analyses of the coal are given in the table at the end of this section.

The Quilchena basin contains a small reserve about which little information is available except what may be derived from a few outcrops and from a bore-hole which penetrated ten seams with 18 feet of coal. The western portion of the Nicola field, on Ten Mile creek, is known only by the occurrence of one exposure of coal 4 feet thick.

FRASER RIVER DELTA

Rocks of Eocene age extend from Burrard inlet, south, into the State of Washington. The exposures occur almost exclusively on the ridge north of the Fraser river and represent the northern rim of an extensive basin. South of the international boundary the group contains several seams of lignite, and in the vicinity of Vancouver lenses of dark-brown lignite are found. The area may, therefore, contain a reserve of lignite.

WOLFFSOHN BAY

On the mainland opposite Texada island the Tertiary rocks seem to form a basin touching tide-water at its southern edge. No coal has been found in this basin, but there is a probability of its discovery.

KAMLOOPS

A narrow basin of Miocene beds occurs at the head of Kamloops lake and extends west along the north shore of the lake to Tranquille river, whence it continues along the foot of Red plateau to Red point. On the south side of the lake it has a length of about five miles. South-west of the town of Kamloops the beds, which rest directly upon the pre-Tertiary surface, contain coal in thin seams. The floor consists of a rough surface of diabase-agglomerates upon which the Tertiary materials lie in the form of a shallow syncline following the northward slope of Coal hill. The width of the basin is probably not over three-quarters of a mile and the thickness of the measures comprised in the syncline is about 500 feet. To the north, the coal-bearing beds pass under the basaltic agglomerates composing Mount Dufferin. One seam in these beds is made up of 5 feet 10 inches of mixed shale and coal, with one layer of clean coal 1 foot thick.

HAT CREEK AND VICINITY

This area lies in the angle between the Fraser and Thompson rivers. The drainage of the area is north and east to Bonaparte river, a tributary entering the Thompson river at Ashcroft. Hat Creek cuts through a thick deposit of stratified Oligocene rocks which occur in the form of two basins. In the upper one an exposure of 68 feet of lignite has long been known in a block detached by a small landslide, but its continuation in the undisturbed measures behind has not been traced. The coal is a lignite with 8 per cent. of moisture and 9 per cent. of ash.

NORTH THOMPSON RIVER

About forty-five miles above Kamloops on the east side of the North Thompson river a small outlier of Oligocene rocks, a remnant of a larger area which once extended across the valley, forms a ridge at the base of the mountainous border of the valley. The length of the ridge is about two and a half miles, and, where a little stream called Coal brook cuts through it, Tertiary rocks are exposed by the removal of the thick covering of boulder clay and drift which elsewhere shrouds them. The beds appear to form a syncline nearly parallel in its main direction with the trough of the valley. The exposures are mainly on the western limb of the syncline and in a section of 148 feet three seams, each slightly over one foot thick, occur, dipping at a low angle to the north-east. The coal is of fairly good quality as is shown by the following analysis of an outcrop sample:

Moisture.....	2.22%
Volatile matter.....	38.10
Fixed carbon.....	46.76
Ash.....	12.92

A firm, bright coke was obtained in the laboratory by fast coking.

ANALYSES OF COMMERCIAL SAMPLES TESTED FOR THE DEPARTMENT
OF MINES, CANADA

SOUTHERN BRITISH COLUMBIA MINES

DISTRICT	MOISTURE		PROXIMATE ANALYSES OF DRY COAL			ANALYSIS OF DRIED SAMPLE					
	Air		Volatile	Fixed Carbon	Ash	C.	H.	S.	N.	O.	B.T.U.
	Mine	Dried									
	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
CROWSNEST											
Michel colliery, No. 3 mine.	1.1	0.4	24.8	62.7	12.5	75.5	4.3	0.5	1.2	6.0	13,270
“ “ No. 7 mine.	1.9	0.7	22.6	65.5	11.9	76.5	4.5	0.1	1.2	5.5	13,360
“ “ No. 8 mine.	3.0	1.1	21.1	65.7	10.2	76.1	4.5	0.6	1.3	7.3	13,180
Hosmer mine, No. 2 seam.	1.7	0.9	21.3	63.4	15.3	74.4	4.2	0.3	1.0	4.8	12,710
“ “ No. 6 seam.	2.6	1.1	25.6	62.0	12.4	75.9	4.5	0.6	1.2	5.4	13,090
“ “ No. 8 seam.	4.0	1.3	28.0	61.5	7.5	79.8	5.1	0.6	1.4	5.6	13,990
Coal Creek colliery											
No. 2 mine.....	2.2	1.3	26.3	64.7	9.0	79.3	4.4	0.5	1.2	5.6	13,820
No. 5 mine.....	1.6	0	0	65.2	10.8	77.1	4.4	0.5	1.3	5.9	13,480
FULAMEEN AREA											
Granite Creek—											
No. 1 opening....	...	2.3	33.7	54.0	12.3	71.6	4.8				
No. 2 opening....	...	2.3	32.1	53.6	14.0	70.1	4.4	1.9			
No. 4 opening....	...	3.2	32.1	51.9	16.0	69.4	4.3				
NICOLA VALLEY											
Middlesboro colliery											
No. 1 mine.....	4.4	3.9	39.1	46.4	14.5	67.2	5.0	0.9	1.3	11.1	11,680
No. 2 mine.....	2.9	2.3	39.0	48.1	12.9	69.4	5.1	0.7	2.0	9.9	12,170

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF SOUTHERN BRITISH COLUMBIA

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Flathead river.....	7	Aggregate 130 feet				6	B ₂	600,000,000
Crowsnest	23	Aggregate 172 feet	230	B ₂	22,595,200,000		B ₂	16,250,000,000
	24	Aggregate 40 feet					C	1,800,000,000
Upper Elk river—							B ₂	2,700,000,000
N. Michel creek....	12	Aggregate 80 feet				3	B ₂	46,000,000
Forks North Michel creek.....	1	Aggregate 6 feet				1	B ₂	6,000,000
To McInnis moun- tain.....	8	Aggregate 63 feet				4	B ₂	120,000,000
To Lewis river.....	10	Aggregate 80 feet				47	B ₂	3,692,000,000
Green hills.....	10	Aggregate 97 feet						
Mount Marpole....	18	Aggregate 182 feet				60	B ₂	5,900,000,000
Aldridge creek north	21	Aggregate 150 feet				19	B ₂	3,177,000,000
Bull river (not explored)				Small	Tertiary outlier			
Midway.....				Several small	Tertiary outliers			
Okanagan.....				"	"			
Princeton—								
Princeton	3	Aggregate 29½ feet				1	D ₁	
Tulameen river....	1	Aggregate 4 feet				1	D ₁	
Sharp's.....	17	Aggregate 50½ feet				1	D ₁	
Ninemile creek....	1	Aggregate 15 feet				2	D ₁	132,000,000
Summers creek....	1	Aggregate 4 feet				1	D ₁	
Blakemore's bore...	3	Aggregate 12 feet				1	D ₁	
General area....	1	Aggregate 2 feet				44	D ₁	86,000,000
Tulameen.....	3	16½ to 26 feet				5	B ₃	98,000,000
Nicola—								
Coldwater.....	4	Aggregate 33 feet				1		
Merritt.....	2	Aggregate 9 feet				10	B ₃	175,000,000
Tenmile river.....	1	Aggregate 4 feet				14		
Quilehena.....	10	Aggregate 18 feet				2	B ₃	20,000,000

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF SOUTHERN BRITISH COLUMBIA—Continued

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Fraser River delta (un- explored).								
Kamloops (unpro- spected)								
Hat creek.....	1	Aggregate 68 feet				2	D ₁	68,000,000
North Thompson....	3	Aggregate 3 feet 10 inches.....				1	B ₃	3,000,000
Totals.....			230		22,595,200,000	226		34,873,000,000

Taking out the amount mined, the reserves are:

B ₂ Actual reserve.....	22,586,342,000	metric tons.
Probable reserve.....	32,491,000,000	" "
B ₃ Probable reserve.....	296,000,000	" "
C Probable reserve.....	1,800,000,000	" "
D ₁ Probable reserve.....	286,000,000	" "

Total, 446 square miles.... 57,459,342,000 metric tons.

Amount mined to December 31st, 1911:

East Kootenay.....	8,371,000	metric tons.
Nicola valley.....	452,000	" "
Princeton.....	35,000	" "

8,858,000 metric tons.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF SOUTHERN BRITISH COLUMBIA

GROUP II

INCLUDING SEAMS OF 2 FEET AND OVER, AT DEPTHS BETWEEN 4,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Crowsnest Pass coal-area	40	Aggregate 216 feet	1	B ₂	2,160,000,000

Total reserve in 457 square miles, all classes, Groups I and II—59,619,342,000 metric tons.

CENTRAL BRITISH COLUMBIA

In the valley of the Fraser river, at Alexandria, Quesnel, and Fort George. Tertiary outliers are found, but they appear to be of little economic importance. The coal at Quesnel is a poor grade of lignite and the seams are dirty. The other localities may prove to have mineable deposits, but as lignite is not in great demand, little prospecting has been done in the areas. The country between the Fraser river and the Coast range is covered, to a large extent, by Tertiary volcanics imposed on a lower, stratified, fresh-water series, which fills many of the former depressions. This lower series often contains numerous seams of lignite and coal. There is a probability, therefore, that concealed coal-fields occur in this large district.

Lignite has been found on Nazeo river near Cinderella mountain and on Blackwater river, both at the bridge and in the upper canyon. On Nechako river south of Fraser lake, a 4-foot seam was discovered. On Fraser lake, near the outlet, on the south side, prospecting tunnels have been driven on small coal-seams. The rocks seem to be much disturbed by late intrusions, and, although the lignites are altered to coals, the area is not promising.

On the western edge of this Tertiary basin near the coast range, coal has been found on a branch of Dean or Salmon river called Kohiasganko stream, where, 30 to 40 feet below the basalt, a seam of excellent lignite, 4 feet thick, occurs. Coal is also reported on one of the branches of Bella Coola river.

BEAR RIVER

This stream enters Fraser river east of Fort George. Coal was found in 1876 by E. Dewdney near the surveyed line of the Canadian Pacific railway. This was probably near, or in the Fraser valley and may indicate an extension of the Tertiary area found at Fort George. During the construction of the

Grand Trunk Pacific railway the valley of Bear river was explored and a basin between the mountains was found which showed in one exposure, three coal-seams. These were 9 feet 2 inches, 4 feet 2 inches, and 7 feet 8 inches, making a total thickness of 21 feet of coal. The area comprising the field is estimated by Mr. C. F. J. Galloway to be ten and a half square miles with a probable content of 150 million tons of coal. The coal is bituminous and coking.

LIGHTNING CREEK

G. M. Dawson records the recurrence of a 6-foot seam at a locality known as Cold Spring Home, west of the Cariboo gold region.

SKEENA RIVER

The Lower Cretaceous coal-bearing beds of this portion of British Columbia, called the Skeena series, appear to be very nearly contemporaneous with the coal-bearing Kootenay series of the south-eastern part of the province. This shows a former, wide distribution of the series to the north and west. The deposit is eroded from most of the interior country, where remnants only are found in the valleys, warped into long narrow basins by the great disturbances of post-Cretaceous times. The coal is often altered by proximity to the eruptives of that date. The coal-fields on the southern tributaries of the Skeena are described below from notes and reports by Mr. W. W. Leach.

MORICE RIVER

On the main part of this stream Cretaceous rocks occur, but little is known about them except that they contain a few small coal-seams which are hardly mineable.

Clark's Fork.—A long trough of Lower Cretaceous rocks occurs in the valley of this stream. Several bore-holes have been put down and three seams appear to be persistent, with an aggregate thickness of about 7 feet of coal. Beneath the seams shown by this bore-hole, Mr. Leach found the outcrop of a 10-foot seam. The measures thus seem to hold at least 17 feet of coal. The area is not defined, but the northern end, for a distance of three miles, has been proved.

Goldstream (a branch of Clark's Fork).—A small area of three square miles has exposures of three seams, 8 feet, 6½ feet and 3½ feet. A bore-hole in the area gives 22 feet of coal. The coal is bituminous and may be coking.

Coal creek, (a branch of Goldstream).—This coal-area consists of an oval basin about one mile long and a quarter of a mile wide. The exposures show four seams of 4 feet 2 inches, 4 feet 6 inches, 4 feet, and 7 feet 3 inches. This coal is harder than that in the Goldstream area and is probably non-coking.

TELKA RIVER

In an area of possibly coal-bearing rocks crossing this stream near the Bulkley river, the harder underlying rocks form a syncline and the surface deposits contain some coal mingled with fragments of sandstone. The presence

of the Coal-Measures is not yet proved. The first or lowest exposure of these rocks is below Goat creek, and indicates a basin three miles long by about one-quarter of a mile wide. No coal has been proved in the basin.

Goat creek.—An area five miles long by three-quarters of a mile in average width, contains three large seams, measuring 19 feet, 24 feet, and 13 feet, respectively. Prospecting tunnels have been driven on these seams and the coal is said to show coking qualities.

Cabin creek (a branch of Goat creek).—A narrow basin crosses this valley with five seams aggregating 20 feet of coal. The coal is more altered than in the wide areas and approaches the anthracitic grade.

BULKLEY RIVER

Driftwood creek.—This area is described by Mr. Leach as follows:

"The coal-seams occur in a comparatively small patch of Tertiary sediments—probably not more than four by two miles in extent—although its boundaries have not been closely defined. On part of the area the coal has been burned, baking the interbedded clay-shales to a whitish brick-like material.

"The Tertiary rocks are found outcropping in the valley of Driftwood creek, about two to three miles above the crossing of the Hazelton-Aldermere wagon road. An open-cut in the bank of Driftwood creek shows this section:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Grey and carbonaceous shale and a little coal . . . | 5.0 feet. |
| 2. Fairly clean coal | 1.8 " |
| 3. Coal and dark shale | 4.4 " |
| 4. Dark clay-shale and a little coal | 3.6 " |

"In Nos. 3 and 4 of this section, the coal and shales alternate in very narrow beds, never more than an inch or two in thickness, the shales themselves being highly carbonaceous."

Bulkley river (twenty miles above Hazelton).—The coal-beds of the Skeena series are here found in a rather shallow but fairly regular basin, with a total length of about four and a half miles and a maximum width of not more than one and a half miles. Eleven seams, aggregating 16 feet of coal, have been exposed by stripping. The coal is hard and finely laminated with a distinct cleavage at right angles to the bedding.

ZYMOETZ OR COPPER RIVER

In the flat, forest-covered country at the head-waters of this branch of the Bulkley river, coal-bearing rocks of the Skeena series are known to occur in basins, but the outlines of the areas have not been determined. On one of the small streams, four seams have been uncovered, containing a total of 12 feet of coal. The engineer who explored this small area estimated that it contained 12 million tons of coal.

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF CENTRAL BRITISH COLUMBIA

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	
Nasco river.....			Small	D ₁	Unexplored	Large
Blackwater river.....			Small	D ₁	Unexplored	
Nechako river.....	1	4 feet.....	Small	D ₁	Unexplored	
Alexandria.....			Small	D ₁	Unexplored	
Queanel.....			Small	D ₁	Unexplored	
Fort George.....			Small	D ₁	Unexplored	
Fraser lake.....			Small	D ₁	Unexplored	
Kohasganko river.....	1	4 feet.....	Small	D ₁	Unexplored	
Bella Coola river.....			Small	D	Reported	
Bear river.....	3	21 feet.....	10½	B ₂	150,000,000	
Lightning creek.....	1	6 feet.....	Small	D ₁	Reported	
Concealed areas.....						
Skeena river						
Morice river—						
Clark's Fork.....	4	Aggregate 17 feet.....	3	B ₂ , B ₃	40,000,000	
Goldstream.....	3	Aggregate 20 feet.....	3	B ₂	50,000,000	
Coal creek.....	4	Aggregate 19 feet.....	1	B	4,700,000	
Telka river—						
Goat creek.....	3	Aggregate 56 feet.....	2½	B ₁	140,000,000	
Cabin creek.....	5	Aggregate 20 feet.....	1½	B ₁	30,000,000	
Bulkley river.....	11	Aggregate 16 feet.....	4	B ₂	60,000,000	
Driftwood creek.....		Small.....		D ₁		
Zymoetz river.....	4	Aggregate 12 feet.....	1	B ₂	12,000,000	
Totals.....			25½		486,700,000	

The unprospected areas noted in the table as unexplored are supposed to contain coal of an inferior grade. The different grades of coal occur in about the following amounts:

B ₁	34,700,000 metric tons.
B ₂	432,000,000 " "
B ₃	20,000,000 " "
	486,700,000 " "

NORTHERN BRITISH COLUMBIA

KISPIOX RIVER

At the mouth of this stream, on the Skeena river, there is a piece of flat country in which rocks of the Skeena series are found. The area underlain by these rocks extends up the Skeena valley for about seven miles and up the valley of the Kispiox river for possibly a greater distance. On both streams near the ends of this basin the measures are broken and disturbed. Coal-seams are exposed on both streams—on the Skeena, seven miles up, five seams of 2 feet, 2 feet, 5 feet, 2 feet, and 1 foot 4 inches,—on the Kispiox two seams, 2 feet and 3 feet at five and a half miles from the mouth. At the junction of the two rivers the beds appear to be less disturbed than those farther up the rivers and probably carry more coal.

GROUNDHOG MOUNTAIN

This is an important area situated on the headwaters of the Skeena, Nass and Stikine rivers. The Skeena series, in the areas south of the Skeena river, rest on volcanics of the Hazelton group, which are probably Jurassic. To the north these volcanic flows change to tuffs deposited in water and gradually merge into sedimentary rocks. The series there becomes conformable with the Skeena, and a greater thickness of sediments is found having the coal-beds in the upper part. By faulting, these upper beds are repeated in inclined blocks, and since they are probably much eroded, the field may possibly be divided into a number of small, separate blocks.

The original area outlined by prospectors and included in surveyed lines, is nearly 170 square miles. The coal is all semi-anthracitic, and in some instances is classed as anthracite.

SUSTUT RIVER

A small outlier, probably of Tertiary sediments, and carrying small seams of lignite occurs on this stream near its junction with an eastern branch of the Skeena near Fort Connelly.

(1) PEACE RIVER

The structure of this corner of the province is a continuation of that of northern Alberta. The Edmonton coal-beds probably do not continue into British Columbia, but the Dunvegan formation on Peace river occupies a large area in both provinces. In this formation the coal-seams are thin, but in the western part of the synclinal trough in which they occur, the coals are of higher grade than in the eastern part. Seams two feet thick occur east of the canyon of Peace river. In the area near the canyon and on Pine river to the south, a greater number of seams have been discovered and these, although thin, are of a high grade. The section on Johnson creek west of the canyon shows nine seams over 1 foot, four seams over 2 feet, and three seams over 3 feet thick.

(2) PARSNIP RIVER

From the occurrence of many fragments of lignite in the bed of Parsnip river, there is reason to believe that there is a large Tertiary area in the upper part of the valley.

(3) LIARD RIVER

Tertiary basins are cut by the Liard River valley and tributaries and at the mouth of Dease river and for some distance both above and below it on Liard river, Tertiary sandstones occur. At only one point in British Columbia have these measures been found to contain lignite, but in a large area in the valley of the upper Liard, extending from south of Dease river into the Yukon, a 3-foot lignite seam is known. Tertiary rocks also appear below the mouth of the Dease on Liard river and probably extend to Little Canyon. A second Tertiary outlier is found on the north side of Liard river at Coal brook, where numerous fragments of coal were observed, but no seams found in place.

Other lignite areas are: (1) At Rapid river on Dease river, half way between Dease lake and Liard river, where a 2-foot seam is reported. (2) On a branch of Stikine river called Tahltan, where coal is reported in Tertiary rocks.

(4) ATLIN

The following extracts from a report by Mr. D. D. Cairnes give all the information known of these coal-fields to date. The localities are on Taku river and its tributaries, which flows south-west to Taku inlet. Sloko lake is at the head of a western branch and is not far from the south end of Atlin lake:

"The Wheaton river rocks extend to the east down the valley of Sloko river, the outlet of Sloko lake, for approximately two miles, where sedimentary rocks belonging to the Jura-Cretaceous Laberge series outcrop and thence continue down the valley for several miles at least. The Laberge beds occur also on the mountain slopes on the north side of Sloko river, where they extend to an elevation of 2,550 feet above Sloko lake at their most north-westerly exposure; and two and a half miles in a north-easterly direction from the north-eastern corner of the lake. Here only a narrow tongue of these rocks has been stripped, by erosion and weathering processes, of their original cover of volcanics, and is still surrounded, and overlain on three sides by flat-lying beds, which hide the remaining portions of the Laberge rocks to the north, east and west.

"The sedimentary beds, where exposed, strike about N. 70° W., dip to the south-west at from 20° to 50° and consist mainly of dark, finely-textured shales and sandstones, but also include, near the summit of the ridge, some dark conglomerates that belong to the Tantalus conglomerates, and consist entirely of quartz chert, and slate pebbles, generally firmly cemented together. All the important coal-seams that have been found in Northern British Columbia and southern Yukon occur associated with these Tantalus conglomerate-beds.

"The uppermost portion of this sedimentary area just described is, in most places, covered by several feet of weathered and decomposed material, which is derived from the surrounding and underlying volcanics and sediments, predominantly from the volcanics, and is in the form of sand, mud, and clay;

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

this, in places, contains a certain amount of wash coal which occasionally occurs in layers more or less mixed with other products of erosion and weathering, and near the summit of the ridge pieces of lignitic coal and carbonized wood, as much as 6 inches thick, have been found. Some of the layers of detrital coal were at first thought to be coal-seams in place."

Samples were brought by prospectors from a 4-foot seam on Taku river twelve miles above canoe navigation or about thirty miles from Juneau. Coal is also reported to occur on an eastern branch of this stream called Inklin river.

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF NORTHERN BRITISH COLUMBIA

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVE (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons
Kispiox river	5	Aggregate 12 feet	14	B ₂	150,000,000
Groundhog mountain	8	Aggregate 30 feet	40-170	A ₂ D ₁	1,200,000,000
Sustut river (unexplored)					
Peace and Pine rivers— Dunvegan series	1	2 feet	4,900	B ₃ D ₁	5,450,000,000
Peace River canyon	14	Aggregate 10 feet	160	B ₂	1,400,000,000
Parsnip river (unexplored)				D ₁	
Liard river (unexplored)				D ₁	
Taku river (unexplored)				B ₂	
Totals			5,114		8,200,000,000

The following are the totals for the several grades:

A ₂	1,200,000,000
B ₂	1,550,000,000
B ₃	1,600,000,000
D ₁	3,850,000,000

COAL-FIELDS OF VANCOUVER ISLAND

BY C. H. CLAPP

(For map see Plate 8 in Atlas)

The coals of Vancouver island are all, so far as known, of Upper Cretaceous age. They are associated with a thick series of sandstones, conglomerates, and shales called the Nanaimo series, which were deposited, largely under estuarine conditions, on the irregular, drowned portions of the pre-Upper Cretaceous erosion-surface, developed on the metamorphic and granitic rocks of the Vancouver range. The deposition took place chiefly off the east coast of the range in the down-warped basin between Vancouver island and the mainland, but some deposition occurred in broad estuaries extending inland from the northern portion of the west coast. The conditions of deposition were local and varying, as shown by the rapid lateral and vertical gradation of the sediments, and by the relative lack of persistency of the coal-seams; and, since the series contains not only marine fossils but land plants and coal, marine and terrestrial conditions must have alternated with each other. During the deposition, the sedimentation transgressed inland, at first filling up the valleys of the pre-Upper Cretaceous erosion-surface and then, possibly, covering even the higher elevations. The total thickness of the Nanaimo series was nearly 10,000 feet (3,000 m.) toward the close of its deposition, at which time it extended far inland over the denuded crystalline rocks, covering the greater part of the range, or perhaps, it was restricted to large basins. The series was uplifted, and in general deformed largely during post-Eocene times, into broad open folds with a north-west-south-east strike, corresponding with the trend of the island, and usually having an off-shore dip. In places the series has been closely folded, overturned, usually to the south-west, and broken by reversed and overthrust faults. Since its deformation, the Nanaimo series, being less resistant than the metamorphic and granitic rocks on which it lies, has been greatly eroded and reduced in area, and now forms lowlands, which are steeply surmounted by the metamorphic and granitic rocks.

The total area underlain by the Nanaimo series is about 1,800 square miles (4,700 km.²). The principal basins are as follows: the Quatsino Sound basin, 49 square miles (127 km.²), at the northern end of the island, extending to the west coast; the Suq-nash basin, 164 square miles (425 km.²), on the east coast of the island separated from the Quatsino Sound basin by a narrow, low divide; and farther south on the east coast, bordering on the Strait of Georgia, the Comox basin 789 square miles (2,070 km.²); the Nanaimo basin, 513 square miles (1,330 km.²), and the Cowichan basin, 256 square miles (663 km.²). In the central part of the island at the head of one of the long fiords which indent the west coast, is the Alberni basin, 66 square miles (171 km.²). Besides those given above, there are several small outliers and basins of only a few square miles in extent. The area which is underlain by workable coal-seams is, however, much less than the total area underlain by the Coal-Measures, being approximately one-third of the latter. Those basins which probably contain workable coal-seams are the Koskeemo, which is a portion of the Quatsino Sound

basin, the Suquash basin, and portions of the Comox, Nanaimo, and Alberni basins. Of these the Suquash, Comox, and Nanaimo basins contain workable coal-seams, which are being mined at present.

At Suquash several seams of coal, at least two of which are workable, occur in a grey siliceous sandstone, with several thick interbeds of shale. The measures are regular and only slightly deformed. The general structure appears to be a broad syncline, striking about N. 60° E., and pitching slightly to the north-east. The dips are low (less than ten degrees), and although there are several local rolls there are no sharp ones. The measures are broken by a few normal faults of very small displacement, and in the southern part of the basin they have been intruded by a trachyte porphyry. The coal-seams are regular and do not pinch and swell as do those of the Nanaimo and Comox basins. They are, however, thin and contain a large number of persistent partings. The coal, an analysis of which is given on next page, is of the low-carbon bituminous class with a high water content grading toward a sub-bituminous or lignitic coal. The upper of the two known workable seams is now being mined in a small way with successful results.

In the Comox field, the coal occurs in several seams in a greyish-white sandstone, which directly overlies the metamorphic volcanics. Three of the seams have been mined. Since the surface on which the sandstone was deposited was very uneven, some of the higher irregularities remained above the depositional level during the formation of the lowest coal-seam, which occurs near the base of the sandstone. Hence, the lowest seam is frequently cut out by knobs of the metamorphic volcanics. The measures are rather regular and, in general, the structure is a simple monocline with a fairly uniform dip of about 10 degrees to the north-east. There are, however, small folds and a few faults, besides many small, sharp rolls, pinches and swells in the coal-seams. Large "wants," due to silting during the deposition of the coal, are also common. In places a dacite porphyry has broken through the measures and forms a flow or intrusive sheet overlying them. Near the porphyry, the coal is broken and partially eoked.

The Comox coal is coking, bituminous, and the highest in fixed carbon content of all the Vancouver Island coals. Extensive mining has been carried on since 1888 in the central part of the basin, near the town of Cumberland, and an earlier attempt at mining was made farther south from 1875 to 1877. The production to December 31st, 1912, has been about 6,600,000 metric tons, and a considerable amount of coke has been made.

The Nanaimo coal-field is situated at the north-western end of the Nanaimo basin and the productive area is only about 65 square miles (168 km.²), but the area virtually known to be underlain by workable coal-seams is somewhat larger. The coal occurs chiefly in the lower part of the Nanaimo series, in three seams, the Wellington, the Newcastle, and the Douglas, and is associated with conglomerates, sandstones, and shales. The measures are moderately disturbed and have a general monoclinel structure with a low dip to the north-east. There are a few rather large, open folds and many smaller ones. There are many minor faults, and in the south-western part of the field two reversed strike-faults with relatively large throws are found. The coal-seams are remarkably persistent considering the great variability of the associated rocks, but vary greatly

in thickness and quality. In places a variation as great as from 2 or 3 feet (0.6 or 0.9 m.) of dirty slickensided coal or "rash", to 30 feet (9 m.) of clean coal, occurs within a lateral distance of 100 feet (60 m.). It seems as if this extreme variation is due to a folding of dirty or silty coal-seams, when the clean coal, at least, was in a plastic or pasty condition, permitting it to flow away from the bends, where an increased vertical pressure was developed, to the limbs of the folds, where there was a corresponding decrease of pressure. There are also large, barren places in the seams due to silting or similar causes. The coal is a high-volatile, bituminous coal of a fair quality and cokes readily, especially the coal from the Wellington seam. The coal has been the source of a flourishing industry since 1860 and, up to December 31st, 1912, the field had produced about 24,500,000 metric tons, approximately three-fifths of the total production of British Columbia. The present output is more than a million tons a year, over one-third of the entire output of British Columbia.

RECENT ANALYSES OF VANCOUVER ISLAND COALS

	No. 1*	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
PROXIMATE ANALYSIS								
Water.....	1.65%	1.16%	1.1%	1.9%	1.6%	1.54%	1.0%	5.63%
Volatile combustible.....	43.25	40.47	39.3	39.4	39.7	33.30	29.0	37.27
Fixed carbon.....	45.52	50.04	49.2	45.7	47.7	56.23	57.2	42.07
Ash.....	9.24	7.80	10.0	11.7	10.1	8.44	11.9	13.85
Sulphur.....	1.24	0.53	.4	1.3	0.9	0.49	.9	1.18
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Coke.....	55.38%	58.11%	67.5%	57.4%	57.8%	64.91%	69.1%	56.51%
Fuel ratio.....	1.05	1.23	1.25	1.16	1.20	1.69	1.97	1.13
Split volatile ratio.....	2.84	3.25	3.30	2.98	3.11	3.97	4.54	2.47
ULTIMATE ANALYSIS								
Carbon.....	72.80%	75.53%	72.1%	67.7%	71.0%	74.46%	72.6%	60.73%
Hydrogen.....	5.17	5.13	4.7	4.7	4.9	5.42	4.5	4.67
Nitrogen.....	0.88	1.19	1.2	1.2	1.2	1.37	1.0	1.18
Oxygen.....	10.67	9.82	11.6	13.4	11.9	9.82	9.1	18.39
Sulphur.....	1.24	0.53	0.4	1.3	0.9	0.49	0.9	1.18
Ash.....	9.24	7.80	10.0	11.7	10.1	8.44	11.9	13.85
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Carbon ratio	14.1	14.7	15.3	14.5	14.5	13.7	16.1	13.0
Hydrogen								
Calories, (by determinations of dry coal...)			7,310	6,930	7,130		7,230	6,420†
B.T.U. (by determinations)			13,160	12,470	12,830		13,010	11,560†
Calories, by calculation from ultimate analysis...	7,230	7,450	6,980	6,530	6,930	7,470	7,060	5,760

* Numbers refer to seams listed on following pages.

† Determinations made on washed sample of Suquash coal, Edgar Stansfield, Department of Mines, Mines Branch, Coals of Canada, Vol. II, Table LXIX.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF VANCOUVER ISLAND

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE Square Miles			
	No.	Thickness Aggregate Feet	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons				
Nanaimo.....	3	10	77	} B ₂	1,060,000,000	{ 181	B ₂	1,339,000,000	} 513			
Upper Nanaimo.....	1	3	..							4	B ₂	11,000,000
Comox.....	3	10	79							339	B ₂	3,383,000,000	789
Suquash.....	2	4	29	} B ₃	118,000,000	{ 96	B ₃	384,000,000	164			
Alberni.....	1	3								16	B ₂	47,000,000	66
Quatsino sound (Koskeemo)	2	3				9	B ₂	27,000,000	49			
Cowichan.....									256			
Minor basins of southern Vancouver island.....									13			
Minor basins of northern Vancouver island.....									8			
Totals.....			185		1,178,000,000	645		5,191,000,000	1,858			
							B ₂	5,867,000,000				
							B ₃	502,000,000				
								6,369,000,000				

- No. 1. Wellington Coal-seam, "Run of mine," East Wellington No. 1 mine, Vancouver-Nanaimo Coal Company, C. H. Clapp, collector; F. G. Wait, analyst.
- No. 2. Wellington Coal-seam, "Run of mine," Nos. 1, 2, and 3 Extension Mines, Canadian Collieries Company, C. H. Clapp, collector; F. G. Wait, analyst.
- No. 3. Wellington Coal-seam, regular sample of commercial coal, over 1½ inch screen and picking belt. Extension Mine, Wellington Collieries (now Canadian Collieries) Company, Edgar Stansfield, Department of Mines, Mines Branch, Coals of Canada, Vol. II, Table lxviii. Recalculated to an air-dry basis.
- No. 4. Newcastle Coal-seam, regular sample of commercial coal, over 2 inch screen and picking belt, No. 1 Mine, Western Fuel Company, No. 1 North Level, Lower seam, Department of Mines, Mines Branch, Coals of Canada, Vol. II, Table lxviii. Recalculated to an air-dry basis.

- No. 5. Douglas Coal-seam, regular sample of commercial coal, over 2 inch screen and picking belt, No. 1 Mine, Western Fuel Company, Upper Seam or South-side coal. Edgar Stansfield, Department of Mines, Mines Branch, Coal of Canada, Vol. II, Table lxviii. Recalculated to an air-dry basis.
- No. 6. Douglas Coal-seam. "Run of Mine," South Wellington Mine, Pacific Coast Coal Mines. C. H. Clapp, collector; F. G. Wait, analyst.
- No. 7. Comox Seam. Mixture of regular samples of commercial coal over $\frac{1}{2}$ inch to 1 inch screen and picking belt, from No. 4 and No. 7 Mines of the Wellington Collieries (now Canadian Collieries) Company, Comox district, Lower Seam. Edgar Stansfield, Department of Mines, Mines Branch, Coals of Canada, Vol. II, Table lxviii. Recalculated to an air-dry basis.
- No. 8. Upper Suquamish Seam. Collected from the seam of the Suquamish mine, Pacific Coast Coal Mines, by C. H. Clapp; F. G. Wait, analyst.

THE COAL-FIELDS OF QUEEN CHARLOTTE ISLANDS

BY C. H. CLAPP

The coals of Queen Charlotte islands are of Upper or Lower Cretaceous, and of Tertiary, probably Miocene, age. The Cretaceous fuels range from semi-anthracite or high-carbon bituminous to low-carbon bituminous coal. The Tertiary coals are lignites, most of them brown with a woody or fibrous structure, although some are black, with an irregular coaly structure and conchoidal fracture.

The Cretaceous coals occur in a shaly sandstone formation, which is the lowest member of the Cretaceous series. As far as one can tell, all the coal-seams occur at about the same horizon, a few hundred feet below the top of the shaly sandstone series, and from a few hundred feet to a few thousand feet above the base of the series. The largest area of the Cretaceous series borders on and underlies Skidegate inlet, which separates the two largest islands of the Queen Charlotte group, Graham island to the north and Moresby island to the south, and extends northward on Graham island for some twenty miles. It was deposited in a wide valley, now occupied by the Honna and Yakoun rivers, between highlands composed of pre-Cretaceous meta-volcanics and intrusive rocks. In the valley there were apparently two or three large monadnocks, which remained above the depositional level during the formation of the coal-seams. The series has been intensely deformed and squeezed into tight folds between the old crystalline rock ridges. It has also been intruded and capped by volcanic rocks, presumably during or shortly following the deformation and before the extensive erosion which both the sedimentary and the intrusive rocks have suffered. As a result, there is one fairly large synclinal basin of the coal-measures about 57 square miles (148 km.²) in area in the southern part of Graham island and underlying Skidegate inlet, and there are several small synclinal basins in the vicinity of the old pre-Cretaceous highlands and monadnocks. Coal has been found near the western border of the large basin near Cowgitz and Camp Robertson. Three of the small, detached basins are coal-bearing, the Camp Wilson basin being the best known. The coal is usually rather high in ash and in places is greatly crushed. Some of the semi-anthracites near Cowgitz are strangely high in water. A fairly extensive attempt at mining the semi-anthracite at Cowgitz was made in 1871, but the measures were so greatly deformed and the

coal was so badly crushed that the enterprise was abandoned. During 1912 another attempt to mine the semi-anthracite north of Cowgitz was begun. It is as yet too soon to judge of the success of the enterprise. Renewed interest in the Queen Charlotte Islands coal-fields has led to the beginning of the first systematic prospecting during the last two years. The following are typical analyses of the Cretaceous coals:

	1	2	3	4
Water.....	1.60%	6.85%	0.80%	2.44%
Volatile combustible...	5.02	5.43	23.27	35.96
Fixed carbon.....	83.09	66.32	51.39	48.64
Ash.....	8.76	21.40	24.54	12.96
Sulphur.....	1.53	.....	.....	.....
	100.00	100.00	100.00	100.00
Coke.....	91.85%	87.72%	75.93%	61.60%
Character of coke.....	.....	(non-coherent)	.....	(firm coherent)
Fuel ratio.....	16.5	12.21	2.21	1.35

1. Six-foot seam at Cowgitz. J. Richardson, collector; B. J. Harrington, analyst. Geological Survey of Canada, Report of Progress, 1872-73, p. 81.
2. "B" seam, tunnel of British Pacific Coal Company, north of Cowgitz. C. H. Clapp, collector; F. G. Wait, analyst.
3. Coal from Camp Robertson. W. A. Robertson, collector; G. C. Hoffman, analyst. Geological Survey of Canada Report 92-93, Vol. VI, p. 12 R.
4. Coal from Camp Wilson. C. H. Clapp, collector; F. G. Wait, analyst.

The north-eastern part of Graham island is low and largely covered by superficial deposits. The few widely-scattered outcrops are Tertiary sediments, chiefly sandstones, with some sandy shales and conglomerates, and Tertiary lavas, chiefly basalts and augite andesites. Lignite is known to occur in several localities, the best known of which is Skonun point on the north shore. Here, at low tide, there are exposed more than ten seams of varying persistency, of a tough woody lignite, which is curiously more resistant to wave erosion than the sandy shales with which it occurs. The seams range from 1 foot to 15 feet (0.3 to 1.8 m.) in thickness. The lignite-bearing measures have been considerably deformed, the structure being apparently a small anticline with a general east-west strike, broken along the crest by a strike fault. In other places, as at Tow hill to the east of Skonun point, the measures are overlain by the basaltic lavas. The following is an analysis of the woody lignite exposed at Skonun point, C. H. Clapp, collector; F. G. Wait, analyst.

Water.....	11.03%
Volatile combustible.....	49.75
Fixed carbon.....	35.94
Ash.....	3.28
	<hr/>
	100.00
Coke.....	39.22%
Character of coke.....	Coherent but tender
Fuel ratio.....	0.72
Split volatile ratio.....	2.33

DETAILS OF THE COAL RESOURCES OF GRAHAM ISLAND, QUEEN CHARLOTTE ISLANDS

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVE (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE Square Miles			
	No.	Thickness Aggregate Feet	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons				
CRETACEOUS MEASURES												
Skidegate.....	3	6	1.1	A ₂	3,300,000	57	A ₂ , B ₂	285,000,000	168			
Robertson camp.....	2	3	8	A ₂ , B ₂	2,400,000							
Wilson camp.....	1	4	3	B ₂	1,200,000					0.8	B ₂	3,000,000
Three Mile creek.....	1	3								1.3	B ₂	4,000,000
Minor outlying areas.....	1	2				0.5	A ₂	1,000,000	2			
North Island.....									15			
Numerous other areas of less than a square mile make up to several square miles.												
Totals.....			22		6,900,000	59.6		293,000,000	185			
TERTIARY MEASURES												
Masset (Skonun Pt).....	10	30	2	D ₂	60,000,000	57	D ₂	555,000,000	Probably very large			
Naden Harbour.....		3				1.6	D ₂	4,500,000				
East coast.....		6				74	D ₂	430,000,000				
Chinundun brook.....		3				1.3	D ₂	3,500,000				
Mamin river.....		3				2.4	D ₂	7,000,000				
Totals.....			2		60,000,000	136	D ₂	1,000,000,000				

YUKON COAL-FIELDS

BY D. D. CAIRNES

INTRODUCTION

Yukon contains an area of about 196,978 square miles (510,561 square kilometres), and is thus considerably larger than Great Britain and Ireland, and almost as large as the German empire. A great portion of this extensive territory still remains practically unknown even to the prospector and miner; in fact almost all exploration has been restricted to areas within easy reach of the navigable waterways. A glance at the accompanying map (Fig. 8) will show how extensive are the coal-bearing formations in the limited areas explored, and there is no reason to suppose that the mineral fuels will not be as correspondingly plentiful in the unprospected and unexplored portions of Yukon as in the better known and more accessible localities.

COAL-BEARING FORMATIONS

The coal-bearing formations of Yukon are all of either Tertiary or Jura-Cretaceous age,—the mineral fuels in the Tertiary beds throughout the territory being lignites, characterized in most places by the presence of considerable amounts of fossil resin or amber, while those of Jura-Cretaceous age range from high-grade lignite to anthracite.

Tertiary coal-bearing beds do not cover very extensive areas, but have a somewhat wide distribution and, in places, apparently constitute remnants of once larger areas now infolded with older terranes; in most cases, however, they represent deposits laid down in separate basins of deposition. The fossil plant remains found in these beds, show that most of them, at least, are of fresh-water origin. These lignite-bearing Tertiary beds appear to belong to the Kenai series, which is the oldest known Tertiary in Yukon and Alaska and is generally referred to the Upper Eocene. These rocks are, in most places, but little disturbed, although locally they have suffered considerable deformation. They consist, typically, of light-coloured, slightly coherent conglomerates and sandstones and dark to light-coloured, soft shales and clays. In places volcanic materials occur associated with these sediments.

The Jura-Cretaceous sediments consist mainly of conglomerates, quartzites, sandstones, graywackes, arkoses, tuffs, shales and slates, having a wide range of colour and differing greatly in the amount of metamorphism they have suffered. In general, they are considerably more indurated, and the beds have been much more disturbed than those of Tertiary age. The Jura-Cretaceous beds appear to be remnants of former extensive areas which were originally all connected but have been reduced by erosion to their present proportion. In southern Yukon, where these beds have been studied, the uppermost member, the Tantalus conglomerate, is composed dominantly of cherty conglomerate beds which have an aggregate thickness of at least 1,000 feet (300 m.). The underlying Laberge series has an average thickness of about 3,800 feet.

In the Jura-Cretaceous beds, two distinct coal horizons have been recog-

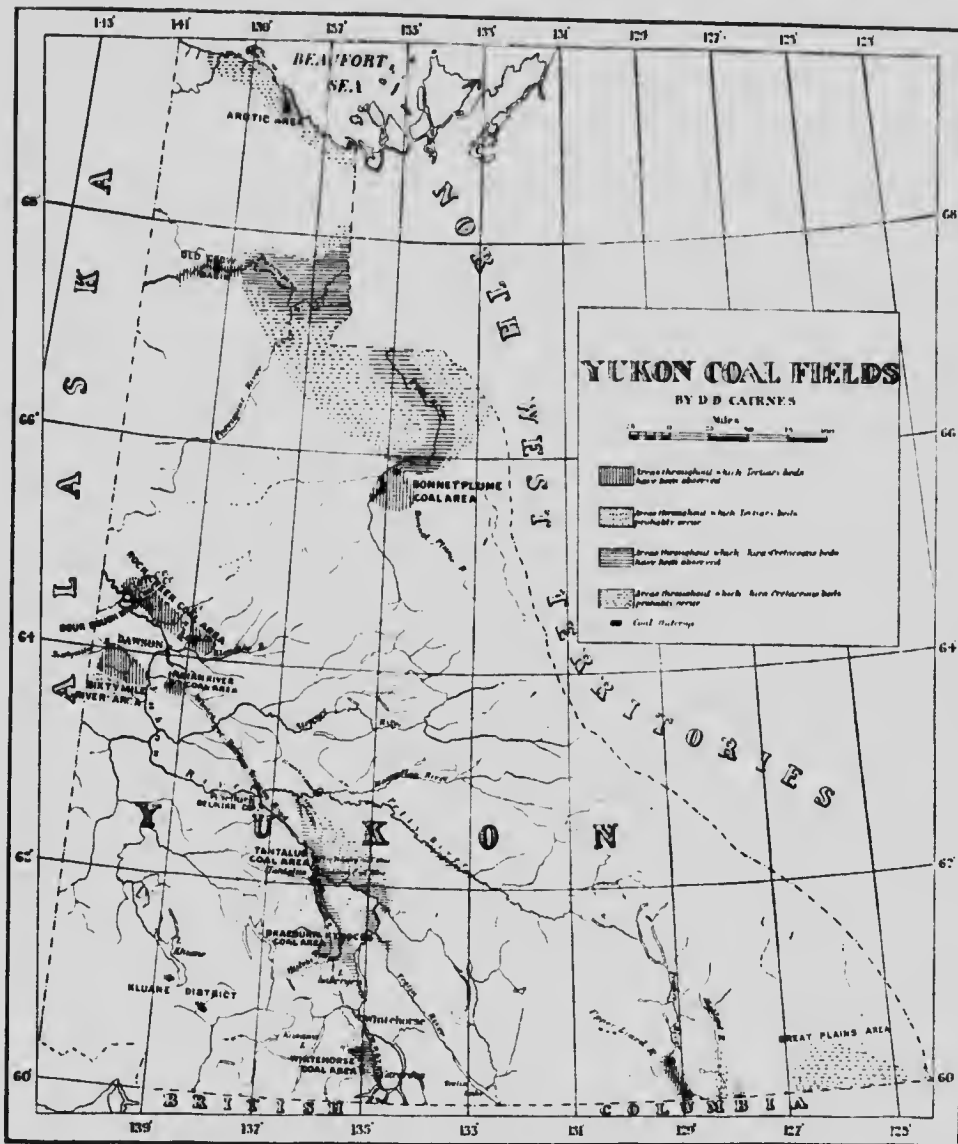


Fig. 8. Yukon Coal Fields

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

nized. The upper horizon occurs well up in the Tantalus conglomerates, and the lower horizon is in the Laberge rocks, within a zone 200 to 300 feet (60 to 90 m.) below the Tantalus conglomerates.

The beds found to be coal-bearing in Yukon occur in at least eighteen distinct areas. In thirteen of these, coal of economic importance has been discovered, and may yet be found in the remaining five.

The following table gives the extent of these rocks:

Extent of known Tertiary beds in Yukon.....	2,000 square miles (5,410 sq. km.)
Extent of known Jura-Cretaceous beds in Yukon..	4,110 " " (10,650 ")
<hr/>	
Totals	6,200 " " (16,060 ")
Probable extent of Tertiary beds in Yukon..	4,500 square miles (11,600 sq. km.)
Probable extent of Jura-Cretaceous beds in Yukon...	19,700 " " (50,000 ")
<hr/>	
Totals	24,200 " " (61,600 ")

CHARACTER OF THE COALS

At only five points in Yukon has coal actually been mined, viz: on Cliff creek, on Coal creek (tributary of Yukon river), on Coal creek (tributary of Rock creek), at Five Fingers mine, and at Tantalus mine. The first three of these occur in the Rock Creek Tertiary basin, and the last two are situated within the Tantalus Jura-Cretaceous area. At two or three other points the measures have been prospected. The only two mines that have been in operation since 1908 are the Sour Dough mine on Coal creek (tributary of the Yukon) and the Tantalus mine situated on Lewes river about midway between Whitehorse and Dawson.

The following table gives the analyses of a number of typical coals from different parts of the territory:

LOCALITY	Age	Hygroscopic Water	Volatile Combustible Matter	Fixed Carbon	Ash
Cliff creek.....	Tertiary...	8.57%	42.04%	45.77%	3.62%
		10.58	40.10	46.74	2.58
Sour Dough mine....	Tertiary...	17.10	34.50	38.40	10.00
		14.57	33.11	37.15	15.17
Coal creek, tributary of Rock creek	Tertiary...	18.31	34.96	40.88	5.85
		19.37	33.85	37.45	9.33
Five Fingers mine...	Jura-Cretaceous.	5.95	40.46	45.16	8.43
Tantalus butte.	Jura-Cretaceous.	13.64	31.83	51.84	2.69
		12.87	31.72	49.51	5.90
Braeburn-Kynocks area.	Jura-Cretaceous...	8.98	29.62	48.30	13.10
		12.02	34.28	42.56	11.14
Whitehorse area..	Jura-Cretaceous...	2.15	6.01	69.86	21.98
		3.76	8.34	62.50	25.40

Average samples of 500 pounds (226 kilograms) each from the three seams being worked at the Tantalus mine have been analyzed with the following results:

	UPPER SEAM Average thickness 3 feet (.9 m.)	MIDDLE SEAM Average thickness 6 feet 6 inches (1.97 m.)	LOWER SEAM Average thickness 7 feet 6 inches (2.28 m.)
	Raw	Raw	Raw
Moisture in sample as received in laboratory.....	0.9%	0.7%	0.7%
Proximate analysis of coal, dried at 105° C.—			
Fixed carbon.....	58.0	54.1	56.0
Volatile matter.....	25.0	26.7	27.8
Ash.....	17.0	19.2	16.2
Ultimate analysis of dried coal—			
Carbon.....	69.8		71.1
Hydrogen.....	4.0		4.3
Sulphur.....	0.5	0.5	0.5
Nitrogen.....	0.8	0.9	0.7
Oxygen.....	7.9		7.2
Ash.....	17.0		16.2
Calorific value of dried coal in calories per gram.....	6,700	6,310	7,900

Coking tests of these coals, made for the Mines Branch of the Department of Mines, showed that only the coal of the lower seam produced a coke of commercial value.

Summarized, the results of the tests were:

	YIELD	QUALITY
Upper seam, raw.....	75.9%	Not a commercial coke; grey in colour, dense but crumbling and without regular fracture.
Upper seam, washed..	75.3	A poor commercial coke; similar to that from the raw coal, though sounder.
Middle seam, raw....	75.8	Not a commercial coke; similar to the product from the raw coal of the upper seam.
Middle seam, washed..	77.4	Possibly a commercial coke; not as good as that from the washed coal of the upper seam.
Lower seam, raw.....	74.6	A very fair commercial coke; probably suitable for blast furnace fuel.
Lower seam, washed..	74.1	A commercial coke; harder and sounder than that from the raw coal.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

The following table gives the probable amount of coal in Yukon in seams 1 foot (.30 m.) or over in thickness:

FIELD	Area Square Miles	Class of Coal	Age	Metric Tons
Whitehorse area.....	300	A ₂	Jura-Cretaceous.....	40,000,000
Tantalus area.....	600	B ₂	Jura-Cretaceous.....	70,000,000
Braeburn-Kynocks area.....	310	B ₃	Jura-Cretaceous.....	80,000,000
Selkirk area.....	100	B ₃	Jura-Cretaceous.....	50,000,000
Pelly River areas.....		B ₃	Jura-Cretaceous.....	10,000,000
Arctic area.....		B ₃	Jura-Cretaceous.....	
Rock Creek area.....		B ₃ to D ₁ (?)		
Kluane district.....	600	D ₁	Tertiary.....	3,000,000,000
Bonnet Plume area.....	20	D ₁	Tertiary.....	40,000,000
Indian River area.....	400	D ₂	Tertiary.....	1,500,000,000
Old Crow basin.....	150	D ₂	Tertiary.....	150,000,000
Francis and Liard River basins.....	120	D ₂	Tertiary.....	
Francis and Liard River basins.....	150	D ₂	Tertiary.....	
Totals.....	2,840			4,940,000,000

The coal production in Yukon has been small, partly because there has been little demand for coal, up to the present, and partly because only a few of the deposits are conveniently situated for shipping purposes. The production for the past three years in metric tons was, approximately:

1910	1911	1912
11,800	12,200	8,600

NORTH-WEST TERRITORIES

FORT NORMAN, MACKENZIE RIVER

In a Tertiary area on the Mackenzie river, coal was observed by Sir Alexander Mackenzie in 1789 and since that time various explorers have found coal-seams. The section given by McConnell includes seams of 4 feet and 3 feet. One seam, which was concealed at the time of his visit was reported by Sir John Richardson to be 9 feet thick. The basin containing deposits of Tertiary age extends a short distance up Great Bear River. The edge of the basin to the west is defined by a range of limestone mountains running parallel to the river at a distance of about twenty miles. The area is thus less than forty miles in length by thirty miles in width, or under 1,200 square miles. The part underlain by the three seams above mentioned is probably less than one-quarter of the above, or 300 square miles, which with 16 feet of coal would give a maximum coal reserve of 4,800,000,000 tons.

MACKENZIE DELTA

Cretaceous shales and sandstones are found on both banks of the river and in the valley of Peel river to the west. The hills on the Peel River portage and Rat river are sandstones and shales containing Cretaceous fossils. There are few exposures of coal, and the seams are of insignificant dimensions. From the Mackenzie east to Cape Parry, Cretaceous or Tertiary deposits were found by Sir John Richardson. At Point Trail these "alum shales" had been on fire. "The burnt clays, variously coloured, yellow, white, and deep red, give it much the appearance of the rubbish of a brick field." The explorations of V. Stefansson, 1910-1911, confirm the coal-bearing character of these beds. One section on Horton river, south-west of Franklin bay, shows exposures of sands and clays with coal-seams, extending along the river banks for eight miles. At one point 10 feet of coal occurs in several small seams, the largest being 4 feet in thickness.

COAL RESOURCES OF NORTH-WEST TERRITORIES

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons
Fort Norman.....	3	4 feet, 3 feet and 9 feet	300 square miles	D ₂	4,800,000,000
Peel river.....					Partially explored
Horton river.....					Partially explored

ARCTIC ISLANDS

Coal has been found in two series of beds on the Arctic Islands, the older underlying the Carboniferous limestone and the younger being probably of Tertiary age.

CARBONIFEROUS

The rocks of the Parry islands dip generally to the north, so that the outcrops cross the group in a general east and west direction. Professor Haughton, in an appendix to McClintock's "Narrative of the Discovery of the fate of Sir John Franklin," London, 1859, writes of the age of these beds as follows:

"The Upper Silurian limestones, already described, are succeeded by a most remarkable series of close-grained beds of highly bituminous coal, and but few

marine fossils, in fact, the only fossil shell found in these beds, so far as I know, in any part of the Arctic archipelago, is a species of ribbed *Atrypa*, which, I believe, to be identical with the *Atrypa fallax* of the Carboniferous slate of Ireland. These sandstone beds are succeeded by a series of blue limestone beds, containing an abundance of the marine shells commonly found in all parts of the world where the Carboniferous deposits are at all developed."

The age of the coal-bearing formation does not correspond with that of the Carboniferous Coal-Measures of lower latitudes, and is probably not far above the divisional line between the Devonian and Carboniferous. In the many sledge journeys made during the Franklin search, loose pieces of coal were found at a great number of places on the islands, although few exposures of coal-seams are recorded. This is quite natural under the conditions of travel in the north. The later expeditions by the Canadian Government were equally unsuccessful, but it is brought out by analyses of specimens that three classes of fuel occur there: coal, cannel-coal and oil-shale.

One discovery of a coal-seam in place on the north coast of Banks island is reported by Captain Bernier. This appears to be in the cliffs at a height of about 400 feet above sea-level near Rood head, nine miles east of Cape Hamilton. The geologist in charge, Mr. McMillan, described it as a lens-shaped deposit exposed for a mile in length, being perhaps 50 feet thick in the centre and averaging 10 feet for half its length.

A coal-seam is also recorded in the vicinity of Bay of Mercy, Banks island.

The character of the coal picked up on the south shore of Melville island is shown in the following analysis:

Moisture.....	1.52%
Volatile carbon.....	44.88
Fixed carbon.....	24.43
Ash.....	29.17
	100.00

Three other samples from unrecorded localities show varying characters as follows:

	(31)	(40)	(41)
Moisture.....	3.83%	0.97%	1.42%
Volatile matter.....	36.11	40.13	46.60
Fixed carbon.....	46.78	16.17	33.13
Ash.....	13.28	42.19	18.85
	100.00	100.00	100.00

This coal-bearing formation is supposed to thin out to the east, as it is not present on Elsmere island.

TERTIARY

A few small areas of rocks, supposed to be of Tertiary age, are mapped on the western islands. These contain partly carbonized wood. Larger areas are

found on Baffin island (northern part) and Bylot island. These newer discoveries have not been fully described, but it is known that deposits similar to those of Greenland have been found. Northward on Elsmere island, the Tertiary coal-bearing formation is largely developed in the vicinity of Lady Franklin sound. At Cape Murchison, Sir George Nares reports a seam of coal 25 feet thick. This may be made up of two seams as the complete section was not exposed. Coal has been found at Lincoln bay to the north, and also on Archer fiord to the south, near Lady Franklin sound. Inland, Captain Greely reports coal at Hazen lake.

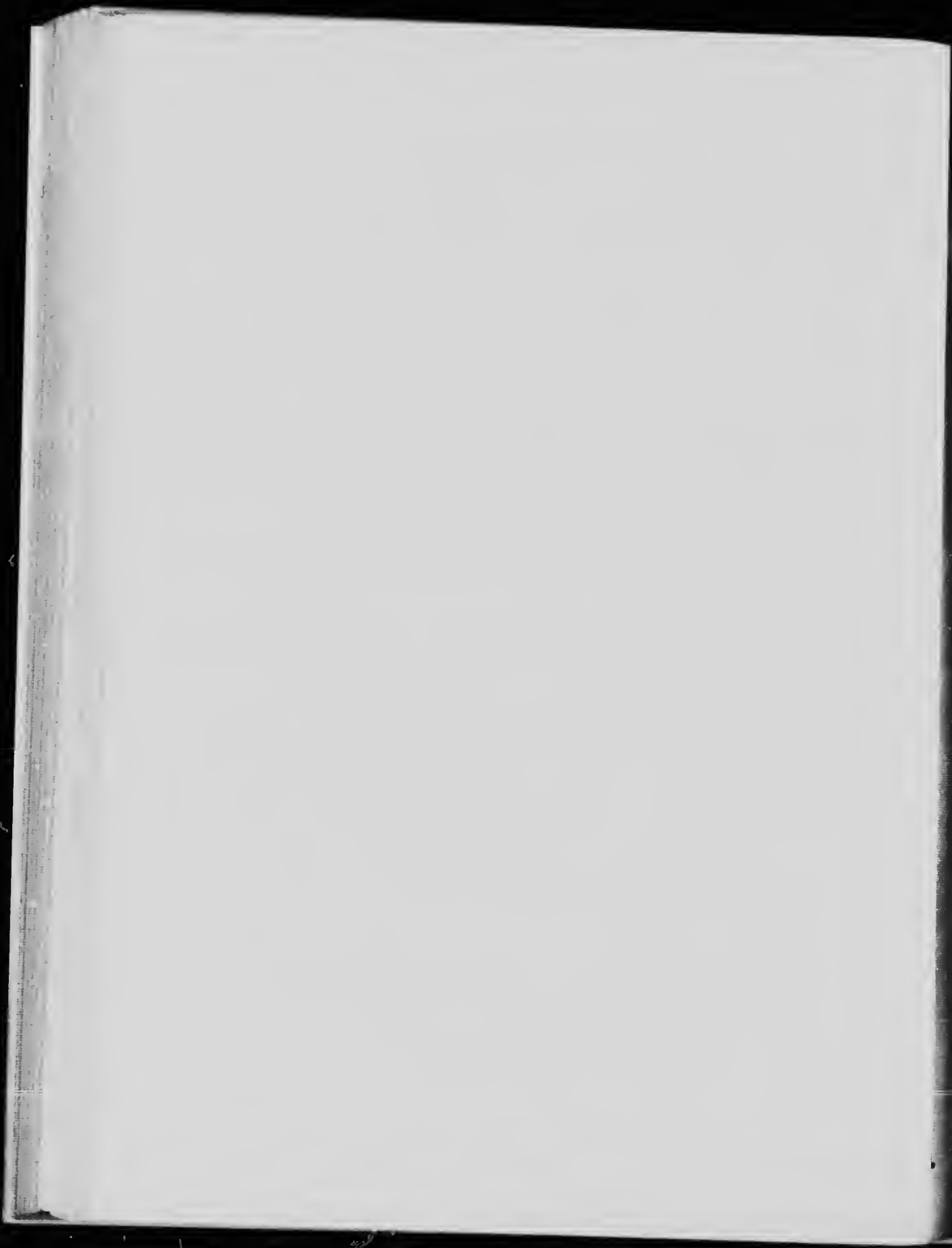
Dr. Moss, of H.M.S. *Alert*, collected specimens of coal at Cape Murchison. These were analyzed with the following results:*

Carbon.....	75.49%
Hydrogen.....	5.60
Oxygen and nitrogen.....	9.89
Sulphur.....	0.52
Ash.....	6.49
Moisture.....	2.01

COAL RESOURCES OF ARCTIC ISLANDS

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	
Banks island.....	1	lens. 0-50 feet....	} 6,000	B ₂ , C	6,000,000,000	Small Moderate Small
Parry islands.....						
Elsmere island.....	1	10 feet.....				
Baffin island.....						
Bylot island.....						
Total.....					6,000,000,000	

* *Journal Royal Society, Dublin*, Vol. 1, 1877-78, page 61.



THE COAL RESERVES OF THE UNITED STATES

BY

MARIUS R. CAMPBELL

(With one map in the Atlas)

The United States is particularly well supplied with coals of various grades, ranging from the poorest lignite through all the intermediate stages to graphitic anthracite. Its wealth and rapid development as a nation has been due largely to the supply of high grade fuel near the Atlantic seaboard, which has served as a basis for manufacturing purposes. In recent years development has extended westwards, and coal-fields of enormous extent have been found in the Rocky Mountain region and moderate ones on the Pacific coast.

GEOLOGIC AGE OF COAL-BEARING ROCKS

The coal of the United States occurs in many geologic formations, ranging in age from the lower part of the Carboniferous to middle Tertiary. The great fields of the Appalachian province and the Mississippi Valley consist almost entirely of coals of Carboniferous age. This includes the anthracite region of Pennsylvania and the graphitic anthracite of Rhode Island. While the enormous swamps flourished in which these coal beds were being formed, marine conditions prevailed over most of the western half of the country, and as a result almost no coal marks the formations of this age in the Rocky Mountain and Pacific coast provinces.

During the Triassic and Jurassic periods, coal-forming conditions prevailed only on a land mass which existed in the eastern part of the United States, and to-day only small remnants of those deposits are preserved in the Deep and Dan River fields of North Carolina, and the Farnville and Richmond basins of Virginia.

Throughout the western part of the United States the Cretaceous was pre-eminently the period in which coal-forming conditions prevailed. These conditions marked practically all of the fresh water and some of the brackish or partly marine formations of this system, beginning with the Kootenai of the Lower Cretaceous in the northern part of the country, and extending throughout most of the formations of the Upper Cretaceous up to and including the Laramie. At one time, most of the coal-beds of the Rocky Mountain and Great Plains provinces were supposed to be contained in the Laramie formation, but now it is known that this was a misdetermination and that the Laramie contains only a small part of the coal-beds of these regions.

Coal-forming conditions continued into the Tertiary, flourishing in greatest luxuriance in Eocene time, as witnessed by the great lignite-bearing formations of the Gulf coast in Texas and Arkansas; also throughout the various states of the Rocky Mountain province from New Mexico northwards to the Canadian line, but particularly well developed in the northern Great Plains province in the states of North Dakota, South Dakota, eastern Montana, and north-eastern Wyoming. Coals of this age were also laid down on the western slope of what is now the Cascade Range across the State of Washington, and to a limited extent in the same belt in Oregon and California. The youngest coal beds so far known are probably of Miocene age, and are found in isolated lake basins in the northern Rocky Mountains and also in small synclines in the coast ranges of California.

Although the geologic age of a coal-bed has no direct relation to the character of the coal contained therein, still there is a general and progressive change from the older to the younger coals, except where local metamorphism has affected them and interfered with what might be considered their normal development. Thus, in a general way, the highest grade coals are characteristic of the Carboniferous formations in the eastern part of the country; the medium grade coals of the Cretaceous formations of the Rocky Mountain province; and the lowest grade of the Tertiary coals of the Gulf coast, the northern Great Plains, and certain parts of the Rocky Mountain and Pacific coast provinces.

CLASSIFICATION OF COALS IN THE UNITED STATES

Many attempts have been made to devise a scheme of classification that would apply to all of the coal found in this country. In the earlier days of development, only the higher grade coals of the eastern states were worked, and hence these alone were considered in a scheme of classification. Lately, however, development has extended to the far west, and now includes all grades of coal, from anthracite to lignite.

The earliest attempt at classification is that of Persifor Frazer, contained in the reports of the Second Geological Survey of Pennsylvania. As stated previously, Frazer was dealing entirely with the best bituminous and higher grades of coal. At that time few ultimate analyses had been made, and he was limited practically to the elements determined by a proximate analysis. After comparing all of the analyses available and classifying his coals according to their standing in the trade, he proposed a scheme based on fuel ratios,—fuel ratio being the quotient derived from the division of the percentage of fixed carbon by the percentage of volatile matter. The scheme proposed by Frazer applied very well to the coals then in use, and indeed has been applied from that time down to the present to the eastern coals of the United States, except that there has been a constant tendency to lower the limits of some of his grades.

With the installation of a coal-testing plant by the general Government at the St. Louis exposition in 1904, systematic sampling of both mines and earload lots was inaugurated. The samples so obtained have been analyzed according to standard methods, and both proximate and ultimate elements were determined. This work has been carried on constantly during the past eight years, with the result that there are now available many thousand ultimate analyses of coals that are being mined in this country. With these data as a basis, many

schemes have been proposed for classification based entirely upon chemical composition, but so far none of them have been satisfactory. Some apply fairly well to the high grade coals, and some to the low, but none have yet been devised that apply equally well to both high and low grade coals. For administrative as well as for scientific purposes it has been necessary for the United States Geological Survey to recognize various classes or grades of coal, and consequently some scheme, although tentative in character, had to be adopted. The classification based on fuel ratios is well established and applies very well to present trade conditions; therefore, it was adopted for the classification of the high grade coals. For the low grade coals no such scheme was applicable; and consequently, as explained later, these have been separated entirely upon a physical basis.

CLASSIFICATION OF HIGH GRADE COALS

The following is Persifor Frazer's scheme of classification:

	Fuel ratios
Bituminous coal.....	0 — 5
Semibituminous coal.....	5 — 8
Semianthracite coal.....	8 — 12
Anthracite.....	12 — infinity

With the development of the Pocahontas, New River, Georges Creek, and Clearfield coal-fields, with their unexcelled steaming coals that are distinctly different from the great mass of bituminous coal of the Appalachian region, there was a constant tendency to lower the limit of the semibituminous grade to include these coals. The general practice to-day is illustrated by the following table:—

	Fuel ratios
Bituminous coal.....	0 — 3
Semibituminous coal.....	3 — 6.5 (?)
Semianthracite coal.....	6.5 (?)—infinity

In practical application, this scheme of classification is found to be exceedingly difficult to carry out in detail, for the reason that no two laboratories, even though working under the rules prescribed by the American Chemical Society, were obtaining accordant results, and, therefore, any given coal might, according to one analysis, fall into a certain grade, and according to another analysis made at a different laboratory, into a distinctly different grade. This was found to be due largely to the character of the gas used in the laboratory, to the inexactness of the regulations of the American Chemical Society, and to various local conditions. The extent of these variations has been so great that the American Chemical Society, in conjunction with the Bureau of Standards and the Bureau of Mines, has recently revised the rules governing the making of proximate analyses, and it is to be hoped that hereafter accordant results may be obtained, even though analyses be made by different chemists and in different laboratories.

In a general way "the trade" recognizes two great groups of coals below the bituminous class. The most valuable of these groups is closely allied to bituminous coal; in fact, the two groups merge one into the other by insensible gradations. These coals are black, frequently of brilliant lustre, and are commonly known as "black lignite," "lignitic coal," or "lignite." As a rule they contain more moisture than bituminous coal and less than that belonging to the next lower group, but the moisture content of coal varies so irregularly and depends so much upon the condition of the sample that it is not a safe criterion upon which to base distinctions.

The lowest group is brown in colour, generally woody in texture, and is known as "lignite," "brown lignite," or "brown coal."

These groups are natural divisions and are already in use in this country, but there are no sharp lines of distinction between them, and it is difficult to say where one ends and the other begins. No one questions the existence of such groups, but the trouble is to establish the criteria by which they shall be separated and the names that shall be applied to them.

It was decided to drop the term "lignite" in all its forms as applied to the group of coals next below the grade of bituminous, for the reason that in no sense are these coals woody, as the name "lignite" implies, and also because the term "lignite" or "lignitic" seems to imply a poorer quality than these coals actually possess. Since the term "semibituminous," as applied to the group above the bituminous, is too well fixed in the commercial world to be displaced, the term "subbituminous" was adopted by the Survey for all official publications.

Similarly, the term "lignite" was adopted for the lowest grade, restricting its use to those coals which are either actually woody in structure or closely approach wood in their composition.

The names of the groups of coal now recognized by the United States Geological Survey are therefore as follows:—(1) anthracite, (2) semianthracite, (3) semibituminous, (4) bituminous, (5) subbituminous, and (6) lignite.

Although groups 4, 5, and 6 of the above scheme are, in general, sharp and distinct, they merge, and their actual separation will always remain a matter of doubt. In general, however, they have certain characteristics which will serve, for all practical purposes, as a means of their separation.

In dealing with these low grade coals it has been the practice of many mining engineers and geologists to class all coals as lignite if they give a brown streak. This mode of classification is very objectionable, since it brings together all of the groups 5 and 6, and includes many coals which should be considered as belonging to group 4, but since this involves the present criteria it will be more fully discussed later.

The criterion for the separation of bituminous (4) from subbituminous (5) is solely that of weathering, a criterion which one may readily apply to both fresh and weathered coal, and therefore at the command of the most inexperienced when once he understands how to apply it.

The manner of weathering of coal depends entirely upon the degree of transformation or metamorphism that it has undergone. A highly developed joint system in a general way indicates high grade coal. This is well illustrated in the structure of the Pocahontas coal of West Virginia, the Pittsburg coal of Pennsylvania, and the Huntington or Jenny Lind coal of Arkansas. The

converse of this is generally true, namely, that the absence of joints is indicative of low grade coal, either lignite or subbituminous. An excellent example of this lack of structure is shown in the Texas field, where joint planes in the beds of lignite are frequently three or four feet apart.

The development of joints is not, however, an infallible guide, for time is an element that enters largely into the transformation of coal, and frequently the same result may be accomplished by a powerful force acting quickly as by a weak force acting for a much longer period of time. Therefore some very young coals may have joints as well developed as the oldest Carboniferous coals, but the time may not have been sufficient for the material to have been changed into bituminous coal.

From the foregoing statement it is apparent that jointing alone cannot be used as a criterion for the separation of bituminous from subbituminous coal, but it is of great assistance.

Another difference, and perhaps the one most to be depended on, is the manner of fracture on drying. Coal, as it comes from the mine, almost always carries a variable amount of moisture, from which it will part readily on exposure to a dry atmosphere. In parting with this moisture, cracks are formed which vary greatly with the kind of coal involved. In bituminous coal the cracks generally correspond with the joints, and the fragments remain prismatic in shape even though divided into minute particles, except in the case of cannel coal, splint coal, and many forms of block coal.

Subbituminous coal may in exceptional cases, as noted above, have joints well developed, but as a rule they are poor and show only on the larger blocks. When lump coal of this character is exposed to dry air it checks irregularly, and when the fragments separate they are irregular in outline.

The final criterion is the separation on weathering of the subbituminous coal into plates parallel with the bedding. This criterion is particularly valuable when applied to a badly weathered outcrop, for one can readily detect the little plates, no matter how small they may be. This feature rarely, if ever, shows in bituminous coal, except in a very small degree and where the laminae of the coal are separated by films of earthy matter or of mineral charcoal. In applying these criteria some coals will be classed as bituminous which have a brown streak, are geologically young, and generally have been regarded as lignites or lignitic coals, but they resist the weather, stand shipment well, and have a high calorific value, which makes them, to all intents and purposes, bituminous coal. Caution should be used, however, since coals on the borderland between the groups will exhibit the weathering properties of both, and the dominant features must be used in determining the class. Of course, in such cases, two independent observers may place a certain coal in different groups, but this is no argument against the criteria upon which it is based, as it must be understood that there are no sharp lines of division between the various groups.

The criterion for the separation of lignite from subbituminous coal is that of colour only, and as might be expected, no hard and fast line can be drawn. In general the lignite of North Dakota is brown, lustreless and woody, but towards the west it changes gradually into black, shiny, subbituminous coal. The change from brown to black is gradual, and as the colour changes the lignite loses more and more of its apparent woody character.

CLASSIFICATION OF COAL AREAS OF THE UNITED STATES

As such a large part of the United States is included in coal areas, it has been considered almost imperative to classify them for convenience of description. Accordingly, the Geological Survey has adopted the following plan of classification, extending from the larger to the smaller subdivisions: (1) coal province, (2) coal region, (3) coal-field, (4) coal district.

These various divisions are noted on the accompanying map. The province is regarded as the largest subdivision, and the various provinces, beginning at the east and extending westward, are as follows: (1) Eastern province, (2) Interior province, (3) Gulf province, (4) Northern Great Plains province, (5) Rocky Mountain province, (6) Pacific coast province.

Each of these provinces may be divided into several regions, as for instance, the Eastern province into the anthracite region of Pennsylvania; the Atlantic coast region, embracing the Triassic coal-fields of Virginia and North Carolina; and the Appalachian region, which includes the great Appalachian trough extending from central Alabama to northern Pennsylvania.

Similarly, the Interior province is divided into a northern region, embracing the coal-field of Michigan; an eastern region, embracing the fields of Illinois, Indiana, and Kentucky; a western region, extending from central Iowa to southern Oklahoma; and a south-western region, lying entirely in the state of Texas.

The Gulf province is of small importance, but may be divided into at least two regions, the one on the east being designated the Mississippi region, and that on the west the Texas region.

The Northern Great Plains province is not clearly separable from the Rocky Mountain province, but in a general way, it includes the coal-fields and regions entirely east of the mountain front. Within it are recognized, (1) the Fort Union region, which embraces the great lignite fields of North Dakota, South Dakota, eastern Montana, and the subbituminous field of north-eastern Wyoming; (2) Black Hills region; (3) Assiniboine region; (4) Judith Basin region; (5) Denver region; and (6) Raton Mountain region of Colorado and New Mexico.

The Rocky Mountain province consists of many isolated regions and fields, the most important of which may be classified as the Yellowstone region of Montana; Bighorn Basin region of Wyoming; Hams Fork region of western Wyoming; Green River region of central southern Wyoming; Uinta region of Utah and Colorado; San Juan River region of Colorado and New Mexico; and south-western Utah region.

The Pacific coast province is the smallest province in the United States, and has not been divided into specific regions.

The Geological Survey defines a coal-field as an isolated area smaller than a region, or as an arbitrary part of a larger region, as, for instance, the Pocahontas and New River fields of the Appalachian region and the Coosa and Cahaba fields of Alabama. Those fields, which represent only an arbitrary part of a larger region, have no definite boundaries, and are merely recognized as a matter of convenience in description. They may overlap, according to

the needs of the person describing them. Within each of the coal-fields there are generally certain centres of actual or prospective development which the Geological Survey recognizes as districts.

DISTRIBUTION OF THE VARIOUS GRADES OF COAL

With a large scale map and great degree of refinement in treatment, it would be possible to represent the areas containing the various grades of coal that the Survey recognizes, but on the accompanying map the geographic distribution of only general groups of coal have been recognized, namely, (1) bituminous, semibituminous, semianthracite, and anthracite; (2) subbituminous; (3) lignite.

ANTHRACITE

The highest grade of coal known in the United States is graphitic anthracite from the Naragansett Basin, Rhode Island. This is of Carboniferous age, and is so altered and cut by quartz veins that it has little value for fuel purposes. The greatest supply of true anthracite is in the great anthracite region of eastern Pennsylvania, where the quality of the coal is due to regional metamorphism. There are a few scattered anthracite fields in the west, where the quality of the coal is due largely to local or contact metamorphism. The largest of these fields is that of Crested Butte in Gunnison county, Colorado. The character of the coal in this field is due partly to regional metamorphism and partly to local contacts with igneous rocks. The following is a list of small fields of anthracite in the western states: (1) a small field due to igneous intrusion in Routt county, north-western Colorado; (2) the Cerrillos field of New Mexico; (3) a small field in south-western Utah; and (4) one or two fields on the Cascade Mountains in Washington.

SEMIANTHRACITE

This kind of coal is very slightly developed in the United States. It is chiefly produced in a commercial way in Sullivan county, Pennsylvania, but the coal from this field is put upon the market under the name of anthracite. Semi-anthracite coal is also found east of the main Appalachian region in the State of Virginia, but the beds are generally thin and the coal somewhat impure. Its character seems to be due largely to regional metamorphism, and also to the fact that, geologically, it is slightly older than the main Carboniferous coals of the Appalachian region. Coal of this character is also present in the eastern part of the Arkansas field, but the area is limited and the output small. It is probable that coal of this grade also occurs in many of the western states, but, so far as known, it has not been developed commercially, and it seems probable that it is only present at any one place in small quantities.

SEMBITUMINOUS COAL

Semibituminous coal is probably the best known coal of the United States. It is pre-eminently the ideal steaming coal, and as such has a world-wide repu-

tation. Coal of this character occurs in about four fields along the eastern margin of the Appalachian region, where regional metamorphism has produced a somewhat higher grade of coal than is common in the main field to the west, and also in Arkansas where it is associated with considerable folding in the rocks. The fields of semibituminous coal are generally known as the Clearfield of Pennsylvania, Georges Creek field of Maryland, New River and Pocahontas fields of Virginia and West Virginia, and the Arkansas field. Coal of this grade is also known in Colorado and other of the western states, but it is mined only on a small scale at the present time and has not attained the commercial importance that it has in the eastern states.

BITUMINOUS COAL

The great bulk of merchantable coal of the United States belongs to this class. Most of the coal of the Appalachian region is bituminous; as well as that of the northern region of Michigan; the eastern region of Indiana, Illinois, and Kentucky; the western region of Iowa, Missouri, Kansas, and Oklahoma; and the south-western region of Texas. It also occurs in several regions of the Rocky Mountain province, notably in the Raton Mountain region of Colorado and New Mexico, the northern part of the San Juan River region in south-western Colorado, the great Uinta region of Colorado and Utah, the south-western Utah region, and the lowermost coals of the Green River and Hams Fork regions of Wyoming; also, to a limited extent, in the scattered fields of Montana, including those of the Judith Basin region. Coals of this character are extensively developed in Washington, both on the east and west sides of the Cascade Range, and also, in a single locality, in the State of California.

In the Eastern and Interior provinces, the coal shows a gradual deterioration from east to west, being generally of a lower grade in the northern region of Michigan and the eastern region of Illinois, Indiana, and Kentucky than it is in the Appalachian region, and still lower in Iowa and northern Missouri. In passing southwards in the western region, however, the coal increases in value, until in the Arkansas field it attains the grades of semibituminous and semianthracite, but from this point south it is of lower grade throughout the south-western region of Texas. In the Rocky Mountain province the character of the coal is exceedingly irregular. The best bituminous coal is found in the Raton Mountain region of Colorado and New Mexico, in some parts of the Uinta region of Colorado and Utah, in the northern part of the San Juan River region of south-western Colorado, in the Hams Fork region of western Wyoming, and also in the fields of King, Pierce, and Kittitas counties, in the State of Washington.

Various special kinds of coal are recognized in the bituminous class, the most important of which, from a commercial standpoint, is that of coking coal. Coking coal is most abundant and, possibly, in its best development in south-western Pennsylvania, where the celebrated Connellsville coke is produced. Coking coal is also found in northern West Virginia; in the New River and Kanawha districts above Charleston; and in the Pocahontas and Big Stone Gap fields of south-western Virginia and West Virginia. It also occurs in the vicinity of Cumberland Gap in the south-east corner of Kentucky, to a limited

extent along the eastern border of the region across Tennessee, and in the vicinity of Birmingham, Alabama.

In the eastern region of the Interior province, coking coal is scarce and of rather poor quality, but to a limited degree it is present in the extreme southeastern corner of the field. In the western region it is not known, except in the extreme southern part of the region in Oklahoma.

In the Northern Great Plains province, coking coal is found to a limited extent in the Black Hills region, and also in a part of the Judith Basin region of Montana. Coal of this character is found in the Raton Mountain region of Colorado and New Mexico. In the Rocky Mountain province, coal of this grade is found in the vicinity of Durango in the south-western part of the state, and near Glenwood Springs on Grand River in the western part of the state. In Utah, coal is coked successfully at Sunnyside in Carbon county, and in Montana, to a limited extent, in the scattered fields in the south-western part of the state. A small amount of coking coal is also present in Pierce county, Washington. In general, however, the coking coal of the west is of a distinctly lower grade than that of the east, and in most places does not produce a coke suitable for use in a blast furnace.

In making the following estimate of the original tonnage of coal in the various states and fields, 14 inches has been taken as the minimum thickness of beds to be considered, for the reason that this has been adopted for such a limit in classifying the coal land on the public domain. Similarly, 3,000 feet has been adopted as the limit of workable depth under present conditions, and so the estimate has been made on that assumption.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

ESTIMATE OF ORIGINAL TONNAGE
By MARIUS

PROVINCE, STATE AND FIELD	AREAS IN SQUARE MILES			Lignite (No. 2 Class D)
	Known Coal-Field	Possible Coal-Field	Coal Below a Depth of 3,000 Feet	
EASTERN PROVINCE— Pennsylvania—				
Anthracite region.....	480			
Bituminous fields.....	14,200			
Ohio.....	12,660			
Maryland.....	455			
West Virginia.....	17,000			
Kentucky.....	10,270			
Virginia.....				
South-western fields.....	1,550			
Brushy Mountain fields.....	200			
Atlantic coast region.....	150			
North Carolina.....	60			
Tennessee.....	4,400			
Georgia.....	167			
Alabama.....				
Warrior and Plateau fields.....	7,845			
Cahaba field.....	268	82	*	
Coosa field.....	260			
	60,965	82		
INTERIOR PROVINCE—				
Michigan.....	11,000			
Indiana.....	6,500			
Kentucky.....	4,900	1,500		
Illinois.....	35,600			
Iowa.....	12,560			
Missouri.....	23,960			
Kansas.....	18,600			
Oklahoma.....	10,000			
Arkansas.....	1,580			
Texas.....	8,200	5,300		
	132,900	6,800		

* Probably exceeds 3,000 feet in depth.

OF COAL IN THE UNITED STATES

R. CAMPBELL

ESTIMATED ORIGINAL AMOUNT OF COAL IN METRIC TONS					
Subbituminous Coal (No. 1 Class D)	Bituminous Coal (Class C and No. 2 Class B)	Semibituminous Coal (No. 1 Class B)	Anthracite and Semianthracite Coal (Class A)	Coal below surface from 3,000 to 6,000 ft.	Total production of Coal to end of 1910 *
			19,056,300,000		1,078,525,100
	93,080,000,000	9,074,000,000			2,043,318,940
	85,270,000,000				527,305,010
	1,368,000,000	5,932,000,000			146,301,270
	111,293,500,000	27,132,000,000			535,042,310
	61,513,000,000				See below
	18,829,400,000	227,000,000			66,014,890
			† 817,000,000		
	544,000,000				
	181,500,000				432,670
	23,289,500,000				94,359,160
	846,600,000				7,964,570
	57,634,600,000				187,072,430
	3,421,000,000				
	272,000,000				
	457,543,100,000	42,365,000,000	19,873,300,000		
	10,889,300,000				17,239,220
	48,140,700,000				186,006,680
	50,400,000,000				143,350,120
	182,758,400,000				717,180,000
	26,461,000,000				149,234,110
	76,225,000,000				97,706,150
	27,223,200,000				99,210,200
	49,865,200,000				44,064,190
	154,900,000	1,112,800,000	† 363,000,000		27,330,060
	7,259,500,000				18,200,490
	479,377,200,000	1,112,800,000	363,000,000		

* Parker, E. W., Mineral Res. of U.S. for 1910.

† Semianthracite.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

ESTIMATE OF ORIGINAL TONNAGE

PROVINCE, STATE AND FIELD	AREAS IN SQUARE MILES			Lignite (No. 2 Class D)
	Known Coal-Field	Possible Coal-Field	Coal Below a Depth of 3,000 Feet	
GULF PROVINCE—				
Arkansas.....	100	5,900		81,700,000
Texas.....	2,000	53,000		20,871,000,000
NORTHERN GREAT PLAINS PROVINCE—				
North Dakota.....	2,100	58,900		20,952,700,000
South Dakota.....	20,630	6,350		633,329,800,000
MONTANA.....	2,100	8,820		925,900,000
Fort Union region.....	33,132			331,646,700,000
Bull Mountain field.....	633	457		
Assiniboine region.....	3,000			
Judith Basin region.....	1,500			
Wyoming.....				
Black Hills region.....	320			
Powder River region.....	10,800	3,200		
COLORADO.....				
Denver region.....	5,380	1,480		
Canon City field.....	40			
Trinidad field.....	1,035		80	
NEW MEXICO.....				
Raton field.....	960			
ROCKY MOUNTAIN PROVINCE—				
MONTANA.....	88,590	20,307	80	965,902,400,000
N.F. Flathead River field.....	150			
Mountain fields.....	10	100		
Yellowstone region.....	50			
Red Lodge-Bridger field.....	50	450		
IDAHO—				
Goose Creek field.....	30			
St. Anthony field.....	200	1,000		
WYOMING.....				
Bighorn Basin region.....	905	430	2,830	
Wind River Basin region.....	160		3,340	
Hanna field.....	1,435	240		
Green River Basin region.....	6,440	870	9,970	
Hams Fork region.....	600			

OF COAL IN THE UNITED STATES—Continued

ESTIMATED ORIGINAL AMOUNT OF COAL IN METRIC TONS					Total production of Coal to end of 1910 *
Subbituminous Coal (No. 1 Class D)	Bituminous Coal (Class C and No. 2 Class B)	Semibituminous Coal (No. 1 Class B)	Anthracite and Semianthracite Coal (Class A)	Coal below surface from 1,000 to 6,000 ft.	
					See above
					" "
					3,562,600
					See below
4,353,100,000					
2,722,300,000	1,814,900,000				
	120,700,000				See below
124,750,500,000					
36,297,700,000					131,573,490
	932,800,000				
	22,198,000,000				
	16,270,400,000				28,223,970
168,123,600,000	41,336,800,000				
3,081,700,000					29,160,000
90,700,000					
	42,900,000				
1,535,200,000	552,500,000				4,040
90,700,000					
	544,500,000				
907,400,000					88,234,900
1,828,600,000				1,800,000,000	
20,871,000,000	9,074,400,000			9,100,000,000	
370,472,000,000	57,196,200,000				
19,706,000,000	6,715,100,000			180,000,000,000	

* Parker, E. W., Mineral Res. of U.S. for 1910.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

ESTIMATE OF ORIGINAL TONNAGE

PROVINCE, STATE AND FIELD	AREAS IN SQUARE MILES			Lignite (No. 2 Class D)
	Known Coal-Field	Possible Coal-Field	Coal Below a Depth of 3,000 Feet	
Colorado.....				
North Park field.....	57	43		
Yampa field.....	3,130			
Uinta Basin region.....	2,780		3,720	
South Park field.....	3	70		
Durango field.....	1,840	20		
Tongue Mesa field.....	40			
S.W. Colorado field.....	36			
Utah.....				
Uinta region.....	3,276		7,530	
Coalville field.....	20			
Colob Plateau field.....	350			
New Mexico.....				
San Juan R. region.....	10,700		1,000	
Small fields.....	1,560			
Arizona.....				
Black Mesa field.....	3,580			
Small fields.....	30			
	37,432	3,223	28,390	
PACIFIC COAST PROVINCE—				
Washington.....	1,800			
Oregon.....	90	140		
California.....	10	30		
	1,900	170		
Grand totals.....	339,887	89,482	28,470	986,855,100,000

986,855,100,000

860,331,100,000

1,314,009,300,000

43,477,800,000

20,721,000,000

Total of all kinds of coal except||..... 3,225,394,300,000

OF COAL IN THE UNITED STATES—Continued

ESTIMATED ORIGINAL AMOUNT OF COAL IN METRIC TONS					
Subbituminous Coal (No. 1 Class D)	Bituminous Coal (Class C and No. 2 Class B)	Semibituminous Coal (No. 1 Class B)	Anthracite and Semianthracite Coal (Class A)	Coal below surface from 3,000 to 6,000 ft.	Total production of Coal to end of 1910*
2,588,000,000					See above
37,954,000,000	85,025,300,000		20,500,000	180,000,000,000	
	75,847,500,000		435,900,000	130,000,000,000	
	18,100,000				
17,693,300,000	8,504,500,000				
	842,300,000				
	74,000,000				
	76,392,000,000			91,000,000,000	23,111,320
141,700,000	† 3,629,800,000				
150,778,000,000				13,000,000,000	See above
6,125,000,000	903,300,000		7,200,000		
12,776,800,000					
55,700,000	9,100,000				
643,696,400,000	325,371,500,000		463,600,000		
47,588,800,000	10,355,700,000		21,100,000		48,682,210
907,400,000					1,843,430
14,900,000	25,000,000				4,634,030
48,511,100,000	10,380,700,000		21,100,000		... ‡ \$35,374,600
860,331,100,000	1,314,009,300,000	43,477,800,000	20,721,000,000	|| 604,900,000,000	7,480,355,040
				Fifty per cent. added for waste	3,740,177,520
				Estimated amount exhausted	11,220,532,560

* Parker, E. W., Mineral Res. of U.S. for 1910.

† Includes some impure anthracite.

‡ Colliery consumption, etc.



THE COAL RESOURCES OF ALASKA

BY

ALFRED H. BROOKS AND GEORGE C. MARTIN

(With a map in the text)

INTRODUCTION

It will be our purpose in the following pages to present briefly the main geological features of the Alaska coal deposits, together with estimates of area and tonnage. As only about twenty-five per cent. of the area of Alaska has been geologically mapped, even in a reconnaissance way, it will be evident that there are many gaps in the knowledge of the stratigraphy and structure of the coal-bearing rocks, while the estimates of tonnage are but little more than guesses.

The data on which the following statements are based are all taken from the publications of the geologists of the United States Geological Survey. These include many different articles, the most important of which are here listed for the benefit of those who may desire to acquaint themselves with more detail than can here be presented:

- "The coal resources of Alaska," by Alfred H. Brooks: Twenty-second Annual Report U.S. Geol. Survey, Part 3, 1902, pp. 515-571.
- "Coal resources of the Yukon Basin, Alaska," by Arthur J. Collier: Bull. U.S. Geol. Survey, No. 218, 1903, 71 pp.
- "Geology and coal resources of the Lisburne region, Alaska," by Arthur J. Collier: Bull. U.S. Geol. Survey, No. 278, 1907.
- "The Alaska Coal-fields," by George C. Martin: Bull. U.S. Geol. Survey, No. 314, 1907, pp. 40-46.
- "Geology and mineral resources of the Controller Bay region," by George C. Martin: Bull. U.S. Geol. Survey, No. 335, 1908, 141 pp.
- "Alaska coal and its utilization," by Alfred H. Brooks: Bull. U.S. Geol. Survey, No. 442, 1910, pp. 47-100.
- "Geology and mineral resources of parts of the Alaska Peninsula," by W. W. Atwood: Bull. U.S. Geol. Survey, No. 467, 1911, 137 pp.
- "Geology and coal-fields of the lower Matanuska Valley, Alaska," by George C. Martin and F. J. Katz: Bull. U.S. Geol. Survey, No. 500, 1912, 98 pp.
- "The Bonifield region, Alaska," by Stephen R. Capps: Bull. U.S. Geol. Survey, No. 501, 1912, 162 pp.
- "The western part of Kenai Peninsula," by George C. Martin: Bull. U.S. Geol. Survey, No.—(in preparation).

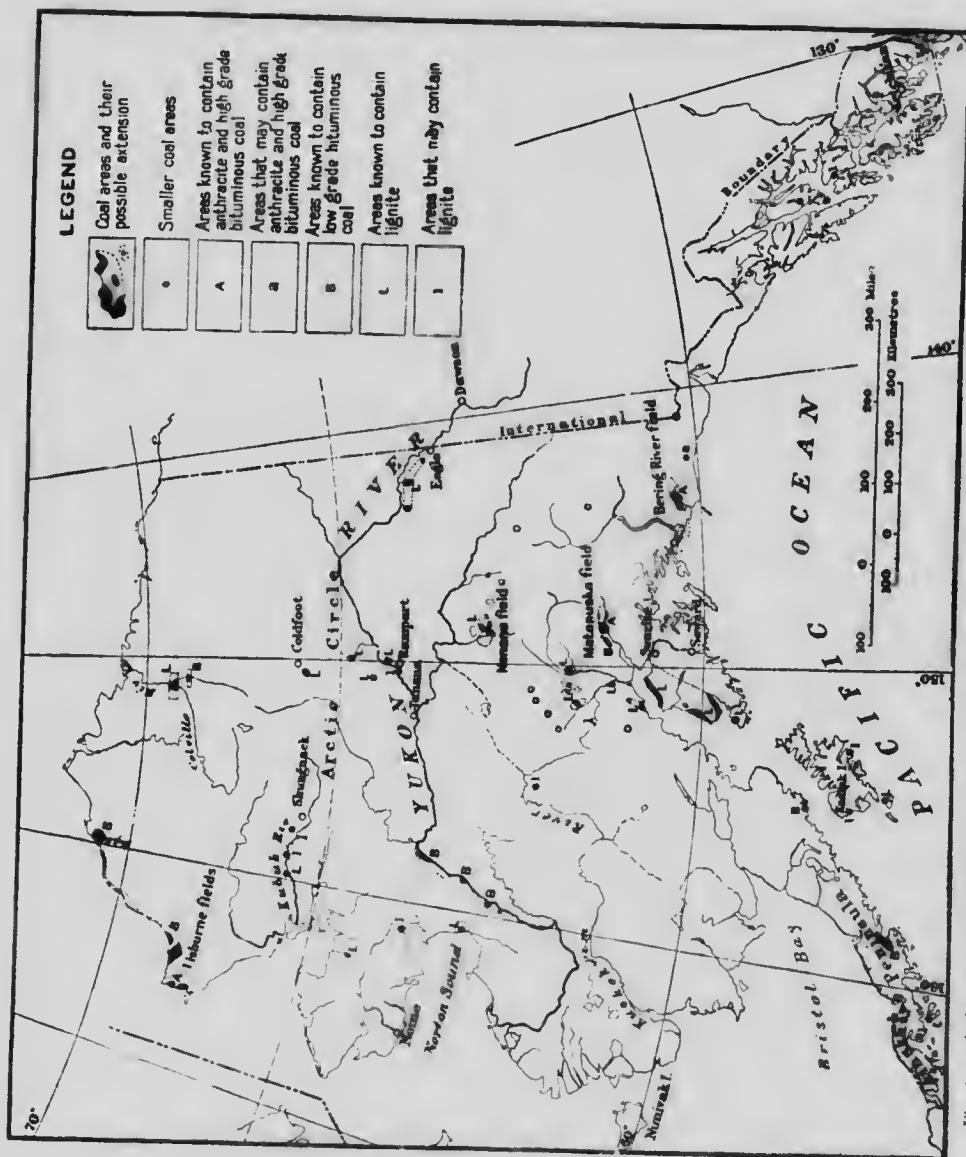


Fig. 1 Alaska, showing distribution of Coal Deposits, from a map compiled under the direction of Alfred H. Brooks, Geologist in Charge, Division of Alaskan Mineral Resources

GEOLOGICAL DISTRIBUTION OF COAL

The geological age and sequence of the several coal-bearing formations have only in part been determined. It has been pretty well established that at least eighty per cent. of the coal regarded as of present commercial importance is of Eocene age; but Upper Cretaceous, Jurassic, and Mississippian coals occurring in recoverable quantity have been found, as has a little coal in the Pennsylvanian and Quaternary. The map (Fig. 1) shows the distribution of the coal according to its character, but not according to its age.

The oldest coals known in Alaska occur near and south of Cape Lisburne on the Arctic ocean. They are of a high-grade bituminous character and are contained in a series of slates and limestones of Mississippian age. On the upper Yukon is a series of conglomerates, sandstones, and shales (Nation River formation) which carries some thin beds of bituminous coals. This formation is Carboniferous and has been provisionally assigned to the Pennsylvanian epoch. The next higher coal-bearing beds are in the Corwin formation, which occurs about twenty miles east of Cape Lisburne. This formation is made up of shales, sandstones, and conglomerates, and includes a large number of beds of sub-bituminous coal. It has been referred to the Jurassic period. A coal-bearing formation of about the same age has been recognized in the Matanuska valley, north-east of Cook Inlet, but no Jurassic coals are known elsewhere in Alaska. Upper Cretaceous coals have been found on the Alaska peninsula, on the lower Yukon, and in the Colville River basin. The Cretaceous coals are chiefly bituminous. Lithologically, the Upper Cretaceous rocks vary in different localities, but, as a rule, they are composed predominately of fine clastic rocks and limestones.

As already stated, by far the larger part of the coal thus far found belongs to the Eocene. Rocks belonging to this period have been found in large and small areas almost throughout Alaska and nearly everywhere carry some coal. Their correlation is based on the presence of the so-called Kenai flora, which has been studied by Dr. F. H. Knowlton and Dr. Arthur Hollick. In most places the beds carrying this flora have been regarded as a stratigraphic unit and mapped as the Kenai formation. There are some exceptions to this, however; for example, in the Matanuska coal-field two Eocene plant-bearing beds have been recognized—a lower, made up of arkoses and carrying no coal, and an upper, called the Chickaloon formation, which carries the coal.

Considering Alaska as a whole, the series is typically made up of coarse and fine clastic material, locally, with a large percentage of conglomerate. Much of the rocks can be definitely recognized as of fluvial origin, and in many places they carry a fresh-water flora. Only on the Alaska peninsula have marine Eocene fossils been found in the formation, and there they are intimately intermingled with plant remains. Much the larger part of the Eocene coal is lignitic, but the high-grade coal of the Matanuska field and possibly part of that of the Bering River field is also of Eocene age. The Bering River coal may be in part of Miocene age; if so, it is the only Miocene coal recognized in Alaska. Some thin beds of lignitic coal that have been found at Yakutat bay and at various places in the Yukon basin, are probably of Pliocene, possibly of Pleistocene, age.

The geological positions of the Alaska coals are summarized in the sub-joined table:

STRATIGRAPHICAL POSITION OF ALASKA COALS

SYSTEM	SERIES	CHARACTER OF COAL	PRINCIPAL DISTRIBUTION
Quaternary.....	Pleistocene.....	Lignitic.....	Yukon basin and other parts of Alaska.
Tertiary.....	Pliocene.....	Lignitic.....	Yukutat bay and other localities.
	Miocene or Eocene.	Anthracitic and bituminous.	Bering river.
	Eocene.....	Chiefly lignitic; also some bituminous and sub-bituminous.....	Throughout Alaska, notably on Cook inlet and in Matanuska valley, and Yukon basin.
Cretaceous.....	Upper Cretaceous..	Sub-bituminous and bituminous.....	Alaska peninsula, Yukon and Colville basins.
Jurassic.....	.....	Lignitic, sub-bituminous, and bituminous.....	Near Cape Lisburne and in Matanuska valley.
Carboniferous.	Pennsylvanian.....	Sub-bituminous.....	Yukon river.
	Mississippian.....	Bituminous.....	Twenty miles south of Cape Lisburne.

THE COAL-FIELDS

THE BERING RIVER FIELD

The Bering River field, which is one of the two Alaska fields containing the largest amount of high-grade coal, lies about twenty-five miles north-east of Controller bay and is drained by Bering river, from which it received its name. (See map, Fig. 1.) It is sometimes called the Katalla and sometimes the Controller Bay field. The surveyed parts of the Bering River field embrace about twenty-two square miles underlain by anthracite, and about twenty-three square miles underlain by semi-bituminous and semi-anthracite coal. Coal is known to occur east of the surveyed part of the field, and has been reported near Yakataga, sixty miles east of Controller bay.

The coal-beds in this field which may be workable, are from 3 to 25 feet thick, but, through local swellings, a much higher maximum thickness is attained. These are included in the Kushtaka formation, made up chiefly of arkose, with some sandstone and shale and over 2,000 feet in thickness. The evidence of a few marine invertebrates and some fossil plants, together with the stratigraphic relations, indicate that the Kushtaka formation is of Miocene age, but this has not been definitely determined. The Kushtaka formation contains a large but unknown number of coal-beds.

The Kusitaka formation has been intensely folded and faulted, and the included coal-beds are, in many instances, so crushed and deformed as to make the economic recovery of the coal a serious problem, if, indeed, this is possible at all. This is notably true of the eastern part of the field, where the anthracite and semi-anthracite occur. Many of the coal-beds in the western part of the field are also deformed, to the extent that they will yield a large percentage of slack and that the cost of mining will be much increased.

In quality the coals vary from an anthracite, with an average of 81 per cent. of fixed carbon, to a semi-bituminous, with 72 per cent. of fixed carbon. The ash varies from about 2 to 10 or 12 per cent., the average from a number of analyses being from about 7 to 9 per cent. The bituminous part of the field includes some coking coal.

THE MATANUSKA FIELD

The Matanuska coal-field shares with the Bering River field pre-eminence in the present fuel situation in the Territory.

The western end of this field lies about twenty-five miles from tide-water at Knik arm, and the coal-bearing series has been traced for fifty to sixty miles along the Matanuska valley, but much of it is buried under a heavy blanket of gravels. There is also evidence that the same Coal-Measures may occur under a younger conglomerate series, which occupies considerable areas. This can only be determined by shafts or by boring. Bearing in mind the limitation put on field observations by the gravel cover, the area of the coal-bearing rocks in the surveyed part of the field is estimated to be seventy-four square miles. In addition to this are certain gravel-covered areas, embracing about twenty-five square miles, which may be underlain by coal. There is also known to be coal in the upper Matanuska valley, beyond the area of detailed survey considered in these estimates. It is quite possible, therefore, that the coal-field may embrace one hundred square miles or more, though it remains to be determined by actual excavation how much of this area is underlain by workable coal-beds.

These coals are included in folded and faulted shales and sandstones belonging to the Chikaloon formation, which is of Eocene age, as determined by fossil plant-remains. The formation is probably at least 2,000 feet in thickness. The coal-beds are numerous, but their number has not been determined nor has their exact position within the formation. The coal-beds which may be workable range from 3 to 32 feet in thickness. There has been no such marked variation in thickness of individual beds observed in the Matanuska field as is known to exist in the Bering River field, but this may be due to the scarcity of large exposures.

The coal varies in quality from a lignite to a bituminous and anthracite coal. The bituminous coal, which seems to form the main body, appears to pass into a lignite at the west end of the field, while there is some evidence that the same coal is represented by an anthracite near the east end of the belt. The lower grade coal from this field contains from 48 to 50 per cent. of fixed carbon with from 5 to 12 per cent. of ash. The bituminous coal has from 61 to 77 per cent. fixed carbon with from 7 to 15 per cent. ash. The average of

sixteen analyses of bituminous coals gave 65 per cent. fixed carbon and 11.6 per cent. ash. One analysis of the anthracite yielded 84 per cent. fixed carbon and 6 per cent. ash. The bituminous coal can, in part, be coked.

Much of the bituminous coal is crushed and will yield a large percentage of slack, which, however, does not detract from its value for coke-making nor greatly from its value as a steaming coal. The lower grade of bituminous and the lignitic coals are less crushed than those described above and will yield a larger percentage of lump fuel. The coal-measures are much folded and faulted, a condition that may prevent the economic recovery of some of the coal. They are also cut by stocks and dikes of igneous rock.

THE COOK INLET FIELDS

Coal-bearing Tertiary rocks are widely distributed in the Cook Inlet region. They are, in most places, but little disturbed, though locally considerably folded and faulted. The largest areas of coal-bearing rocks in this field occupy the western part of Kenai peninsula, and are, in large part, buried under a cover of Quaternary gravels. It is not impossible that the entire Cook Inlet depression may be underlain by these coal-bearing formations. It seems probable that the coal reserves in the Cook Inlet region are very large, for the area of the coal-fields is estimated at 6,035 square miles.

The best known part of this field lies on the east side of Cook Inlet north of Kachemak bay. The Kenai formation of this district consists of at least 1,500 feet, and probably 1,800 or 2,000 feet, of partially indurated sands and clays of approximately equal volume, in beds in most cases not over 20 or 30 feet and very rarely over 100 feet thick, interbedded with many seams of lignite. The lignite beds are numerous, but, for the most part, of only moderate thickness. The section on the north shore of Kachemak bay, which includes about 1,600 feet of strata, contains fifteen beds from 3 to 7 feet thick, aggregating about 65 feet of lignite. The entire sequence is apparently non-marine, but numerous poorly preserved plants show it to be of Eocene age.

Lignite in workable seams has also been found at Port Graham and Tyonek. This, as well as the coal thus far found in Kenai peninsula, is all lignite, though but little search has been made, except along the shore-line. It is barely possible that higher-grade coals may occur along the mountain front, where great deformation may have taken place, but no exposures of the Kenai formation have been observed in this position.

ALASKA PENINSULA

Coal is widely distributed on the Alaska peninsula. The most important of the known fields are those of Chignik bay and of Herendeen bay, in which bituminous and sub-bituminous coals have been found. Lignitic coals have also been found in the Kenai formation (Eocene), which is widely distributed on the peninsula and on some of the adjacent islands.

The Chignik Bay field lies on the Pacific side of the peninsula in about latitude $56^{\circ} 20'$. The actual, known extent of this field does not exceed 15 square miles, but it is probable that coal underlies an area of 40 to 50 square miles. In addition to this, there are some 10 to 20 square miles underlain by

lignitic coal occurring in Kenai rocks (Eocene), but of so low a grade that it probably has no value.

The better grade of coal occurs in the Chignik formation, which is made up of conglomerate, sandstone, and shale, at least 600 feet in thickness. Its age has been determined to be Upper Cretaceous, on the basis of both marine invertebrates and plant remains. These rocks have been thrown into open folds, the movement being accompanied by faulting. The facts at hand indicate that there are several different coal-beds in this field, but the lack of a detailed survey has prevented the determination of the number. The average of four analyses of coal from this field showed 43 per cent. fixed carbon and 19 per cent. ash.

The Herendeen Bay field lies on the north-west side of the peninsula in latitude $55^{\circ} 30'$. It is estimated that coal-bearing formations occupy an area of about forty square miles. The bituminous coal of this field occurs in the Chignik formation (Upper Cretaceous), the character of which has already been described. The number of beds has not been determined. There is also some lignitic coal in the Kenai formation, which occurs in the same field. The deformation of the Chignik formation is similar to that in the Chignik field, but there appears to be more faulting. Two analyses of the bituminous coals of this field yielded an average of 50 per cent. fixed carbon and 9 per cent. ash.

THE NENANA FIELD

The Nenana field lies in the southern part of the lower Tanana valley, tributary to the Yukon valley. An area of about 122 square miles is known to be underlain by coal, and the total area is probably very much larger, as much of the region is buried under a heavy mantle of gravel. The commercial coal-beds, of which there are many, vary from 3 to 30 feet in thickness. They occur in a series of gravels, sands, and clays measuring some 2,000 feet in thickness and provisionally correlated with the Kenai formation, though they may in part be younger. These rocks are only gently folded, but locally the beds are considerably broken by small faults. An analysis of a sample taken from a weathered outcrop yielded 32 per cent. fixed carbon and 6 per cent. ash.

NORTHERN ALASKA

Geographically the known coal-fields of northern Alaska fall into three groups—those of (1) Cape Lisburne, (2) the Colville basin, (3) Wainwright Inlet. Coal has also been found on Kobuk river and is reported to occur between these areas, as well as east of Colville river. The Cape Lisburne field includes the Corwin and Cape Beaufort districts.

Three coal-bearing formations are recognized in this northern field: (1) the Carboniferous (Mississippian[?]), made up of slates, shales, and limestones, with some high-grade bituminous coals, and having a thickness of 500 feet or more; (2) the Jurassic Corwin formation, including at least 15,000 feet of shales, sandstones, and conglomerates and containing a large number of sub-bituminous coal-beds; (3) the Tertiary, made up of conglomerates, sandstones and shales with lignitic coal-seams. The two lower formations are closely folded and faulted; the Tertiary beds are, as a rule, but little disturbed.

In areal extent, quantity, and quality of coal, the Cape Lisburne field is

the most important in northern Alaska. It includes the high-grade bituminous coal of Carboniferous age (Cape Beaufort district), which varies from 1 to 5 feet in thickness. An average of three analyses showed 76 per cent. of fixed carbon and 3 per cent. of ash. An area of fourteen square miles is known to be underlain by this coal, but the actual size of the basin is probably much larger. In the Corwin district, embracing the sub-bituminous Jurassic coals, there are beds up to 12 feet in thickness. Eleven analyses of this coal average 47 per cent. of fixed carbon and 5 per cent. ash. The actual area known to be underlain by commercial coal-beds in this district is over 200 square miles, while the coal-bearing formation, as roughly outlined, embraces over 1,200 square miles.

The total area in northern Alaska known to be underlain by coal, aggregates 302 square miles, and the coal-fields, roughly outlined from the data in hand, include some 3,000 square miles. The scant evidence available points to the conclusion that a survey of this northern region will show very large coal-fields in this part of Alaska.

OTHER OCCURRENCES OF COAL

Lignitic coal is widely distributed in Alaska, chiefly in plant-bearing beds which have been provisionally assigned to the Kenai formation (Eocene). Such occurrences are found on Admiralty island in south-eastern Alaska, in the upper Copper River basin, and in far greater development in the Susitna basin. Coals have also been found at numerous localities in the Yukon basin, in the north-eastern part of Seward peninsula, and are reported in the Kuskokwim basin and on Nunivak island in Bering sea. Most of these coals are in rocks which have been but slightly indurated and but little deformed, and are probably chiefly Eocene. Some Upper Cretaceous coals of sub-bituminous character have also been found in the lower Yukon valley in beds which are but little disturbed. A little bituminous coal has been found in the Nation River formation (Pennsylvanian?), but is probably of no commercial importance.

ESTIMATES OF AREA AND TONNAGE OF COAL

As only about one-fifth of Alaska has been surveyed geologically, it is evident that any estimate of the area of the coal-fields serves only as a measure of the minimum area. With these limitations on the accuracy of the figures, the total known coal-fields include an area of about 16,147 square miles (See map, Fig. 1). It is not impossible that future surveys may prove that the coal-fields embrace many times this area. The figures indicate the number of square miles of land which are underlain by the coal-bearing formations. If, however, the estimate is made to cover only the area of those lands which are known to be underlain by coal-beds, the figures are only 1,210 square miles. In other words, only about 8 per cent. of the area of the possible coal-fields can be classified as coal land. This is partly due to the fact that detailed surveys are often necessary to establish the presence or absence of commercial beds of coal. It should be noted that in the above classification only quality, quantity, and depth of coal are taken into account. It is clear that, so far as development is concerned, the accessibility of the coal and the possibility of marketing it are just as im-

portant as the factors mentioned above, in designating commercially valuable coal-lands. For example, some of the best coals have no value, because they cannot be marketed under any conditions of demand that can now be foreseen. It is evident, therefore, that the figures presented above have little practical import. They will serve the economist only by indicating the minimum coal-bearing areas which may, in the generations to come, be drawn upon for fuel.

The incompleteness of these figures can best be illustrated by some examples. The Bering River field may be extended into the mountains and have many times its present known area. If the entire eastern and western extensions of the Matanuska valley are underlain by coal-beds, as may be the case, the actual area of this field is many times that used in the present estimate. In the Cook Inlet and Susitna regions, the estimates for area are based on a coal-field of thirty to forty square miles. As a matter of fact, it is not improbable that the whole Cook Inlet-Susitna depression may be underlain by coal-bearing rocks at a depth which is not prohibitive of mining. If such is the case, this coal-field might possibly embrace 10,000 to 20,000 square miles. There is also good reason to believe that the area of the coal-fields of the Arctic slope far exceeds that of all the rest of the Alaskan fields.

Estimates of Alaska's coal resources, expressed in area and tonnage, were prepared for the Conservation Commission.* Although these figures are of some value to the economist, inasmuch as they serve to indicate the minimum quantity of fuel which Alaska can furnish, yet they do not show the ultimate coal resources of the Territory.

The facts which militate against an accurate statement of the area of Alaskan coal-lands, apply with still greater force to estimates of tonnage. Of the 1,210 square miles classed as coal-land, less than one-quarter has been surveyed in sufficient detail to yield any quantitative data whatever. Even where such surveys have been made, a large factor of uncertainty is introduced either by the folded and faulted condition of the coal-beds or by the lack of definite knowledge regarding the sequence of strata. There must, therefore, be a very large element of uncertainty in the tonnage estimates for even the 300 to 400 square miles of surveyed coal-fields. Moreover, in Alaska there are almost no data available from private sources, such as the results of extensive mining or prospecting operations, which form an important element in the estimates made of the coal resources of the United States.

The estimates of tonnage given below were made on the following basis:

1. No beds less than 3 feet thick were assumed to be workable or contributed to the tonnage.

2. The depth of workability was assumed to be 3,000 feet for the highest grade coal (anthracite, semi-anthracite, semi-bituminous); 2,000 feet for the better bituminous and sub-bituminous coals, such as those on the lower Yukon, at Cape Lisburne, and on Matanuska river; and 1,000 feet for the poorer sub-bituminous coals and all the lignites.

3. The tonnage was computed by the formula: $\text{Tonnage} = \text{area of bed to limit of workability (square miles)} \times \text{thickness (inches)} \times \text{specific gravity} \times 72,600$.

* Rept. Nat. Conserv. Comm., Senate Doc. 676, 60th Cong., 2d sess., Vol. III, p. 584; reprinted in Bull. U.S. Geol. Survey, No. 394, 1909, p. 182.



4. The specific gravity was assumed to be 1.30 for lignite, 1.35 for bituminous, and 1.38 for the high grade coals.

The method of computing varied among the different fields in the following respects:

Bering River field.—A certain percentage of the coal-bearing rocks is shown by the average sections to consist of workable coal-beds; this percentage of the computed bulk of rock to the limit of workability gave the estimated tonnage.

Nenana fields.—The coal of each basin was estimated* separately, it being assumed that each basin is underlain by a thickness of coal equal to the average of the total coal, in beds 4 feet or more thick, shown in each local section. It was furthermore assumed that the part of this coal which has been removed by erosion, or which lies at a greater depth than 1,000 feet, is balanced by coal which was not observed, or by an extension of the coal-area beyond that used in the computation.

Matanuska field.—Each bed was estimated separately, according to its average thickness, length on a safe assumption of continuity, and width on the dip to the limit of workable depth.

Lisburne field.—The Corwin district was computed as was the Matanuska, the length of the beds being assumed to be the distance from the shore to the edge of the mapped area. The Beaufort district was assumed to have one-half the tonnage per square mile of the Corwin district.

Yukon fields.—Each bed was figured as in the Matanuska, but the beds were not assumed to extend more than a mile in each direction from the mine or prospect where they had been exposed, except in the Washington-Bonanza district, where a continuity of fifty miles on the strike was assumed.

Cook Inlet field.—Computed as was the Matanuska.

All the other minor fields were computed on the basis of a most conservative estimate of thickness of coal underlying the field and an area believed to be a safe minimum. In none of the fields was the coal assumed to go beyond points where it is shown to exist by reliable information from members of the Geological Survey. The areas, in making the last class of estimates, are consequently very small, and are possibly subject to an immense extension in the light of subsequent information.

In making these estimates, a general attempt has been made to err on the conservative side, and thus the total represents the minimum rather than the maximum probable tonnage. It must now be noted, however, that, with the same data for any particular area, the coal estimates of the federal geologist will usually exceed those made by the mining engineer for private interests. The reason for this lies in the fact that the geologist includes in his estimate all the coal-beds of a certain thickness and to a certain depth, for it is his purpose to present figures which shall approximate at least the ultimate gross coal resources of the district under examination. The mining engineer, on the other hand, is not interested in the ultimate coal recovery, but is charged with the duty of estimating the quantity of coal which is either immediately available or can be mined under conditions that will soon arrive. For example, a number of engineers have roughly approximated the coal of the Bering River field at

* Capps, S. R., Bull. U.S. Geol. Survey, No. 501, pp. 57-62.

500,000,000 tons, and these figures have been widely quoted. This estimate, however, includes only the coal lying above water-level, which can be mined without hoisting. The tonnage estimate of the Geological Survey is many times this figure, because it includes all the coal lying within 3,000 feet of the surface. It should therefore be borne in mind that the two classes of estimates are made with very different purposes and do not admit of direct comparison.

In considering the table it must be remembered that these estimates cover only 1,210 square miles of coal-lands, namely, that part of the coal-fields which, with a reasonable degree of certainty, is believed to be underlain by workable coal-beds. No allowance whatever is made for the remainder of the 16,147 square miles, which are mapped as possible coal-fields. The possibilities of finding coal in the unsurveyed districts are also ignored. It is therefore safe to say that the minimum estimate of Alaska's coal resources will be found to be many times the amount given in the table.

ESTIMATE OF TONNAGE OF COAL IN ALASKA

BY ALFRED H. BROOKS and GEORGE C. MARTIN

Regions	AREAS IN SQUARE MILES		ESTIMATED AMOUNT OF COAL IN METRIC TONS					Total
	Known Coal-fields	Possible Coal-fields	Lignite	Sub- bituminous	Bituminous	Semi- bituminous	Anthracite and Semi- anthracite	
Pacific coast.....	458	8,585	1,971,000,000	485,000,000	2,000,000	1,293,000,000	1,931,000,000	5,682,000,000
Interior region.....	450	4,493	9,731,000,000	53,000,000	14,000,000	.....	.....	9,798,000,000
Arctic slope.....	312	3,059	910,000,000	3,143,000,000	.....	60,000,000	.....	4,113,000,000
Totals.....	1,210	16,147	12,612,000,000	3,681,000,000	16,000,000	1,353,000,000	1,931,000,000	19,593,000,000

THE COAL-FIELDS OF MEXICO

BY

ROBERT T. HILL

COAL of three distinct geological ages occurs in several widely separated localities in Mexico. All of the coal thus far commercially developed, however, occurs in the Cretaceous formations adjacent to the Rio Grande and its subsidiary stream, the Sabinas, in the State of Coahuila. This coal-field is a continuation of the Rocky Mountain coal-fields of the United States, or, rather, a remnant of their former continuation, which has been saved from destructive denudation.

A second group of coal occurrences is found at various intervals along the border of the coastal plain and the eastern escarpment of the Mexican plateau, and comprises coals of the Tertiary period. These are largely interrupted continuations of the lignite beds of eastern Texas and the southern United States, but seams of commercial quality and quantity have not, up to the present, been found in them in Mexico.

The third category of coal occurrences is of Triassic age, and, so far as the writer is aware, these occurrences are not related to any coal-fields of the United States. They occur in two widely separated districts, in each of which are many isolated outcrops. One of these districts is in southern Mexico, in the States of Oaxaca and Puebla (and possibly in Guerrero, although the reports of the occurrence of coal in that state have not been confirmed). The second district is in the central portion of the State of Sonora. Each will be separately described.

THE TRIASSIC COALS

THE MIXTECA DISTRICT

Coal has not been known to occur in the States of Puebla and Oaxaca, in southern Mexico, and has been reported upon by various geologists whose work was directed to the determination of the age and correlation of the beds rather than to their economic value. In 1910 J. L. W. Birkinbine published a paper* in which the economic side was given more favourable consideration.

The fields described by him may be termed the Mixteca district, which embraces the western third of Oaxaca and the south-western portion of Puebla. This coal was previously considered valueless from a commercial point of view,

* Birkinbine, J. L. W., Exploration of certain iron-ore and coal deposits in the State of Oaxaca, Mexico: *Trans. Am. Inst. Min. Engrs.*, Vol. 41, pp. 166. New York, 1911.

owing to the fact that but few samples contained less than 18 per cent. of ash, which was considered to be a maximum for useful coal.

Birkinbine, who conducted careful laboratory tests upon the ground, divides the coal-area into several fields, in which the conditions and the quality of the coal vary. In most of these fields the ash content of the coal averaged approximately 25 per cent. In the Tezoatlan field, however, a better coal was discovered which may be called an anthracite, being hard and dense, and burning without smoke. The intrusive rocks are said to have had practically no effect on the coals, but the truth of this statement has not been established.

The Mexican Geological Commission assigns these coals to the Triassic period. Birkinbine gives minute, detailed, stratigraphical sections. One of these shows an anticline of 800 feet of strata dipping 40°, overlying a core of igneous rock. These strata contain numerous coal-seams, showing a total of 83 feet 2 inches of coal. Fifteen of the seams are over 2 feet in thickness and aggregate 72 feet 8 inches; nine exceed 3 feet, and give an aggregate of 64 feet 8 inches. One seam is 12 feet thick, and several are 5 feet or more in thickness.

So far as known this coal has not been mined commercially. A typical analysis of coal from Tezoatlan, as given by Birkinbine, is as follows:

Moisture.....	1.00%
Volatile matter.....	5.50
Fixed carbon.....	73.50
Ash.....	20.00
Sulphur.....	.06

THE YAQUI DISTRICT

Another restricted district in which Triassic coals and natural coke are found is situated in Sonora. These coals have been described most fully by E. T. Dumble.* Hess† has given an interesting description of the graphites near La Colorado, which are derived from the alteration of the coal.

THE SANTA CLARA FIELD

The Santa Clara coal and coke field, according to Dumble, is situated ninety-five miles north of Ortiz, near the mining town of La Barranca, and in the Calera drainage basin, a tributary drainage to the Yaqui river. The rocks are of Triassic age, and consist of sands, clays, and effusive deposits, with a few later intrusives.

Although lenticular, nearly all the beds are workable at some point. "While some of the coal has a bituminous structure, analyses show that it is all anthracite." It has a rectangular fracture and resplendent lustre, but is not so hard as the Pennsylvania anthracite. It contains from 4 to 8 per cent. of

* Dumble, E. T., Natural coke of the Santa Clara coal-field, Sonora, Mexico: *Trans. Am. Inst. Min. Engrs.*, vol. 29, 1899, pp. 122-152.

Triassic coke and coal of Sonora: *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 11, 1900, pp. 10-11.

† Hess, Frank L., Graphite mining near La Colorado, Sonora. *Eng. Magazine*, October 1909, pp. 364 et seq.

moisture and about the same percentage of ash. The volatile hydrocarbons are under 5 per cent. and the fixed carbon ranges from 76 to 85 per cent. Beds of coal 4, 8 and 10 feet in thickness have been found.

The natural coke is explained as a local condition of the coal, largely due to effects of the intrusion of igneous rock.

From fossils, Professor Newberry* determined the coals along the Yaqui river to be of Triassic age. Dumble and the Mexican geologists have shown that the beds of the Santa Clara district are of Triassic age.

At Santa Maria, south-east of Heruosilla, State of Sonora, where a series of seven graphite beds occurs in altered shale and sandstone, the graphite has been formed from coal-seams according to Hess.† The cause of the change from coal to graphite was evidently the granitic intrusions.

Although the graphite is being extensively mined by an American company, the coal and natural coke have not been worked and it is currently reported that they cannot be profitably mined. Dumble considered the coals of small value, but thought that the cokes might be of local commercial importance.

THE CRETACEOUS COALS

All of the coal produced in Mexico comes from the Upper Cretaceous coal-fields of Coahuila; in 1898 the production was one-half the coal consumption of the Republic.

These coals outcrop at the western indentation of the coastal plain known as the Rio Grande embayment, notably near the city of Eagle Pass, Texas, and near the Santa Rosa mountains of Mexico, and are mined in three fields, known as the Eagle Pass, Sabinas and Barroteran fields.

The coals all occur in beds in the Montana division of the Upper Cretaceous. The quality of the coal differs in different localities, as will be shown by the analyses.

At the southern edge of the area the upturned coal-beds outcrop along the north slopes of the Sierra de Santa Rosa and its related mountain ranges. To the northeast, the beds dip beneath Eocene Tertiary deposits. In the centre of the area between the Sabinas and the Rio Grande, the Coal-Measures have been eroded from the arch of the low, wide anticline, which occurs there.

There are also outcrops of the Cretaceous formation south of the mountains and south-east of Monlova, but no workable coal has yet been found.

There are three distinct producing fields or localities in the Coahuila district. One of these, near the cities of Eagle Pass, Texas, and Porfirio Diaz (formerly Piedras Negras) Mexico, is known as the Eagle Pass or Fuente district. The second and third districts, which are continuous but on the opposite sides of an anticlinal axis, are known as the Sabinas and Barroteran districts. They are situated 117 and 145 kilometres, respectively, south-west of Eagle Pass. A fourth area, known as the Laredo district, also occurs in this vicinity; it is described on another page under the heading, "Tertiary Coals."

* Geologic notes: *School of Mines Quarterly*, Vol. 8, p. 334.

† Op. cit.

THE EAGLE PASS FIELD

This field extends for a distance of about six miles in all directions from the twin cities of Eagle Pass, Texas, and Porfirio Diaz, Mexico. The coal outcrops along the river banks north-west of the towns, where most of the mining is done, although it is also mined at Fuente, six miles to the south-west. The production is small in comparison with that of the Sabinas and Barroteran fields.

THE SABINAS COAL-FIELD

The Sabinas coal-field was first opened in 1884, at the site of the present village of San Felipe, twelve miles south of Sabinas station on the Mexican International railway. The field is about thirty-five miles long and fifteen miles wide, lying to the south-east of the railway, along Sabinas river.

Although apparently occupying the same position in the geological series as the Eagle Pass and Fuente coal, the Sabinas coal is superior in quality to them, containing 64.20 per cent. fixed carbon, or 20 per cent. more than they contain; in addition it is a good coking coal.

The coal is all obtained from two beds, from 4 feet to 6 feet in thickness, separated by a bed of clay. This clay seam renders it difficult to produce a clean commercial coal, although the ran-of-mine coal with some hand sorting is readily disposed of.

THE BARROTERAN OR ESPERANZA FIELD

The Barroteran field is found at the north foot of the Santa Rosa mountains and to the west of the International road, extending from the mountains towards the Sabinas river. It is related to the Sabinas field, and is practically a continuation of it. This field was discovered and opened up sometime after the discovery of the Sabinas field and, after the installation of coke ovens, for many years divided the market with it.

Ludlow gives the following general section of the Cretaceous strata at Esperanza:

10. Sandstone and shale.....	4,000 feet.
9. Coal.....	8 "
8. Sandstone and shale.....	120 "
7. Blue shale.....	730 "
6. Calcareous sandstone.....	8 "
5. Calcareous sandstone.....	20 "
4. Shale, fossiliferous.....	50 "
3. Shale and sandstone.....	50 "
2. Blue shale.....	110 "
	<hr/>
	4,096 "
1. Limestone, thickness unknown.	

The horizon of the coal is about 1,100 feet above the top of the Austin formation, in the Montana division.

The average section of the seam at slopes 3 and 4, Esperanza, as given by Ludlow, is as follows:

Coal.....	0 feet 10 inches
Bone.....	0 " 2 "
Coal.....	2 " 6 "
Fire clay.....	1 " 0 "
Coal.....	3 " 6 "
Total section.....	8 " 0 "

Total coal, 6 feet 10 inches; impurities, 14 inches. The seam is very regular in thickness throughout the field.

The beds dip steeply to the north in a great syncline, which is followed by an anticline towards the Rio Grande. The arch of this anticline has been denuded and the continuity of the coal broken. The coal is a soft, bituminous, coking coal.

COMPARATIVE ANALYSES OF THE SANTA TOMAS, EAGLE PASS, SABINAS, AND BARROTERAN COALS

	Water	Volatile	Fixed Carbon	Ash	Sulphur
Santa Tomas*.....	3.20%	37.35%	33.90%	25.55%	
Eagle Pass†.....	3.67	39.42	41.70	15.20	0.81%
Sabinas*.....	.....	21.20	64.20	14.60	
Barroteran*.....	0.42	21.83	69.84	7.91	0.70

* Analyses given by Ludlow.

† Analyses given by Vaughan.

It is probable that the Sabinas and Barroteran fields include an area of 200,000 hectares; but an estimate of the areas of these fields must be indefinite, owing not only to lack of surveys but to the fact that in many drill holes where the geological structure indicated that coal would be found, it was not found. Ludlow concludes that the Coahuila fields are sufficient to supply Mexico's need for, practically, an unlimited period.

OTHER AREAS OF CRETACEOUS COALS

It would seem at first glance that other areas of these Cretaceous coals would be found in Mexico, but taking into consideration the structure and the effects of denudation it is perhaps not surprising that only one or two areas, of little or no commercial importance, have been discovered.

Dumble* describes certain beds near Cabullona, north-east of La Morita,

* Dumble, E. L., Notes on the geology of Sonora, Mexico; *Trans. Am. Inst. Mining Engrs.*, Vol. 29, 1899, pp. 122-152.

Sonora, which are of Upper Cretaceous age and probably similar to the Eagle Pass beds of Texas. They contain two beds of coal, both highly altered. The lower is quite graphitic and the upper, while retaining the structure of a bituminous coal, is an anthracite in composition. "The finding of deposits of workable coal of any extent in this area must be the exception. . . . Most of the coal opened seems rather tender and not very well suited for shipping any distance" (p. 152).

Another small area of Upper Cretaceous coal is found on the east and north sides of the Sierra Blanca mountains, just south of the Rio Grande, and south-east of Ojinaga (Presidio del Norte). This coal has been described and analyzed and pronounced a fine coking coal by W. B. Phillips.* The analysis is as follows:

Moisture.....	0.52%
Volatile and combustible.....	21.18
Fixed carbon.....	49.72
Ash.....	28.58
Sulphur.....	1.34

This coal is coked in small quantities by the Indians. Unfortunately the seam is only 15 inches thick.

TERTIARY COALS

About 190 miles north-east of Sabinas and 100 miles south-east of Eagle Pass is the Santa Tomas coal-field which has coals of different age and quality to those above described. The seams are found at the base of the Eocene Tertiary and are of the same age as the lignites of east Texas, though the coal, as stated by Penrose,† "is so vastly superior to any of the east Texas lignites that it cannot be fairly classed with them."

Although the coal undoubtedly occurs on both sides of the Rio Grande the coal for use in Mexico (principally by the National railway) is mined on the Texas side and the descriptions given below apply particularly to it.

The coal is jet black, glossy, and has a conchoidal fracture. It is light and friable and has the appearance of an altered lignite. It also contains considerable sulphur.

The seam is only $2\frac{1}{2}$ feet thick and is in two beds, separated by a 2-inch bed of hard clay.

This coal, notwithstanding its relatively inferior quality, is extensively used for fuel in the city of Laredo, by the Mexican National railway, and by the numerous irrigation pumping plants of the lower Rio Grande country. The writer can not explain why the coals are not mined on the Mexican side of the Rio Grande.

These Tertiary lignites or coals have been reported to occur at many localities between Laredo and the Isthmus of Tehuantepec, but have nowhere been

* *Engr. and Mining Jour.*, April 6, 1905, p. 661.

† Penrose, R. A. F., Jr., First Ann. Rept. Geol. Surv. of Texas, p. 97.

developed. The discovery of large quantities of oil in the vicinity will undoubtedly check the utilization of the lignite.

E. D. Cope,* in a report on certain undeveloped coal-fields of this type near Zacualtipan, in the State of Hidalgo, describes the coals as lignites of Upper Miocene Tertiary age, of the Loup Fork stage. These lignites occur along the edge of the high, east scarp of the Mexican plateau, in a most inaccessible locality. The beds vary from 18 to 36 inches in thickness.

PRODUCTION OF COAL IN MEXICO

As previously stated, coal is produced in Mexico only from the mines in the state of Coahuila, near Eagle Pass, and in the Sabinas district, including the Esperanza and associated fields. The statistics of the individual fields are unavailable. Most of the coal comes from the several companies operating in the Sabinas-Esperanza fields where, also, extensive coking plants are in operation.

The coal is utilized chiefly for metallurgical and transportation purposes. Although it has been largely supplanted by oil in many instances, of late years, its production, which from 1884 to 1906 never exceeded 850,000 tons, has rapidly increased, rising from 846,416 tons in 1906 to 2,700,635 tons in 1910. The following figures of production are supplied by the United States Geological Survey.

PRODUCTION OF COAL IN MEXICO FROM THE EAGLE PASS, SABINAS, AND BARROTERAN FIELDS

1902.....	782,252 short tons
1903.....	.....
1904.....	771,610 "
1905.....	.....
1906.....	846,416 "
1907.....	.....
1908.....	1,129,393 "
1909.....	1,432,990 "
1910.....	2,700,635 "

The revolutions of the past two years have undoubtedly limited the coal production in Mexico. According to "The Mineral Industry during 1910" (p. 134):

"In 1911 there were nine companies marketing coal from Coahuila. The largest company was the *Campania Carbonifera*, situated in and around the towns of Agujita and Lampacitos. There were three large mines and 400 coke ovens. The production was 40,000 tons of coal per month. The Mexican Coal and Coke Company has 266 ovens."

* Report on coal deposits near Zacualtipan in the State of Hidalgo, Mexico; *Proc. Am. Phil. Soc.*, 1885, Vol. 23, pp. 146-151.



CENTRAL AMERICA



THE COAL DEPOSITS OF HONDURAS

FROM INFORMATION FURNISHED BY

M. DE MONTIS, M.E.

THE Republic of Honduras has areas of coal-bearing measures in many of its divisions. The coal deposits have never been worked, mainly because of the difficulties of transportation. The seams are known by their outcrops only and it is uncertain whether or not they have a commercial value.

In the table which follows, M. de Montis gives an estimate of the possible reserve of coal in the various districts.

COAL RESOURCES OF THE REPUBLIC OF HONDURAS

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		POSSIBLE RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)	
	No.	Thickness	Class of Coal	Metric Tons
Tegucigalpa.....	1	1 foot 6 inches	D ₂	1,000,000
El Paraiso.....	1	4 feet	B ₂	1,000,000
Faro.....	1	1 foot 8 inches	D ₂	1,000,000
Gracias.....	1	2 foot	D ₁	1,000,000
El Valle.....	2	{ 1 foot 6 inches } { 1 foot 6 inches }	D ₁	1,000,000
Total.....				5,000,000



THE COAL RESOURCES OF PANAMA

FROM INFORMATION FURNISHED BY
THE SECRETARY OF AGRICULTURE OF PANAMA

COAL-SEAMS are known to occur in the province of Bocas del Toro, both on the coast and in the interior.

On the coast, on the shores of Shepard bay and on the islands in the Chiriqui lagoon, coal is known to outcrop at several places. On Popa island, at the entrance to Chiriqui lagoon, the coal-bearing beds appear to outcrop along the entire shore-line; one seam, from seven to nine feet thick, having been noted.

The island of Popa is, in part, composed of volcanic rocks and, from the evidence afforded by boring, it would seem that the coal-bearing beds do not underlie the whole of the island, but have been intruded by the volcanics which constitute its core. The coal-seams wherever noted are dipping towards the sea, so that there is probably an extensive submarine area of coal-bearing beds; but on account of the thinness and porosity of the strata over-lying the coal, it is very doubtful whether it will be possible to mine it from the beneath-sea areas.

The coal is a soft, dark-chestnut-coloured lignite with the following analysis:*

Moisture.....	25.58%
Volatile combustible matter.....	43.02
Fixed carbon.....	29.73
Ash.....	1.67
Sulphur.....	0.33

Experiments have been made in briquetting this material, with the result that a product was obtained giving the following analysis: †

Moisture.....	4.20%
Volatile combustible matter.....	47.03
Fixed carbon.....	44.55
Ash.....	4.22
Sulphur.....	0.94

The coal of the interior of the province is black, shining and very hard, but contains an undue proportion of sulphur which renders it useless commercially.

* Analysis by Waller & Renaud, New York, for Mr. Perry Allen.

† Analysis by Waller & Renaud, New York, for Mr. Perry Allen.

The following analysis, by Messrs. Bricketts & Banks, is from a sample from the middle seam of the Quebrada de Sierschick:

Moisture.....	3.60%
Volatile combustible matter.....	46.79
Fixed carbon.....	36.69
Ash.....	12.92
Sulphur.....	6.36

It appears that the amount of sulphur increases as the vicinity of the Chiriqui volcano is approached.

The seams are thin, almost inaccessible, and dip at high angles.

e from

f the

WEST INDIES



THE COAL-FIELDS OF TRINIDAD

BY

A. P. CATHERALI, B.Sc.

First Assistant Inspector of Mines

(With one map in the text)

SITUATION

THE Island of Trinidad lies about sixteen miles to the eastward of Venezuela between $10^{\circ} 3'$ and $10^{\circ} 50'$ north latitude and $61^{\circ} 39'$ and 62° west longitude from Greenwich. Its average length is about forty-eight miles and its average breadth thirty-five miles. Its area is 1,754 square miles.

GEOLOGY

The range of the geological series in Trinidad is small, the oldest series is found in the Northern Range, consisting of metamorphic rocks, of which the most prevalent beds of the series are micaceous slates. The remainder of the island is made up of the Cretaceous and Tertiary series; and it is in the latter that the coal is found.

Little can be said of the extent of the coal areas as no exploitation has taken place. In 1858, Messrs. Wall and Sawkins, of the Royal School of Mines, made a geological survey of the island. Some six years ago, the Government geologist of Trinidad (Mr. E. H. Cunningham Craig), reported on the coal districts; and at the same time the inspector of mines drove a couple of adit levels along the seam for the purpose of testing the dip, and to see whether the beds continued the same thickness as at the outcrop.

There are two districts in which coal has been located, viz., on the east coast, near Manzanilla, where good sections are found showing various beds of lignite; and secondly, near Sangre Grande, where an outcrop of lignite coal has been discovered some miles in length, but much faulted.

THE EASTERN COAL DISTRICT

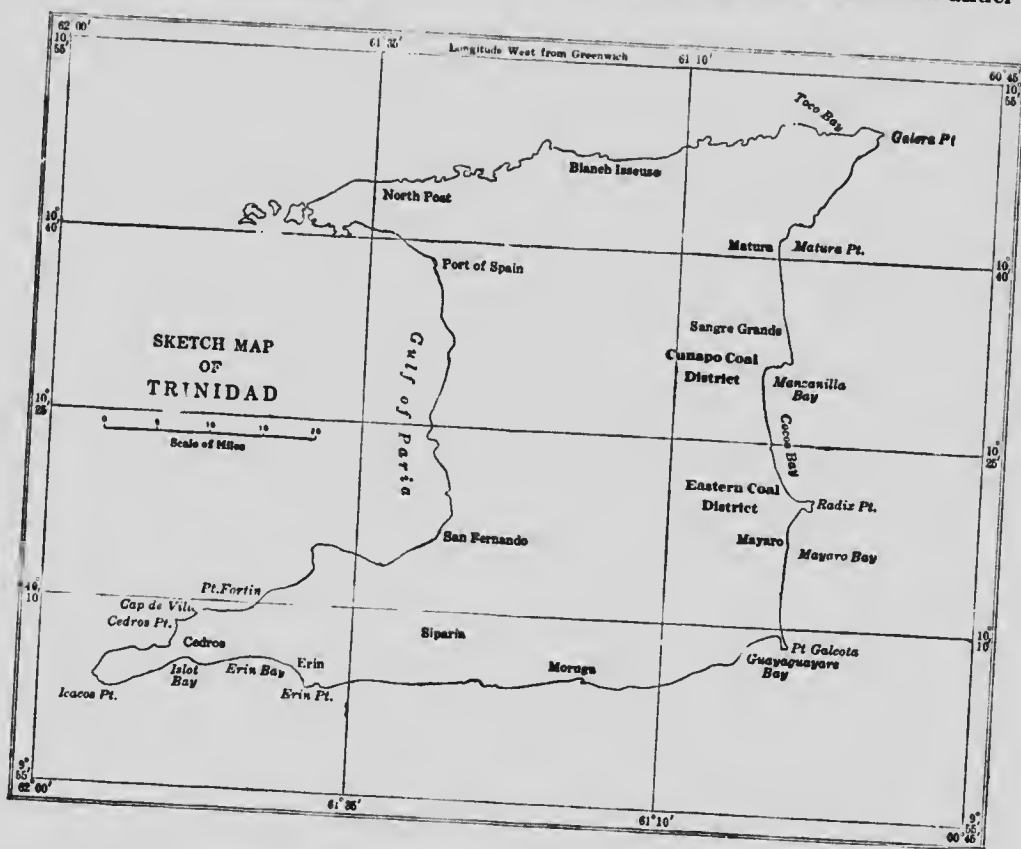
The geological evidence afforded here is somewhat scanty, as, excepting along the coast, few good sections are found, the remainder of the area being covered in most cases by dense bush. The lignites found are almost invariably poor in quality, of no great thickness and often much mixed with sandy or shaly material, which would detract from the value of the mineral as fuel, making the

quantity of ash unprofitably large. At the same time the lignites might be used locally to some profit by cocoa planters for artificial drying, by blacksmiths and by peasant proprietors as a substitute for charcoal, the cost of which is often excessive.

Messrs. Wall and Sawkins took great pains to measure the whole of the Carboniferous strata and to note each seam of lignite. In all, they found the coal-bearing strata were of a total thickness of 2,317 feet, containing thirty-four seams of coal ranging in thickness from two inches to four feet three inches and of a total thickness of 38 feet 6 inches. In these series, assuming a seam of three feet to be workable, there is some 19 feet thickness of workable coal, this being subject to the remarks made previously.

THE CUNAPO COAL DISTRICT

This is the district in which the most promising signs of coal are found and in which the most work has been done. There are two seams which have been traced along their outcrop for a mile or so. The seams have been laid down under the following conditions:



The old land surface before the laying down of these deposits was very irregular, with a general slope to the north. Upon this uneven land surface, beach deposits, sand and gravel banks were laid down on both sides of the estuary of a river which apparently flowed from the south. A sand bar was formed at the mouth of this river; and was continued in sand and gravel banks both to the eastward and westward of the estuary. On the low-lying deltaic deposits on each side of the river, within the sand and gravel banks, swamps were formed in which the deposits of vegetable matter, ultimately to become coal, were accumulated by growth *in situ*. The upper seam was formed in the same manner as the lower, after an interval of depression during which sands or pebbly sands were deposited above the lower seam; but in this case the swamp extended farther to the southward over the irregular land surface which had sunk approximately forty-five feet in the interval. It is evident that as the old land surface is approached along the horizon of these coal-seams, the seams will probably thin out rapidly and die out in a mass of conglomerate and sand.

The coal-seams vary in thickness and character to a considerable extent; one section in the lower seam is as follows:

Black coal.....	1 foot 9 inches
Purple carbonaceous shale.....	10 "
Bright coal with conchoidal fracture.....	6 "
Dark shale with coal-seams.....	8 "
Splintery black coal.....	1 foot

This section gives 3 feet 3 inches of good fuel in a thickness of 4 feet 9 inches. Another section some distance away in the same seam gives:

Hard coal.....	1 foot 9 inches
Shale parting.....	1 inch
Coal with shaly partings.....	3 " 0
Carbonaceous shale.....	1 " 6 inches
Hard shale with coal bands of 3 and 4 inches....	1 " 6 "

7 feet 10 inches

This gives a total of 7 feet 10 inches for the seam with 5 feet of coal.

In 1905, the Inspector of Mines drove an adit to intersect the two coal-seams. No. 1 SEAM where met with in the adit had the following section:

Soft clay roof	
Coal.....	4 inches
Dirt (soft shale).....	7 "
Coal.....	8½ "
Dirt (shale).....	7 "
Coal (inferior).....	6 "
Dirt (shale).....	2 "
Coal.....	7 "
Coarse grained sandstone	

Total coal..... 2 feet 1½ inches

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

The coal was much banded with dirt and contained numerous nodules of iron pyrites. A prospecting level was turned away in the seam and driven for thirty-nine feet, in which distance the coal contained in the seam varied from three feet five inches to only a few inches.

The average analysis was:

Water.....	13.38%
Organic combustible matter.....	78.54
Ash.....	8.08

Coke.....	100.00
	<u>42.85%</u>

No. 2 SEAM—

Black shale roof

Coal.....	8 inches
Dirt (soft clay).....	6 " to 5 inches
Coal.....	1 foot 3 inches
Dirt with coal bands.....	1 "
Coal (inferior).....	1 " 7 "
Soft clay floor	

Total coal..... 3 feet 6 inches

The exploration of the seam was carried on for eighty feet and proved the seam to be of irregular thickness varying from a few inches to upwards of four feet.

The average analysis was:

Water.....	12.29%
Combustible matter.....	79.39
Ash.....	8.32

Coke.....	100.00
	<u>42.57%</u>

Trials have been made with this coal on the Government railway, and the results, although not good, are by no means discouraging, provided that it could be made into briquettes.

The result of the exploration may be summed up as follows:

QUALITY OF THE SEAMS

The quality for a lignite may be considered to be satisfactory but it has to be washed before it can be of any ordinary commercial value.

UNIFORMITY OF THE SEAMS

The seams have been proved, so far as exploration has proceeded, to be of a very irregular and variable character, and present indications suggest that these irregularities are likely to occur over the whole area.

AREA OF WORKABLE COAL

Owing to the variable thickness of the seams it is impossible to estimate the amount of workable coal in the area.

Dr. J. W. Evans, of the Imperial Institute, furnishes the following additional note:

A seam of lignite from 4 to 6 feet thick is said to occur in the cliffs of the south coast between Oropuchy and Moruga, in strata of Tertiary age dipping to the east at an angle of 30°. It sometimes contains interlaminar deposits of calcium sulphate and is frequently discoloured by the presence of iron oxide. In other cases it is more compact, and resembles cannel coal or pitch, being evidently allied to "manjak." An analysis of a mixed sample in the Scientific and Technical Department of the Imperial Institute gave the following results:

Volatile matter (including sulphur but not water)	32.9%
Fixed Carbon	34.0
Water	13.7
Ash	19.4
Sulphur	5.06
Calorific value,* small calories	4,378
Evaporative power†	8.17

The coal burned readily with a highly luminous flame. When it was heated to drive off the volatile constituents, the residue did not cake and form coke, but left a friable mass which fell almost at once to powder. The coal is therefore of inferior quality, the percentage of fixed carbon being too low, and that of ash and sulphur too high. The amount of sulphur is, no doubt, largely due to the presence of calcium sulphate, which might be removed by washing. The fact that the samples were taken from the surface may be responsible for their poor quality.

Mr. E. H. Cunningham Craig, formerly of the Geological Survey of the United Kingdom, who was engaged by the Government of the colony to investigate its mineral resources, believes that lignite or brown coal will also be found in sufficient amount for all local purposes in the districts of Chatham and Irois.

*The calorific value represents the number of grams of water raised from 0° to 1°C by the combustion of one gram of the coal.

†The evaporative power represents the number of grams of water at 100°C. converted into steam at the same temperature by the combustion of one gram of the coal.



SOUTH AMERICA



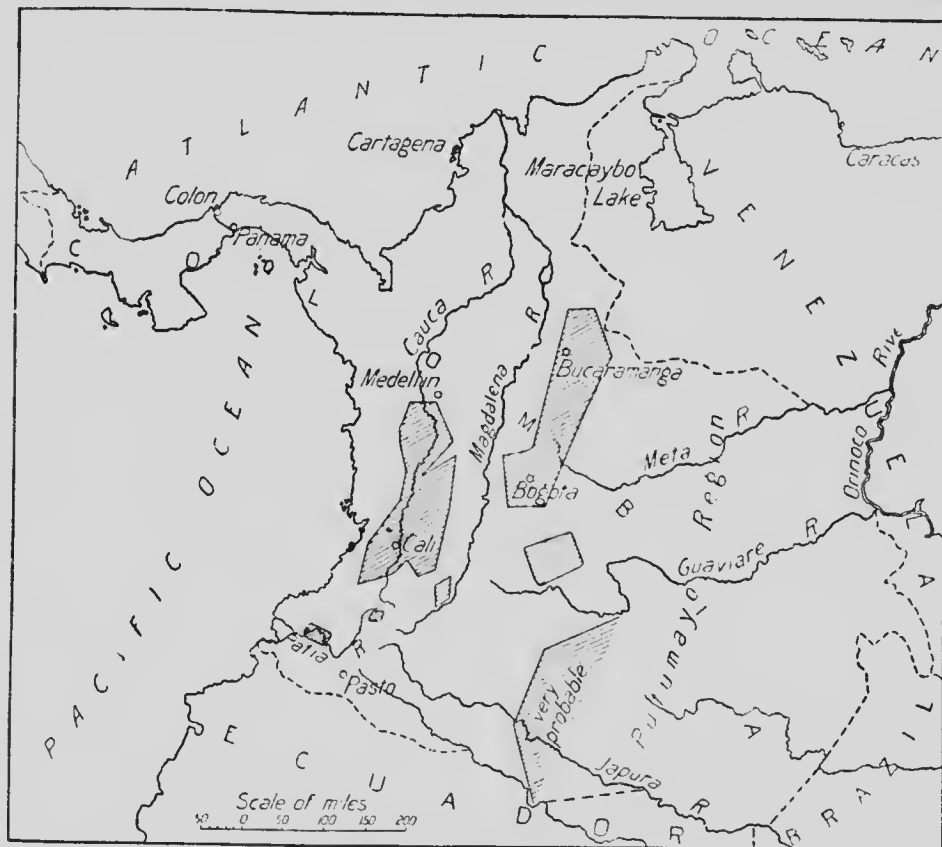
THE COAL RESOURCES OF COLOMBIA

FROM NOTES BY

F. PEREIRA GAMBA, C.E.

(With one map in the text)

IN Colombia the coal-fields are practically unexplored, coal being mined at a few localities only and on a very moderate scale. The coal-bearing formation is probably of post-Cretaceous age and, judging



The Coal-Bearing Areas of Colombia

by the outcrops, it must underlie very extensive areas. The formation consists of coarse sandstone (with *Inocerami*) and clay-shales with which the coal-seams are interbedded.

Three coal-seams are known to occur, varying in thickness from 0.6 m. to 1.2 m. each, with an approximate aggregate thickness of two metres. They are fairly regular in character. The coal is bituminous, the quality being very uniform throughout the country.

The Departments of Cauca and Valle have, probably, the largest coal-bearing areas, although no coal has yet been mined there. Next in importance are the Departments of Cundinamarca and Boyaca, where small quantities of coal are being produced for railway, metallurgical and domestic consumption. The coal-fields in the Department of Antioquia are of less importance and very little mining is being undertaken. In the Department of Narino, in the region of the Putumayo river, there are, in all probability, extensive areas underlain by the coal-bearing formation.

In addition to the well-known areas already mentioned, there are small patches of the coal formation found in many other Departments, as well as outcrops of coal differing from the typical post-Cretaceous Colombian formation and referable to the Palæozoic; they are, however, of less importance.

As Colombia has no established geological survey, no official information is available.

From personal knowledge of the greater part of the coal-bearing areas, Mr. Gamba has compiled the estimate of coal resources given in the following table.

COAL RESOURCES OF COLOMBIA

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	
Cauca and Valle.....	3	2 m. Aggregate	10,000 sq. km.	B ₂	20,000,000,000	Very large
Cundinamarca and Boyaca.....	3	2 m. Aggregate	3,000 sq. km.	B ₂	6,000,000,000	
Antioquia.....	3	2 m. Aggregate	500 sq. km.	B ₂	1,000,000,000	
Narino.....						
					27,000,000,000	

THE COAL RESOURCES OF THE ARGENTINE REPUBLIC

BY

E. HERMITTE

Director, Division of Mines

THE existence of coal-bearing strata has long been known at various points in the Argentine Republic, particularly in the provinces of Mendoza and San Juan and in the national territory of Neuquen.

In none of the localities has there been any real exploitation. The Salagasta seam, in the province of Mendoza, is the only one on which exploration has begun; and the results obtained are still incomplete and uncertain. Under these conditions it is impossible to supply the information asked for in a precise form.

The Salagasta bed, which outcrops in a number of places, has been opened by a tunnel to a depth of 105 metres below the surface; a boring made in 1910 cut a seam of coal at a depth of 606 metres. The owner of the Salagasta mine believes that the bed has a thickness of from 3.50 metres to 5 metres.

Assuming the above statement of thickness to be correct, we have in sight 300,000 tons of coal and the workable reserve would amount approximately to 5,000,000 tons. This would constitute the total reserve, though the basis on which it is made up is, as mentioned above, somewhat uncertain.

The results of various analyses of the Salagasta coal are as follows:

(1) Volatile matter.....	26.030%
Fixed carbon.....	67.042
Ash.....	6.239
Impurities and loss.....	0.689
	<hr/>
Calories, calculated.....	100.00
	5,416
(2) Volatile matter.....	33.02%
Fixed carbon.....	48.23
Ash.....	14.15
Moisture at 105° C.....	4.60
	<hr/>
Calories.....	100.00
	7,221

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

(3) Volatile matter.....	20.79%
Fixed carbon.....	63.88
Ash.....	11.13
Moisture.....	4.20
	<hr/>
	100.00
Calories.....	5,630

There is ample proof that the well-known deposits of Mendoza and Neuquen should be classed as *Rafaelite* (*Albertite*), that is to say as fuels of bituminous origin.

LE CHARBON DU CHILI ET SA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

PAR

MIGUEL R. MICHADO

Chef de la Section de Géologie au Musée National du Chili

EN 1905 et en 1907 nous avons publié quelques travaux sur l'étendue de la formation carbonifère du Chili que nous avons divisée en zones, tout en indiquant les principales propriétés qu'elles renferment. Ces études ont servi de base au rapport ci-joint, puisque les explorations que l'on a fait postérieurement n'ont pas donné de résultats importants et capables de faire changer les conséquences de notre première étude. Presque tous les travaux publiés jusqu'ici se trouvent dans le Bulletin de l'Inspection de Géographie et des Mines. On peut trouver d'autres articles dans les actes de la Société Scientifique du Chili.

Les principaux auteurs de ces articles sont:—Alfonso Nogués; José del C. Fuenzalida; Eduardo Lemaître; Julio Duplaquet; Miguel R. Machado; Jorge Westman; et quelques autres.

Le charbon de cette formation appartient à la variété "lignite" d'après l'époque dans laquelle il s'est formé et d'après ses propriétés. On peut assurer que les couches de charbon appartiennent à la période tertiaire, car la plupart des fossiles de cette formation sont tertiaires bien qu'il y ait des zones qui renferment des restes organiques appartenant au Crétacé supérieur de la période secondaire.

Ces êtres vivaient à la même époque, ce qui n'est pas fréquent dans d'autres formations du monde.

M. Alfonso Nogués assure que la formation qui se trouve à l'occident de la Cordillère de Nahuelbuta; Concepcion à Lebu (Groupe d'Arauco) est semblable à la formation Ramie des Etats-Unis et de Chico-Téjon de Californie. Il divise ce groupe houiller chilien en trois étages d'après ses fossiles et la place que ceux-ci occupent.

1°—"El Quiriquiniano" qui comprend les dépôts de la zone Quiriquina. Ici il y a des affinités paléontologiques avec le crétacé supérieur et avec l'éocène qui est l'étage inférieur du groupe "Arauco."

2°—"El Lautariano" qui comprend les dépôts de la zone "Santa Maria" et repose sur le précèdent.

3°—"El Lebusiano" qui comprend les terrains qui se trouvent au Sud du golfe d'Arauco.

Les charbons du Centre et du Sud du pays appartiennent au groupe de

Malleco et quelques-uns sont de l'étage Angoliano, qui se sont déposés dans le Miocène supérieur.

Nous ajouterons en outre qu'au Chili, les plantes dicotylédonnées avec des feuilles annuelles et avec de véritables fleurs ont apparu beaucoup plus tôt qu'au Vieux Monde c'est-à-dire que les végétaux s'y sont développés plus rapidement tandis que les Mollusques, Céphalopodes, Ammonites, et Belonites vivaient dans l'Amérique Méridionale alors qu'ils avaient complètement disparu d'Europe.

ZONE CARBONIFÈRE DES ENVIRONS DE L'ILE "LA QUIRIQUINA"

Cette zone est bornée par la presqu'île de Tumbes à l'Ouest et le fleuve Bio-Bio au Sud. Au Nord elle est limitée par les affleurements de Dichato et à l'Est par une ligne Nord-sud parallèle à Tumbes et qui passe par Concepcion et Tomé. On peut dire que dans cette zone il y a 98 kilomètres carrés de formation carbonifère terrestre et 196 de formation sous-marine, ce qui fait un total de 248 kilomètres carrés.

A l'Ouest de ces gisements on a exploité, il y a quelque temps, ceux du "Morro" et de "Taleahuano." On sait que de 1842 à 1845 on en tira environ 54,000 tonnes. Dans la mine "Carmen" à Porton on a foncé un puits qui a atteint 222 mètres; à une profondeur de 188 mètres on trouva une couche (Manto) de 0.30 mètre d'épaisseur. Dans ce puits on n'a coupé qu'une seule couche exploitable qui mesure un mètre d'épaisseur et qui se trouve à 10 mètres de profondeur. M. Gu. Wheelwright exploita cette couche; c'est lui qui fonda l'industrie carbonifère dans le pays.

Au Sud de ces gisements on a exploité jadis dans un endroit appelé "Las Vegas de Taleahuano" les couches "Las Higueras." Du côté Est de cette zone on a travaillé dans les endroits suivants:—Tierras Coloradas, près de Concepcion et sur les rivages du fleuve "Andalien." M. McKay exploita en 1884 une couche qui avait une épaisseur de 4 pieds.

MINE "SANTA ANA"

Elle se trouve au Sud-est de Penco. On n'en a exploité seulement trois couches. Dans la ville appelée "Tomé" on trouve une mine qui a une couche de 0.60 à 0.80 mètre d'épaisseur. La production est très-limitée. Près de cette ville on a fait un sondage de 135 mètres qui est l'épaisseur du terrain tertiaire et dont le résultat est nul.

A quelque 1200 mètres au Nord de Penco existent les mines de "Cerro Verde" qui comprennent un total de 150 acres. En 1909 on réunit un capital de \$600,000 pour les exploiter. L'exploitation est presque totalement sous-marine. L'inclinaison des couches est de 14 degrés à l'Est. Celle qui se trouve à 30 mètres de profondeur a une épaisseur de 1.10 à 1.20 mètre; c'est celle que l'on exploite. La troisième couche se trouve à 51 mètres avec une épaisseur de 0.30 mètre. Dans cette propriété il y a peu de failles. Le champ exploité se trouve au Sud et au Centre. On peut dire que les couches se trouvent dans presque toutes les propriétés; dans chaque hectare on trouve à peu près 13,000 tonnes de combustible.

"MINE LIRQUEN"

Elle est à trois kilomètres au Sud de "Cerro Verde." On en connaît les allègements depuis l'année 1821. M. Thomas Smith l'a exploitée en 1843 et en a extrait quelque 12,000 tonnes de charbon. En 1905 il se forma une Société avec un capital de \$600,000 dans le but d'exploiter le charbon sous-marin. Les premiers propriétaires n'avaient retiré que le terrestre. Cette mine qui comprend un total de 450 hectares, fut exploitée par une longue galerie inclinée qui pénètre sous la mer.

Cette grande zone carbonifère repose du côté ouest dans les phyllades primitives qui sont brillantes, plissées et dépourvues de fossiles. Ces phyllades sont contenues dans cette formation particulière qui renferme à la fois des fossiles appartenant aux périodes secondaires et tertiaires; ainsi on a trouvé dans l'île Quiriquina une grande quantité de vertèbres et des extrémités postérieures (longues de plus d'un mètre) qui appartenaient au *Plésiosaurus Chilensis*, mélangées aux fossiles qui appartiennent seulement à la période tertiaire.

Du côté Est les grès verts ou jaunâtres de la formation du charbon couvrent la pente Ouest des collines granitiques de gneiss, de micaschistes, de diorite quartzeux, etc. Cette zone s'incline de 12 à 16 degrés vers la mer où se trouve sa synclinale. Elle est traversée dans certaines directions par des failles dont la principale suit une direction de 45 degrés à l'Est.

Il semble que la couche superficielle qui affleure à l'Est de cette zone est la même que celle de "Taleahuano" mais nous devons avouer qu'ici nous n'avons pas trouvé les couches profondes. Ce charbon a une cassure irrégulière et il se réduit facilement en de petits fragments. Chauffé dans un creuset fermé il ne s'agglomère pas.

M. Eduardo Lemaître a calculé qu'il existe dans cette zone 150,000,000 de tonnes de charbon, en supposant que la couche de charbon exploitable soit continue. Nécessairement ces renseignements sont peu exacts puisqu'il y a peu de recherches faites sur cette zone.

Les mines de Dichats appartiennent aussi à ce même groupe. Elles se trouvent au Nord de la zone dont nous venons de parler. On y a fait quelques travaux depuis 1853, mais on n'a pas obtenu de bons résultats.

Les mines de Cobquecura sont comprises également dans cette zone. Le charbon ici développe 6,000 calories avec 17.5% de cendres; 39% de gaz; 39% de carbone fixe et plus ou moins 5% d'eau. La formation tertiaire a une épaisseur de 25 mètres et le charbon s'y trouve en trois nappes de dix à douze centimètres d'épaisseur.

Près de Chanco et de Constitution se trouvent d'autres couches de même épaisseur, mais qui ont un pouvoir calorifique moindre puisque le charbon s'y trouve mélangé avec de l'argile.

On a trouvé des gisements de charbon dans les endroits suivants:—Llico, Hidango près de Alcones, San Antonio et d'autres localités.

D'après la table d'analyse suivante on verra que le pouvoir calorifique des charbons de cette zone est de 5,000 à 6,000 calories Mahler. Celui qui se trouve à 188 mètres de profondeur donne 7,000 calories et on peut le considérer comme ayant été formé à la même époque que ceux de la zone "Santa Maria."

ANALYSE DE CHARBON DE LA "CUENCA DE QUIRIQUINA"

	Calories Mahler	Carbone Fixe	Matières Volatiles	Cendres	Eau	Soufre
Couches d'affleurement entre Conception et Penco.....	6,252	44.34	38.62	2.04	14.99	0.0
Ile Quiriquina.....	5,681	36.19	41.14	11.36	11.30	4.30
Talcahuano Rue Colon.....	6,322	50.09	34.33	7.26	8.30	2.86
Mine Carmen—Talcahuano.....	5,641	44.62	38.37	4.72	12.27	2.20
El Rosal—Conception.....	6,351	44.28	37.75	7.11	10.84	1.40
Couche "Chiflon"—Talcahuano.....	6,602	45.11	40.36	4.66	9.85	0.14
Carmen—188 metres.....	7,740	56.26	37.80	2.13	3.80	0.25
Sous-Marine entre Tumbes et Quiriquina.	4,865	35.14	29.52	23.64	11.43	0.22
El Rosal—Conception.....	6,174	47.04	32.78	7.62	12.54	0.45
Manto Nuevo.....						

ZONE CARBONIFÈRE DE L'ILE "SANTA MARIA"

Le meilleur charbon du Chili est extrait de cette zone dont les limites sont :— au Nord, le fleuve Bio-Bio; à l'Ouest l'Océan Pacifique; à l'Est la cordillère de Nahuelbuta et au Sud la parallèle qui passe pas Contulmo.

Il y a d'après M. G. Raby une étendue de 2846 kilomètres carrés de terrains carbonifères dont 2371 sont terrestres et 475 sous-marins.

Il y a trois principales couches en exploitation. Deux d'entr'elles ont une épaisseur de 0.90 mètre chacune et la troisième a 1.20 mètre, ce qui fait un total de trois mètres. Si l'on prend comme densité 1.2 on déduit qu'il y a 3,600,000 de tonnes de charbon par kilomètre carré. Si nous réduisons la quantité de terrains carbonifères établie par M. G. Raby au dixième il y aurait l'énorme dépôt de 1,026,000,000 de tonnes de lignite.

On peut distinguer dans cette formation deux zones: celle du Nord qui se trouve près du golfe d'Arauco, et celle du Sud-ouest, zone d'Arauco, dans laquelle les meilleurs affleurements se trouvent généralement à grande distance de la Mer et dans une direction voisine à celle de N.O.-S.E. Cette direction n'est que le prolongement d'une ligne qui, en partant de Tomé, passe par Buen Retiro, Coronel, Lota etc., et dont l'inclinaison avec les couches est occidentale.

Ces terrains reposent du côté ouest sur des grès de l'Ile "Santa Maria." Du côté sud, ils reposent sur des roches arénaeées qui renferment des fossiles de la période secondaire et qu'on trouve aussi dans la côte qui s'étend au Sud de Lebu. Les couches du côté ouest s'inclinent à l'Est.

Les charbons de cette région sont inférieurs de 16% à ceux de Newcastle. Leurs principales propriétés sont:—Densité de 1 à 1.25; ils se présentent en masses compactes et avec une certaine disposition stratifiée; leur couleur est opaque; ils donnent une poudre brune; brûlent facilement au chalumeau avec une flamme longue et claire et des fumées noires d'une odeur désagréable. Ils laissent beaucoup de cendres. Celles-ci sont blanches avec des traces

jaune-rougeâtre et sont formées de silicate d'aluminium provenant de l'argile qui les accompagne. On trouve aussi des grains de quartz provenant du grès qui recouvre les couches. La couleur rougeâtre des cendres est due aux pyrites et au carbonate de fer.

Si on distille le charbon on obtient des matières bitumineuses, de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique, et un peu d'acide acétique. En le chauffant à une haute température dans un vase clos, il laisse comme résidu un coke légèrement congloméré, et si on le distille sous pression on obtient un coke de bonne qualité. Ce lignite donne à une solution de potasse une coloration brune.

Le maximum de calories trouvé est de 5,500 à 6,500 au moyen de la méthode Berthier. Nous avons trouvé avec le calorimètre Mahler de 7,300 à 7,700 calories.

La composition de ce charbon est la suivante:—

50 à 60% de carbone fixe.

28 à 43% de gaz.

3.5 à 5.5% d'eau.

2 à 11% de cendres.

Ce combustible est convenable pour chaudières à vapeur et il se vend 30 fr. 60 la tonne, ce qui donne un bénéfice de 11 fr. par tonne. Les mines Chiliennes produisent plus de 800,000 tonnes de charbon par an. Dans cette zone se trouvent plusieurs mines, dont les principales sont les suivantes du Nord au Sud:—

BUEN RETIRO

Cette mine se trouve à 23 kilomètres au Sud de Concepcion et à 5 kilomètres au Nord du Coronel. Elle est limitée au Sud par la propriété minière "Boca de Maule." La mine couvre une superficie de 150 hectares. Ces gisements sont connus depuis 1874 et on les exploita en 1880. Il y a 14 couches qui s'inclinent à l'Ouest. Il y en a neuf qui ont 0.40 mètre d'épaisseur et les autres en ont de 0.10 à 0.30 mètre seulement.

On exploite trois couches au moyen de deux puits et à présent tout le charbon est sous-marin. En 1903 on en tira 90,000 tonnes et en 1906 50,000 tonnes seulement. On calcule que chaque tonne coûte à peu près sept francs.

PUCHOCO SCHWAGER

Ces mines se trouvent au Sud de Buen Retiro et au Nord de Coronel. On les connaît depuis 1859. Les couches sont sous-marines et inclinées à l'Ouest. Il y en a neuf, dont trois sont exploitables. Leurs épaisseurs sont:— 0.90 à 1.12 mètre et 1.22 mètre. L'extraction se fait à une profondeur variant de 100 à 400 mètres. La formation houillère se trouve ici coupée par deux séries de failles, les unes vont du Nord au Sud et les autres de l'Est à l'Ouest.

Ces mines se divisent en deux groupes: celui du Nord à Boca Maule connu depuis 1866. On en tire des charbons des couches 3 et 5 au moyen d'un puits incliné de 14 degrés que l'on appelle "Chiflon Santa Maria" et qui coupe les premières couches à 740 mètres. Il y a en plus une autre galerie inclinée de 450 mètres qui communique avec ce puits. Le second groupe s'appelle "Groupe

du Sud ou Punta de Puchoco." On en extrait le charbon par deux puits inclinés qui atteignent le charbon à 800 mètres. En 1853 on tirait des mines de Puchoco Schwager à peu près 1,000 tonnes, et en 1909 quelque 280,000 tonnes de combustible de bonne qualité. Le prix de revient est de sept francs.

PUCHOCO ROJAS

Ces mines se trouvent à l'Ouest de Coronel et ont une extension de 1,200 hectares terrestres et 20 sous-marins. Elles sont limitées au Nord et à l'Ouest par la Compagnie Schwager. En 1852 les travaux en furent commencés à deux kilomètres de Coronel par M. Jorge Rojas Miranda qui avait acquis la propriété en 1848. Dans ces mines on a trouvé onze couches d'épaisseurs variables et qui s'inclinent vers la mer. Ce sont:—"El Gaz" 0.80 mètre; "El San Miguel" 0.90 mètre; "Dolores" 1.10 mètre; "Blanco" 0.80 mètre; "El Alto" 1.20 mètre. Ces couches ont été exploitées par plusieurs puits dont les principaux sont:—

"San José" de 113 mètres de profondeur.

"El Dos" de 60 mètres de profondeur.

"El San Luis" de 150 mètres de profondeur avec une inclinaison 16° au Nord-ouest.

"El Edgardo" qu. 400 mètres de profondeur et 16° d'inclinaison.

"El Doe" de 200 mètres.

"El Nuevo" par lequel on a exploité les couches appelées "Gaz; Dolores; et El Alto."

On a calculé que jusqu'à 1883 on a tiré de ces mines 200,000 tonnes de charbon; de 1887 à 1889 l'extraction a été de 120,000 tonnes par an et en 1909, 170,000 tonnes.

CANTA RANA

Cette mine est située à l'Est de Coronel et a une superficie de 50 hectares. On a extrait 1,200 tonnes par mois au moyen de trois galeries inclinées. Il y a beaucoup d'eau.

CEMENTERIO

Cette mine se trouve à côté de la précédente. La production est de 500 tonnes par mois. On a construit plusieurs galeries inclinées. Il y a beaucoup d'eau. On peut dire que les gisements de charbon de cette région de même que ceux de la zone de Lota sont épuisés.

LOTA

On connaît ces mines depuis 1844 alors qu'elles appartenait à M. José Antonio Alemparte. En 1852 elles furent vendues à MM. Matias Cousiño et Thomas Bland Garland. Finalement M. Cousiño en devint le seul propriétaire.

Le premier puits fut ouvert à l'endroit appelé "Lota Alto." Le second porte le nom de "Las Dineas." Ensuite viennent El Chambique "El Lotilla"

de 100 mètres de profondeur, et "El Centinela" dans la limite de la mine appelée Playa Negra.

En 1853 on tira de ces puits 10,000 tonnes; en 1856, 20,300 tonnes; en 1857, 38,000 tonnes et une quantité égale en 1870. C'est alors que se forma la Société "Compañía Explotadora de Lota i Coronel" avec un capital de 15,000,000 de francs. En 1905 on forma une nouvelle société appelée "Compañía de Lota i Coronel" avec un capital d'environ 25,000,000 de francs.

Les couches s'inclinent à l'Ouest et pénètrent rapidement sous la Mer. Les couches exploitables sont au nombre de trois:—"La Doble" avec deux nappes de charbon dont la première a 0.48 mètre et la seconde 0.56 mètre d'épaisseur, séparées par une couche d'argile de 0.30 mètre d'épaisseur. "La Chica" de 1.92 mètre et "La Gruesa" de 1.72 mètre; il y a en outre six couches de 0.10 à 0.20 mètre.

Le charbon est extrait à une profondeur de 150 à 400 mètres. On trouve dans cette formation plusieurs failles: les unes ont une direction de Nord au Sud et les autres de l'Est à l'Ouest. Les travaux s'étendent à plus de 4,000 mètres sous la mer. Ces mines comprennent une extension de 1,000 hectares de charbon sous-marin. On dépense de six à sept francs pour l'exploitation d'une tonne de lignite.

PLAYA NEGRA

Ces mines se trouvent au Nord des mines Lota. Les travaux furent commencés vers 1853 par M. Manfredo Rogas et continués par M. Jorge Rojas Miranda qui en devint le propriétaire. Les couches sont inclinées vers l'Est et sont les mêmes que dans les mines Lota. En 1853 on en tira 3,500 tonnes de charbon.

Au Sud de Lota nous rencontrons dans le côté, du gneiss, du micaeschiste et du granit. La formation tertiaire disparaît complètement jusqu'au fleuve appelé "Carampangue."

ANALYSE DES CHARBONS DE LA CO. DE LOTA I CORONEL

	Calories	Carbone Fixe	Matières Volatiles	Eau	Cendres	Soufre
Couche "Gruesa" Puits "Grande Carlos"	7,290	55.74	34.17	3.61	6.46	0.28
Couche "Gruesa" Puits Carlos	7,681	60.75	33.72	4.59	0.93	0.56
Couche "Gruesa" Puits Alberto	7,450	58.35	34.85	4.73	2.05	0.43
Couche "Chica" Puits Grande	7,591	59.59	34.42	3.93	2.05	0.68
Couche "Chica" Puits Carlos	7,559	58.90	35.10	3.96	2.02	0.71
Couche "Chica" Puits Alberto	7,588	55.21	37.28	3.91	3.58	0.61
Couche "De Arriba" Puits Grande Carlos	6,346	49.49	40.64	3.66	6.20	4.83
Couche "De Arriba" Puits Carlos	7,686	55.64	37.58	4.09	2.67	0.20

MINES DE LA ZONE SUD OU ZONE DE ARAUCO

MINE MAQUEHUA

C'est une des mines les plus anciennes. Elle fut exploitée par M.M. Van der Heyde et Mariano Prado. Il y a deux couches séparées de 10 mètres et inclinées de 14° qui sont affectées par plusieurs failles à l'Est. La première s'appelle la "Chica" de 0.90 mètre d'épaisseur et la seconde "La Alta" de 1.65 mètre. Celle-ci est pyritense et mélangée avec de l'argile ce qui fait que le charbon pur n'a qu'une épaisseur de 0.60 mètre.

L'exploitation se fait par deux puits:—"El Prado" de 52 mètres et "El Carlos" de 95 mètres. On est arrivé à obtenir 15,000 tonnes par mois. Cette mine appartient à présent à la Compagnie Arauco Limitado. Le prix de revient de l'exploitation est de 6 à 9 francs la tonne.

MINE QUILACHANQUIN

Cette mine se trouve à 20 kilomètres de la Mer et au Nord du fleuve Carampangue. Elle est bornée au Nord par Maquehua; au Sud et à l'Est par les mines "Peumo" et "Colico."

Ce fut M. José Francisco Vergara qui en fit la découverte en 1872 et M. Mariano Ignacio Prado l'acheta avec une extension de 5,000 hectares. La mine fut exploitée de 1877 à 1888. M. Prado vendit ses droits à la Cie. Arauco Limitada qui l'abandonna quelque temps après.

Plus tard MM. Juau Castellon et Lisandro Martinez achetèrent la mine et formèrent la Cie Carbonifère de Carampangue avec un capital de 1,500,000 francs. Plusieurs puits et galeries y ont été pratiqués. Cette mine se compose de trois couches dont l'épaisseur varie de 0.80 mètre à 1 mètre. En 1903 on en tira 6,290 tonnes et en 1904, 6,690 tonnes.

MINE PEUMO

Cette mine est limitée au Nord et à l'Est par Quilachanquin au Sud par les mines de Colico. Elle est à 45 kilomètres de Coronel. On l'exploite avec régularité depuis 1889 par plusieurs puits et galeries inclinées. Le puits No. 1 coupe à 150 mètres une couche de 0.75 mètre, à 177 mètres une autre de 0.80 et à 190 mètre une autre d'un mètre d'épaisseur. Elle contient aussi d'autres couches minces au nombre de sept à dix.

Le puits No. 2 a 40 mètres de profondeur, et atteint à 30 mètres une couche appelée "Peumo."

La galerie No. 1 de 525 mètres sert à exploiter la couche "Peumo" de 0.80 mètre.

La galerie No. 2 de 340 mètres coupe la couche "Peumo" dont on en extrait 80 tonnes par jour. Il y a beaucoup de failles. En 1909 l'extraction du charbon s'élevait à 125,000 tonnes.

MINES DE COLICO

SAN JOSÉ DE COLICO

Cette mine est située à 51 kilomètres de Coronel. Elle est bornée au Sud par les fleuves de "Curanilahue" et au Nord par la Mine "Penmo." Les couches s'inclinent vers l'Est; il y en a dix dont quatre sont exploitables: La Mora; La Fortuna; La Alta, 1a et La Alta, 2a. Il y a plusieurs puits:— No. 1 de 260 mètres; No. 2 de 140 mètres; et No. 3 de 183 mètres.

On trouve "La Mora" à 150 mètres de profondeur avec une épaisseur de 0.55 mètre. "La Fortuna" à 181 mètres avec 0.45 m. Il y a des failles dans toutes les directions et en grand nombre. Le puits No. 6 coupe "La Mora" à 51 mètres qui a ici une épaisseur de 1.10 mètre. Le même puits traverse "La Fortuna" à 75 mètres dans une épaisseur de 1.22 mètres. On en a extrait jusqu'à 4,000 tonnes par mois.

MINES DE CURANILAHUE

Ces mines qui sont à 63 kilomètres de Coronel sont limitées au Nord par les mines de Colico et à l'Ouest par les fleuves de Curanilahue. Les couches s'inclinent de 15° à l'Est et sont au nombre de trois, dont deux exploitables:— "La Doble" de 0.90 mètre, "La Ranch" de 0.10 mètre et "La Alta" de 0.98 mètre. Ces couches sont coupées par plusieurs failles. L'exploitation produisait en 1905 environ 120 tonnes par jour.

A un kilomètre de Curanilahue se trouve la mine No. 2 de laquelle le charbon est extrait par une galerie de 500 mètres et par d'autres galeries transversales.

La mine No. 4 est située à un kilomètre au Sud de la précédente. Le charbon y est exploité par une galerie de 400 mètres qui s'avance au Nord.

La mine No. 6 a une galerie de 70 mètres à l'Ouest. Ces mines produisent 5,000 tonnes par mois.

COMPAGNIE CARBONIFÈRE DE "LOS RIOS DE CURANILAHUE"

Cette compagnie se forma en 1905 au capital de 3,000,000 de francs. Les mines se trouvent à 64 kilomètres de Coronel et ont une superficie de 1631 hectares. Il y a trois couches, dont deux sont exploitables:—"La Doble" de 0.90 mètre; "La Ranch" de 0.10 mètre et "La Alta" de 0.98 mètre.

Les mines appelées "Chiflon," "Nivel" et "Laurela" sont aussi en exploitation. La première a une galerie de 400 mètres "la Nivel" en a une de 700 mètres et "La Laurela" une autre de 150 mètres de longueur à une inclinaison de 15°. De toutes ces mines on peut extraire de 500 à 1,000 tonnes de charbon par jour. En 1909 le rendement a été de 118,979 tonnes au prix de revient de six à neuf francs la tonne.

Au sud des mines de Los Rios de Curanilahue, on a commencé à explorer des terrains dans lesquels on a trouvé quelques couches de plus d'un mètre d'épaisseur. Entre Pilpileo et Trongol il y a deux galeries inclinées qui servent à l'extraction du charbon.

On a fait quelques autres explorations avec de bons résultats dans les endroits suivants:—"Quebrada del Zapallo"; "Quirquiles"; "Tronco"; "Laurela"; etc., ce qui indique que la formation s'étend à l'Est.

Dans tous ces terrains, les affleurements s'inclinent vers l'Ouest, et M. Lemaître estime que les charbons s'étendent sur une largeur de 8 à 10 kilomètres de l'Est à l'Ouest.

Au Sud de ces terrains, existent les affleurements Melita et Mattinson Hermosilla dans des couches dont l'épaisseur est de 1 mètre et 1.85 mètre respectivement. D'autres affleurements existent aussi plus au Sud.

On calcule en outre que tous les gisements de charbon d'Arauco ont une étendue de 80 kilomètres de longueur sur 20 de largeur ce qui fait 1600 kilomètres carrés.

Dans cette zone au Sud de Curanilahue, M. Lemaître estime qu'il y a plus de 187 millions de tonnes de charbon.

ANALYSE DES CHARBONS DE CETTE ZONE

	Calories	Carbone Fixe	Matières Volatiles	Eau	Cendres	Soufre
Mine Chiflon.....	7,425	56.74	35.00	4.52	3.62	0.44
Chiflon inférieur.....	6,465	55.33	37.50	4.19	2.96	0.22
Couche Doble.....	6,582	49.52	40.93	2.26	7.27	2.96
Couche Alta.....	7,332	56.51	36.80	4.01	2.66	0.76
Chiflon Doble.....	7,175	43.81	43.68	2.15	10.34	3.97
Chiflon Alta.....	7,446	55.79	35.70	3.71	4.79	0.64
Nivel Doble.....	7,611	49.79	42.83	2.16	5.20	3.52
Nivel Alta.....	7,370	54.66	35.73	4.07	5.33	0.34
Mattinson.....	7,442	51.66	39.13	3.92	5.27	0.85
Melita.....	7,333	49.61	41.70	4.59	4.09	2.16

REGION CARBONIFÈRE DE LEBU

Dans cette région les couches qui se trouvent à l'est ont une inclinaison occidentale dans une direction contraire à celle des couches de Colico, Curanilahue etc., celles du sud s'inclinent vers le nord. Les couches qui avoisinent le fleuve Lebu s'inclinent vers le Sud ou vers le Nord selon la position qu'elles occupent sur les côtés de ce fleuve.

Cette région carbonifère a une superficie de 2,150 hectares. Les premiers propriétaires qui commencèrent les travaux en 1872 furent MM. José Tomas Urmeneta et Errazuriz Urmeneta. Les mines appartiennent maintenant à la "Compagnie Chilena de Fondicion," et leur production n'atteint que 60 à 70 tonnes de charbon par jour.

On a trouvé dans cette région huit couches, dont trois sont exploitables:—"La Buitrera" d'un mètre; "La Chiea" de 0.70 mètre et "La Alta" de 1.50

mètre. Leur inclinaison et leur épaisseur sont très-variables. On peut dire que l'épaisseur de toute la formation est de 180 mètres. La première couche est séparée de la dernière par cet espace.

Dans ces gisements il y a une pyrite de fer qui s'oxyde rapidement à l'air. Cette oxydation produit une chaleur suffisamment élevée pour enflammer le charbon. En 1909 on a extrait de ces gisements 33,000 tonnes de charbon. La région minière de Lebu se divise en trois groupes:—

GROUPE BOCA-LEBU

Ici les couches ont une épaisseur de 3.20 à 3.50 mètres. Le charbon exploitable est estimé à 45,000 tonnes. On l'extrait par plusieurs puits dont le plus important est celui qui s'appelle "Amalia" situé à un kilomètre au Sud de cette ville. Ce puits a 334 mètres de profondeur et traverse "La Buitrera" à 170 mètres; "La Chiflon" à 290 mètres; et "La Chica" à 322 mètres. Le puits "Carmen" de 222 mètres ne sert que pour la ventilation et l'assèchement de la mine.

GROUPE CONQUIL

Ces mines se trouvent au Nord du fleuve. Elles contiennent des couches assez épaisses mais celles-ci sont fracturées dans toutes directions. L'exploitation est intermittente car les couches disparaissent parfois sans laisser de vestiges.

MINE MILLANECO

La Mine Millaneco se trouve à 3 kilomètres de la ville de Lebu. C'est M. Santiago Ripley qui en commença les travaux en 1883. Cette mine appartient maintenant à la "Compagnie Nationale Carbonifère de Millaneco," qui réunit un capital de 650,000 francs. Elle couvre une superficie de 90 hectares.

Il y a plusieurs couches qui s'inclinent de 15 degrés à l'Est mais on n'en exploite que deux. Celles-ci sont fracturées par un nombre considérable de failles dans toutes directions. Le charbon est extrait par un puits de 70 mètres de profondeur; la production totale de cette mine est de 15,000 tonnes par an. En 1909 on en retira 10,000 tonnes. La formation de cette mine a une épaisseur de 66 mètres, c'est-à-dire que la première couche est séparée de la dernière par cette distance.

COMPAGNIE CARBONIFÈRE VICTORIA DE LEBU

Superficie 1225 hectares. On n'y a fait que quelques petits travaux. En 1909 on retira 8,000 tonnes de charbon de quelques affleurements.

COMPAGNIE CARBONIFÈRE BOCA-LEBU

Les mines de cette compagnie se trouvent au nord du fleuve Lebu et au sud des mines de Millaneco et à l'ouest de la mer. On a percé un puits de 120 mètres qui traversa une couche d'épaisseur régulière mais aussi de mauvaise qualité. Résultats nuls. En 1909 la production a été de 4,000 tonnes.

MINE DE HUENAPIDEN

Cette mine est située à 21 kilomètres au nord et près de Punta Janes à quelques kilomètres de la mer. Elle est abandonnée depuis quelque temps à cause de l'épuisement des dépôts de charbon.

Les capitaux qu'on réunit pour l'exploitation de cette mine furent employés à la construction des môles et des chemins de fer avant que les intéressés eussent songé à entreprendre une étude sérieuse des conditions géologiques de la région, ce qui leur aurait fait connaître l'étendue des couches houillères. Cette Société se forma en 1890 sous le nom de "Colliery Railway Co. Limited," au capital de £200,000.

ZONE CARBONIFÈRE DU SUD DU CHILI

Cette zone s'étend des deux côtés de la Cordillère de Nahuelbuta, mais du côté de la mer elle s'étend jusqu'au sud du latitude de Contulmo à côté de la vallée centrale. Il y a du charbon partout dans cette zone. Ce combustible développe de 3,000 à 4,000 calories Berthier et de 5,000 à 6,000 calories Mahler. Il contient de 14 à 20% d'eau; 31 à 37% de gaz; 25 à 36% de carbone fixe et de 3 à 24% de cendres.

Ce sont des lignites compactes mais qui au contact de l'air deviennent très-fragiles. Ils brûlent avec peu de flamme en exhalant une odeur désagréable; leur cassure est conchoïdale; ils ont l'éclat et l'aspect du jais et sont de couleur gris-noir. Parmi les couches il y a en a qui sont noires et qui ne se différencient que par l'intensité de leur éclat. En général ce charbon est de mauvaise qualité. On le trouve dans des gisements lenticulaires plus ou moins considérables.

Les principaux affleurements se trouvent dans les endroits suivants:— "Mulpun, Nielol, Traiguen, Huimpil, Valdivia, Malalhue, Chumai, Huilma près de Osorno, Lumaco, Carelmapu, Ancud, Ile de Huafo et dans plusieurs lieux de la Patagonie. Il y a aussi dans la mine Loreto de Punta Arenos et dans les fleuves appelés Rio Oscar et Rio del Oro du charbon semblable qui renferme des fragments d'ambre.

ZONE DE LA CORDILLÈRE DES ANDES

Les lignites de cette zone présentent tous les caractères minéralogiques de l'antracite et se trouvent généralement dans la Cordillère des Andes et dans ses contreforts. Ainsi on en a trouvé jusqu'aujourd'hui dans Talca, Curico, Cordillère du Principal en face de Santiago, San Felipe, Illapel, Paloma de Ovalle, Ternera de Copiapo, etc.

Les propriétés de ce charbon sont les suivantes:—Leur cassure est conchoïdale; ils se divisent en petits fragments par l'action de la chaleur; leur couleur est noire avec un peu d'éclat métallique; ils brûlent difficilement et sans flamme et leur pouvoir calorifique varie de 5,100 à 7,500 calories Berthier.

On peut considérer que presque tous ces dépôts se formèrent durant la période secondaire. Quelques-uns d'entr'eux ont été altérés à cause de leur proximité d'éruptions ignées dont la chaleur a causé le dégagement de tous leurs gaz.

PROBABLE RESERVES OF COAL IN CHILE

BY

J. DEL FUENZALIDA

General Director of Public Works, Geography and Mines

MINES	PLACE	PROVINCE	SEAMS BEING WORKED		CLASS OF COAL
			Names	Thickness in Metres	
Cerro Verde.....	Penco.....	Concepcion.	Alta.....	1 10	Dry coal Free burning coal
" ".....	Lirquen.....	"	".....	1.10	
Schwager.....	Coronel.....	"	No. 1.....	0.90	
".....	".....	"	No. 2.....	1 12	
".....	".....	"	No. 3.....	1 22	
Puchoco Rojas.....	".....	"	Gas.....	0.80	
" ".....	".....	"	San Miguel.....	0 90	
" ".....	".....	"	Dolores.....	1.10	
" ".....	".....	"	Blanco 7.....	0 80	
" ".....	".....	"	Alta.....	1 20	
".....	Lota.....	"	Doble.....	1 04	
".....	".....	"	Chica.....	1 22	
".....	".....	"	Gruesu.....	1.72	
".....	Maquehua.....	Arauco.....	Chica.....	0.95	
".....	".....	"	Alta.....	1.65	
".....	Arauco.....	"	Peumo.....	0.78	
".....	".....	"	Mora.....	1.10	
".....	".....	"	Fortuna.....	1.22	
".....	".....	"	Porvenir.....	1 00	
Compania Los Rios de Curanilahue.....	".....	"	Doble.....	0 90	Free burning coal
" ".....	".....	"	Alta.....	0 98	
".....	Filpilco.....	"	La Esplotante.....	1 25	
Minas Melita.....	Cuyineo.....	"	Melita.....	1.00	
Minas Mattinson.....	".....	"	Mattinson.....	1.85	
".....	Lebu.....	"	Huitrera.....	1.00	
".....	".....	"	Chica.....	0 70	
".....	".....	"	Alta.....	1.50	

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

PROBABLE RESERVES IN THE PROVINCES OF CONCEPCION AND ARAUCO

ZONE	PROVINCE	EXTENSION	RESERVE
		In Square Kilometres	Tons
de Talcahuano.....	Concepcion...	150	150,000,000
de Lota i Coronel.....	Concepcion...	50	60,000,000
de Arauco.....	Arauco.....	1,600	1,872,000,000
Total.....			2,082,000,000

Note—There also exists in Chile, although not worked yet in proper form, anthracite coal such as in Huimpil Quilacoya

IVE

g

,0,000

,0,000

,0,000

,0,000

as in

EUROPE



THE COAL RESOURCES OF GREAT BRITAIN

BY

A. STRAHAN, F.R.S., &c.

Assistant Director of the Geological Survey of England and Wales

(With one map in the Atlas and ten plates in the text)

CONTENTS

INTRODUCTION

A. VISIBLE AND PROVED COAL-FIELDS IN ENGLAND AND WALES

The Coal-Fields of South Wales.

Somerset and Gloucester Coal-Fields:—Fores. of Dean, Bristol and Somersetshire.

Midland Coal-Fields:—North Staffordshire and Cheadle, South Staffordshire, Warwickshire, Leicestershire, Shropshire, and Worcestershire.

The Coal-Field of Lancashire and Cheshire.

North Wales Coal-Fields:—The Flintshire (including Neston) and Denbighshire Coal-Fields. Anglesey Coal-Field.

Yorkshire, Derbyshire and Nottinghamshire Coal-Field.

The Coal-Field of Northumberland and Durham.

The Cumberland Coal-Field.

The Ingleton Coal-Field.

B. CONCEALED COAL-FIELDS, NOT AS YET WORKED, IN ENGLAND AND WALES

Kent Coal-Field.

Oxfordshire and Gloucestershire.

Around the Midland Coal-Fields (Warwickshire, Staffordshire, Worcestershire and part of Cheshire).

The Cheshire Basin.

Chester, Wirral and Liverpool.

The Yorkshire, Derbyshire and Nottinghamshire Coal-Field.

Vale of Eden and Solway Firth.

C. SCOTLAND

The Forth and Clyde Coal-Fields:—Clackmannan and Perth, Fife and Kinross; under the Firth of Forth; Linlithgow; Edinburgh, Haddington and Peebles; Stirlingshire and Dumbartonshire; Lanarkshire; Renfrewshire; Ayrshire; Dumfriesshire; Argyllshire and Buteshire.

SUMMARY

ILLUSTRATIONS

- Plate 1. Map showing Visible and Proved Coal-Fields of England and Wales.
2. The Coal-Fields of South Wales.
 3. Somerset and Gloucester Coal-Fields.
 4. Midland Coal-Fields.
 5. The Coal-Fields of Lancashire and Cheshire.
 6. The Flintshire and Denbighshire Coal-Fields. The Anglesey Coal-Field.
 7. Yorkshire, Derbyshire and Nottinghamshire Coal-Field.
 8. The Coal-Field of Northumberland and Durham.
 9. The Cumberland Coal-Field. The Ingleton Coal-Field. The Kent Coal-Field.
 10. Scotland:—The Forth and Clyde Coal-Fields.
 11. Scotland:—The Ayrshire and Dumfriesshire Coal-Field. The Argyllshire Coal-Field.
The Dumfriesshire (Carenbie) Coal-Field

INTRODUCTION

THE available resources of the British Isles in respect of coal have been estimated by two Royal Commissions. The commissioners appointed to inquire into the several matters relating to coal in the United Kingdom reported in 1871, and "The Commission on Coal Supplies" reported in 1905. The evidence collected and the conclusions drawn by the commission of 1871 were carefully considered in 1905, and the estimates were modified in accordance with such information as had been obtained in the interval. In the present report the estimates formed by the Commission on Coal Supplies in 1905 have been adopted, with still further modifications due to explorations now in progress.

The coal-fields were classed by the Commission on Coal Supplies under two heads; namely, those which are visible at the surface, together with those which, though concealed by later formations, have been sufficiently explored to justify an estimate of their extent and resources; and, secondly, those which are believed with good reason to exist, but of which the limits and resources are not yet known. These two classes may be briefly described as:

A—Visible and Proved Coal-Fields.

B—Concealed Coal-Fields, not as yet worked.

A—VISIBLE AND PROVED COAL-FIELDS IN ENGLAND AND WALES

The estimates, as regards visible coal-fields, in which the productive measures are not overspread by later formations, and as regards proved coal-fields, in which the position and character of the productive measures have been ascertained though they are concealed by newer formations, are founded on the Report of the Royal Commission on Coal Supplies published in 1905. The amount of coal raised since the preparation of that report and up to the end of 1910, has in each case been deducted.

The calculation of the amount of coal existing was made on the basis that one foot thickness of coal represents 960,000 statute tons per square mile (or 500 statute tons per acre).

For the purpose of their report, Great Britain was divided by the commissioners into six districts, namely:—

District A—South Wales, Monmouthshire, Forest of Dean, Bristol, and Somersetshire.

District B—Staffordshire, Warwickshire, Leicestershire, Shropshire, and a small part of South Derbyshire.

District C—North Wales, Lancashire, and Cheshire.

District D—Yorkshire, Derbyshire, and Nottinghamshire.

District E—Northumberland, Durham, and Cumberland.

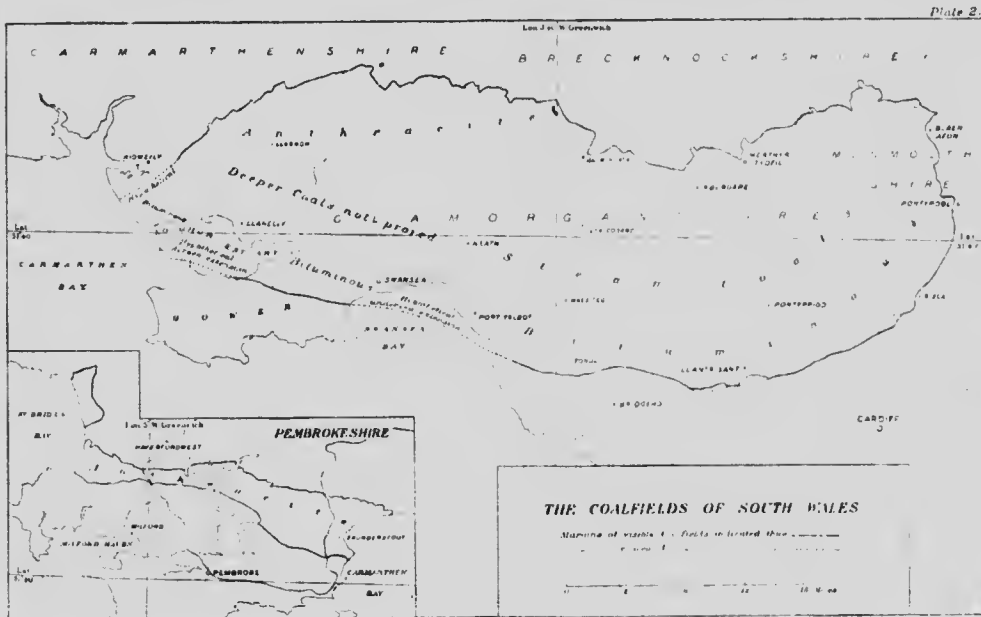
District F—Scotland.

The same geographical order is observed in the following report.

THE COAL-FIELDS OF SOUTH WALES

(Plate 2)

The principal coal-field in South Wales occupies part of the counties of Monmouth, Glamorgan, Brecknock, and Carmarthen. The strata lie in the form of a syncline with a steep rise on the southern side, and the visible Coal-Measures are definitely bounded on all sides by outcrops of older rocks, except



in Swansea and Carmarthen bays and in a small part of the southern margin near Llantrisant.

The Coal-Measures occur in three groups, (1) an upper series, consisting largely of shales with coal-seams, (2) a Pennant series, consisting mainly of sandstone and containing coal-seams in the western part only of the field, and (3) a lower series, consisting mainly of shales and containing the greatest development of coal-seams.

The coal varies in character from anthracite (A_1) to bituminous house-coal (B_3). The anthracitic region is situated near the north-western and western margin of the coal-field. Both southwards and eastwards from it the seams which are anthracitic at their outcrops on the northern margin reappear as bituminous coals on the southern margin and towards the eastern end of the syncline. The exact limit of the anthracite, however, has not been determined in one part of the field, where the seams attain a great depth, but in other parts it is known that between the anthracite and bituminous regions the seams pass through the intermediate stage of steam-coals. These include the hard, steamless steam-coal (B_1 or B_2) which is a special feature in the South Wales coal-field.

The relative distribution of anthracite and bituminous coal is dependent also on another law, which is of remarkably constant application. In any one vertical section it is generally the case that each seam is more anthracitic than the one above it. Consequently, the upper seams yield house-coal where the lower seams yield steam-coal, while they assume the condition of steam-coals where the lower seams have become anthracitic. The anthracitization, however, is not due to depth from surface, but is more probably original. There are no igneous intrusions.

The most valuable house-coals occur, for the most part, as outliers of limited extent; the distribution of the other classes of coal is indicated in a general way on Plate 2. The relative proportions of the three principal classes of coal were estimated by Sir W. T. Lewis (Lord Merthyr) for the Royal Commission on Coal Supplies to be as follows:—bituminous coal, 30·42 per cent; steam-coal, 47·31 per cent.; anthracite, 22·27 per cent.

The number of seams varies from 12 with an aggregate of 42 feet of coal at the eastern end of the coal-field, to upwards of 40 with an aggregate of about 120 feet in the southern and western parts of Glamorganshire.

In Pembrokeshire, the lower series and a part only of the Pennant series are present, the latter being confined to the western end of the coal-field. All the coal is anthracitic. The seams vary in number from 8 with an aggregate of 21 feet of coal in the eastern part to 18 with an aggregate of 33 feet in the western part. The strata are highly disturbed.

The amounts of coal raised in the South Wales coal-fields since the preparation of the report of the Royal Commission on Coal Supplies, are as follows: Monmouthshire, 86,774,469 statute tons; Glamorganshire, Brecknockshire, and Carmarthenshire, 268,728,186 statute tons; Pembrokeshire, 348,626 statute tons. These quantities have, therefore, been deducted from the estimates made by the commission.

Extensions: The estimate of coal existing in the undersea areas of Swansea

and Carmarthen bays as given in the table, is founded on the following considerations:—

Under Swansea bay the southern margin of the coal-field is crossed obliquely by a fault which has an estimated downthrow to the south of 1,000 yards, and which has the effect of duplicating the outcrop of the productive measures. The more southern of the two outcrops is being worked to the east of the bay, and may be supposed to terminate against the fault under the bay; the more northern outcrop may be supposed to run continuously across the bay.

As regards Carmarthen bay, the southern margin of the coal-field trending W.N.W. through Gower may be supposed to meet the western margin trending S.W. The meeting is likely to take place under the eastern part of the bay, and on this view the eastern side of the bay and the Loughor estuary are alone included in the estimate.

The areas thus included in Swansea and Carmarthen bays amount together to 20 square miles. On the supposition that an average thickness of 10 feet of coal exists, this area would contain about 195,500,000 metric tons.

The estimates for the eastern and western undersea extensions of the Pembrokehire coal-field are given separately in the table. In forming them, consideration has been given to the highly disturbed character of the strata. In parts of Carmarthenshire and Glamorganshire, indicated on Plate 2 by the words "Deeper coals not proved," the most productive measures pass below a depth of 4,000 feet; the coal thus situated was estimated by Sir W. T. Lewis for the Royal Commission on Coal Supplies to amount to 1,567,299,016 statute tons (or 1,595,795,000 metric tons), as regards seams of two feet and upwards in thickness. A part of this lies at a greater depth than 6,000 feet.

SOMERSET AND GLOUCESTER COAL-FIELDS

(Plate 3)

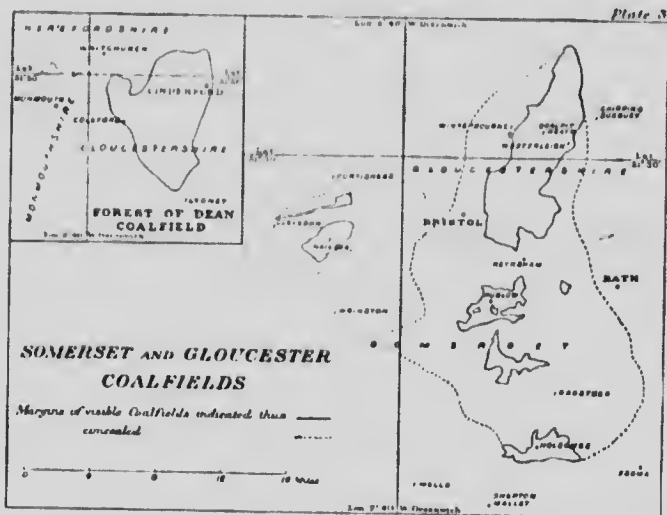
FOREST OF DEAN COAL-FIELD

This coal-field is surrounded on all sides by strata older than Coal-Measures, and is nowhere concealed by later strata. It was estimated in 1904 to contain 305,928,137 statute tons of coal in 15 seams ranging from 1 foot to 4½ feet in thickness. From this estimate a deduction of 100,000,000 tons has been made on account of the doubt thrown on the value or existence of certain seams in the northern part of the coal-field by the evidence given before the Royal Commission on Coal Supplies by Mr. F. Brain on July 5th, 1904. The amount of coal raised in and since 1904 is included in the return for Gloucestershire, given below.

BRISTOL AND SOMERSETSHIRE COAL-FIELD

Out of a total of 238½ square miles covered by the estimates, no fewer than 191 are concealed by Triassic and Jurassic formations. The measures, according to Prestwich in his report to the Royal Commission of 1871, consist of two productive series separated by an unproductive sandstone (Pennant). The upper series contains about 14 seams of over 1 foot in thickness with an

aggregate of 26 feet of coal; the lower comprises 26 seams with an aggregate of 66 feet of coal. The estimates do not include any allowance for the possible



westward extension of the coal-field of Nailsea, nor for a possible coal-field in the Portishead valley, the value in both cases being problematical.

It was estimated in 1905, by Sir W. T. Lewis, that 1,885,340,220 statute tons lie at depths between 4,000 and 9,000 feet. It is assumed for the purposes of the present report that two-fifths of this (or 767,847,000 metric tons) lie at depths between 4,000 and 6,000 feet.

This and the Forest of Dean coal-field lie in the counties of Gloucestershire and Somersetshire. In the years 1904-10, 18,089,363 statute tons were raised in those counties.

MIDLAND COAL-FIELDS

(Plate 4)

The map forming Plate 4 is founded, as regards the boundaries of the visible coal-fields, on the Geological Survey maps, but as regards the "proved extensions" of those coal-fields, on a map prepared by Prof. Lapworth and Mr. Sopwith for the Royal Commission on Coal Supplies. It includes the area which was defined by that commission as District B (Midlands), and the estimate of coal now existing within the area is obtained by deducting the coal since raised from the estimate made for the commission, no reason having arisen for modifying the figures then given.

NORTH STAFFORDSHIRE AND CHEADLE COAL-FIELDS

(Plate 4)

The North Staffordshire coal-field occupies 96 square miles, and is bounded on the north-east by older rocks and on the north-west by faults which throw the productive measures down to what has proved so far to be an impracticable depth beneath Triassic rocks. Southwards these measures pass under the

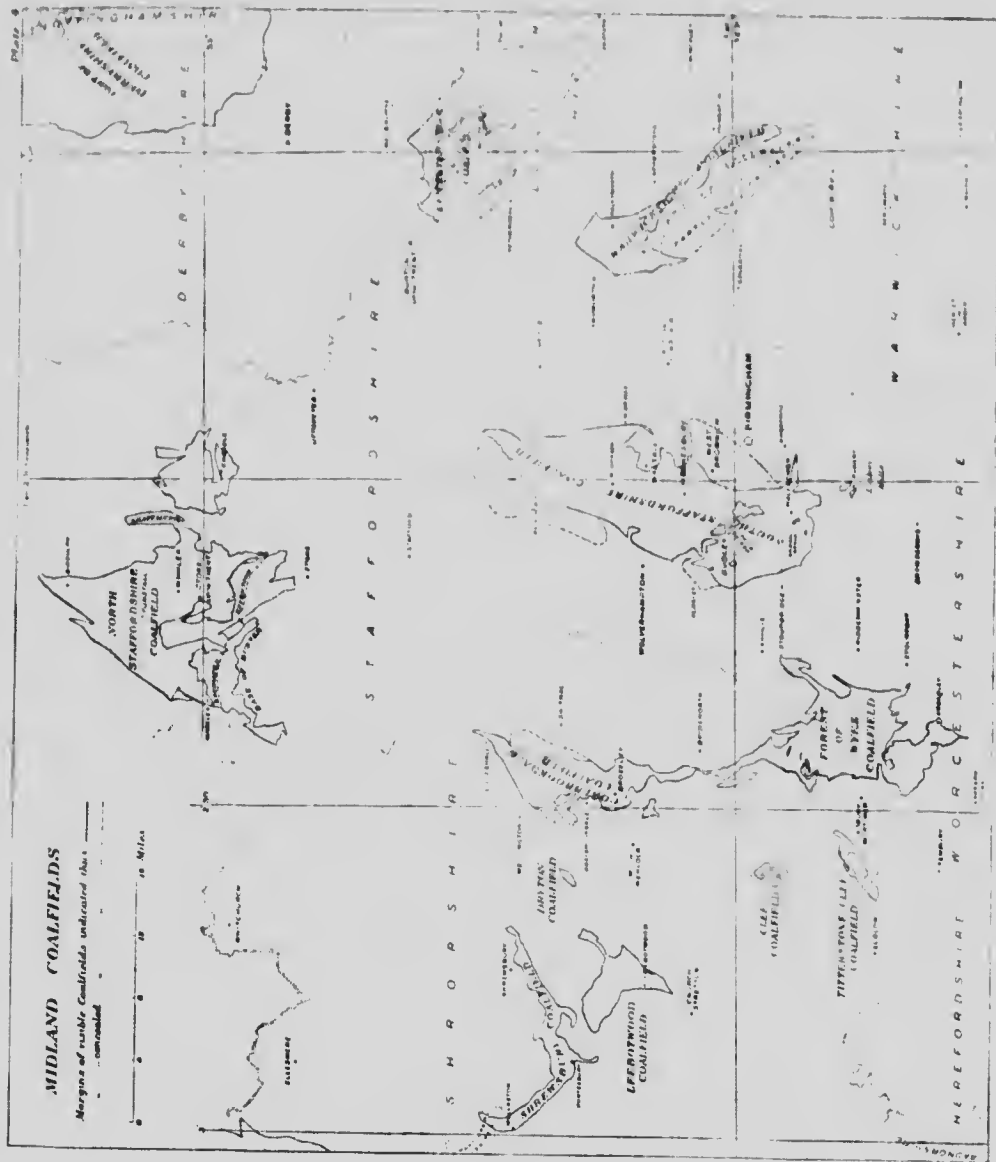
regate
ossible
sion of
Nail-
ossible
Portis-
value
being

ated
W. T.
,340,-
lie at
4,000
It is
e pur-
resent
fifths
7,000
e at
4,000

For-
shire.
es.

the
oved
and
area
esti-
coal
risen

ded
row
able
the



almost barren subdivisions of the Coal-Measures known as the Etruria, Newcastle, and Keele groups, the last-named being the so-called Permian. Upon these the Bunter Pebble Beds rest unconformably. The extensions so far found practicable are thus limited to the southern and south-eastern margins, and were considered by Prof. Lapworth and Mr. Sopwith to extend to at least half-way across the outcrop of the Keele series, that is to the broken line shown on Plate 4. They occupy about 14 square miles. In this coal-field there are 30 seams of over 2 feet in thickness, with an aggregate of 140 feet of coal, and some more of between 1 and 2 feet in thickness, making an aggregate of nearly 150 feet of coal.

The Cheadle coal-field, also, is limited northwards by older rocks, but it extends southwards for an unknown distance under Triassic strata, unconformably superimposed. Seventeen seams, with an aggregate thickness of $65\frac{1}{2}$ feet, have been recognized, but one only persists over the whole field, the majority being variable and often absent. The field was estimated in 1905 to contain 110,894,217 metric tons of coal. In the small outlier known as the Shaffalong coal-field, two seams only are known, and the bulk of the coal has been taken.

The coal raised from North Staffordshire and Cheadle in the years 1904-10 is included with the return for South Staffordshire.

SOUTH STAFFORDSHIRE COAL-FIELD

(Plate 4)

The Coal-Measures, wherever their base is visible, lie unconformably upon Silurian rocks, but in the northern end of the coal-field have been proved, by boring, to rest upon a thin development of Lower Carboniferous strata. Upwards they graduate into red marls (Etruria group), which in turn pass up into a sandstone-formation (Halesowen group, or Newcastle group of North Staffordshire), and, finally, into a series of red sandstones and marls (Keele group, formerly known as Permian), and breccias of doubtful age. Upon these the Bunter Pebble Beds are unconformably superimposed. No coals of value occur in the Etruria, Halesowen, and Keele groups. The visible coal-field is surrounded on all sides by these unproductive strata, and by their thickness the limits of its practicable extension are determined.

It is further to be noted that the productive measures thin out towards the south, with the result that several seams coalesce to form the famous thick coal. In this same direction there sets in a deterioration in quality which led Prof. Lapworth and Mr. Sopwith to regard the coal as unprofitable south of a line drawn from the Manor Pits near Halesowen to a sinking near Wassel Grove. Taking an average development in the northern part of the coal-field, we find 11 seams with an aggregate thickness of 67 feet of coal, while in the southern part 6 seams have an aggregate of about 65 feet of coal.

The proved extensions shown on the map (Plate 4) are those determined by Prof. Lapworth and Mr. Sopwith. On the north-western side of the visible coal-field, an area of nearly 20 square miles has been proved to exist under a covering of Bunter Pebble Beds and is now being worked. The extensions on the eastern and western margins farther south are also in process of develop-

ment. No further extension of productive measures lying within 4,000 feet of the surface has been proved since the report of the Royal Commission on Coal Supplies. Out of a total area of 149 square miles covered by the estimate, about 45 are accounted for by the extensions.

The coal raised in North and South Staffordshire in the years 1904-10, inclusive, amounts to 94,738,131 statute tons, and this amount has been deducted from the estimate of "coal existing" made by Prof. Lapworth and Mr. Sopwith.

WARWICKSHIRE COAL-FIELD

(Plate 4)

This coal-field includes representatives of the productive middle Coal-Measures and of the Etruria, Newcastle, and Keele groups, all well developed. The Lower Carboniferous rocks, however, are absent, and the productive measures rest directly upon Cambrian strata. The strata attenuate and the seams tend to coalesce towards the south. Ten seams exceed one foot in thickness, and the aggregate thickness of coal amounts to 40 feet. An outcrop of the old rocks, in part overspread by Trias, forms a definite margin to the coal-field on the east, but towards the west the productive measures pass under an increasing thickness of the unproductive Carboniferous strata and of Trias, which becomes prohibitive at no great distance beyond the margin of the visible coal-field.

The area shown on Plate 4 as "proved extension" and "partly proved" is that taken by Prof. Lapworth and Mr. Sopwith. It is all overspread by the unproductive upper members of the Coal-Measures, and occupies 32 square miles, while the area of visible coal-field amounts to 24 square miles.

The coal raised in Warwickshire in the years 1904-10, inclusive, amounted to 29,317,312 statute tons, and this amount has been deducted, accordingly, from the estimate of the Royal Commission on Coal Supplies.

LEICESTERSHIRE COAL-FIELD

(Plate 4)

In this coal-field both Upper and Lower Carboniferous rocks are represented, but towards the south the Lower Carboniferous are overstepped by the Coal-Measures, which then rest directly upon Cambrian or older formations. The visible coal-field occupies 30 square miles, including a small area occupied by unproductive lower measures. In the central part 33 seams of one foot and upwards give an aggregate of 94 feet of coal, while in the southern extension 22 seams give an aggregate of 91 feet. The estimates cover a further area of 54 square miles, all overspread by formations younger than the productive measures, but regarded as "proved." Towards the east this extension is definitely limited by a fault which brings up rocks older than Coal-Measures under the Triassic covering; to the west the measures rise and terminate in succession against the unconformable Trias, the extension thus taking the form of a syncline overspread by horizontal younger formations.

The amount of coal raised in Leicestershire in the years 1904-10 was

17,750,738 statute tons, and this has, accordingly, been deducted from the estimate of the Royal Commission on Coal Supplies.

SHROPSHIRE AND WORCESTERSHIRE

(Plate 4)

Under this head are included the coal-fields of Coalbrookdale, the Forest of Wyre, Shrewsbury, Titterstone Clec, Brown Clec, Leebotwood, and Dryton, but not that part of the Denbighshire coal-field which lies in Shropshire. The upper measures in all of them, when present, graduate upwards into red, unproductive measures (formerly called Permian), and generally rest upon pre-Carboniferous rocks, the Lower Carboniferous being represented in an attenuated form only in Coalbrookdale and the Titterstone Clec. In Coalbrookdale 7 seams have been worked. In the Forest of Wyre the equivalents of these yield a workable thickness of 7 to 15 feet of coal, and an upper series of strata contains some thin sulphur coals, one of which is 3 feet thick.

In the Shrewsbury coal-field about 3 seams are known, with a total thickness of about 6 feet. The Titterstone Clec contains 3 seams with an aggregate thickness of 15 feet, locally altered by igneous rocks, while the Brown Clec contains one seam only which has been considered worth extracting. In the Leebotwood and Dryton coal-fields the seams are few and thin, and have not been worked for many years.

THE COAL-FIELD OF LANCASHIRE AND CHESHIRE

(Plate 5)

This coal-field is bounded on its eastern, northern, and north-western sides by outcrops of Lower Carboniferous strata, and on its western side by faults which throw in Triassic rocks of unknown and, up to the present, of prohibitive thickness. Along the southern side, the productive measures are unconformably overlain by Permian sands and limestones, which, however, thin away westwards and leave the overlying Bunter sandstone in direct superposition upon the Coal-Measures. The visible coal-field occupies 484 square miles, and along its southern margin there lies an important extension of about 70 square miles which is now in process of being proved.

In estimating the limit of this extension account has to be taken of the existence of upper, unproductive measures, as well as of Permian and Bunter in much of the concealed area. For, while all the strata dip southwards, the Carboniferous rocks dip at a steeper angle than the Permian and Trias, by which they are unconformably overlain. Consequently Carboniferous strata younger than any which crop out in the visible coal-field, exist under the Permian and Triassic cover. These younger Carboniferous strata are as yet imperfectly known, but borings have shown that representatives of the Etruria marls exist, and presumably the Newcastle and Keele groups follow in order. The southward limit of the practicable extension of the coal-field therefore is determined by the united thicknesses of Trias and Permian added to a part of the un-

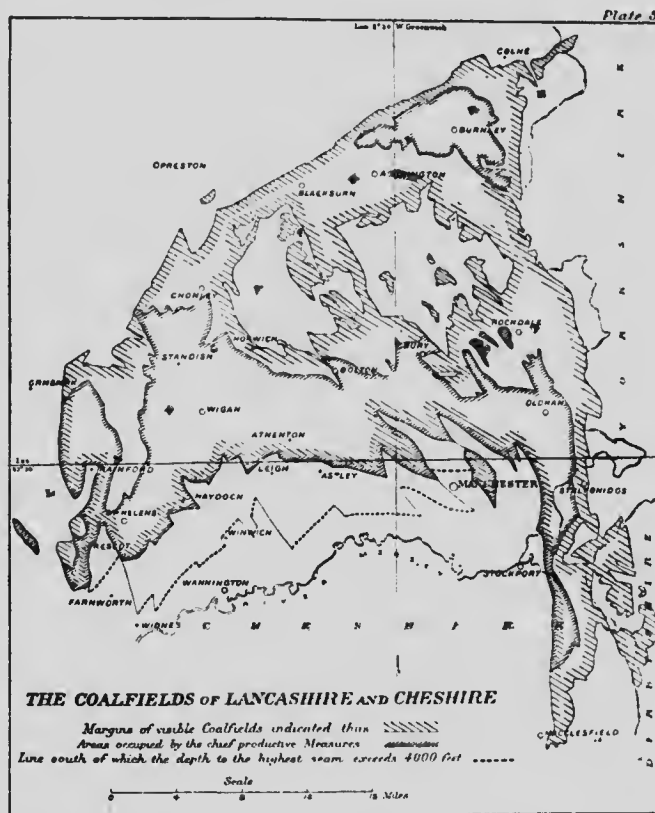
productive upper Coal-Measures. The limit, as shown upon Plate 5, represents the line along which it is estimated that the highest coal-seam of the chief productive measures is likely to reach a depth of 4,000 feet below the surface of the ground, on the supposition that the dip of the Carboniferous rocks is the same in the concealed area as it is in the neighbouring part of the visible coal-field. The line is broken by many large north-north-westerly faults. It will be understood that the lower seams reach a depth of 4,000 feet farther north, at intervals corresponding to their distance below the highest seam.

In tracing this limit, regard had to be paid to a general attenuation which takes place from east to west in the productive Coal-Measures. Though the amount of attenuation is precisely known in those strata, it is largely a matter of inference in the upper, unproductive measures. Clearly, if it exists, the coal will occur within a practicable depth over

a larger area than if the unproductive cover maintained its thickness.

The visible Lancashire coal-field extends southwards into Cheshire in a narrow strip bounded on the east by older rocks, but on the west limited, at any rate for the present, by faults which throw in upper unproductive measures and Triassic rocks. The area west of the faults is not included in the "proved extension" of the coal-field, but is placed under the head of "possible reserve."

The seams are most valuable and numerous in the middle Coal-Measures, which contain in the northern part 15 seams with 46½ feet of coal; in the south-eastern part 19 seams with 70 feet of coal; and in the south-western part 21 seams with 75 feet of coal. In the upper measures, separated from the productive middle measures by thick, unproductive strata, there occur 6 seams



representing 14 feet of coal. In the lower Coal-Measures there are, in parts of the coal-field, only 2 to 4 seams representing 6 feet of coal.

The quantity of coal raised in the years 1904-10 amounted in Lancashire to 170,252,116 statute tons, and in Cheshire to 2,523,691 statute tons. These amounts, therefore, have been deducted from the estimate of the Royal Commission on Coal Supplies.

NORTH WALES COAL-FIELDS

FLINTSHIRE (INCLUDING NESTON) AND DENBIGHSHIRE COAL-FIELDS

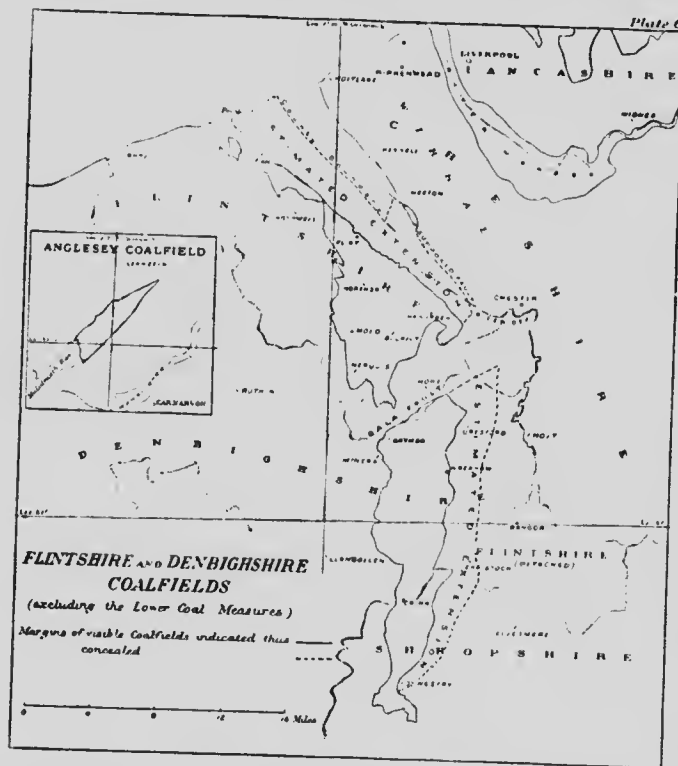
(Plate 6)

These coal-fields are definitely limited to the west by outcrops of strata older than Coal-Measures, but to the north-east and east continue for an unknown distance under the Triassic rocks of Wirral and of the Cheshire basin, respectively. They are separated also by an outcrop of older rocks along the line of the Bala fault.

The visible coal-fields have an area of $103\frac{3}{4}$ square miles, of which $47\frac{3}{4}$ lie in Flintshire and 56 in Denbighshire.

In Flintshire, 12 to 14 seams give an aggregate thickness of 58 feet of coal; in Denbighshire, 17 seams give 61 feet of coal in the northern part, but at the southern end of the coal-field where it enters Shropshire, 16 seams give only $37\frac{1}{2}$ feet of coal, the quality as well as the thickness deteriorating.

For the purposes of the estimate of the resources of the extensions, it became necessary to draw an arbitrary limit under much of the estuary of the Dee. The county boundary between Cheshire and Flintshire runs up the centre of the estuary, and served



arbitrary limit under much of the estuary of the Dee. The county boundary between Cheshire and Flintshire runs up the centre of the estuary, and served

conveniently as far south as Neston. But the little coal-field visible near Neston is bounded by a fault which throws down the Bunter sandstone to the north-east, and it was assumed that the same fault runs southwards between two bore-holes, in one of which a great thickness of Bunter was proved above the Coal-Measures, while in the other there was none. From Neston southwards, therefore, this fault is taken as the limit of the "probable extension." The extension occupies about 40 square miles.

From Neston the coals have been worked for some distance under the estuary without reaching a limit. The coal-field is assumed to be continuous with that of Flintshire, but a precise correlation of the seams of the Neston and Flintshire coal-fields has not yet been found possible. The number of seams likely to exist at Neston is therefore hypothetical. At present 5 seams are known with an aggregate of 21 feet of coal.

In Denbighshire a great thickness of strata corresponding to the Etruria marls, Newcastle series and Keele series of Staffordshire, intervenes between the Bunter and the productive measures. The dip is generally eastwards, and the estimates cover an area extending eastwards as far as a line along which the highest seams of the productive measures are considered to pass below a depth of 4,000 feet from the surface. The extension thus added to the visible coal-field occupies about 35 square miles.

The coal-field is definitely terminated at the southern end by an outcrop of Lower Carboniferous rocks, but the number and value of the seams rapidly diminish before the termination is reached.

The amount of coal raised in the years 1904-10, inclusive, amounts in Flintshire to 4,606,129 statute tons, and in Denbighshire to 17,986,068 statute tons, and these amounts have been deducted from the estimate made in 1905.

ANGLESEY

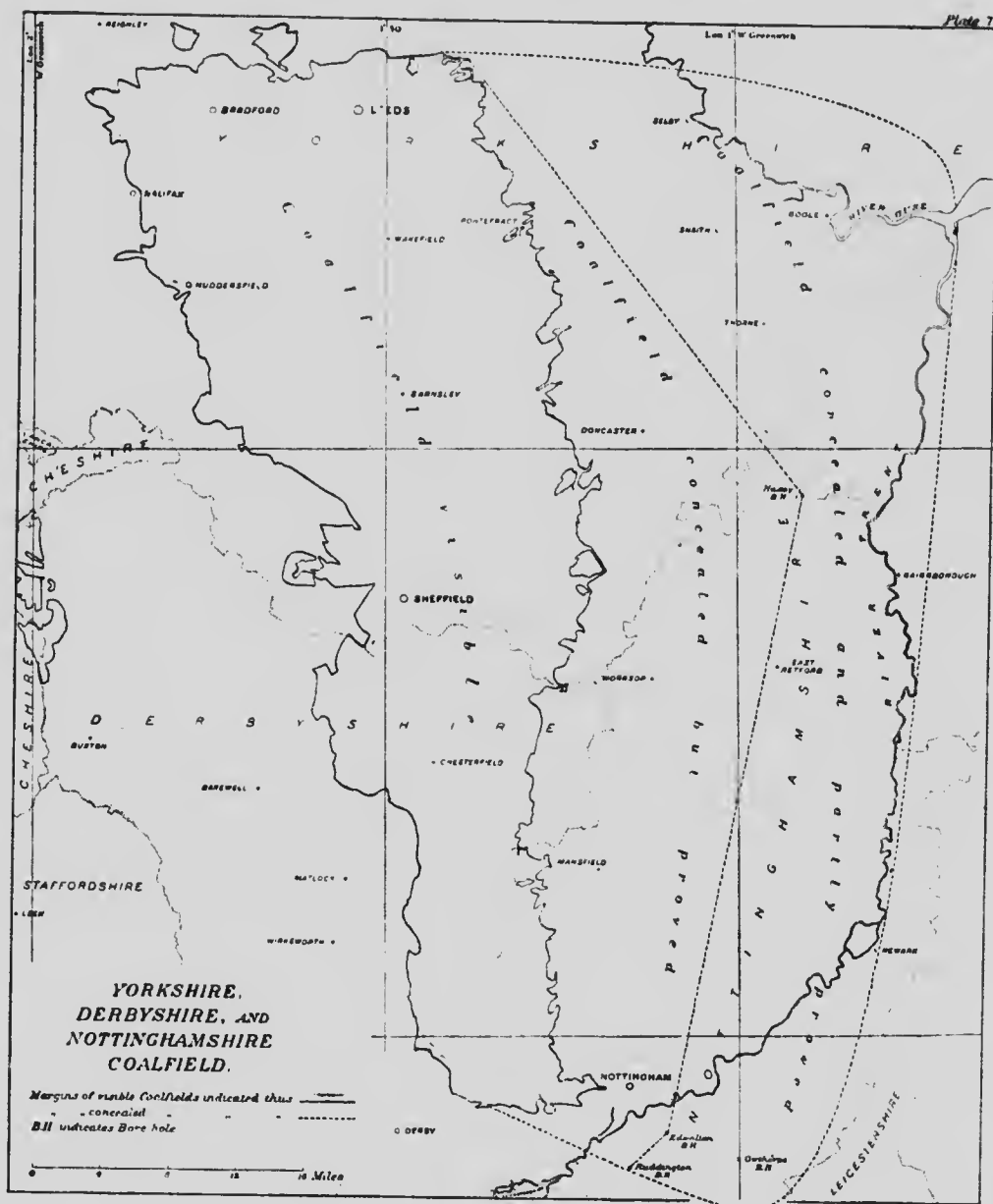
(Plate 6)

The Anglesey coal-field contains about 5 square miles. There are said to be, in parts of it, about 7 seams aggregating upwards of 25 feet of coal, but over a large part of the area the upper seams do not exist. If it be assumed that there is an average aggregate of 6 feet of coal over the whole area, we obtain an estimate of about 29,000,000 metric tons.

YORKSHIRE, DERBYSHIRE, AND NOTTINGHAMSHIRE COAL-FIELD

(Plate 7)

This coal-field is bounded on the north and west by an outcrop of Lower Carboniferous rocks, but to the south-east and east is continued for an unknown distance under Permian and Triassic formations. For the purposes of the Royal Commission on Coal Supplies, Mr. Curren Briggs provided an arbitrary limit to the proved extension of the visible coal-field by drawing a line through the sites of the Ruddington, Edwalton, and Haxey bore-holes. This line is



reproduced on the map forming Plate 7, and the area of 568 square miles enclosed by it, added to the 808 square miles of visible coal-field, represents the area covered by his estimates. A further extension of 760 square miles, which is entered in the estimates under the head of "probable reserves," is indicated by a second line which approximately coincides with the valley of the Trent. Explorations made since the date of the commission have not supported the view of further extension to the east of this line. The limit in a south-easterly direction, however, has not been determined.

Representatives of the Etruria marls and presumably of other members of the Upper Carboniferous sequence, make their appearance eastwards under the unconformable Permian strata, but not in sufficient thickness to throw all the productive measures to a greater depth than 4,000 feet in any part of the areas referred to above. The limits of the concealed coal-field, so far as the evidence goes, depend on the probability that the productive measures begin to rise eastwards and terminate definitely against the unconformable Permian formation, rather than on their continuing eastwards for an indefinite distance and passing below a depth of 4,000 feet.

But, on the other hand, it is believed that the lowest seams pass locally to a greater depth than 4,000 feet under the deepest part of the basin. The amount of coal thus situated was estimated to be 967,689,750 statute tons, or about 985,000,000 metric tons.

The number of known seams ranges from 15, with an aggregate of 52 feet of coal in the northern end of the coal-field, to 18 with 40 feet of coal in the central part, and 21 with 50 feet of coal in the southern part.

The amount of coal raised in 1904-10 in the Yorkshire, Derbyshire, and Nottinghamshire coal-field was 425,890,252 statute tons, and this has been deducted from the estimate of the commission.

THE COAL-FIELD OF NORTHUMBERLAND AND DURHAM

(Plate 8)

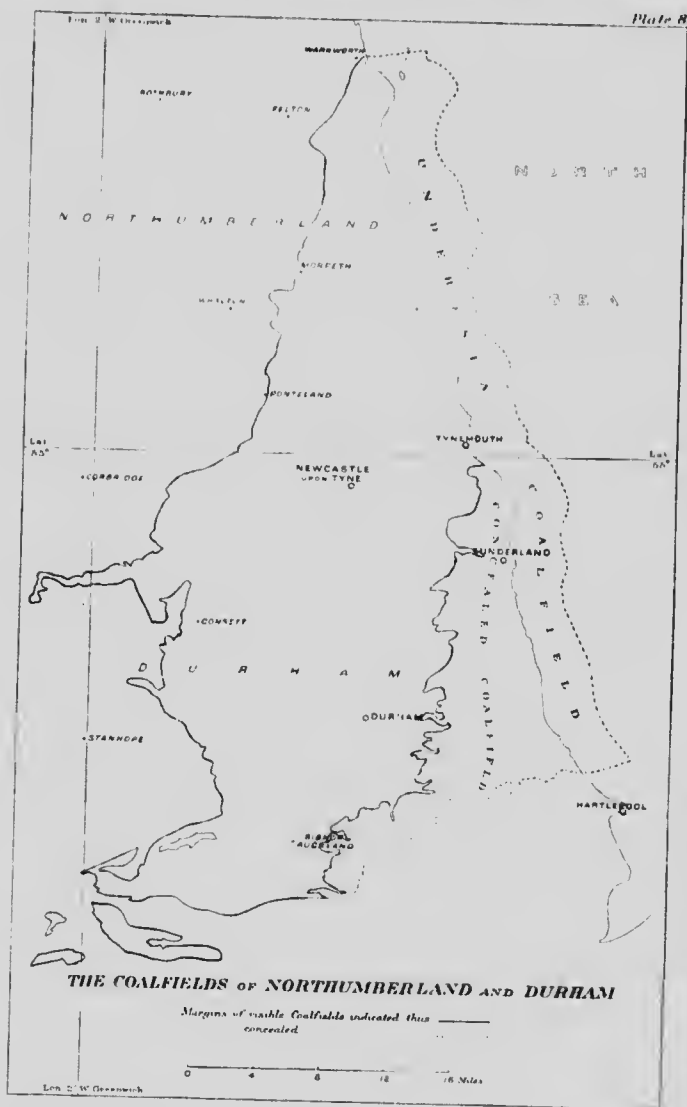
This coal-field is limited on the west and south-west by outcrops of rocks older than productive Coal-Measures, but continues eastwards for an unknown distance under Permian rocks and under the sea. For the purpose of the estimate of the Royal Commission on Coal Supplies, the area concealed by Permian rocks and an area extending to a line drawn three miles out to sea parallel to the coast, were added to the area of the visible coal-field. The area of the visible coal-field is 588 square miles, that of the part concealed by Permian rocks, 125 square miles, that of the undersea extension, 136 square miles. Twenty seams of 1 foot and upwards in thickness give an aggregate thickness of 59 feet of coal. The coal existing in the undersea area was estimated by Sir Lindsay Wood to amount to 2,612,908,318 statute tons, and that in the visible coal-field to amount to 8,421,324,002 statute tons.

In addition to the seams contained in the Coal-Measures, there are from 6 to 8 seams, with an aggregate thickness of about 18 feet, in the Lower Carboniferous rocks (Carboniferous Limestone Series). These occur with much irre-

gularity in parts of broad, ill-defined areas on the west side of the visible coal-field. They were estimated by Sir Lindsay Wood to contain 158,646,954

statute tons in districts now being worked, and a further amount of 2,455,169,375 statute tons (2,518,000,000 metric tons) in districts not yet proved. The latter has been entered under the head of "possible reserve."

In the years 1904-10, 366,331,187 statute tons of coal were raised in the counties of Northumberland and Durham, and this amount has accordingly been deducted from the estimate of the Royal Commission on Coal Supplies.



THE CUMBERLAND COAL-FIELD

(Plate 9)

This coal-field is bounded on its south-eastern side by outcrops of Lower Carboniferous rocks. To the south the limit is formed by a large fault ranging in a south-westerly direction, by which Lower Carboniferous rocks are thrown face-to-face with the Coal-Measures. The fault is of pre-Permian age, and passes under outliers of that formation without displacing them; it is assumed that it pursues its course under the Trias past St. Bees out to sea, and it is therefore taken as the southern limit of the coal-field. Towards the north-west the coal-field is, for the present, limited by a fault, possibly not of great

passes under outliers of that formation without displacing them; it is assumed that it pursues its course under the Trias past St. Bees out to sea, and it is therefore taken as the southern limit of the coal-field. Towards the north-west the coal-field is, for the present, limited by a fault, possibly not of great

size, which ranges approximately parallel to the southern fault. The seams vary from 10 in number, with an aggregate thickness of about 28 feet in the northern part of the coal-field, to 20, with an aggregate of 57 feet in the central part, and to 11 in number with an aggregate of 45 feet in the southern part. Workable seams occur in the Coal-Measures only.

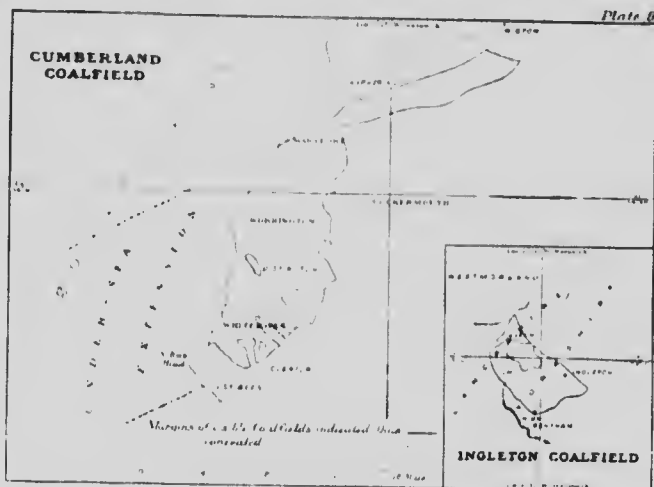
The estimate made by Sir Lindsay Wood for the Royal Commission on Coal Supplies covers an undersea area limited to the north and south by the faults referred to above, and extending seawards to a distance of 12 miles from the coast. The area thus defined includes 150 square miles, and was estimated to contain 1,315,211,120 statute tons within 5 miles of the coast, with an additional quantity of 1,190,161,075 statute (1,211,800,367 metric) tons between 5 and 12 miles from the coast, which has been placed under the head of "probable reserve." The land-area, including $7\frac{1}{2}$ square miles on the northern side and 9 on the southern side covered by later formations, contains 103 square miles and was estimated to contain 847,414,330 statute tons.

The coal raised in Cumberland (including Westmoreland) in the years 1904-10 amounted to 15,067,116 statute tons, which amount has been deducted from the estimate mentioned above.

THE INGLETON COAL-FIELD (YORKSHIRE)

(Plate 9)

This little outlier of Coal-Measures is limited on the north-east by a large fault which brings up Carboniferous limestone or older rocks to the surface, and on all other sides by outcrops of Lower Carboniferous rocks. It contains about 8 seams exceeding 1 foot in thickness, with an aggregate thickness of about $23\frac{1}{2}$ feet. It was estimated to contain 33,000,000 statute (33,600,000 metric) tons of coal.



AROUND THE MIDLAND COAL-FIELDS (WARWICKSHIRE, STAFFORDSHIRE,
WORCESTERSHIRE, AND PART OF CHESHIRE)

(Plate 4)

The concealed coal-fields of this region were made the subject of an exhaustive enquiry by Prof. Lapworth for the purposes of the Royal Commission on Coal Supplies. Two questions are involved; firstly, where the productive measures are likely to exist, secondly, what their depth from the surface is likely to be. The formations by which they are concealed include Triassic rocks (Keuper and Bunter) and the unproductive Upper Carboniferous strata which are grouped, in descending order, as the Keele series (formerly known as Permian), the Newcastle or Halesowen series and the Etruria marls. The Trias is unconformable to the Carboniferous system and may rest upon any member of it; on the other hand, there is conformity between the various Carboniferous groups mentioned above, so that an approximate estimate of the depth to the productive Coal-Measures is often possible where any one of those groups has been identified. Both the existence of concealed coal-fields and their depth from the surface are largely determined by flexures in the earth's crust, which came into existence before the Triassic strata were laid down.

NORTH STAFFORDSHIRE

(Plate 4)

It was considered by Prof. Lapworth that there must be a concealed sub-Triassic coal-field several miles in width, ranging from the north-western boundary-fault of the visible coal-field to beyond Stone on the south and almost to Uttoxeter on the east, wholly or in part within 4,000 feet of the surface. The area assigned to the tract within which any part of the productive measures lie at a depth not exceeding 4,000 feet, was about 96 square miles, and the total thickness of available coal was estimated by Dr. Gibson at 63 feet, the total amount thus working out at 5,806,080,000 statute tons, or about 5,910,000,000 metric tons. Of this, about one-half, or 2,955,000,000 metric tons, would be within 4,000 feet of the surface, and must be added, under the head of "probable reserve," to the resources of North Staffordshire.

BETWEEN THE SOUTH STAFFORDSHIRE COAL-FIELD AND THE FOREST OF WYRE
AND COALBROOKDALE COAL-FIELDS

(Plate 4)

In the southern part of this tract it was considered that only thin seams of poor quality were likely to occur, but that north of and near a line drawn from the northern end of the Wyre coal-field, passing south of Enville to the South Staffordshire coal-field near Stourbridge, the probability of productive Coal-Measures occurring became greater. But this was regarded as a matter for more or less hopeful speculation, and no estimate of the quantity of coal

likely to exist was made. Farther north, however, on a line drawn from Bridge-north to Sedgley, the productive measures had been proved to exist, but were thought likely to attain a depth of more than 4,000 feet in part of the area between the northern extremities of the South Staffordshire and Coalbrookdale coal-fields. After making allowance for this and for possible discontinuity of the productive strata, Prof. Lapworth assigned to this concealed coal-field an area of about 220 square miles. On the assumption that there was a probable average thickness of 40 feet of coal, an estimate of a gross quantity of 8,448,000,000 statute tons (or 8,601,600,000 metric tons) was formed.

BETWEEN THE SOUTH STAFFORDSHIRE COAL-FIELD AND THE WARWICK AND LEICESTER COAL-FIELDS

(Plate 4)

The fact that both in South Staffordshire and Warwickshire the area of deposition of the productive measures appears to have been limited southwards by rising ground composed of Silurian and older rocks, led Prof. Lapworth to believe that there would be little prospect of a productive coal-field south, or for some distance north, of a line drawn from Harborne past Kenilworth. Farther north, however, the extensions shown on Plate 4 have been proved, though in the central part of the region between the two coal-fields the thickness of Triassic and other unproductive strata has deterred explorations, and may be prohibitive. Still farther northwards, towards Lichfield, though the thickness of available coal in South Staffordshire on the one side and in North Warwickshire on the other encourages a favourable view, the thickness of cover is likely to be great and even to exceed 4,000 feet towards the depths of the Stafford basin. The area of the tract under consideration was given by Prof. Lapworth as about 292 square miles, which, with a probable average thickness of 35 feet of coal, would contain 9,811,200,000 statute tons, or about 9,990,000,000 metric tons. The doubt, however, thrown upon its availability by the existence of large faults and of interruptions in the continuity of the Carboniferous strata, indicates the advisability of placing this amount under the head of "possible" rather than that of "probable reserves."

THE CHESHIRE BASIN

(Plate 1, Map of England and Wales, in the Atlas)

This basin lies between the visible coal-fields of Denbighshire, North Staffordshire, and Lancashire. In its central parts, though it is not improbable that Coal-Measures exist, the thickness of overlying formations appears to be prohibitive. Towards the margins, however, there are small tracts which may be taken into account under the head of "probable reserves" independently of the extensions estimated for under the head of "visible and proved coal-fields." The quantity of coal contained in them may amount to 30,000,000 statute tons. To this must be added an estimate for certain belts of ground along the eastern and north-eastern margins of the Cheshire basin, where it

appears likely that productive measures have been brought up by faults within 4,000 feet of the surface. The quantity of coal thus brought within reach is estimated at 120,760,000 statute tons, making in all an addition of 150,760,000 statute, or 153,500,000 metric, tons, to the estimate given under the head of "probable reserves."

CHESTER, WIRRAL, AND LIVERPOOL

(Plate 6)

Having in view the great thickness of Triassic rocks, and the fact that unproductive Upper Carboniferous rocks are known to exist, though their thickness and distribution have not been ascertained, it is prudent to class this tract under the head of "possible reserve." An area of about 200 square miles is involved, which, with an average thickness of 15 feet of coal, would contain 2,880,000,000 statute or about 2,932,000,000 metric tons. The only deep boring for coal yet made, namely that at Heswell, entered unproductive strata, probably of lower Coal-Measure age, at a small depth below the Bunter sandstone.

THE YORKSHIRE, DERBYSHIRE, AND NOTTINGHAMSHIRE COAL-FIELD

(Plate 7)

The eastward limit of the proved extension of this coal-field, shown on Plate 7, is an arbitrary boundary drawn solely for the purpose of defining the area covered by the estimates. The further extension of the coal-field was carefully considered by the Royal Commission of 1871, and again by the Royal Commission on Coal Supplies in 1905, for whom an exhaustive report on the subject had been prepared by Prof. P. F. Kendall. The area assigned to the "unproved coal-field" in 1905 was a large increase upon that assigned to it in 1871, but up to the present the evidence gained since 1905 seems rather to favour the earlier view, which, accordingly, I have adopted, with only slight modification.

The visible and proved coal-field may be regarded as the western portion of a synclinal outlier of Coal-Measures, the eastern margin of which has not yet been precisely located under the cover of newer formations. The problem thus resolves itself into a consideration of the questions, where the centre of the syncline lies and where the presumed eastward rise of the strata sets in, which determines the eastward limit of the productive measures in the concealed area. It has, further, to be estimated how far eastwards the productive measures can remain within a distance of 4,000 feet of the surface under the increasing thickness of Permian, Triassic and Jurassic formations, and whether the amount of coal contained in them is proportional to the amount contained in the visible and proved area.

As regards the first point, though the central axis of the syncline has not been definitely located, it is known that the Coal-Measures become almost horizontal, and there is reason to believe that an eastward rise of the strata sets in farther west than was assumed in 1905. As a result, it appears probable that the natural margin of the concealed coal-field may be situated short of the region in which unproductive measures and the secondary rocks attain an aggre-

gate thickness of 4,000 feet. This factor, therefore, does not come up for consideration in forming an estimate of the amount of coal existing within 4,000 feet of the surface, except as regards the lowest seams in the deepest part of the basin, for which a separate estimate is given in the tables.

The number and thickness of the seams contained in the unproved area are, on the other hand, factors of the greatest importance. So far as can be judged at present, the seams maintain their thickness eastwards, though they may be fewer in number, but it is not possible to form a precise estimate on either point from borings. I therefore adopt, as a purely hypothetical figure, an average of 20 feet of coal over the whole unproved extension. The area involved is 760 square miles and the amount of coal existing therefore works out at 14,592,000,000 statute or 14,853,600,000 metric tons.

The area covered by the estimate of 1905 amounted to 2,550 square miles, and the amount of "coal available" to 23,000,000,000 statute tons, corresponding to 46,000,000,000 tons (46,836,000,000 metric tons) of "coal existing."

VALE OF EDEN AND SOLWAY FIRTH

(Plate 1, *Map of England and Wales, in the Atlas*)

There is reason to believe that coal may be accessible over about 40 square miles of ground lying on the northern side of the northern boundary-fault of the Cumberland coal-field. Assuming that 21 feet of coal, on the average, may exist, we obtain an estimate of 800,000,000 statute tons, or 814,500,000 metric tons, and place it under the head of "possible reserve."

C—SCOTLAND

(Plates 10 and 11)

Though the most valuable seams are found in the Coal-Measures in Scotland, workable coals also occur in the Carboniferous Limestone and more sparingly in the underlying Calciferous Sandstone series. The visible coal-fields, as shown on Plates 10 and 11, include therefore the outcrops of all Carboniferous strata, and not, as in England, the outcrop of the Coal-Measures only. Portions of the area thus shown are, however, barren or nearly so; thus the Millstone Grit, which intervenes between the Coal-Measures and the Limestone, is almost devoid of coal, but, on the other hand, may be underlain by Limestone coals. In many districts, also, the coals have been burnt and rendered worthless by intrusions of igneous rock.

The estimates now given as regards the quantity of coal existing, are those made for the Royal Commission on Coal Supplies by Mr. J. S. Dixon, less the amount of coal raised since his estimate was made. The plates have been prepared from the one-inch Geological Survey maps.

The coals are generally of bituminous character (B_2 and B_3), but in Ayrshire, Lanarkshire, and Stirlingshire, anthracite occurs, whether as a result of alteration of bituminous coals or of differences in the conditions of formation, has not been ascertained.

THE FORTH AND CLYDE COAL-FIELDS

CLACKMANNAN AND PERTH, FIFE AND KINROSS

(Plate 10)

This tract contains representatives of the Coal-Measures, the Millstone Grit, the Carboniferous Limestone and the Calciferous Sandstone series. In the Coal-Measures of Fifeshire, 20 seams of more than 1 foot thickness, with an aggregate of 65 feet of coal, have been proved to exist. In the Limestone the coals aggregate $39\frac{1}{2}$ feet in thickness, but are not everywhere available; the Calciferous Sandstone contains two workable seams, which are only of local importance.

In Clackmannanshire the Coal-Measures contain 17 seams aggregating 50 feet in thickness, while the Limestone seams aggregate 23 feet.

UNDER THE FIRTH OF FORTH

(Plate 10)

This undersea coal-field occupies a synclinal trough which extends across the Firth of Forth in a north-and-south direction. Its probable limits were investigated by Mr. Gemmell for the purposes of Mr. Dixon's report on the Scottish coal-fields, with the result of showing that the productive area extends to about 130 square miles and contains the whole series of coal-bearing formations. The upper series on the Fifeshire shore contains 20 seams aggregating 65 feet of coal, and on the southern shore the same number aggregating about 40 feet; the aggregate for the purposes of the estimate was assumed to average 40 feet. The series was considered to extend over 58 square miles. The lower series on the Fifeshire shore give an average thickness of 27 feet, but on the southern shore an average of 44 feet, with a local development of 65 feet of coal in 22 seams. The average aggregate thickness was taken to be 35 feet. These seams were considered to be at a less depth than 4,000 feet over an area of 58 square miles, and at a greater depth than 4,000 feet over 39 square miles, the amount of coal existing at depths greater than 4,000 feet being estimated at 1,310,400,000 statute tons.

LINLITHGOWSHIRE

(Plate 10)

In this county the Coal-Measures contain 4 seams aggregating 9 to 10 feet, and the Carboniferous Limestone series contains 4 to 6 seams aggregating $11\frac{1}{2}$ to $13\frac{1}{2}$ feet of coal, which, however, split up and thin westwards.

EDINBURGH, HADDINGTON, AND PEEBLES

(Plate 10)

In the number and thickness of the seams, where they are best developed, this district surpasses any other coal-field in Scotland. Both the upper and lower series are represented in it, the upper containing 15 seams with an aggregate thickness of 40 feet, and the lower series, where it is best developed, 22 seams with an aggregate of 65 feet. The Calciferous Sandstone series contains 2 seams, 2 and 4 feet thick, respectively, of rather inferior quality.

STIRLINGSHIRE AND DUMBARTONSHIRE

(Plate 10)

Here 13 seams in the Coal-Measures aggregate about 34 feet of coal, while in the Limestone series 10 to 15 seams contain an aggregate of 17 to 25½ feet of coal. In Dumbartonshire the Limestone coals alone occur; they are irregularly distributed and mostly thin.

LANARKSHIRE

(Plate 10)

The Coal-Measures occupy a large area in this coal-field and contain 7 seams with an aggregate of 27 feet of coal in the centre of the district, and below these 4 thinner seams with an aggregate of 9 or 10 feet of coal. In the Limestone series an aggregate of 6 feet of coal in thin seams over an area of 235 square miles was taken by Mr. Dixon as a fair average.

In the outlying part of the Lanarkshire coal-field on the south, representatives of both the Coal-Measures and Carboniferous Limestone occur. The former, which occupies a small area, contains 5 seams aggregating 27½ feet; the latter, on the south-eastern margin, shows an unusual development of seams with an aggregate of 50 feet, and on the northern side an aggregate of 37 feet, but the coals are not continuous under the basin.

RENFREWSHIRE

(Plate 10)

The seams all belong to the Carboniferous Limestone series; they are 7 in number and aggregate 16½ feet. One seam, of inferior quality, is about 6 feet thick.

Measures are overspread towards the south by unproductive red sandstones and shales, and upon these, again, Triassic sandstone is unconformably superimposed. In the productive measures, 7 seams, all more than 3 feet thick, with an aggregate thickness of more than 40 feet of coal, have been worked, but the complete sequence has never yet been traversed in one shaft or bore-hole. It is believed that two groups of seams occur in the Coal-Measures and that a third group occurs in the Carboniferous Limestone. The estimates, so far as regards the exposed coal-field, were founded on this belief, and covered the area overspread by unproductive Carboniferous strata. In addition to this an area of about 4 square miles, covered by Triassic rocks, of which the character has not been proved, was included, and in it 279,680,000 statute or 284,800,000 metric tons of coal were estimated to exist.

ARGYLLSHIRE AND BUTESHIRE (ISLE OF ARRAN)

(Plate 11)

On the west coast of Kintyre there occurs an outlier of Carboniferous Limestone, about 2 square miles in extent, which contains 8 seams with an aggregate thickness of $45\frac{3}{4}$ feet. An additional area of half a square mile under the sea is included in the estimate. Carboniferous rocks occur also in Morvern, but the existence of workable coal has not yet been ascertained.

At the northern end of Arran an outlier of the Carboniferous Limestone series occurs, and three seams of anthracite were reported, in 1755, to have been found. This may be a continuation of the Ayrshire coal-field, but no allowance has been made for it in the estimate.

SUTHERLANDSHIRE

This coal-field is of Jurassic age.

The following table gives the amounts of coal raised in Scotland in the years 1904-10, inclusive, and which have accordingly been deducted from the estimates of the Royal Commission on Coal Supplies.

COAL RAISED IN SCOTLAND IN THE YEARS 1904-10

	<i>Statute Tons</i>
Clackmannan and Perth.....	2,831,367
Fife and Kinross.....	56,492,324
Linlithgow.....	12,450,363
Edinburgh, Haddington and Peebles.....	22,782,292
Ayrshire.....	28,751,066
Argyllshire and Dumfriesshire.....	1,800,300
Dumbartonshire.....	3,441,927
Lanarkshire.....	121,343,691
Renfrewshire.....	415,226
Stirlingshire.....	19,303,615
Sutherlandshire.....	25,874

COAL RESOURCES OF ENGLAND AND WALES

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

District	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	Area	Class of Coal	Metric Tons	
Monmouthshire.....	12 to 20	1 to 6½, Agg. 47	96	B ₁ B ₂ B ₃	3,387,042,013				
Glamorgan, Brecknock Carmarthen.....	40	1 to 11½, Agg. 85-120	693	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	32,314,404,073	20	B ₁ B ₂ B ₃	195,500,000	
Pembrokeshire.....	8 to 18	1 to 6½, Agg. 21-33	33	A ₁	308,603,353	2	A ₁	13,000,000	
Forest of Dean.....	15	1 to 4½	28	B ₁ B ₂ B ₃	199,760,267				
Bristol and Somerset.....	40	1 to 6, Agg. 90	238½	B ₁ B ₂	4,266,200,773				
North Staffordshire...	30 to 36	1 to 10, Agg. 148	110	B ₂ B ₃					
Cheadle.....	17	1 to 6, Agg. 65½	18	B ₂ B ₃	7,256,299,150				
South Staffordshire....	6 to 11	1 to 30, Agg. 65	149	B ₂ B ₃					
Warwickshire.....	10	1 to 16, Agg. 40	56	B ₂ B ₃	1,445,296,102				
Leicestershire.....	22 to 33	1 to 16, Agg. 94	84	B ₂ B ₃	2,494,374,878				
Shropshire and Worces- tershire.....	7	Agg. 15	9	B ₂ B ₃	364,927,899				
Lancashire and Cheshire.	23 to 31	1 to 9, Agg. 46-95	554	B ₂ B ₃	5,636,427,289				
Flintshire, including Nes- ton.....	14	1 to 12, Agg. 58	87½	B ₂ B ₃	1,080,628,538				
Denbighshire.....	17	1 to 12, Agg. 37-65	91	B ₂ B ₃	1,455,086,080				
Anglesey.....	7	Agg. 6	5	B ₂ B ₃	29,000,000				

Anglesey..... 7
 91
 B₂ B₃
 B₂ B₃
 Agg. 6 5
 1,455,086,080
 29,000,000

COAL RESOURCES OF ENGLAND AND WALES (Continued)
 GROUP I
 INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

District	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area sq.m.	Class of Coal	Metric Tons	Area sq.m.	Class of Coal	Metric Tons	
Yorkshire, Derbyshire, Nottinghamshire.....	15 to 21	1 to 9½, Agg. 40-52	1,376	B ₁ B ₂ B ₃	40,254,216,885	760	B ₁ B ₂ B ₃	14,853,600,000	
Northumberland and Durham.....	26	1 to 6, Agg. 77	849	B ₁ B ₂ B ₃	11,023,394,416	Indefinite	.....	.....	2,518,000,000
Cumberland and West- moreland.....	10 to 20	1 to 11, Agg. 28-57	253	B ₁ B ₂ B ₃	2,186,301,213	.....	.....	1,211,800,367	
Ingletton.....	8	1 to 9, Agg. 231	16	B ₁ B ₂ B ₃	33,600,000	206 (Supposed)	.....	2,000,000,000	
Kent.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Oxfordshire and Glouce- stershire.....	.....	.....	.....	.....	.....	Unknown	.....	.....
North Staffordshire.....	.....	.....	.....	.....	.....	96	B ₂ B ₃	2,955,000,000	
South Staffordshire (westwards).....	.....	.....	.....	.....	.....	220	B ₂ B ₃	8,601,600,000	
South Staffordshire (east- wards).....	.....	.....	.....	.....	.....	292	B ₂ B ₃	.....	9,990,000,000
Cheshire Basin.....	.....	.....	.....	.....	.....	Indefinite	B ₂ B ₃	153,500,000	
Chester, Wirral and Liverpool.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	2,932,000,000
Valley of Eden and Solway Firth.....	.....	.....	.....	.....	.....	200	B ² B ³	.....
Totals.....	.....	.....	.....	.....	113,755,562,929	.....	.....	29,984,000,367	16,254,500,000

COAL RESOURCES OF ENGLAND AND WALES

GROUP II

INCLUDING SEAMS OF 2 FEET AND OVER, AT DEPTHS BETWEEN 4,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	Area	Class of Coal	Metric Tons	
Glamorgan and Carmarthen.....				A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	1,500,000,000				Large Large Large Large
Bristol and Somerset.....				B ₁ B ₂	767,847,000				
Yorkshire, Derbyshire, Nottinghamshire.....				B ₁ B ₂ B ₃	985,000,000				
North Staffordshire.....				B ₂ B ₃	2,955,000,000				
South Staffordshire and Warwickshire.....									
Cheshire Basin.....									
Solway Firth.....									
Total.....					6,207,847,000				

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

COAL RESOURCES OF SCOTLAND

GROUP II

INCLUDING SEAMS OF 2 FEET AND OVER, AT DEPTHS BETWEEN 4,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	Area	Class of Coal	Metric Tons	
Firth of Forth....	39 sq.m.	B ₂ B ₃	1,334,000,000	
Fife and Kinross..	351,000,000	
Total	1,685,000,000	

SUMMARY

Seams of 1 foot or over, to a depth of 4,000 feet

	Actual Reserve <i>Metric tons</i>	Probable Reserve <i>Metric tons</i>	Possible Reserve <i>Metric tons</i>
England and Wales.....	113,735,562,929	29,984,000,367	16,254,500,000
Scotland.....	21,376,493,624		

Seams of 2 feet and over, at depths between 4,000 and 6,000 feet

	Actual Reserve <i>Metric tons</i>	Probable Reserve <i>Metric tons</i>	Possible Reserve <i>Metric tons</i>
England and Wales.....	6,207,847,000	.....	Large
Scotland.....	.....	1,685,000,000	.....

THE COAL RESOURCES OF IRELAND

BY

GRENVILLE A. J. COLE AND E. ST. JOHN LYBURN

(With one plate and three figures)

THE Irish coal-fields, with the exception of that in Tyrone, offer few problems for the geologist. Occurring mostly as isolated masses, surrounded by strata of older age, they can be prospected round their margins, and the continuity of the seams discovered can be reasonably inferred. The upper coals, in consequence, have been usually worked out, and only the lower ones remain; these, moreover, are sometimes thin and lie near the unproductive Lower Carboniferous series. At Ballycastle, sandstones of this series include workable coals, as they do in southern Scotland; but corresponding beds to the west and south, as, for example, at Dungiven, appear to be barren.

Many areas formerly mapped as Coal-Measures have been relegated to Millstone Grit or even lower horizons; while others of true Coal-Measure age, such as those in the south-western counties, contain only small areas with workable coal-seams. The coal-basins of Ireland were separated by denudation in early Permian times, and there is no evidence that any of them, except in Tyrone, were covered by later sediments. Hence the quantity of coal lost by atmospheric waste has been enormous. The conformation of the Dungannon field, where its boundaries pass beneath the overlying Triassic beds, indicates that a great part of this waste was effected before the Mesozoic era.

I—THE BALLYCASTLE COAL-FIELD

(*Geological Survey. Memoir to sheets 7 and 8, 1888*)

This is an interesting though small area of about $4\frac{1}{2}$ square miles on the north coast of County Antrim. The beds correspond in age with the Carboniferous Limestone series (Avonian) of England, and the basin is of the type of those in southern Scotland, but without their upper members. The Main Coal near the coast-line is 4 feet thick, and a coal 6 feet thick was bored through in the Salt Pans colliery in 1850, forty yards below the level of the sea. Coals from 2 feet 6 inches to 5 feet thick occur in the small area at Murlough Bay; but the beds are here limited by the great mass of intrusive dolerite that forms Fair Head, and that divides the strata of Murlough Bay from those of Ballycastle. Intrusive rocks of similar nature break the continuity of the beds at various points on the Ballycastle side; but there is no good evidence in favour



of the view commonly held in the locality, that a dolerite wall, the "Great Gaw dyke," separates the coast deposits from those more inland.

The coal has been mined in this field, from the early years of the eighteenth century, by means of adits on the shore east of Ballycastle. Here the beds dip inland at 10°, and in exceptional places at as high an angle as 50°. In the interior of the field, the dip becomes much less; but several borings put down from time to time indicate that the seams thin towards the outcrop of ancient schists against which the coal-bearing sandstones were laid down. A revision of the southern boundary of the field in 1907 showed that its extent was already correctly defined in that direction.

It is difficult to form an estimate of the quantity of coal in any particular seam in this district. The 4 feet, or Main Coal, of the coast is perhaps represented by the "black metal mixed with coal 1 foot 10 inches, coal 3 inches, bond 4 inches, coal 1 foot 5½ inches," recorded in an old boring in Ballyvoy. Our estimate assumes the existence of 3 feet of workable coal as an average over the whole area of 4½ square miles (roughly 3,000 acres).

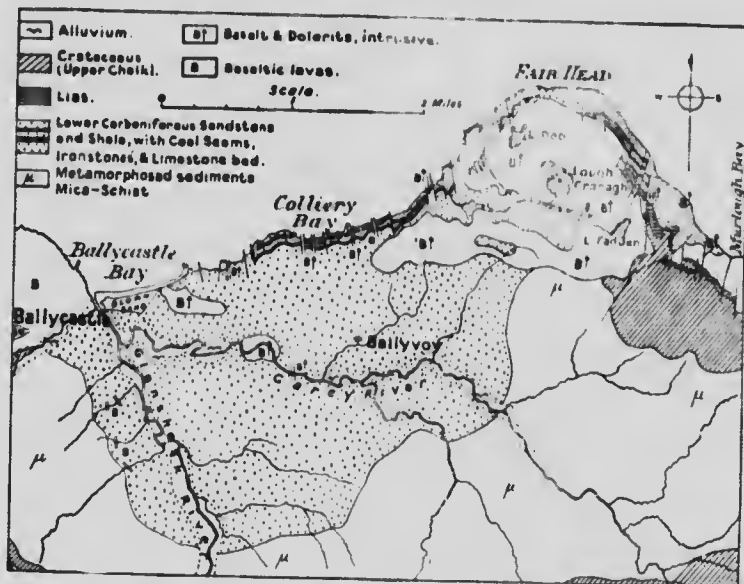


Fig. 1. Geological Map of the Ballycastle Coal-Field

II—THE TYRONE COAL-FIELD

(Geological Survey. Memoir to Sheet 35, 1877)

As is shown in the longitudinal section (Fig. 2), this field is naturally divided into a southern portion near Dungannon and a northern portion near Coalisland. The coals in the former lie in beds regarded as lower Coal-Measures,

and their depth remains unproved over a considerable area. The lowest seam, the Lower Monkey coal, is 2 feet thick, and the Main Coal above is 3 to 5 feet thick. Owing mainly to flooding of the mines, there are no works in progress in this area. In the Coalisland district, the Creenagh coal, probably at the base of the middle Coal-Measures, is 3 feet 6 inches to 4 feet 6 inches thick, and includes a good cannel band 14 inches thick.

The other important coals in the middle Coal-Measures at Coalisland probably all lie above the Creenagh coal; we find in upward succession the sixteen-inch coal, 1 foot 4 inches; the lower two-foot, 2 feet; the yard, 3 feet; the Derry, 3 to 5 feet; the Beltiboy, 3 feet; the Gortnaskea, 6 feet, including 20 to 22 inches cannel; the Braekaville, 5 feet; the Shining, 2 feet 6 inches to 3 feet; the Bone, 3 feet; and the famous Annagher seam, 9 feet. These coals have been freely worked near their outcrops; but the continuation of the coal-field eastward under the Trias, and the possibility of the lowering of the beds in this direction by faulting, may allow of a considerable concealed area. Denudation and faulting occurred here, however, before Permian times, so that it is improbable that the field extends much beyond the limits adopted in forming the estimate of residual coal that we give below.

We feel that it is reasonable to believe that the coals worked in the Dunganon field underlie an area to the north-east and east, of about 8 square miles. Other coals may occur between the Congo-Drumglass area and the outcrop of the base of the middle measures near Coalisland, and these have actually been proved in certain borings. We cannot, however, include this problematic series in an estimate. With regard to the Coalisland area, we have presumed an unworked area under the Triassic beds of $1\frac{1}{2}$ square miles, and, from the occurrence of the Annagher seam in this area, have estimated that the known coals of Coalisland occur below, to a total thickness of 43 feet. Under these circumstances, we have not thought it necessary to separate the seams, since all are held to occur under one and the same area. In the exposed area of middle Coal-Measures already worked, there is no doubt some coal left, but we have preferred to estimate this district as worked out.

At Annaghone, four miles to the north of Coalisland, a small coal-field occurs a mile and a quarter long by less than a fifth of a mile in width, faulted down among Lower Carboniferous rocks. The Annagher coal was long ago worked out here, and E. T. Hardman remarks in the Survey memoir that, if all the coals of the area to the south occur in Annaghone, the total would only represent 30,000 to 800,000 tons. The chief interest of the field lies in the evidence afforded of the continuation of the Annagher seam into an area at a considerable distance from Coalisland, thus affording encouragement to those who would trace it eastward of the Coalisland district. The inclination of the faults that bound the Annaghone coal-field being unknown, it is impossible to estimate fairly the coal that underlies it. Were these faults vertical, however, we should form an estimate far higher than that arrived at by Hardman, and the occurrence of 3,000,000 tons seems possible.

eam,
feet
gress
base
udes

rob-
een-
the
g 20
to 3
ave
ield
this
ion
im-
the

un-
les.
of
een
tie
ned
the
wn
ese
ee
of
we

ld
ed
ed
all
ly
he
a
se
he
to
r.
d

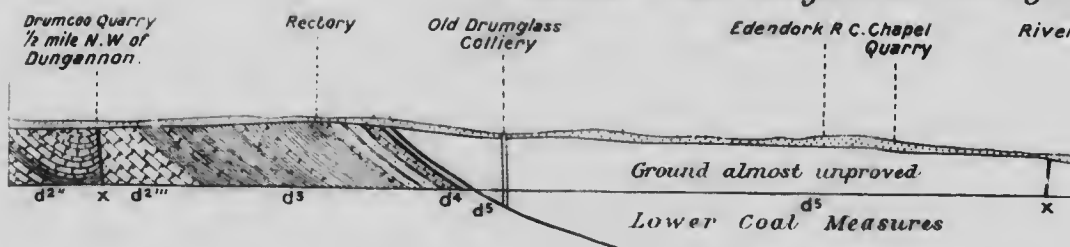
D
L



d:



Section from Dungannon through



Scales — Horizontal, 2 inches to a Mile. — Vertical, 6 inches to

d² Calp. d^{2'} Upper Limestone. d³ Yoredale Beds. d⁴ Millstone Grit. d⁵ Coal Measures. f³ U
B Intrusive Basalt.

Fig. 2

General Section through the Leinster & Tipperary

Slieveardagh Coal-field.

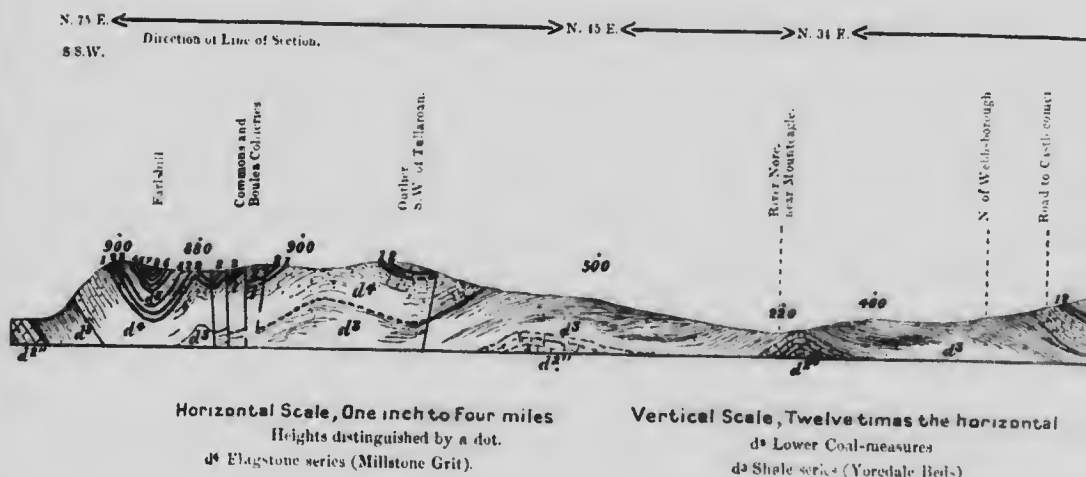
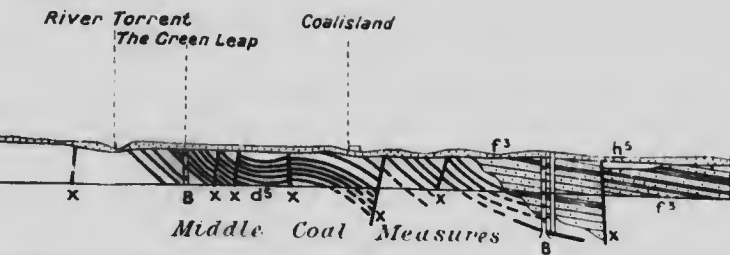


Fig. 3

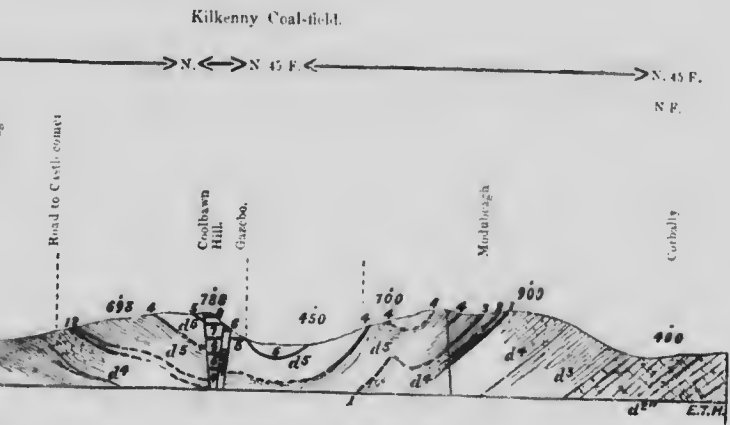
rough Coalisland.



inches to a Mile.

es. f³ Upper Bunter Sandstone. h⁵ Chalk with flints x Faults.
t.

Tipperary Coal-fields.



horizontal
Coal Seams numbered in their ascending order:
d⁵ Middle Coal measures
d² Upper Carboniferous Limestone.



III—THE LOUGH ALLEN COAL-FIELD

(*Geological Survey. Memoir to Sheets 66 and 67, 1878*)

Round about Lough Allen, the hills are capped by outliers of coal-bearing strata on the horizon of the English Millstone Grit and Lower Coal-Measures. The district, distributed between the counties of Sligo, Leitrim, and Roscommon, is often styled the Connaught coal-field. The Arigna mine lies on the west side of the lake. Abundant nodules of iron carbonate occur in the "Yoredale Shales" below the coal-bearing series. The first coal, the "Crow coal," occurs in the Millstone Grit, and is 6 inches to 1 foot 4 inches thick, except where it is swelled out by intercalations of shale. The "Middle coal" above it is from 1 foot 10 inches to 2 feet 3 inches thick, and is worked at Arigna. It has also been mined in places in the outlier north of the Arigna river, where there is a third seam, the "Upper coal," 1 foot 8 inches thick, above it in the lower Coal-Measures. On Slieve-an-Terin, the outlier east of Lough Allen, the Crow coal is 2 feet 6 inches to 4 feet thick, but, as seen on the steep eastern face of the mountain, it is said in the Survey memoir to be "so full of slaty layers as to be valueless." Above it is the Middle coal, 12 inches to 1 foot 7 inches thick, and the Upper coal may occur also, concealed by mountain-peat.

Though the coal-bearing strata on the outliers lie some 900 feet above the general floor of the country, it is clear that there is a good deal of work yet to be done in extracting coal from these shallow, synclinal basins.

IV—THE LEINSTER COAL-FIELD

This is the largest coal-field in Ireland, covering some 95 square miles, in Kilkenny, Carlow, and Queen's counties. It occupies a high synclinal basin, much like that of the Forest of Dean in England. The coals are anthracitic. Lower and middle Coal-Measures are represented, but the coals in the latter, lying in the centre of the basin, have been mostly worked out. Part of the Jarrow seam remains, and the latter shows a remarkable expansion over a ring-like area known as the Jarrow Channel. Its thickness is often less than 1 foot, but in the "channel" it may reach 4 feet or more. This seam was estimated by Prof. H. Louis in 1905 as still containing, on Mr. Wandesforde's property, 3,750,000 tons.

The Skelhana seam, also called Upper Towlerston or second coal, near the base of the lower Coal-Measures, is, however, that in which future working is most likely to develop. It is, in places, 2 feet thick, with an average of 1 foot 8 inches, and, from its extended outcrop, probably underlies the entire field. The quantity represented by it was estimated by Mr. A. McHenry for the Geological Survey in 1906 as 144,500,000 tons. Below this coal lies the first coal, sometimes 1 foot thick, and of practically the same area; but it has not been regarded as a workable seam. (Fig. 3).

V—THE TIPPERARY (SLIEVEARDAGH) COAL-FIELD

The middle Coal-Measures are of limited area in the Tipperary or Slieveardagh field, which consists of a row of outliers south-west of the Leinster coal-field. The lower measures are well represented in a series of synclinal basins. The coals have been correlated with those of the Leinster field, and the second seam, here called the Upper Glengoole coal, is again about 1 foot 6 inches to 2 feet thick. The Lower Glengoole coal below it is barely one foot thick. The coal of importance in the middle measures is the main coal of Earlshill, 2 feet thick and of excellent quality. This coal is of limited area and occurs only here, having been worked out in the small outliers to the south-west; hence we have not considered it in estimating the total coal resources of the field.

VI—COAL-FIELDS WEST AND SOUTH-WEST OF SLIEVEARDAGH

Areas of Coal-Measures are shown in the counties of Clare, Limerick, Cork, and Kerry, on the maps of the Geological Survey; but very little is known as to the occurrence of coal-seams in them. Anthracite has been mined from time to time in places, as west of Kanturk and north of Abbcysale. It seems improbable that any large extent of workable coal occurs. Some of the seams recorded in the memoirs of the Survey, such as that at Ballaghbehy (Memoir to Sheet 152, p. 25), are 2 feet thick, and seem to have been only partially worked.

COAL RESOURCES OF IRELAND

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	Area	Class of Coal	Metric Tons	
BALLYCASTLE.....		3 ft. assumed over whole area.....				4½ sq. miles	B ₃	13,720,000	
TYRONE— I—Lower Coal-Mea- sure coals (Dungan- non and Coalisland)		4 ft. assumed over whole area.....				8 sq. miles	B ₃	31,210,000	
II—Middle Coal-Mea- sure coal (Coal- island).....		43 ft. assumed over whole area.....				1½ sq. miles	B ₃ (Derry Coal 4 ft. B ₂) B ₃	62,910,000	
III—Annaghone.....						½ sq. miles	B ₃	3,000,000	

Sieve-
r coal-
basins.
second
s to 2
The
2 feet
here,
have

GH

Cork,
own as
from
seams
moir
ked.

COAL RESOURCES OF IRELAND (Continued)

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)		POSSIBLE RESERVE
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Area	Class of Coal	
LOUTH ALLEN-- I--North and South Arigna Areas.....	3	1 ft. 8 in.	140 ac.	B ₂			
	2	1 ft. 8 in.	2.9 sq. m.	B ₂	356,000		
II--Sieve-an-Terin area.....	2	1 ft. 2 in.	3.1 sq. m.	B ₂	4,780,000		
	4 (Jarrow)	.....	.....	B ₂ A ₂	3,560,000 3,810,000 (see text)		
LEINSTER.....	2 (Ske- hana)	1 ft. 8 in.	94 sq. m.	A ₂	152,920,000		
TIPPERARY.....	2	1 ft. 6 in.	10.3 sq. m.	A ₂	15,080,000		
Totals.....					180,506,000		110,840,000

GREAT BRITAIN AND IRELAND
SUMMARY

	GROUP I Including seams 1 foot and over to a depth of 4,000 feet			GROUP II Including seams 2 feet and over, at depths between 4,000 and 6,000 feet		
	Actual Reserve Metric Tons	Probable Reserve Metric Tons	Possible Reserve Metric Tons	Actual Reserve Metric Tons	Probable Reserve Metric Tons	Possible Reserve Metric Tons
England and Wales.....	113,735,562,929	29,984,000,367	16,254,500,000	6,207,847,000	1,685,000,000	Large
Scotland.....	21,376,483,624	.....	Unknown	.....	.....	.....
Ireland.....	180,500,000	110,840,000	.....	.....	.....	.....
Totals for Great Britain and Ire- land.....	135,292,562,553	30,094,840,367	16,254,500,000	6,207,847,000	1,685,000,000	Large

110,840,000



THE COAL RESOURCES OF PORTUGAL

FROM NOTES FURNISHED BY THE
 MINISTERIO DO FOMENTO

(With two figures in the text)

COAL is known to occur both in the northern and southern parts of Portugal. In the northern district, in the vicinity of S. Pedro da Cova, the coal-bearing beds are of Upper Carboniferous age (Stephanian) and are found dipping at high angles between pre-Cambrian and Lower Silurian strata, as shown in Fig. 1.

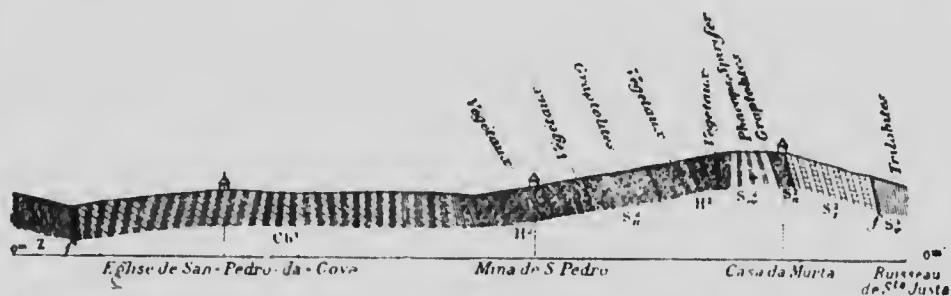


Fig. 1. Section at S. Pedro da Cova, by Nery Delgado. H₂, Stephanian, Carboniferous. S_{1V}², Telheiras nodular schists; S_{II}², Graptolite schists; S_I², Sobrido Greywackes, Gothlandian. S_V¹, Uralichus Ribeiroi schists, Ordovician. Cb¹, pre-Cambrian. Z, Archæan. f, fault

The outcrop of the Carboniferous beds has a length of thirty-seven miles between S. Pedro Fins to the north and Gafantras to the south; its greatest width is about 385 yards, but it narrows at two places, one to the north and the other at Covello. Three major faults are known, one at Beloi, another at Covello and the Douro fault. The coal has been altered to anthracite owing to diorite intrusions which in places have cut the coal-seams.

A section of the Carboniferous strata, in descending order, is as follows:

1. Breccia.
2. Glittering argillaceous schists, alternating with beds of sandstone.



3. Anthracite, one metre in average thickness, black, shining, with prismatic fracture and resinous lustre.
4. Alternate layers of carbonaceous and grey psammities with iron oxide.
5. Anthracite, one metre in thickness and of similar character to No. 3.
6. Layers of conglomerate and glittering sandstone, with pebbles of quartzite and schist.
7. Grey argillaceous schists.
8. Glittering schist.
9. Black schist grading into a schistose sandstone.
10. Conglomerate composed of pebbles of sandstone and schist.

The average composition and calorific value of the anthracite is as follows:

Carbon.....	75 to 79%
Hydrogen.....	1.5%
Oxygen and nitrogen.....	3.5%
Calories.....	6,600 to 7,800
B.T.U.....	12,000 to 14,000

No borings have been made to determine to what depth the Carboniferous strata extend. In the compilation of the amount of reserve given in the accompanying table, it has been presumed that the depth does not exceed 1,000 feet.

The Cabo Mondego coal-area is situated near Figueira da Foz, in the Coimbra district of southern Portugal.

The coal-bearing strata are of Upper Jurassic age (Delgado and Choffat)

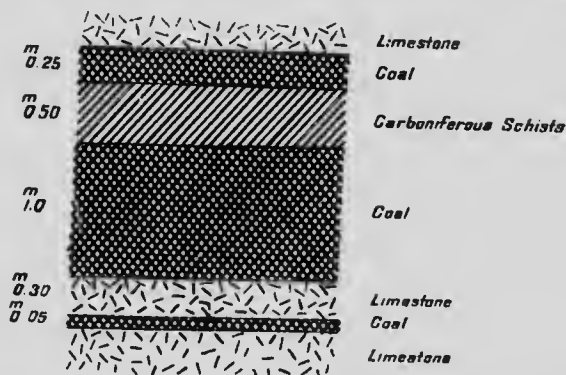


Fig. 2. Section in the Mondego pit, 186 metres below the level of Santa Barbara

and have been proved for a length of 2,960 metres and to a depth of 270 metres. They are cut by three faults known as "Cabeças de Pedra."

A section measured in the Mondego pit at a point 186 metres below the Sta. Barbara level is shown in Fig. 2.

The average composition and calorific values of the coal are as follows:

Carbon.....	65 to 78%
Hydrogen.....	5 to 7%
Oxygen and nitrogen.....	5 to 6%
Calories.....	6,600 to 7,800
B.T.U.....	14,000 to 16,000

No borings have been made to determine the depth that the coal-seams reach, but they are known to extend to a depth of 1,000 feet from the surface.

COAL RESOURCES OF PORTUGAL

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)	
	No.	Thickness	Class of Coal	Metric Tons	Class of Coal	Metric Tons
Douro.....	2	3 feet to 3 feet 6 inches	A ₁	20,400,000		
Cabo Mondego...	1	1 foot 8 inches to 3 feet 4 inches.....	..	.....	B ₂	150,000



THE COAL RESOURCES OF SPAIN

BY

LUIS DE ADARO

Director del Instituto Geológico

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Total Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	
Asturias.....	80	112 feet (1)*	1,255 (2)	A, B, C (3)	3,320,000,000 (4)	220 (5)	A, B, C	340,000,000 (6)	Moderate
Leon.....	15 (7)	39 feet (8)	1,434 (9)	A ₂ , B (10)	310,000,000 (11)	1765 (12)	A, B	190,600,000 (13)	Considerable
Palencia.....	16 (14)	26 feet (15)	292	A ₂ , B (16)	52,500,000 (17)	561 (18)	4, B	4,000,000 (19)	Considerable
Santander { Coal.....	3	4 feet.....	13	D ₁	6,100,000 (20)	261	A, B	13,000,000	Small
{ Lignite.....	4	14 feet (21)	17	C	60,000,000 (22)	120	D ₁	7,000,000	Considerable
Ciudad-Real.....	6	28 feet (24)	46	A, B	30,000,000	14 (23)	C	30,000,000	Considerable
Córdoba.....						30 (25)	A	15,000,000	Moderate

* The numbers in brackets refer to the notes following the tables.

THE COAL RESOURCES OF THE WORLD

GROUP I—Continued

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Total Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	
Sevilla.....	4	10 feet (26)	29 (27)	B ₂ , B ₃	7,500,000	10	B	2,000,000	Small
Gerona.....	4	1 to 20 ft. (28)	12 (28)	B	400,000 (30)	12	B	1,000,000 (31)	Small
Lérida.....	6	1 to 4 feet.....	.....	.....	.....	26 (32)	A	22,000,000	Considerable
{ Coal.....	1	2 feet.....	10 (37)	D ₁	700,000	.....	.....	.....	Moderate
{ Lignite.....	4	1 to 3 feet..	1	D ₁	100,000	30 (33)	B	3,000,000	Considerable
Burgos.....	5	1 to 6 feet (34)	.....	.....	.....	6	C, D ₁	1,000,000	Considerable
Logrono.....	2	1 to 3 feet..	.....	.....	.....	3	B ₂	1,700,000	Moderate
Cuenca.....	8	18 feet.....	135 (35)	C, D ₁	650,000,000	75	C, D ₁	350,000,000 (36)	Considerable
Teruel.....	5	6 feet.....	80 (38)	D ₁	45,000,000	50 (39)	D ₁ , D ₂	16,200,000	Considerable
Barcelona.....	3	11 feet.....	6 (41)	D ₁	8,700,000	.....	.....	.....	.....
Baleares.....	4	1 to 6 feet..	5 (43)	D ₁ , D ₂	3,200,000	.....	.....	.....	.....
Guipuzcoa.....	4	4 feet.....	3 (44)	D ₁	1,500,000	.....	.....	.....	.....
Zaragoza.....	3	14 feet.....	2 (42)	D ₁	4,300,000	.....	.....	.....	.....
Alava.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Totals.....	.....	.....	3,340	.....	4,500,000,000	3,123	.....	1,037,500,000	.....

GROUP II

INCLUDING SEAMS OF 2 FEET AND OVER, AT DEPTHS OF BETWEEN 4,000 AND 6,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Total Thickness	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	Area in Square Miles	Class of Coal	Metric Tons	
Asturias.....	50	72 feet.....	1,035	A, B, C	1,720,000,000	220	A, B, C	496,000,000	Small
Leon.....						882	A, B	80,000,000	Considerable
Palencia.....						300	A, B	24,000,000	Considerable
Santander.....						130	A, B	7,000,000	Considerable
Ciudad-Real.....									Considerable
Cordoba.....									Considerable
Sevilla.....									Considerable
Basque-Castile Region.....						2,300	A, B, C	1,000,000,000	Considerable
Totals.....			1,035		1,720,000,000	3,832		1,511,000,000	

NOTES EXPLICATIVES DES TABLEAUX "COAL RESOURCES OF SPAIN"

- (1) Il y a des couches de charbon ayant une épaisseur de 1 pied à 3 pieds 8 pouces: la plupart sont étroites. La formation houillère extraordinairement pliée a une épaisseur normale de 8,370 pieds y compris les trois étages du Dinantien, Westfalien et Stéphaniens: ce dernier peu épais, discordant et transgressif.
- (2) On a compris dans cette superficie, diverses zones de calcaire carbonifère et du Culm complètement stériles. La surface nue, que présente à la vue des affleurements de couches de houille sans aucune espèce de recouvrement, est de 520 milles carrés.
- (3) En Asturies on observe que non seulement les couches de houille sur une même verticale deviennent chaque fois plus riches en carbures d'hydrogène selon qu'on s'élève dans la série, mais elles varient aussi de composition graduellement dans la direction de leurs affleurements en augmentant les matières volatiles selon qu'on s'approche du S.S.O. au N.N.E. soit à peu près dans la direction axiale des plis anticlinaux plus importants.
- (4) En relation avec la surface totale découverte on peut à peu près calculer que: les classes A₁, A₂ comprennent 1/3; les classes B₁, B₂, 1/3; la classe B₃, 1/3 et la classe C, 1/3 du total.
- On a tenu compte de la profondeur maximum de 4,600 pieds ainsi que du pourcentage de 58% de la quantité cubique des couches de houille, comme étant la proportion de charbon utilisable, démontrée par l'expérience, à cause des failles et écrasements que ces couches ont souffert, quand elles ont été pliées, redressées et comprimées par les mouvements orogéniques.
- (5) Y est comprise la prolongation très probable du bassin vers le N.E. par dessous les terrains triassique, jurassique et crétacé lesquels le recouvrent selon les investigations faites au moyen des sondages.
- (6) Sont comprises les cubications probables auxquelles la note (5) fait référence.
- (7) Le nombre des couches exploitables est très varié dans les diverses zones houillères de Léon presque toutes appartiennent au houiller supérieur.
- Dans quelques unes il y a des couches exploitables ayant plus d'un pied d'épaisseur qui sont remplacées dans d'autres zones par des banes de vrais schistes.
- Des couches d'une grande puissance dans une localité se bifurquent, ont des intercalations et se trouvent dans d'autres localités formant diverses couches étroites. Le nombre 15 indique le maximum de couches exploitables découvertes dans une zone.
- (8) L'épaisseur utile dans les quatre principaux bassins du district varie entre 16 pieds pour le plus petit et 65 pour le plus puissant qui est celui de Sabero.
- (9) On a décompté les zones anticlinales formées par des terrains inférieurs au houiller qui séparent quelques bassins des autres.
- (10) La qualité du charbon n'est pas si variable que celle du bassin limitrophe des Asturies. Le contenu en matière volatile d'une zone à une autre varie de 6 à 24 pour cent.
- (11) Observation pareille à celle de la note (4).
- (12) Prolongation du bassin au S. et S.E. par dessous des terrains quaternaire et crétacé qui le recouvrent.
- (13) On a pris seulement la moitié de la cubication qui appartiendrait à l'extension probable découverte, en relation avec la richesse moyenne des zones connues attendu que la profondeur, à laquelle arrivent les recouvrements, est inconnue.
- (14) En deux groupes, l'un inférieur avec 12 couches, et l'autre (supérieure) avec 4 couches, ces dernières très irrégulières. L'épaisseur normale d'une couche à l'autre varie de 1 à 4 pieds.
- (15) L'épaisseur et la plus grande régularité se trouvent à Barruelo.
- (16) Les plus abondantes sont les classes B₁ et B₂.
- (17) Observation analogue à celle de la note (4).
- (18) Prolongation du bassin au S. et E. par dessous des terrains crétacé et triassique.
- (19) La même observation de la note (13).
- (20) On a décompté les zones stériles.

- (21) C'est l'épaisseur moyenne des zones en exploitation. Dans quelques lieux du bassin elles arrivent jusqu'à 30 pieds, dans d'autres elles se réduisent extrêmement.
- (22) On a détruit les intercalations et les zones prouvées stériles.
- (23) Seulement inclus les dépôts qui existent probablement par dessous les terrains quaternaire et tertiaire.
- (24) Cette épaisseur ne peut pas se prendre comme moyenne en bassin, mais comme la moyenne des zones utiles en exploitation parce que les couches sont repliées et remplies d'intercalations schisteuses et forment plutôt chapelets laissant voir fréquemment de grands épanouissements.
- (25) On a laissé de côté les lambeaux et indices du Culm, qui occupent une extension considérable, parce que dans l'Andalousie cet étage est toujours stérile.
- (26) Cette épaisseur réduit fréquemment parce que le charbon se mélange à des veines de schiste et de grès avec des puissances très variées.
- (27) La même observation de la note (25).
- (28) Couches d'une grande irrégularité et excessivement bouleversées.
- (29) On a reconnu beaucoup d'intercalations stériles. Le terrain se trouve extraordinairement disloqué par de fortes failles et d'abondantes intrusions de roches porphyritiques.
- (30) Exploitable dans de bonnes conditions économiques.
- (31) Exploitable dans des conditions économiques difficiles.
- (32) Comprend sept zones carbonifères fortement disloquées et avec beaucoup d'indices hypogéniques.
- (33) Distribuées entre trois bassins principaux.
- (34) Très bouleversées dans leurs affleurements.
- (35) Bassins du infra-crétacé à Utrillas, Gargallo et Montalban.
- (36) Une grande partie de cette réserve sera lignite d'une qualité médiocre.
- (37) Se trouvent dans l'oligocène inférieur.
- (38) Dans le terrain crétacé—lignite de bonne qualité.
- (39) Dans le tertiaire lacustre—lignite de médiocre qualité.
- (40) Les zones profondes du géosinéal compris entre les montagnes cantabriques et pyrénéennes.
- (41) Eocène inférieur et néocène.
- (42) Deux groupes de lignites crétacés de bonne qualité se trouvent dans les schistes énonmaniens et saoniens qui ne sont pas encore objet d'une exploitation.
- (43) Le même gisement d'Alava, pas aussi régulier et généralement moins pur.
- (44) Lignite crétacé de la même qualité dans les couches étroites et irrégulières.

PRODUCTION DE CHARBON EN ESPAGNE—1910

PROVINCES	CHARBON, TONNES	LIGNITE, TONNES
Asturias.....	2,329,515	
Ciudad Real.....	302,330	
Córdoba.....	367,695	
Gerona.....	10,880	
León.....	291,120	
Palencia.....	134,520	
Sevilla.....	164,000	
Baleares.....		22,380
Barcelona.....		95,580
Guipuzcoa.....		34,760
Lérida.....		7,785
Teruel.....		74,595
Zaragoza.....		9,180
Divers.....		1,240
Totals.....	3,600,060	245,520

LES RESSOURCES DE LA FRANCE EN COMBUSTIBLES MINÉRAUX

PAR

M. DEFLINE

Ingénieur des mines

Le Comité Exécutif de la Douzième Session du Congrès Géologique International, qui doit se tenir à Toronto en 1913, a demandé aux autorités compétentes de chaque pays de fournir un rapport décrivant les différents gisements de combustibles minéraux, et donnant une évaluation des réserves contenues dans ces gisements. Mon rapport a pour objet de fournir les renseignements demandés en ce qui concerne la France métropolitaine.

Je commencerai par décrire les différents gisements, en passant rapidement sur ceux dont l'importance industrielle est négligeable, en insistant sur ceux qui présentent une importance industrielle ou un intérêt géologique. Je réunirai ensuite dans des tableaux les renseignements relatifs aux réserves actuelles des différents gisements, et j'y joindrai des renseignements statistiques faisant connaître les quantités extraites avant l'année 1912, ainsi que la production, la valeur des produits et le personnel occupé dans les mines pendant l'année 1911.

Je me suis efforcé, dans la mesure du possible, de suivre le programme indiqué par le Comité du Congrès. C'est ainsi que j'ai distingué les catégories suivantes de combustibles minéraux:

- CLASSE A. 1.—Anthracite à moins de 7% de matières volatiles
- CLASSE A. 2.—Charbon maigre tenant de 7 à 12% environ de m.v.
- CLASSE B. 1.—Charbon 1-2 gras tenant de 12 à 17% environ de m.v.
- CLASSE B. 2.—Charbon gras à coke tenant de 17 à 26% environ de m.v.
- CLASSE B. 3.—Charbon gras flambant tenant de 26 à 32% environ de m.v.
- CLASSE C.—Charbon à gaz tenant plus de 32% de m.v.
- CLASSE D. 1.—Lignite contenant à l'état brut moins de 20% d'eau.
- CLASSE D. 2.—Lignite contenant à l'état brut plus de 20% d'eau.

Dans l'évaluation des réserves, j'ai distingué d'une part, celles qui sont situées à une profondeur inférieure à 1.200 mètres, d'autre part, celles qui semblent exister à une profondeur comprise entre 1.200 et 1.800 mètres. Pour faire ces évaluations, il n'a été tenu compte que des couches qui paraissent, exploitables.

A ce point de vue, on n'a considéré, comme exploitables jusqu'à 1.200 m., que les couches qui sont actuellement exploitables, et dont la puissance est en tous cas supérieure au chiffre indiqué de 0m,30. Pour évaluer les réserves de 1.200 à 1.800 m., on a négligé toutes les couches ayant moins de 0m,60.

Les réserves à moins de 1.200 m. ont été réparties en réserves certaines, dont l'existence est bien connue, en réserves probables dont l'existence est mal connue, et en réserves possibles, dont l'existence est hypothétique. Toutes les réserves entre 1.200 et 1.800 m. ont été rangées dans la catégorie des réserves possibles.

Le Comité du Congrès a demandé d'apprécier les réserves possibles par une indication générale telle que "considérable," ou "modérée," ou "faible." Il m'a semblé que des indications de ce genre manquaient de signification, car elles peuvent correspondre, selon les circonstances, et le point de vue des auteurs, à des faits extrêmement différents. J'ai donc apprécié par des chiffres les réserves possibles, mais il est bien entendu que ces chiffres ne doivent être considérés que comme des indications très approximatives, données simplement pour fixer l'ordre de grandeur des évaluations.

Le Comité du Congrès demande, d'autre part, que dans les tableaux d'évaluation des réserves, les différentes couches de combustibles soient désignées et que l'on y inscrive leur puissance, leur étendue, ainsi que les réserves qu'elles contiennent. Dans l'immense majorité des cas, il serait impossible de répondre à ces questions. Certains bassins renferment un très grand nombre de couches, et les gisements sont, d'une manière générale, beaucoup trop irréguliers pour que l'on puisse assigner à chaque couche une épaisseur et une étendue. Ce serait impraticable avec des couches dont l'épaisseur varie dans des proportions considérables, qui sont affectées par des plissements et des failles, et dont la pente est extrêmement variable. J'ai pensé qu'il valait mieux, eu égard aux conditions particulières des gisements français, se contenter d'évaluer les réserves pour l'ensemble des couches de chaque bassin en y faisant toutefois les distinctions demandées entre les différentes catégories de combustibles.

Je m'excuse de ne pas avoir suivi aussi fidèlement que je l'aurais désiré le programme du Comité.

La France est un pays relativement pauvre en combustibles minéraux. Par contre les gisements distincts sont nombreux, se rattachent à des types variés, et leur constitution est parfois très complexe.

On peut grouper de différentes manières les bassins français de combustibles minéraux. Une première distinction doit être faite entre ceux qui produisent de la houille et ceux qui donnent du lignite; les premiers sont carbonifères ou permians, les seconds sont étagés du trias au tertiaire.

D'autre part, les bassins qui produisent de la houille se rattachent aux différents massifs de terrains anciens ou éruptifs qui émergent au milieu des sédiments secondaires ou tertiaires. Ces massifs peuvent servir de base au groupement des bassins houillers, ce qui conduit à distinguer:

- 1°—Les bassins situés au nord du massif ardennais.
- 2°—Les bassins de l'est.
- 3°—Les bassins du massif armoricain.
- 4°—Les bassins du massif central.
- 5°—Enfin les bassins des Alpes, des Maures, des Pyrénées et de la Corse.

Fig. 1



On arrive à distinguer ainsi une cinquantaine de bassins houillers auxquels il faut ajouter une vingtaine de gisements de lignite. Il s'en faut de beaucoup que tous ces gisements présentent un intérêt industriel; pour certains d'entre

eux, les réserves sont négligeables soit en raison de la faible importance du gîte, soit à cause de la mauvaise qualité du combustible.

En chiffres ronds, et d'une manière approximative, les réserves actuelles de la France seraient les suivantes (en milliards de tonnes)

1°—à moins de 1.200 m.:	Houille.....	13
	Lignite.....	2
2°—de 1.200 m. à 1.800 m.:	Houille.....	5

Soit au total une vingtaine de milliards de tonnes. D'autre part, il a été extrait des bassins français avant l'année 1912, environ 1,5 milliards de tonnes.

Les renseignements qui ont servi à faire ce rapport m'ont été fournis par des Compagnies minières, par des ingénieurs des Services des Mines, ou ont été puisés dans diverses publications, notamment dans celles du service des études topographiques souterraines. Les personnes qui ont ainsi collaboré à la réalisation du programme fixé pour le Congrès, et grâce auxquelles j'ai pu rédiger ce rapport, sont trop nombreuses pour que je puisse citer leurs noms; je dois me borner à leur adresser ici l'expression de ma très vive reconnaissance.

DESCRIPTION DES BASSINS HOUILLERS.

A—BASSINS DU NORD.

Il n'existe guère au nord du massif des terrains anciens de l'Ardenne qu'un seul bassin houiller, celui de Valenciennes, dans le prolongement duquel se trouve le petit bassin du Boulonnais.

Parmi les nombreux bassins houillers connus en France, celui de Valenciennes doit être considéré comme le plus important, non seulement en raison de sa production actuelle, mais aussi à cause de l'importance des réserves qu'il contient encore. Ce bassin constitue le prolongement occidental du bassin belge du Hainaut, et je ne m'occuperai, bien entendu, que de la partie française du bassin.

Avant l'époque dévonienne, le silurien présentait en Belgique et dans le nord de la France une succession de vallées sensiblement parallèles et orientées d'une façon générale de l'est à l'ouest. La plus septentrionale de ces vallées est celle qui renferme le bassin houiller belge et hollandais de la Campine et du Limbourg. Au sud, on trouve le plateau silurien du Brabant, puis une deuxième vallée, qui correspond au bassin houiller franco-belge de Namur-Valenciennes, et où le silurien a été recouvert par des assises de dévonien moyen, de dévonien supérieur, de calcaire carbonifère, enfin de terrain houiller. Au sud du bassin de Namur-Valenciennes, dont il est séparé par la crête silurienne du Condroz, on rencontre le bassin de Dinant où la formation houillère n'est représentée que par quelques flots peu étendus et de faible épaisseur dont la valeur industrielle est insignifiante. Le bassin de Dinant est caractérisé par la présence de dévonien inférieur qui fait défaut dans celui de Namur-Valenciennes. Enfin au sud du bassin de Dinant on trouve le massif silurien de l'Ardenne.

Le terrain houiller du bassin de Valenciennes appartient au westphalien et l'on y trouve tous les horizons de cet étage. Il n'affleure nulle part en France.

Les terrains primaires sont partout recouverts par un manteau de crétacé dont l'épaisseur varie de quelques mètres à plus de 300 m.

J'annexe une carte du bassin (Fig. 2 dans l'atlas) dans le tracé de laquelle j'ai supposé le crétacé enlevé, et 5 coupes transversales du bassin (Fig. 3, 4, 5, 6, 7, dans l'Atlas).

Le bassin de Valenciennes présente, d'une manière générale, une forme allongée de l'est vers l'ouest, et mesure une longueur de 100 kilomètres de la frontière belge à Fléchinelle. La largeur du bassin est variable; elle est, d'ailleurs, inconnue parce que le terrain houiller s'enfonce au sud sous un recouvrement de terrains anciens charriés sur lui.

La partie du bassin, qui affleure au milieu des terrains anciens, présente une largeur de 12 km. à la frontière belge. Quand on se dirige vers l'ouest, on constate un élargissement du bassin qui atteint un maximum de 15 km. dans le méridien de Denain. Dans la région d'Aniche la largeur varie de 8 à 10 km., puis on trouve, en face du promontoire de terrains anciens d'Auby, un étranglement de 5 km. de largeur. Ensuite le bassin s'élargit à nouveau pour atteindre le maximum de 12 km. dans la région de Lens, et au-delà le bassin se rétrécit pour finir en pointe au milieu du calcaire carbonifère à Fléchinelle.

La largeur réelle du bassin, est, sinon partout, du moins presque partout, notablement supérieure à sa largeur apparente. C'est ainsi que, dans le méridien de Lens, les sondages effectués récemment au travers du recouvrement de terrains anciens de la bordure méridionale, ont montré que la largeur du bassin y est de 17 km. au moins, soit 5 km. de plus que la largeur apparente.

Le terrain houiller s'est déposé sur le calcaire carbonifère, mais il semble que la région qui a reçu la sédimentation houillère n'ait pas toujours été la même; elle se serait étendue progressivement vers le sud et vers l'ouest, de sorte que les couches les plus anciennes, qui sont connues sur la bordure nord et à l'est du bassin, disparaissent graduellement quand on se dirige vers le sud et vers l'ouest.

Prises dans leur ensemble, les couches du terrain houiller s'allongent dans la direction du bassin, soit en gros de l'est vers l'ouest. Sur le versant nord du bassin, le terrain houiller repose sensiblement en stratification concordante sur le calcaire carbonifère et, d'une manière générale, les couches y plongent vers le sud. La partie méridionale du bassin est beaucoup plus compliquée.

Le fait général qui domine la tectonique du bassin de Namur-Valenciennes est la poussée du midi. Une grande déchirure s'est produite, que l'on suit sous le nom de faille eifélienne ou de faille du midi depuis Liège jusque dans le Boulonnais, et suivant laquelle le dévonien et le silurien du bassin de Dinant se sont avancés vers le nord en recouvrant plus ou moins les assises carbonifériennes du bassin de Namur-Valenciennes. Sous l'influence de ce mouvement, la partie méridionale du bassin de Valenciennes s'est plissée, redressée, repliée sur elle-même, et des déchirures secondaires se sont produites en déterminant des écaillés qui se sont avancées également vers le nord. Il est résulté de ces phénomènes que la partie méridionale du bassin houiller est constituée en certains points par des écaillés charriées de terrain houiller, et qu'elle est recouverte sur des étendues plus ou moins grandes par des terrains antérieurs au houiller.

Le bassin comprend donc des éléments qui sont relativement en place et des écaillés charriées vers le nord sur les éléments en pla. 2. D'autre part, les couches sont fréquemment affectées par des plissements parfois très énergiques

par des failles d'affaissement parfois très importantes, enfin, par d'innombrables accidents locaux de plus ou moins grande amplitude.

Les couches de houille sont très nombreuses, généralement minces avec une ouverture inférieure à 1 m., parfois avec une épaisseur moyenne de 1 m. à 2 m.; leur puissance dépasse très rarement 2 m. On ne connaît pas de couches puissantes comme dans certains bassins du Massif central de la France, mais on trouve quelquefois des amas de charbon aux crochets de couches plissées. La puissance moyenne en charbon des couches actuellement exploitées est voisine de 1 m.

La composition des couches de houille et l'épaisseur des terrains qui les séparent les unes des autres varient beaucoup d'un point à un autre. Il en résulte que les différentes couches d'un même faisceau ne sont exploitables que sur des étendues limitées, et que la valeur d'un faisceau est loin d'être partout la même.

Le bassin de Valenciennes produit de nombreuses variétés de houille, depuis le charbon maigre anthraciteux jusqu'au charbon à gaz. La teneur en matières volatiles de charbon augmente en général quand on s'élève dans la série des couches du mur au toit du gisement, mais cette teneur n'est pas la même en tous les points d'une même couche, et l'on observe souvent des variations importantes, soit en direction, soit suivant le pendage. Le pouvoir calorifique de la houille varie de 7.000 à 9.000.

Les travaux d'exploitation se trouvent à des profondeurs variables, et sont échelonnés depuis le contact du terrain houiller avec le crétacé jusqu'à la profondeur de 1.000 m.; leur profondeur moyenne est de 400 m.

Je décrirai maintenant les différents faisceaux de couches connues dans le bassin de Valenciennes. Je n'entrerai pas dans la discussion de nombreuses hypothèses qui ont été faites pour expliquer les relations existant entre les faisceaux et je me bornerai, dans chaque cas particulier, à mentionner une hypothèse, simplement dans le but de donner une idée de la structure si compliquée du bassin.

On distingue habituellement deux parties dans le bassin de Valenciennes: le bassin du Nord qui s'étend de la frontière belge au promontoire de terrains anciens d'Auby, et le bassin du Pas-de-Calais qui s'étend d'Auby à Fléchinelle. On trouve, enfin, à l'ouest de Fléchinelle, dans le prolongement du bassin du Pas-de-Calais, le petit bassin de Boulonnais.

BASSIN DU NORD.

La partie du bassin houiller comprise entre la frontière belge et le promontoire d'Auby mesure environ 45 km. de longueur; on peut la diviser en trois régions que je décrirai successivement.

1°—RÉGION COMPRISE ENTRE LA FRONTIÈRE ET VALENCIENNES

Une coupe transversale du bassin houiller (Fig. 3 dans l'atlas), faite entre Valenciennes et la frontière belge, donne la succession des assises suivantes.

Le calcaire carbonifère de la bordure septentrionale du bassin, affecté de plissements et d'ondulations, plonge d'une manière générale vers le sud.

Il supporte un horizon de terrain houiller inférieur, épais de 800 m. environ et contenant quelques couches minces de charbon maigre qui sont généralement considérées comme inexploitable.

Au-dessus de cet horizon de base, on trouve le faisceau des veines à charbon maigre de Vieux-Condé, puis le faisceau des veines à charbon $\frac{1}{4}$ gras de Fresnes. Les couches sont plissées en dressants et plateures avec ennoyages plongeant à l'est; dans l'ensemble elles s'enfoncent au sud, et, malgré les plissements et les failles qui les affectent, sont relativement régulières.

Aux environs de Condé, les deux faisceaux maigre et $\frac{1}{4}$ gras présentent les caractéristiques suivantes:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Fresnes.....	270 m.	10	7 m, 60	10-13%
Vieux-Condé.....	270	10	6 70	9-11
Ensemble.....	540 m.	20	14 m, 30	

Le faisceau maigre et $\frac{1}{4}$ gras est surmonté sans solution de continuité par une série de couches minces très nombreuses dont la teneur en m. v. augmente à mesure que l'on s'élève au toit du gisement de manière à donner successivement des charbons demi-gras puis des charbons gras à coke. Cette série est bien connue dans la région de Thiers où la coupe du gisement se résume de la manière suivante:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Gras de Cuvinot.....	400 m.	16	9m, 80	22-28%
$\frac{1}{4}$ gras de Thiers.....	450	22	13. 40	18-22
Stampe.....	125			
$\frac{1}{4}$ gras de Thiers.....	525	19	12. 80	13-18
Stampe.....	150			
Maigre La Grange.....	430	12	9. 50	8-13
Ensemble.....	2.080 m.	69	45m, 50	

Les couches de ce faisceau plongent au sud avec des inclinaisons variant de 20° à 50°, qui augmentent en profondeur et vers le sud. Elles sont limitées vers le sud par une grande faille, connue sous le nom de Cran de retour, qui, tout au moins auprès de la surface et aux environs de Valenciennes, plonge au sud avec une inclinaison d'environ 60°. Cette faille coupe les couches en biseau de manière à supprimer en face de Valenciennes les faisceaux $\frac{3}{4}$ gras et gras, qui sont au toit du gisement, et qui apparaissent progressivement quand on se dirige vers l'est.

Il semble que le Cran de retour soit une faille de charriage prolongeant celle

qui est connue en Belgique sous le nom de faille de Boussu. Il sépare la partie nord du bassin, relativement en place, d'une écaille de terrains arrachée du bord sud du bassin et charriée au nord. Cette écaille est formée, auprès de la frontière, par des terrains antérieurs au houiller et par du terrain houiller inférieur stérile; son épaisseur y est relativement faible, elle repose sur le terrain houiller dont elle est séparée par la faille de Boussu qui présente une forme concave vers le haut, et des travaux d'exploitation se développent au-dessous d'elle dans la région de Quiévrechain (Fig. 3 dans l'atlas).

On exploite à Quiévrechain, sous le relèvement méridional de la faille de Boussu, un faisceau de veines de charbon à gaz qui appartient vraisemblablement au même horizon que les veines supérieures du bassin de Mons. On ne connaît encore à Quiévrechain que la tête du gisement soit 12 veines réparties dans 300 m. de terrains et représentant 8 m. de charbon à 33-39% de m. v. Il est probable que les veines de Quiévrechain, qui plongent légèrement vers le nord-ouest, forment un synclinal, prennent le pendage sud quand on se dirige vers le nord, et que l'on trouverait, au-dessous, mais à grande profondeur, les veines de charbon à coke de Cuvinot puis toute la série de Thiers et de La Grange jusqu'à la base du terrain houiller.

Dans cette hypothèse, on aurait à Quiévrechain et abstraction faite de dérangement d'importance secondaire, une série très complète de la formation houillère depuis les charbons maigres à 8-10% de m. v. jusqu'aux charbons à gaz à 35-40% m. v. Cette série serait comprise dans 3.000 m. environ de terrain houiller, et donnerait quelques 70 m. de charbon, repartis entre un grand nombre de couches minces dont la régularité laisse, d'ailleurs, trop souvent à désirer, de sorte qu'il s'en faut de beaucoup que toute cette richesse soit exploitable.

Les couches de Quiévrechain, qui s'enfoncent au nord sous l'écaille de Boussu, sont recouvertes au sud par le dévonien inférieur charrié sur le bassin houiller suivant la faille eifélienne.

Dans cette région la faille eifélienne plonge au sud avec une inclinaison de 10° à 30°, et au-dessous d'elle le bassin houiller se prolonge dans des conditions inconnues. La partie du bassin située à une profondeur abordable sous la faille eifélienne et sous l'écaille de Boussu est limitée vers le sud par le plongement de la faille eifélienne et vers l'ouest par l'augmentation d'épaisseur de l'écaille de Boussu.

2°—RÉGION DE DENAIN

Dans la région de Denain, comprise entre les méridiens de Valenciennes et d'Aniche, le bassin houiller est séparé en deux parties par le cran de retour.

Au nord du bassin on retrouve l'étage inférieur stérile toujours très épais, qui repose sur le calcaire carbonifère, puis le faisceau maigre, qui, malgré de très nombreux plissements se poursuit avec une régularité satisfaisante. A d'Arenberg et à de Sessevalle, le faisceau maigre présente les compositions suivantes:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
D'Arenberg.....	270 m.	9	6m, 50	9-11%
De Sessevalle.....	140	9	6, 00	9

Le faisceau $\frac{1}{4}$ gras qui, à l'est de Valenciennes, passe entre les faisceaux maigre et $\frac{1}{2}$ gras, disparaît graduellement à l'ouest de Valenciennes pour faire place à un intervalle stérile important. Dans le méridien de Denain, il n'est plus représenté que par la veine Charles de 0m, 90 d'ouverture située à environ 350 m. au toit du faisceau maigre et à 350 m. au mur du faisceau $\frac{1}{2}$ gras. Plus à l'ouest la veine Charles disparaît et en face d'Aniche on trouve entre les faisceaux maigre et $\frac{1}{2}$ gras un vaste intervalle stérile avec des bancs calcareux à fossiles marins.

Le faisceau $\frac{1}{2}$ gras, peu régulier et assez pauvre entre Valenciennes et Denain, se régularise et s'enrichit vers l'ouest. Il longe le cran de retour qui plonge au sud avec une inclinaison qui, tout au moins auprès de la surface, est analogue à celle des couches du faisceau $\frac{1}{2}$ gras, soit 35° à 60° . La question, très importante au point de vue des réserves du gisement, n'est pas encore résolue de savoir si les couches du faisceau $\frac{1}{2}$ gras sont coupées en profondeur par le cran de retour ou bien passent au-dessous, grâce à un raplâissement de cet accident. Le faisceau $\frac{1}{2}$ gras présente à Abscon et à Aniche les compositions suivantes:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Abscon.....	250 m.	7	4m, 70	16-17%
Aniche.....	340	11	7m, 30	12-16

Au sud du cran de retour, dans la région de Denain, on retrouve l'écaille charriée de Boussu, mais elle est beaucoup plus importante qu'à l'est de Valenciennes. Cette écaille augmente d'épaisseur et de largeur quand on se dirige vers Denain; en même temps, le terrain houiller, puis des couches exploitables y apparaissent. C'est à Denain que ce lambeau de terrain houiller présente sa richesse maximum. Dans cette région, la bordure nord de l'écaille paraît être coupée par une série de failles d'affaissement, les failles d'Abscon, qui passent à proximité de l'affleurement du cran de retour et qui abaissent le gisement au sud. C'est grâce à cet affaissement que les couches supérieures de l'écaille de Denain ont été préservées de la dénudation (Fig. 4). Entre le cran de retour et la faille d'Abscon on trouve des veines à charbon $\frac{3}{4}$ gras appartenant, semble-t-il, à la base du faisceau gras de Denain.

Les couches du faisceau de Denain sont très accidentées et fortement plissées de manière à former des dressants renversés et des plateures. Elles prennent naissance à Valenciennes; leur nombre augmente vers l'ouest, les couches supérieures apparaissent les unes après les autres, et le faisceau est complet dans la région de Denain. A l'ouest de Denain les couches supérieures disparaissent, et il ne subsiste plus en face d'Aniche que les couches inférieures, d'ailleurs très dérangées.

Le faisceau de Denain, là où il est complet, comprend 35 couches réparties dans 1.100 m. de terrains, et donnant 21 m. de charbon à 24-33% de m. v., mais

les couches supérieures n'existent qu'à Denain sur une étendue très limitée. La teneur en matières volatiles augmente du mur au toit du gisement.

Les couches du faisceau de Denain donnent des charbons gras et sont généralement considérées comme plus récentes que les couches à charbon maigre et $\frac{1}{2}$ gras du nord du bassin. Néanmoins elles ne sont séparées du calcaire carbonifère de la bordure méridionale du bassin que par un horizon de terrain houiller inférieur stérile, dont l'épaisseur est comparable à celle de l'horizon inférieur connu au nord du bassin. L'absence des faisceaux maigres et $\frac{1}{2}$ gras à la bordure méridionale du bassin serait la conséquence du dépôt transgressif vers le sud des couches du terrain houiller.

3°—RÉGION DE DOUAI

La région de Douai est comprise entre Aniche et le promontoire de terrains anciens d'Auby. Le faisceau maigre du nord du bassin se prolonge dans cette région avec une régularité relative, toujours séparé du calcaire carbonifère par un horizon stérile important, mais dont l'épaisseur paraît diminuer vers l'ouest.

Le grand intervalle stérile qui existe dans la région d'Aniche entre le faisceau maigre et le faisceau $\frac{1}{2}$ gras diminue quand on approche de Douai puis il disparaît. En même temps on voit apparaître au toit du faisceau maigre de nombreuses couches de charbon $\frac{1}{2}$ gras et même $\frac{1}{2}$ gras. Le faisceau inférieur reprend au Nord de Douai une importance au moins aussi grande qu'à l'est de Valenciennes. Les couches de ce faisceau plongent toujours au sud avec une inclinaison d'une trentaine de degrés, et sont affectées de plissements, mais les ennoyages s'enfoncent à l'ouest au lieu de s'enfoncer à l'est comme dans la région de Valenciennes. Le tableau suivant fait connaître la composition du faisceau du nord en trois points de la région de Douai.

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Déjardin.....	570 m.	18	12m,70	8-13%
Escarpelle n° 1.....	990	26	17,00	10-19
Escarpelle n° 6.....	850	31	23,00	9-15

Au sud du bassin, auprès d'Aniche, et jusqu'à une certaine distance à l'ouest, on trouve de part et d'autre d'une région dérangée, qui correspond sans doute au prolongement du cran de retour, la continuation des faisceaux $\frac{1}{2}$ gras et gras connus dans la région de Denain. A Vuillemin, le faisceau $\frac{1}{2}$ gras faisant suite à celui d'Aniche comprend 15 veines réparties dans 570 m. de terrains et donnant 9m, 40. de charbon à 12-16% de m.v. Au sud du cran de retour, et à l'ouest du promontoire calcaire d'Étrocungt, le faisceau gras prend à Erchin plus d'importance et de régularité qu'en face d'Aniche; il comprend 17 couches, plissées en dressants renversés et en plateures, réparties dans 650 m. de terrains et représentant 9m, 30. de charbon à 20-27% de m. v. Ces couches d'Erchin

appartiennent vraisemblablement à la partie inférieure du faisceau gras de Denain.

Les couches qui, jusqu'à Vuillemin Erchin ont une direction générale est-ouest, changent brusquement de direction, et, de Vuillemin au promontoire d'Auby, soit sur une étendue d'environ 12 km., s'orientent vers le nord-ouest. Dans les environs de Douai, les couches sont repliées en V. couché et forment à Dorignies un synclinal très net dont les lignes d'annoyages s'enfoncent au sud-est (Fig. 5 dans l'atlas). Les branches nord des couches sont en plateaux plongeant au sud-ouest avec une inclinaison d'une quarantaine de degrés; leurs branches sud sont en dressants parfois renversés. Le synclinal se ferme à son extrémité nord-ouest où les courbes de niveau des couches dessinent des demi-ellipses raccordant les plateaux aux dressants.

A mesure que l'on s'éloigne à l'est de Douai, on constate que le fond du synclinal se disloque, et il est vraisemblable que ces dislocations marquent le prolongement du cran de retour dont l'importance paraît diminuer vers l'ouest, et qui disparaît dans le synclinal de Douai. Le charriage de l'écaille de Boussu-Denain se serait donc fait en pivotant autour de l'aile gauche de sorte que son amplitude augmenterait de l'ouest à l'est.

A Douai, le synclinal comprend un beau faisceau de couches à charbons gras, et l'on raccorde les couches des deux branches du synclinal. Quand on s'éloigne vers le sud-est, les différences s'accroissent entre les veines situées de part et d'autre dans la région dérangée qui correspond à l'axe du synclinal. Tandis que les veines en dressant situées au sud continuent à donner du charbon gras et se raccordent probablement à celles d'Erchin, les veines supérieures à charbon gras situées au toit du faisceau en plateau disparaissent, la teneur en matières volatiles du charbon diminue, et il ne reste plus à Vuillemin que les veines inférieures donnant du charbon $\frac{1}{2}$ gras. Le tableau suivant résume la composition du faisceau de Douai prise en deux points dans le versant des plateaux du synclinal:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Notre Dame.....	1.170 m.	37	22m. 80	15-30%
Dorignies.....	930	40	27.00	19-29

Il reste, pour terminer la description de cette partie du bassin, à dire en quoi consiste le promontoire de terrains anciens d'Auby qui sépare les bassins du Nord et du Pas-de-Calais.

Il semble qu'à Auby le calcaire carbonifère forme une ceinture au mur des couches du synclinal de Dorignies, que ces couches reposent en stratification concordante sur le calcaire et n'en soient séparées que par un horizon de 400 à 500 m. d'épaisseur de terrain houiller inférieur stérile. D'autre part on a trouvé au nord-ouest et au-dessous du massif calcaire d'Auby, des couches à charbon gras appartenant sans doute au prolongement de celles de Dourges, et qu'il est impossible de raccorder avec celles de Dorignies.

Tous ces faits peuvent s'expliquer en admettant que les couches de Dorignies avec le calcaire d'Anby qui les entoure appartiennent à une échelle arrachée de la bordure méridionale du bassin et charriée vers le nord. La faille de charriage d'Anby limiterait au nord-ouest les terrains anciens du promontoire, passerait entre les couches du faisceau gras de Douai et celles du nord du bassin, puis viendrait se perdre vers le sud-est dans l'intervalle stérile qui sépare le faisceau maigre du faisceau $\frac{1}{2}$ gras d'Aniche. Contrairement à ce qui a eu lieu pour le Cran de retour, le charriage d'Auby se serait effectué en pivotant autour de l'aile droite, autour de la région dérangée de Vuillemin, avec avancée de l'aile gauche dans la région d'Auby, et ceci expliquerait la direction anormale des couches entre Vuillemin et Auby.

BASSIN DU PAS-DE-CALAIS.

La partie du bassin houiller qui s'étend du promontoire d'Auby à Fléchinelle, a environ 58 km. de longueur. On peut la diviser en trois régions principales séparées par les failles Reumaux et de Ruitz, qui coupent le bassin longitudinalement. La nature de ces deux failles est mal connue, et l'on ne sait si elles sont des failles d'affaissement ou de charriage. On peut les considérer provisoirement comme des failles d'affaissement abaissant les terrains au sud.

Dans le bassin du Pas-de-Calais, les couches sont, en général, beaucoup moins inclinées que dans le bassin du Nord. Elles présentent souvent de vives ondulations autour de l'horizontale et sont découpées par des failles nombreuses. En raison de ces circonstances, il a paru peu intéressant de figurer sur une carte d'ensemble du bassin à petite échelle, les courbes de niveau des couches directrices; le tracé de ces courbes de niveau n'a donc été fait sur la carte du bassin que pour le Nord, et ne l'a pas été pour le Pas-de-Calais.

On trouve dans le bassin du Pas-de-Calais, non pas sur toute son étendue, mais dans une bonne partie de son étendue, spécialement au sud de la faille Reumaux, des zones relativement riches et régulières. Il en résulte que le bassin du Pas-de-Calais est, tout au moins aux profondeurs modérées, plus riche que celui du Nord, et que les exploitations y ont pris un développement plus rapide.

1°—RÉGION CENTRALE ENTRE LES FAILLES REUMAUX ET DE RUITZ

La région centrale du bassin du Pas-de-Calais est la plus importante. Elle est limitée au nord par la faille Reumaux, à l'ouest par le relèvement du calcaire carbonifère du fond du bassin, au sud-ouest par la faille de Ruitz, au sud par le plongement de la faille eifélienne qui forme le flanc sud du bassin, enfin à l'est par l'échelle d'Auby (Fig. 6 dans l'atlas).

Dans l'ensemble, les couches s'enfoncent vers le sud avec une inclinaison très faible. Dans le détail elles présentent des ondulations, plongent dans des directions variées et sont découpées par des failles nombreuses. La plupart de ces failles produisent simplement des affaissements mais on trouve aussi quelques failles de charriage d'amplitude relativement très faible, et qui sont des manifestations d'importance secondaire de la poussée du midi.

On trouve fréquemment à la partie supérieure du terrain houiller, spécialement sous la faille eifélienne ou à proximité de l'affleurement de cette faille, une

zone de terrains renversés, qui contient des couches de houille se raccordant le plus souvent avec les couches en plateure par des lignes de crochons. En certains points notamment à Dourges, et à Lens, il s'est déclaré au voisinage des crochons une ou plusieurs cassures connues sous le nom de faille des plateures, qui ont détaché du gisement en place les renversés, et ceux-ci se trouvent alors quelque peu déplacés vers le nord. Le renversement des couches ainsi que la faille des plateures sont encore des manifestations de la poussée du midi. Les couches de houille renversées sont ordinairement irrégulières et inexploitable, sauf en quelques points comme à Courrières où l'on trouve un beau gisement de renversés.

La teneur en matières volatiles augmente quand on s'élève du mur au toit du gisement. On observe d'autre part, des variations de cette teneur dans une même couche. C'est ainsi que dans la région de Lens, la teneur augmente vers le sud, et qu'elle est plus élevée dans les renversés que dans les plateures.

Le fond du bassin n'est pas connu sauf à l'Ouest où le calcaire carbonifère vient affleurer. En dehors de cette région on ne peut faire que des hypothèses sur l'épaisseur du terrain houiller ainsi que sur le nombre de veines qu'il renferme; les faisceaux de veines, connus en différents points, ne représentent donc qu'une partie plus ou moins complète du gisement.

Dans la région de Lens-Liévin, les couches connues se succèdent sans présenter, semble-t-il, des solutions de continuités importantes. On peut les répartir en 4 faisceaux. On trouve à la partie supérieure le faisceau particulièrement riche de Dusouich, qui donne de la houille grasse flambante et de la houille à gaz; la densité de ce faisceau est remarquablement forte, et on y connaît plusieurs belles couches d'épaisseur moyenne. Au-dessous passent les faisceaux d'Ernestine puis de Six Sillons, qui donnent de la houille grasse flambante et de la houille grasse à coke. Enfin, le puits No. 12 bis de Lens a reconnu au-dessous du faisceau de Six Sillons une série de couches à charbons $\frac{3}{4}$ gras sans atteindre les couches à charbon $\frac{1}{2}$ gras ou maigres que l'on suppose exister au fond du bassin. Le tableau suivant résume la composition des faisceaux connus à Lens:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Dusouich.....	400 m.	18	21m, 00	30-38%
Ernestine.....	250	12	9, 50	28-31
Six Sillons.....	350	10	7, 80	25-28
No. 12 bis.....	300	11	8, 70	16-22
Ensemble.....	1,300	51	47m, 00	

Ces faisceaux de couches se prolongent à l'est et à l'ouest de Lens. A l'est, dans la région de Courrières, on ne connaît encore que les couches des faisceaux de Dusouich, d'Ernestine, et de la partie supérieure du faisceau de Six Sillons. A Dourges, les veines supérieures du faisceau de Dusouich dis-

paraissent, mais on connaît des veines correspondant sans doute à la base du gisement reconnu à Lens. A l'extrémité orientale du bassin du Pas-de-Calais auprès du promontoire d'Auby, l'exploration du gisement est moins avancée et on ne connaît encore qu'un groupe de veines correspondant peut-être à la partie médiane des faisceaux de Lens. Il semble que, dans l'ensemble, les couches se relèvent vers l'est, de sorte que les couches supérieures disparaissent dans cette direction. Le tableau suivant résume la composition des faisceaux connus à l'est de Lens:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Courrières.....	620 m.	30	32m, 50	22-30%
Dourges.....	920	48	38, 00	14-32
Auby.....	550	19	12, 00	19-30

A l'ouest de Lens, le fond du bassin se relève, et le calcaire finit par affleurer à l'ouest de Noeux; en même temps les couches supérieures disparaissent les unes après les autres. Dans la région de Noeux, on trouve un grand nombre de veines, correspondant à celles qui sont connues à Lens et aussi à celles que l'on suppose y exister au fond du bassin. Le tableau suivant fait connaître la composition des faisceaux de Noeux:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
1er. (Supérieur).....	370 m.	14	11m, 60	30-40%
2ème.....	470	22	17, 30	25-35
3ème.....	570	23	15, 70	17-24
4ème. (Inférieur).....	230	10	9, 40	16-18
Ensemble.....	1.640 m.	69	54m, 00	

Le calcaire carbonifère serait, à l'ouest de Noeux, à 200 m. environ au mur du faisceau inférieur, ce qui donne une épaisseur totale de terrain houiller de 1.800 à 1.900 m., chiffre notablement inférieur à celui que l'on paraît devoir trouver à l'est de Valenciennes.

Entre Noeux et Lens, dans la région de Bully-Grenay, le fond du bassin n'a pas été atteint, et les faisceaux supérieurs, seuls connus, présentent les compositions suivantes:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
1er. (Supérieur).....	360 m.	15	14m, 20	32-40%
2 ^{ème}	330	16	12, 40	26-32
Ensemble.....	690 m.	31	26m, 60	

2°—RÉGION AU NORD DE LA FAILLE REUMAUX

(Fig. 6)

La traversée de la faille Reumaux du sud au nord, est accompagnée d'une chute brusque de la teneur en matières volatiles; on passe des charbons gras aux charbons $\frac{1}{2}$ gras et maigres.

Dans la partie centrale et orientale du bassin de la zone située immédiatement au nord de la faille Reumaux est peu connue; elle est généralement considérée comme pauvre et accidentée. Au nord de cette zone on trouve un assez beau faisceau de veines de charbons $\frac{1}{2}$ gras ou maigres qui repose sur le calcaire de la bordure nord du bassin. Ces veines ont un pendage général vers le sud mais sont affectées par de nombreux accidents.

Contrairement à ce qui se passe dans le bassin du Nord, où les couches inférieures exploitables sont séparées du calcaire par un grand intervalle stérile, le faisceau inférieur du Pas-de-Calais passe à faible distance du calcaire et n'en est séparé que par un intervalle de 50 m. à 200 m. La paléontologie range, d'autre part, les couches inférieures du Pas-de-Calais à un niveau supérieur à celui des couches à charbon maigre du bassin du Nord. La disparition presque complète de l'horizon stérile inférieur et de celui du faisceau maigre du bassin du Nord serait la conséquence du dépôt transgressif vers l'ouest des couches du terrain houiller.

Les accidents qui disloquent le fond du bassin font apparaître des pointements de calcaire au milieu du terrain houiller. Le plus important de ces accidents est la faille de Meurchin, qui divise la partie nord du bassin en deux tronçons principaux.

A l'est de la faille de Meurchin, on trouve les gisements d'Ostricourt et de Carvin entre lesquels s'avance un promontoire de calcaire. Ces gisements complètement explorés jusqu'à la base de la formation ne sont pas entièrement connus à leur partie supérieure. On connaît à Ostricourt deux groupes de veines séparés par une faille et dont la composition est la suivante:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Supérieur.....	460 m.	13	9m, 00	10-12%
Inf ^é	380	12	8, 50	10-11

On ne sait si ces deux faisceaux se superposent ou se confondent partiellement. Il semble, d'autre part, que les couches d'Ostricourt doivent se raccorder avec celles du nord de l'Escaupelle, mais on ne sait pas encore comment le raccordement a lieu.

A Carvin, au sud des pointements calcaires de la faille de Meurchin, on connaît 14 veines, réparties dans 520 m. de terrains et donnant 10 m. 70 de charbon à 10-14% de m.v.

Au nord-ouest de la faille de Meurchin et au nord de la faille d'Hulluch, on connaît dans la région de Meurchin un assez beau faisceau de 22 veines réparties dans 650 m. de terrains et donnant 14 m. de charbon à 12-15% de m.v. Ce gisement est limité au sud par la faille d'Hulluch au-delà de laquelle on rencontre jusqu'à la faille Reumaux la zone pauvre et dérangée de la partie centrale du bassin.

A l'extrémité nord-ouest du bassin, dans le méridien de Noeux, les couches du faisceau du nord se prolongent avec une régularité suffisante jusqu'à la faille Reumaux, et l'on y connaît 33 veines dans 800 m. de terrains avec 23.80 m. de charbon à 11-14% de m.v. La faisceau se termine au nord-ouest dans la région de Vendin par le relèvement du calcaire du fond du bassin.

3°—RÉGION DU SUD-OUEST DE LA FAILLE DE RUITZ

De même que pour la faille Reumaux, la traversée de la faille de Ruitz du sud au nord est accompagnée d'une chute brusque de la teneur en m.v.: on trouve au sud de la faille des houilles à gaz, et au nord des houilles $\frac{2}{3}$ grasses ou $\frac{1}{3}$ grasses, puis le calcaire carbonifère dans lequel la faille finit par se perdre. (Fig. 7).

On connaît au sud-ouest de la faille de Ruitz, dans la région de Bruay et de Marles, un beau faisceau de veines donnant du charbon à gaz, que la paléontologie range au niveau des couches supérieures de Lens. Ce gisement à larges ondulations est à peine affecté par quelques accidents peu importants; il se prolonge vers le sud-est dans la région de Noeux où il est moins régulier et où il forme une cuvette à bords redressés. Vers le nord-ouest le gisement de Marles disparaît sans doute par suite du relèvement des couches.

Au-dessous du faisceau de Bruay-Marles, on trouve le faisceau de veines à charbons gras flamants de Ferfay qui repose semble-t-il, sur le calcaire carbonifère de la bordure nord du bassin. Enfin à l'extrémité du bassin, dans la région de Fléchinelle, on exploite un faisceau de veines à charbon gras flamants, reposant également sur le calcaire, et dont les relations avec les couches de Ferfay sont inconnues. Les veines de Ferfay et de Fléchinelle, moins régulières que celles de Bruay et de Marles, plongent nettement au sud-ouest.

Le gisement, limité au nord-est par la faille de Ruitz puis par le calcaire sur lequel il repose, s'enfonce au sud-ouest sous un recouvrement de terrains anciens.

Au sud de Bruay et de Marles on trouve d'abord une zone de terrain houiller renversé et dérangé qui repose sur le gisement des plateaux régulières. Cette zone est recouverte elle-même par des écailles de terrains anciens charriés vers le nord, qui constituent le flanc sud-ouest du bassin.

Dans la région de Bruay, le terrain houiller est ainsi limité par la faille

eifélienne, et il est recouvert par le dévonien inférieur. A l'ouest de Bruay la faille eifélienne, qui formait la limite méridionale du bassin du Pas-de-Calais depuis Auby, s'écarte de l'affleurement du terrain houiller, et ce dernier s'enfonce sous un recouvrement de calcaire carbonifère et de dévonien supérieur renversés. Il semble que les terrains anciens qui recouvrent le bassin houiller de Marles à Fléchinelle appartiennent à une écaille analogue à celle de Boussu, arrachée de la bordure méridionale du bassin et charriée vers le nord-est. Le bassin finit en pointe, à Fléchinelle, étranglé entre le calcaire de base et l'écaille de charriage.

Au sud-ouest de Bruay et de Marles, le gisement paraît avoir été enfoncé par une faille analogue à celle de Ruitz, de telle sorte qu'il est retrouvé à grande profondeur dans la région de la Clarence sous le recouvrement de terrains anciens et de houiller renversé.

Le faisceau de Bruay, Marles et Ferfay présente la composition suivante:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Bruay, Marles.....	670 m.	31	28m, 28	33-40%
Stambe.....	115			
Ferfay.....	585	20	17, 40	28-31
Ensemble.....	1.370 m.	51	46m, 20	

Le faisceau de Fléchinelle comprend 18 couches réparties dans 350 m. de terrains et donnant 14 m. de charbon à 30-36% de m.v.

4°—EXTENSION MÉRIDIONALE DU BASSIN

Dans la région de Quiévrechain (*Bassin du Nord*), le terrain houiller paraît exister à des profondeurs abordables sous le recouvrement de dévonien inférieur et de faille eifélienne, mais à cette extension, limitée vers le sud par le plongement de la faille, est bientôt arrêtée vers l'Ouest par l'augmentation d'épaisseur de l'écaille de Boussu-Denain, de sorte que, dans le méridien de Valenciennes, la limite du bassin houiller en place à 1.200 m. et même à 1.800 m. de profondeur ne doit pas s'étendre au-delà de la limite superficielle du bassin.

De Valenciennes à Auby, il ne semble pas que l'on puisse trouver le terrain houiller à moins de 1.800 m. de profondeur sensiblement au sud de sa limite superficielle, parce que la bordure méridionale du bassin est formée par des écailles très épaisses, limitées par des failles de charriage à pendage très accentué, analogue à celui des couches.

Il n'en est pas de même à l'ouest d'Auby, dans le bassin du Pas-de-Calais, où les surfaces de charriage, ainsi que les couches, sont beaucoup plus voisines de l'horizontale. D'Auby à la Clarence, c'est-à-dire sur presque toute la longueur du bassin du *Pas-de-Calais*, il ne s'interpose plus aucune écaille de

terrains stériles entre les failles eiféliennes et le terrain houiller en place. Les quelques écailles de charriage que l'on rencontre sont d'une importance secondaire et sont d'ailleurs formées de terrain houiller. Dans cette partie du bassin, le terrain houiller s'enfonce sous le silurien et sous le dévonien de la faille eifélienne, et il s'étend assez loin au sud à des profondeurs abordables en raison de la faible inclinaison de la faille.

Des exploitations importantes sont déjà en activité sous la faille eifélienne d'Auby à la Clarence, notamment à Liévin et à Droecourt, et des explorations récentes par grands sondages ont apporté des renseignements intéressants sur l'extension du bassin.

Un nouveau groupe d'exploitations alignées au sud des exploitations actuelles de Droecourt à Bruay, est actuellement en préparation.

Dans le Pas-de-Calais, l'inclinaison de la faille eifélienne est variable mais généralement faible. Elle est particulièrement faible dans la partie médiane du bassin et augmente de part et d'autre. Elle atteint 13° environ dans la région de Droecourt, tombe à 7° - 9° région de Liévin et Bully-Grenay, puis augmente pour atteindre 20° - 24° au sud de Noeux et de Bruay.

Les sondages effectués au sud du bassin ont trouvé le terrain houiller sous la faille eifélienne à des profondeurs variant de 600 m. à 1.400 m.; ils ont traversé en général une centaine de mètres de houiller renversé puis ont pénétré dans un gisement en plateaux de veines à charbon gras appartenant sans doute à l'aval pendage du gisement exploité au sud de la faille Reumaux.

À l'ouest de Bruay, la surface séparant le terrain houiller de l'écaille de calcaire paraît plonger au sud avec une pente plus forte qui serait de 25° à 45° , et, limiterait le bassin houiller rapidement en profondeur.

BASSIN DU BOULONNAIS

Le petit bassin du Boulonnais est situé dans le plongement du bassin de Valenciennes comme un jalon entre ce dernier bassin et les formations houillères de l'Angleterre.

Le bassin de Valenciennes finit en pointe à son extrémité occidentale à Fléchinelle. Au delà on ne constate plus la présence de terrain houiller, mais ce dernier reparaît à 40 km. au nord-ouest de Fléchinelle dans le Boulonnais aux environs d'Hardinghen, où il affleure sur une faible étendue.

Le bassin du Boulonnais qui n'a jamais donné lieu qu'à des travaux peu importants et discontinus, est très compliqué dans sa structure générale. Le terrain houiller et les terrains anciens, affectés par des accidents très complexes, sont recouverts presque partout par du jurassique et du crétacé. Si l'on enlève le manteau des terrains secondaires, on peut concevoir de la manière suivante la constitution du bassin (Fig. 8 dans l'atlas).

Le bassin est limité au nord par la faille de Ferques qui plonge au sud avec une inclinaison voisine de la verticale, et qui est orientée ouest-nord-ouest. Au nord de la faille de Ferques, on trouve en stratification normale le silurien, le dévonien moyen et supérieur, le calcaire carbonifère et même une mince bande de terrain houiller qui d'ailleurs, n'a aucune valeur. Tous ces terrains plongent au sud et sont coupés par la faille de Ferques.

Au sud de la faille de Ferques, on trouve un anticlinal de terrain houiller,

reposant en stratification normale sur le calcaire carbonifère et qui contient les couches de houille du Boulonnais. Aux environs d'Hardinghen, cet anticlinal se manifeste par la présence d'un dôme de calcaire, formant un pointement de part et d'autre duquel les couches du terrain houiller plongent au nord et au sud.

Cet anticlinal de terrain relativement en place a été recouvert par une écaille de calcaire carbonifère charriée vers le nord, suivant une faille dite faille du sud n° 1, qui est grossièrement concentrique à l'anticlinal houiller. L'écaille de calcaire a été dénudée à l'est du bassin, dans l'axe de l'anticlinal, de manière à y laisser apparaître le terrain houiller et le calcaire de base.

Enfin l'écaille de calcaire carbonifère est recouverte au sud par une autre écaille de dévonien supérieur, charriée vers le nord suivant la faille du sud n° 2. Quant à la faille cifélienne, elle passerait à 3 km. environ au sud de l'affleurement de la faille du sud n° 2.

La ligne de faite de l'anticlinal des terrains carbonifères en place, ainsi que celle de la faille du sud n° 1, s'enfoncent à l'ouest. Le bassin houiller est donc limité vers l'est par le relèvement des couches et l'affleurement du calcaire de base, vers le nord par la faille de Ferques. Il s'enfoncent à l'ouest sous des épaisseurs croissantes de la 1ère écaille de calcaire, et les sondages effectués dans cette direction semblent indiquer que le terrain houiller disparaît progressivement, coincé entre le calcaire de base et celui de l'écaille. Enfin, le houiller s'enfoncent au sud sous les écailles de calcaire carbonifère et de dévonien jusqu'à une distance inconnue.

Il est difficile de fixer l'étendue du bassin du Boulonnais. Pour donner une idée de son ordre de grandeur, on peut évaluer provisoirement à 8 km. sa longueur de l'est à l'ouest, et à deux kilomètres sa largeur du nord au sud.

Le terrain houiller du Boulonnais, qui appartient au westphalien, paraît être sensiblement au niveau des couches de Fléchinelle. Son épaisseur est de 300 m. environ. On y a reconnu dans 100 m. à 120 m. de terrains 6 à 8 veines de charbon à 36-38% de m.v. dont l'épaisseur totale est de 5 à 7 m.

Les sondages effectués pour rechercher le prolongement occidental du bassin du Boulonnais ont échoué. Mais un peu au nord de l'alignement du bassin, le sondage de Strouanne, situé au bord de la mer, entre Wissant et le Blanc Nez, a trouvé le terrain houiller sous 169 m. de terrains secondaires, l'a traversé sur 124 m. puis est entré dans le calcaire carbonifère. Ce sondage aurait recoupé 3 veines donnant 2 m. de charbon à 36% de matières volatiles.

En face de Strouanne, de l'autre côté du détroit du Pas-de-Calais, on a découvert en Angleterre le bassin houiller de Kent.

Il semble que dans le Boulonnais l'on soit en présence de plusieurs lambeaux peu étendus de terrain houiller, appartenant au prolongement occidental de la formation houillère du bassin de Valenciennes, et limités soit par des étranglements résultant du charriage d'écailles de terrains anciens, soit par des failles diverses, soit enfin par la dénudation.

B—BASSINS DE L'EST

BASSIN DE PONT-A-MOUSSON

Le bassin houiller de Sarrebrück, qui est exploité en Allemagne, se prolonge en France dans la région de Pont-à-Mousson. La partie du bassin située en

France a été découverte il y a quelques années par des sondages; elle n'est pas encore exploitée et n'a même pas été reconnue par des puits. Une carte (Fig. 9) montre la position des principaux sondages.

Dans la région de Pont-à-Mousson, le terrain houiller est partout recouvert par un manteau très épais de lias, de trias, parfois de permien, où il existe des niveaux aquifères dont la traversée par des puits est considérée, actuellement du moins, comme devant être une opération extrêmement difficile et dont la réussite est incertaine.

Aux environs de Pont-à-Mousson, les sondages ont recoupé des mort-terrains formés de lias et surtout de trias dont l'épaisseur a varié de 659 m. (Eply) à 955 m. (Greney). Le permien n'a été rencontré que par les sondages de Brin et de Mont-sur-Meurthe situés au sud.

Je rappelle que le terrain houiller de Sarrebruck peut être divisé de la manière suivante:

Etage d'Ottweiler (stéphanien)	}	Supérieur—Stérile.	
		Inférieur—Zone des houilles maigres à longue flamme.	
Zone de transition stérile.			
Etage de Sarrebrück (Westphalien)	}	Zone des charbons flambants	{
		Zone des charbons gras	{
			Supérieur.
			Inférieur.
			Supérieur.
			Inférieur.

Les différents faisceaux de couches du bassin de Sarrebruck sont séparés par des horizons stériles importants.

Les deux tableaux suivants résument les résultats des principaux sondages dans la région de Pont-à-Mousson:

Sondages	Étages du terrain houiller rencontrés	PROFONDEUR DU		Inclinaison des couches
		Sommet du bouiller	Fond du sondage	
Eply.....	Gras inférieurs.....	659 m.	1m, 505	8°-12°
Atton.....	{ Gras supérieurs..... Gras inférieurs.....	749	1.502	10°-20°
Pont-à-Mousson.....	{ Flambants inférieurs..... Gras supérieurs.....	789	1.556	
Jezainville.....	Flambants inférieurs.....	768	1.200	
Martincourt.....	Flambants inférieurs.....	943	1.235	15°
Greney.....	Flambants supérieurs.....	955	1.150	15°
Lesménil.....	Flambants inférieurs.....	754	1.507	30°-50°
Vilcey.....	Ottweiler (?).....	885	986	
Dombasle.....	Flambants supérieurs.....	893	1.205	30°-50°
Abaucourt.....	Ottweiler.....	830	1.350	14°-24°
Laborde.....	Ottweiler.....	859	1.034	15°-20°

Sondages	FAISCEAUX DES VEINES RECoupÉS			Matières Volatiles
	Profondeur	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	
Eply.....	1 273-1.487 m.	7	6m, 30	34-42%
Atton.....	793-1.353	5	3,50	36-45
Pont-à-Mousson.....	819-1.287	4	2,80	35-50
Jezainville.....	1.037	1	0,60	
Martincourt.....	1.180	1	0,65	37-42
Dombasle.....	893-1.140	4	5,10	32-45
Abaucourt.....	896-1.220	4	5,45	35-43

Les sondages de Greney, Lesmémils, Vilcey et Laborde n'ont pas trouvé de veines exploitables.

Aucun sondage n'a traversé complètement la formation houillère et n'a touché le fond du bassin.

Le sondage de Brin a été arrêté à 1.205 m. dans le permien. Celui de Mont-sur-Meurthe a traversé 667 m. de permien et il est entré à 1.172 m. dans le houilleroù il a été arrêté à 1.428 m. Le terrain houiller de Mont-sur-Meurthe est stérile et appartient à l'étage d'Ottweiler; ses relations avec celui de la région de Pont-à-Mousson sont mal connues.

On peut expliquer de la manière suivante la constitution du bassin de Pont-à-Mousson. Le terrain houiller forme un anticlinal, passant par les sondages d'Eply, d'Atton et de Martincourt, qui constitue en quelque sorte l'axe du bassin et est orienté vers le sud-ouest. Le trias et le lias forment également un anticlinal superposé à celui du terrain houiller, mais moins accentué, et qui a servi de guide pour orienter les recherches. L'anticlinal de terrain houiller a été arasé avant le dépôt du trias qui repose en discordance sur le houiller. Il en résulte que les assises houillères inférieures de la zone des charbons gras affleurent sous le trias dans la région d'Eply-Atton. Au nord et au sud de l'anticlinal axial, on voit apparaître successivement les horizons supérieurs du terrain houiller.

D'autre part, quand on suit le bassin suivant son axe vers le sud-ouest, on constate que le contact du houiller et du trias s'enfonce avec une pente de 1% environ, et que les couches houillères s'enfoncent plus rapidement ce qui fait apparaître successivement les horizons supérieurs du terrain houiller.

Il résulte de cette disposition, qu'en partant de la région centrale d'Eply-Atton, où l'on trouve sous le trias la zone des charbons gras, l'épaisseur des mortsterrains augmente dans toutes les directions, et que l'on voit apparaître successivement sous le trias:

1°—vers le sud-ouest, les flambants inférieurs à Pont-à-Mousson, Jezainville et Martincourt, puis les flambants supérieurs à Greney;

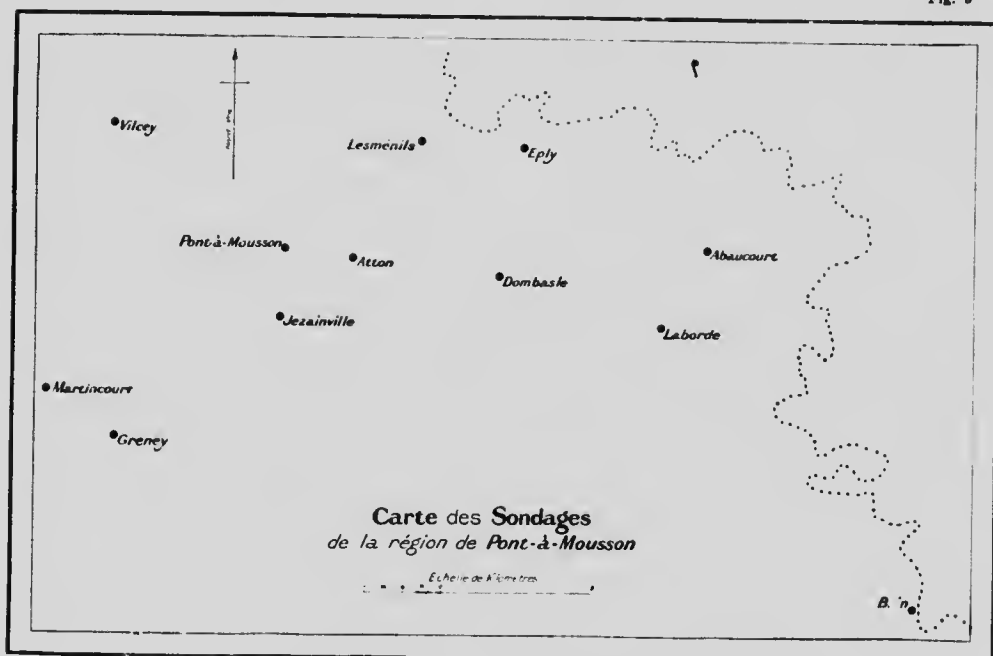
2°—vers le nord-ouest, les flambants inférieurs à Lesmémils, puis l'étage d'Ottweiler à Vilcey;

3°—vers le sud-est, les flambants supérieurs à Dombasle, puis l'étage d'Ottweiler à Laborde et Abaucourt, enfin le permien à Brin.

Les limites du bassin houiller sont loin d'être connues, et il est probable que le terrain houiller s'étend sur une grande surface mais sous un recouvrement très épais de morts-terrains. Dans la région explorée, le bassin a été reconnu suivant son axe antielinal de la frontière à Martinecourt sur 25 km. environ, et perpendiculairement sur une quinzaine de kilomètres.

Les sondages d'Eply, d'Atton, de Pont-à-Mousson, de Dombasle et d'Abaucourt ont trouvé des gisements d'une certaine importance. Les autres sondages n'ont trouvé que des gisements pauvres et des terrains stériles, ce qui peut s'expliquer par un appauvrissement du gisement ou par la rencontre des horizons

Fig. 9



stériles qui sont connus dans le bassin de Sarrebrück. D'une manière générale, le terrain houiller paraît être sensiblement moins riche dans la région de Pont-à-Mousson que dans celle de Sarrebrück. La surface de la partie du bassin où l'on a reconnu des gisements qui paraissent être exploitables est ainsi de 15.000 hectares environ.

BASSIN DE RONCHAMP

Le bassin houiller de Ronchamp est situé au Sud des Vosges entre Lure et Belfort. Le terrain houiller qui appartient au stéphanien inférieur, repose dans une cuvette de dévonien et de dinantien, et il est recouvert presque partout par

des dépôts permien qui s'enfoncent vers l'ouest sous le trias (Fig. 10 dans l'atlas).

La cuvette permocarbonifère est allongée de l'est à l'ouest; elle paraît se resserrer vers l'est et s'élargir vers l'ouest. Le terrain houiller affleure au nord de la cuvette à Ronchamp et au sud à Chenebier. L'affleurement de Ronchamp est une bande étroite de 5 km. de longueur qui a été le point de départ de l'exploitation du bassin; quant à l'affleurement de Chenebier, il ne contient pas de couches de houille exploitables. L'extension et la valeur du terrain houiller à l'est et à l'ouest de la région de Ronchamp-Chenebier sont mal connues.

Le terrain houiller de Ronchamp n'a que 120 m. à 170 mètres d'épaisseur. Les bancs plongent vers le sud-sud-ouest avec une inclinaison de 15° à 20° en s'enfonçant sous le permien, de sorte que les travaux se développent en s'approfondissant vers le sud où ils atteignent au puits de Buyer la profondeur de 1.000 m. Bien que les couches soient découpées par de nombreuses failles, leur allure d'ensemble est assez régulière.

On connaît 3 couches de houille réparties dans une épaisseur de terrains de 10 à 25 m. et dont la puissance totale en charbon varie de 3 m. à 6 m. Ces couches s'amincissent rapidement à l'est et à l'ouest d'une zone exploitable relativement étroite. Le charbon de Ronchamp a une teneur en matières volatiles de 20 à 25%.

Des explorations par sondages effectuées à l'est et à l'ouest de Ronchamp ont reconnu le prolongement dans ces directions du terrain houiller. La plupart d'entre eux, comme ceux de Beverne et de Lure n'ont trouvé que du terrain houiller stérile; celui de St. Germain a recoupé quelques couches minces de houille à une profondeur de 300 m. à 350 m.

C—BASSINS DU MASSIF ARMORICAIN

Le massif des terrains paléozoïques de l'ouest de la France, qui comprend le Cotentin, la Bretagne et la Vendée, est affecté par une série de plis divergeant à partir de l'ouest, où l'on rencontre des dépôts appartenant au carbonifère, et qui contiennent parfois des gisements de houille exploitables. Ces gisements sont situés aux extrémités orientales de quatre plis et forment les bassins du Cotentin, du Maine, de la Basse-Loire et de la Vendée. Je décrirai rapidement ces bassins qui ne renferment semble-t-il que des gisements d'importance secondaire.

BASSIN DU CONTENTIN

Le bassin de Cotentin est situé au sud-ouest de la presqu'île du Cotentin. Il s'étend entre Valogne, St. Lô, Bayeux et il est limité par la mer.

Le massif des terrains anciens forment un golfe autour de Carentan dans lequel on trouve une formation appartenant au stéphanien supérieur et au permien. Le stéphanien contient des couches de houille qui ont été exploitées autrefois; son épaisseur paraît être assez faible. Il repose sur un fond accidenté et il est traversé par plusieurs massifs de porphyre au voisinage desquels les couches se redressent; le terrain houiller est ainsi morcelé en lambeaux peu étendus.

Le terrain houiller est recouvert presque partout par le permien; ses affleurements très limités ont donné lieu à des exploitations aujourd'hui abandonnées. On a exploité au Plessis deux couches de 1 m. à 1m, 50, et à Littry une couche de 1 à 2 m. ainsi que trois petites couches de 0m, 50. Les couches étaient irrégulières, lenticulaires, les zones exploitables étaient peu étendues. Le charbon assez impur contenait 30 à 35% de m.v.

Les travaux effectués n'ont pas permis de déterminer l'étendue du terrain houiller sous le permien, et on ne possède pas des renseignements suffisants pour évaluer les réserves du bassin; il ne semble pas, d'ailleurs, qu'elles puissent avoir une sérieuse importance.

BASSIN DU MAINE

Le bassin du Maine est situé à l'extrémité orientale de la grande dépression qui traverse la Bretagne de l'ouest à l'est. Les dépôts dinantiens y ont formé deux bassins, à l'extrémité ouest de celui de Châteaulin qui ne contient pas de houille, à l'extrémité orientale celui du Maine qui contient quelques couches d'anthracite impur.

Le terrain carbonifère affleure presque partout dans le bassin du Maine. La longueur du bassin de l'est à l'ouest est de 65 km. et sa largeur ne dépasse pas 15 km. Le bassin finit en pointe au milieu des terrains anciens à l'ouest de Laval; il disparaît à l'est aux environs de Sablé, sous les terrains secondaires du bassin de Paris.

A la base du dinantien du Maine, on trouve le système anthracifère inférieur, formé de schistes, de grès et de poudingues avec des couches d'anthracite. Cet horizon est séparé par le calcaire de Sablé du système anthracifère supérieur formé de schistes et de grès avec couches d'anthracite. Enfin on trouve à la partie supérieure du dinantien les schistes et calcaires de Laval.

Le dinantien et les terrains anciens sur lesquels il repose sont affectés par des plis hercyniens parallèles résultant d'une poussée venue du sud-ouest. Les couches d'anthracite se trouvent ainsi dans plusieurs synclinaux dont les flancs sont généralement assez redressés, parfois renversés, et qui constituent des bassins élémentaires de forme allongée, d'ailleurs peu étendus en direction; leur profondeur, qui augmente en général vers l'est ne paraît dépasser 600 m.

Les couches, d'anthracite sont peu nombreuses. Les différentes exploitations qui ont été entreprises aussi bien sur les couches du système anthracifère inférieur que sur celles du système supérieur, n'ont guère porté que sur une ou deux couches d'une puissance voisine de 1 m. Toutefois, les mines du Genest et de Montigné auprès de Laval exploitent une couche lenticulaire qui a normalement 2 m., qui peut atteindre 12 m. et qui se divise parfois en deux couches. La profondeur maximum des travaux est de 400 m.

ST. PIERRE LA COUR

Le petit bassin houiller de Saint-Pierre la Cour qui ne présente aucune relation géologique avec celui du Maine lui est superposé à l'ouest de Laval. Le terrain houiller de Saint-Pierre la Cour, rattaché au stéphanien moyen, s'est déposé en discordance sur les assises plissées et nivelées du dévonien inférieur, du calcaire et des schistes de Laval. Le stéphanien forme deux petites cuvettes

peu profondes de 2 à 3 km. de diamètre; on y a reconnu une dizaine de couches minces donnant du charbon gras, impur et sulfureux.

BASSIN DE LA BASSE-LOIRE

Le bassin de la Basse-Loire est situé dans une bande longue et mince de carbonifère inférieur pincée dans des plissements très accentués des terrains anciens. Cette bande traverse obliquement la Loire entre Angers et Ancenis. Sur la rive droite de la Loire, elle se dirige vers l'ouest et s'étale d'abord au nord d'Ancenis, puis elle se rétrécit et finit en pointe à Languin au nord de Nantes. Sur la rive gauche de la Loire le carbonifère forme une bande étroite qui se dirige vers le sud-est et on la suit jusqu'à Doué la Fontaine au sud-ouest de Saumur, là où le massif des terrains primaires de la Bretagne disparaît sous les terrains secondaires du Poitou. La longueur totale de la bande carbonifère est de 107 km. Le terrain houiller y affleure presque partout.

La base du carbonifère est constituée par les schistes d'Ancenis surmontés par la grauwaacke inférieure du Culm, horizon auquel appartient la plus grande partie des dépôts carbonifères étalés au nord d'Ancenis. On trouve en-dessus la grauwaacke supérieure du Culm qui contient des couches de houille qui est formée de poudingues, de psammites et de tufs porphyriques. Enfin il existe à la partie supérieure de la formation quelques lambeaux de terrain houiller improductif rattachés au westphalien et au stéphanien.

Le terrain carbonifère est généralement compris dans deux synclinaux parallèles, séparés par un anticlinal de terrains anciens. La grauwaacke supérieure du Culm avec les couches de houille se trouve alors dans le synclinal nord. En certains points les deux synclinaux se réunissent.

L'horizon productif de la grauwaacke supérieure du Culm est divisé en plusieurs tronçons par des failles transversales ou par des étranglements, et leur largeur est de 2 km. au maximum. Les gisements de houille sont donc cantonnés sur la bordure nord du bassin dans une zone étroite et discontinue.

Les flanes du synclinal houiller de même que les couches de houille sont très redressés. Les travaux n'ont pas dépassé la profondeur de 500 m. et n'ont pas atteint le fond du bassin.

Les couches de houille sont assez nombreuses. Leur puissance est habituellement comprise entre 0m, 50 et 2 m., mais leur allure est très irrégulière. Elles sont affectées de failles, de plissements, de renflements et d'étreintes. Le gisement présente donc une allure lenticulaire et en chapelet aussi bien dans l'ensemble du bassin que dans le détail des couches. On peut évaluer à 1.500 m. environ l'épaisseur du terrain carbonifère productif et à une vingtaine le nombre des couches, mais il s'en faut de beaucoup que l'ensemble de cette formation existe partout.

Le charbon est de qualité inférieure; il donne beaucoup de menu et de cendres. La teneur en matières volatiles varie de 10 à 30%, mais le bassin produit surtout du charbon $\frac{1}{2}$ gras.

Les plissements du bassin de la Basse-Loire se prolongent vers l'ouest jusqu'à la pointe du Raz, et l'on connaît à l'extrémité occidentale de cette zone de plissements trois petits lambeaux de terrain stéphanien à Quimper, Kergogue et Plogoff. Ils ne contiennent que des couches minces de charbon schisteux inexploitable.

BASSIN DE LA VENDÉE

Les bassins houillers de la Vendée sont en relation avec une grande faille orientée vers le sud-est que l'on peut suivre sur plus de 100 km. de longueur qui traverse le massif des terrains anciens de la Vendée et de Poitou. Il existe auprès de cette faille plusieurs lambeaux de terrain houiller; ceux de Vouvan et de Chantonmay qui sont au sud-est contiennent des couches de houille; les autres sont stériles. Le terrain houiller appartient au westphalien inférieur.

La Candé de terrain houiller de Chantonmay qui n'est pas exploitée, mesure 18 km. de longueur et 800 m. de largeur au plus. Elle s'appuie au sud-ouest sur les gneiss et les micaschistes; elle est limitée au nord-est par la grande faille au-delà de laquelle on trouve un lambeau de jurassique reposant sur les micaschistes.

Le bassin de Vouvan est au sud-est de celui de Chantonmay. Après une interruption de 12 km. le terrain houiller reparait mais au nord-est de la faille émergeant sous le lambeau de jurassique. Le bassin de Vouvan compris dans les micaschistes, forme une bande de 21 km. de longueur avec 1 à 2 km. de largeur. On exploite à l'est du bassin trois couches à peu près verticales, très irrégulières avec une structure en chapelet, donnant de 3 m. à 6 m. de charbon assez impur à 18-21% de m.v. La profondeur des travaux ne dépasse guère 350 m.

D—BASSINS DU MASSIF CENTRAL

Le Massif Central de la France, formé de terrains éruptifs et de terrains anciens, renferme un grand nombre de bassins houillers d'importance très variable. Les uns remplissent des cuvettes dont les limites sont bien connues, ou sont alignés suivant des traînées que l'on peut suivre sur de grandes longueurs d'autres se prolongent dans des conditions plus ou moins bien connues sous des recouvrements de terrains postérieurs au houiller.

La plupart des gisements du massif central appartiennent au stéphanien. Le westphalien n'y est pas représenté, on trouve en outre quelques gisements d'importance secondaire rattachés au dinantien et au permien.

BASSIN DU ROANNAIS

Les gisements de Roannais sont les seuls du Massif Central qui appartiennent au dinantien; leur importance est d'ailleurs négligeable.

Le Massif Central est traversé, au nord de Saint-Etienne, par une traînée discontinue de dépôts dinantiens, contenant parfois des couches de charbon anthraciteux. On trouve ainsi dans le Roannais à la partie supérieure de la formation 4 ou 5 couches à peine exploitables d'anthracite friable et impur. A l'ouest, les couches sont assez régulières, mais minces et donnent 2 à 3 m. de charbon; à l'est elles sont irrégulières et présentent une allure en chapelet avec des renflements qui atteignent 6 à 8 m.

BASSIN DE SAINT-ÉTIENNE

Le bassin de Saint-Etienne, le plus important par son extraction et l'un des plus importants par ses réserves du Massif Central, présente la série complète

des assises stéphaniennes. Le terrain houiller repose dans une grande cuvette de micaschistes, de gneiss et de granite allongée du sud-ouest au nord-est entre la Loire et le Rhône. La longueur du bassin est de 40 km. Sa largeur est de 12 km. environ à l'ouest, dans la région de Saint-Etienne, et le bassin finit en pointe vers le nord-est. (Fig. 11 & 12 dans l'Atlas).

Le terrain houiller affleure presque partout. Il disparaît au nord-ouest sous les dépôts tertiaires et quaternaires de la plaine de Forez; on ne connaît pas l'étendue du prolongement du bassin dans cette direction, mais il ne semble pas qu'elle soit importante. Le flanc nord de la cuvette houillère est en pente douce. Le bord sud-est est fortement redressé, et ce relèvement est souvent accompagné d'un étirement des couches.

On divise le terrain houiller en deux horizons qui se subdivisent chacun en trois étages, et qui sont du haut en bas:

Etage supérieur.....	}	Horizon supérieur ou de Saint-Étienne.
Etage moyen.....		
Etage inférieur.....		
Etage de Saint-Chamond..	}	Horizon inférieur ou de Rive-de-Gier.
Etage de Rive-de-Gier....		
Brèche de Base.....		

HORIZON DE RIVE-DE-GIER.

Au nord et à l'est du bassin, le terrain primitif est recouvert par la *brèche de base* dont l'épaisseur est importante mais difficile à déterminer.

Au-dessus de la brèche de base, on trouve l'*étage de Rive-de-Gier* qui n'est connu qu'à l'extrémité orientale du bassin. Là où il est complet, son épaisseur est de 120 m. et il comprend 5 couches principales exploitées dans la région de Rive-de-Gier et de Grand-Croix.

Les couches forment une cuvette qui s'enfonce vers le sud-ouest. Elles ne paraissent exister, ou du moins être exploitables que dans une zone assez restreinte de part et d'autre de laquelle les couches disparaissent en s'amincissant ou en se schistifiant. Les couches inférieures, qui apparaissent les premières à l'est, disparaissent aussi les premières à l'ouest et au puits Couchoud on ne connaît plus que la Grande Couche.

L'épaisseur des couches est très variable. La Grande Couche atteint parfois 15 m. d'épaisseur; les autres couches présentent des épaisseurs maxima de 2 à 5 m. La teneur en matières volatiles diminue de l'est à l'ouest et à mesure que la profondeur augmente; on passe ainsi de la houille grasse à 30-35% de m.v. à la houille maigre à 7-10% de matières volatiles.

L'une des questions les plus importantes pour l'avenir du bassin de Saint-Etienne est de savoir si les couches de Rive-de-Gier se prolongent à l'ouest du bassin au-dessous des couches supérieures de Saint-Etienne. Deux sondages S_1 et S_2 ont été effectués récemment dans ce but au centre du bassin. Ils ont été arrêtés à 1.150 m. de profondeur dans la brèche de base sans avoir rencontré les couches de Rive-de-Gier. Le prolongement de ces couches vers le centre et l'ouest du bassin est donc très douteux.

L'étage de Rive-de-Gier est recouvert par la puissante formation de poud-

ingues stériles de *Saint-Chamond* dont l'épaisseur atteint plusieurs centaines de mètres.

HORIZON DE SAINT-ÉTIENNE

L'horizon supérieur ou de Saint-Etienne, dont l'épaisseur totale varie de 1.300 à 1.500 m. contient une trentaine de couches de houille de plus de 1 m. d'épaisseur représentant de 50 à 80 m. de charbon. Il est divisé en trois étages.

L'étage inférieur s'étend du poudingue de Saint-Chamond à la 8^e couche et comprend 8 couches. Au centre du bassin, l'étage a une épaisseur de 600 m. à 700 m. Les trois couches désignées 15^e, 13^e, et 8^e sont les plus importantes leur épaisseur toujours supérieure à 2 m. atteint souvent 6 à 7 m. La 13^e est à 180-200 m. au toit de la 15^e, et 280-350 m. au mur de la 8^e ème. Entre la 8^e et la 13^e existent quatre petites couches de moins de 2 m. séparées de la 8^e et de la 13^e par des massifs stériles de près de 100 m.

À l'est du bassin dans la région de Saint-Chamond, les couches s'amincissent, se schistifient et deviennent souvent inexploitablees. Au sud-ouest du bassin, à Firminy, l'importance de l'étage inférieur diminue, son épaisseur se réduit à 150-200 m., et certaines couches deviennent inexploitablees.

La teneur en matières volatiles varie de 15 à 35%; elle diminue en général quand la profondeur augmente et aussi quand on se dirige vers le nord.

L'étage moyen de Saint-Etienne s'étend de la 8^e couche à la partie supérieure du faisceau des Rochettes. Son épaisseur varie de 500 m. à 550 m. Il débute à l'est de Saint-Etienne par un massif de plus de 200 m. contenant quelques filets de charbon qui se transforment à l'ouest de Saint-Etienne en 5 couches exploitables, celles de Beaubrun.

Au-dessus de cette formation apparaît le faisceau des couches 7 à 4. Ce sont à Saint-Etienne des couches minces; leur épaisseur augmente beaucoup au sud dans le district de la Ricamarie, mais aux environs de Firminy elles ne sont plus représentées que par des filets de houille.

On trouve ensuite la 3^e couche accompagnée parfois de ses satellites les couches 2 et 1. La 3^e couche est la plus épaisse du bassin et se présente souvent en amas de 15 à 20 m. de puissance.

Après un intervalle stérile de 100 à 140 m. on arrive au faisceau des Rochettes, comprenant une couche de 2 à 6 m. surmontée par plusieurs couches minces particulièrement nombreuses à la Béraudière.

Les couches de l'étage moyen donnent en général des houilles grasses à 30% de matières volatiles qui atteignent 35% à l'ouest du bassin.

L'étage supérieur ou d'Avaize ne mesure que 200 à 250 m. d'épaisseur. Ses affleurements forment une bande étroite qui s'étend de Terrenoire au Chambon. À l'est l'étage supérieur contient 10 à 12 couches représentant 15 à 20 m. de charbon. Le nombre et l'épaisseur des couches diminuent rapidement vers l'ouest, et près de Chambon l'étage d'Avaize ne contient plus que 2 couches de houille donnant 2 à 4 m. de charbon; en même temps, les schistes et grès fins qui séparent les couches à l'est se transforment vers l'ouest en poudingues. Les couches d'Avaize donnent du charbon à 34-38% de matières volatiles.

L'étage d'Avaize est surmonté par une formation stérile de plus de 100 m.

d'épaisseur, puis, en certains points, par des dépôts épais appartenant au permien inférieur.

Le bassin de Saint-Etienne est sillonné par un assez grand nombre de failles d'affaissement. Les plissements que l'on y rencontre sont d'importance secondaire. La cuvette houillère ne semble donc pas avoir été disloquée par des grandes poussées horizontales.

Les travaux d'exploitation sont à des profondeurs très variables, depuis le voisinage de la surface jusqu'à près de 900 m.

BASSIN DE COMMUNAY

Le bassin de Saint-Etienne finit en pointe au nord-est au milieu des micaschistes. Après une courte interruption le terrain houiller reparait dans une seconde cuvette et affleure de part et d'autre du Rhône auprès de Givors. L'affleurement de la rive droite du Rhône ne contient aucun gisement exploitable; celui de la rive gauche constitue le petit bassin de Communay (Fig. 11 dans l'atlas).

Le terrain houiller de Communay dont l'affleurement ne mesure que 1.000 à 1.500 m. de largeur, appartient à l'étage de Rive de Gier. On y connaît cinq couches de charbon maigre anthraciteux à 7-8% de matières volatiles dont la puissance varie de 0m, 70 à 1m, 50, et qui forment un synclinal s'enfonçant vers l'est.

Le terrain houiller disparaît à l'est de Communay sous des formations tertiaires et son prolongement a été reconnu sur une vingtaine de kilomètres de longueur par une série de sondages qui n'ont découvert aucun gisement exploitable.

BASSIN DE SAINTE-FOY L'ARGENTIÈRE

Le petit bassin de Ste.-Foy l'Argentière est à une vingtaine de kilomètres au nord de celui de Saint-Etienne. Le terrain houiller qui affleure partout appartient au stéphanien supérieur; il repose dans une cuvette de micaschistes, parallèle à celle de Saint-Etienne dont la longueur est de 10 km. et dont la largeur varie de 1 à 2 km.

On ne connaît guère qu'une couche exploitable située à l'est du bassin, et qui forme un synclinal s'enfonçant vers le sud-ouest. Cette couche, dont la puissance est à peine de 2 m. fournit du charbon impur à 28% de matières volatiles. A l'ouest du bassin on ne connaît pas de gisement exploitable.

BASSINS DE BLANZY, LE CREUSOT ET BERT

Les gisements de Blanzay, du Creusot et de Bert sont répartis autour d'un vaste bassin permien situé au nord-est du massif central. La formation permocarbonifère repose sur des granites, des gneiss et des terrains anciens; elle est bordée au Nord par les massifs du Morvan et de St.-Léon, au sud par ceux du Charollais et de l'extrémité des montagnes du Forez. (Fig. 13 dans l'atlas).

Le bassin permocarbonifère est allongé du sud-ouest au nord-est. Dans sa partie connue, de Charreecy à Bert, il a une longueur d'environ 100 km.; sa largeur qui atteint 14 km. dans la partie centrale se réduit à 5 km. aux extrémités.

Le bassin disparaît au nord-est sous le jurassique et se prolonge peut-être sous la plaine tertiaire de la vallée de la Saône; dans cette direction on trouve sur le prolongement du bassin de Blanzly l'îlot permien de la Serre puis le bassin houiller de Ronchamp. A son extrémité sud-ouest le bassin disparaît au-delà de Bert sous les terrains tertiaires de la vallée de l'Allier. D'autre part le bassin est partiellement recouvert par des terrains secondaires et tertiaires; il disparaît même complètement sous les terrains tertiaires de la vallée de la Loire, qui séparent l'îlot permien de Bert des affleurements permocarbonifères de Blanzly-Le Creusot.

Les gisements de houille que l'on connaît dans ce vaste bassin peuvent être répartis en quatre groupes:

1°—le groupe de beaucoup le plus important est celui des gisements connus dans la bande longue, étroite mais continue de terrain houiller qui affleure sur la bordure sud-est du bassin et qui constitue la zone de Blanzly.

2°—le groupe du Creusot comprend les affleurements discontinus de terrain houiller situés sur la bordure nord-ouest du bassin.

3° et 4°—les 3° et 4° groupes comprennent les gisements permien situés, d'une part, dans l'îlot de Bert, d'autre part dans le bassin principal de Blanzly-Le Creusot.

Le terrain houiller n'affleure et n'est connu que sur les bords du bassin permien de Blanzly-Le Creusot; il ne paraît pas exister dans la région de Bert. Le terrain houiller de la zone de Blanzly forme une bande étroite et presque rectiligne qui se poursuit sans solution de continuité depuis Charresey jusqu'au delà de Perresey où il est recouvert par des terrains secondaires et tertiaires. Des sondages ont reconnu la présence du terrain houiller à Champeaux au sud-ouest de Perresey et ce terrain doit se terminer entre Champeaux et le Donjon sous les dépôts tertiaires de la vallée de la Loire. La zone de Blanzly a donc au moins 55 km. de longueur.

Le terrain houiller aussi bien à Blanzly qu'au Creusot plonge vers la ligne médiane du bassin permien. Il semble donc à priori, que le terrain houiller de Blanzly se réunisse en profondeur sous le permien à celui du Creusot et des autres affleurements discontinus de la bordure nord-ouest du bassin. Mais cette hypothèse très séduisante au point de vue de l'avenir du bassin, est douteuse car le sondage de Charnoy aurait trouvé au-dessous du permien, un terrain dont on a pensé qu'il était de la granulite.

Pour se faire une idée de la constitution du bassin on peut admettre avec M. Delafond que le terrain houiller s'est déposé dans deux synclinaux grossièrement parallèles, ceux de Blanzly et du Creusot qui étaient séparés par un anticlinal granitique. Cet anticlinal et une partie des terrains houillers ont été enlevés par l'érosion, et il s'est formé une cuvette allongée qui a été remplie par les dépôts permien. De nouveaux plissements se sont produits, reformant l'axe anticlinal du bassin et y faisant affleurer quelques flots de permien inférieur (antunien) au milieu du permien moyen (saxonien) qui recouvre la plus grande partie du bassin. Le trias et le jurassique sont venus ensuite se déposer sur les assises plissées du houiller et du permien.

Je décrirai maintenant les différents gisements connus dans le bassin et qui sont exploités à des profondeurs variables atteignant le maximum de 800 m.

ZONE DE BLANZY

Dans la zone de Blanzly, la largeur de la bande de terrain houiller augmente en général quand on se dirige de de Charrecey à Perrecy; elle varie de 1 à 2 km. Cette bande est comprise entre le granite et le grès rouge du permien moyen. Le permien est au contact du houiller en stratification probablement discordante; il semble que la surface de contact soit fortement redressée, parfois renversée et que les couches de houille viennent buter contre le grès rouge.

Le terrain houiller appartient au stéphanien moyen et supérieur. On trouve habituellement à la base des grès et des conglomérats dont l'épaisseur est importante mais inconnue, puis une série de grès et de schistes avec quelques couches de houille. Au-dessus et dans la partie médiane de la formation houillère existe une zone riche en charbon allant de la couche n° 4 à la couche n° 1 de Montceau; elle est recouverte par une puissante série de grès et de schistes avec plusieurs couches de houille relativement minces.

En général et spécialement à Montceau, les couches s'amincissent quand on se rapproche de la bordure granitique du bassin; en même temps, les grès se transforment en poudingues et en conglomérats; il résulte de cet amincissement des couches qu'il existe une zone stérile, relativement large, le long de la bordure granitique du bassin.

Bien que la zone de terrain houiller de Blanzly présente une continuité remarquable, les gisements que l'on y rencontre varient beaucoup d'un point à l'autre. Je les décrirai en commençant par la région de Montceau où les couches sont les plus puissantes et les moins irrégulières.

Région de Montceau. Dans l'ensemble, les couches plongent avec une pente faible vers le nord-ouest, mais elles sont affectées par des plissements et des failles. Le gisement est caractérisé par la présence de quelques couches puissantes d'épaisseur très variable; il existe aussi des couches minces dont l'importance est secondaire.

La partie centrale de la formation, qui s'étend de la couche No. 1 à la couche No. 4 a une épaisseur de 220 m. à 350 m.; elle est la plus riche et la mieux connue. Elle comprend 4 couches principales et quelques couches intermédiaires peu importantes. A Montceau, au puits St-François, le faisceau des couches No. 1 à No. 4 représente une épaisseur totale en charbon de 65 m.; mais les couches s'amincissent et parfois dans des proportions considérables, quand on s'éloigne de ce point de richesse maximum.

Les couches s'amincissent d'abord quand on se rapproche de la bordure granitique du bassin; d'autre part leur puissance varie beaucoup quand on suit le gisement en direction. C'est ainsi que la couche No. 1 qui a 18 m. à St-François, n'a plus que 2 à 3 m. dans le quartier de Blanzly, est inexploitable au Magny et redevient exploitable à Montmaillot. La couche No. 2, la plus régulière de la formation, a une puissance de 10 à 15 m. dans la région de Montceau; son épaisseur diminue de part et d'autre pour tomber à 2 m. aux Crépins, et à 6 m. au sud-ouest de Magny. La couche No. 3 n'est connue que dans la région de Montceau avec une puissance maximum de 10 m. Enfin, la couche No. 4 qui a 20 m. à Saint-François, diminue d'épaisseur de part et d'autre de ce point et se réduit à 6 mètres au sud-ouest du Magny.

La teneur en matières volatiles du charbon est également très variable.

Dans la région de Blanzly-Montceau la teneur est de 33 à 45%; elle diminue rapidement et tombe à 12-14% quand on se dirige vers le sud-ouest du district du Magny.

Les terrains situés au toit et au mur du faisceau central de Montceau sont moins riches en charbon et moins bien connus. Le terrain houiller existe au toit du faisceau central avec une épaisseur de 600 m. environ. On y connaît, à Montceau, dans une zone de 200 m. au toit de la couche No. 1, quatre couches représentant de 4 à 15 m. de charbon.

Les terrains au mur de la couche No. 4 été explorés sur une épaisseur voisine de 500 m. sans que l'on ait atteint la base de la formation. Dans une zone de 200 m. au-dessous de la couche No. 4, on a reconnu 3 à 5 couches irrégulières représentant de 6 à 10 mètres de charbon.

Région de Montchanin et de Longpendu. Il existe à Montchanin et à Longpendu un gisement très tourmenté qui paraît appartenir au prolongement du faisceau central de Montceau et qui donne du charbon à longue flamme.

À Montchanin, dans la région de Quétel, on connaît un amas lenticulaire atteignant aux affleurements 50 m. à 60 m. d'épaisseur, et qui s'étrangle aussi bien en profondeur qu'en direction. On retrouve sur son alignement d'autres amas moins épais, mais très irréguliers et plissés qui en constituent le prolongement vers le sud-ouest. À 100 m. au mur de l'amas Quétel, il existe une couche mince.

À Longpendu, le faisceau est représenté par 7 couches plissées, réparties dans 300 m. environ de terrains et donnant 10 à 20 m. de charbon. Les couches s'amincissent et leurs intervalles augmentent quand on se rapproche de la bordure gratinique du bassin; elles s'épaississent et leurs intervalles diminuent, de manière à ne plus constituer qu'un seul gîte divisé en plusieurs banes, quand on se rapproche du permien contre lequel les couches viennent buter.

Région de Saint-Bérain. À l'extrémité Nord-est du bassin, dans la région de St. Bérain, on connaît dans une épaisseur totale de terrains de 300 m. à 400 m. neuf couches donnant 10 à 12 m. de charbon à 33-45% de matières volatiles. Ces couches sont minces, peu régulières et appartiennent au stéphanien supérieur.

Région de Perreey. Le terrain houiller de Montceau se prolonge au sud-ouest dans la région de Perreey-les-Forges, sous le recouvrement de terrains secondaires et tertiaires. À Perreey, on connaît au toit du gisement, dans une épaisseur de terrains de 70 m. quatre couches minces de charbon flambant et impur donnant environ 4 m. de charbon; on trouve au-dessous dans une épaisseur de terrains de 60 m. quatre couches minces et barrées de charbon maigre qui paraissent appartenir à l'horizon de la couche No. 1 de Montceau. Enfin, à une distance de 100 à 120 m. au mur, on a, dans une épaisseur, de terrains de 30 m. à 70 m., une formation charbonneuse assez irrégulière qui paraît correspondre à la couche No. 2 de Montceau, et qui donne 8 à 10 m. de charbon maigre.

GRUPE DU CREUSOT

Sur la bordure nord-ouest du bassin permien on ne trouve que de petits gisements de terrain houiller d'importance secondaire qui forment une traînée discontinue du Creusot à Grandchamp. Tous ces gisements appartiennent au stéphanien supérieur. Celui du Creusot est le seul qui présente un intérêt industriel.

A St-Eugène, la formation houillère épaisse de 80 m. contient une couche de 2m, 50. A Pully, on n'a trouvé que des veinules insignifiantes. A Grandchamp, le terrain houiller épais de 400 m. contient quelques couches plissées, à peine exploitables.

Le gisement du Creusot occupe un golfe dans les terrains anciens. Il comprend une couche puissante et irrégulière, plissée, dont l'épaisseur extrêmement variable peut atteindre 30 m. Il existe, en outre, quelques lambeaux de charbon au mur de la Grande couche. Le terrain houiller est formé, au mur du gisement, de grès grossiers et de conglomérats; au toit, de schistes stériles. Le charbon du Creusot a une teneur en matières volatiles de 12 à 26%.

GISEMENTS PERMIENS

Le permien est représenté par son étage inférieur l'autunien, et par son étage moyen, le saxonien.

Dans le bassin principal de Blanzy le Creusot l'autunien ne forme que des flots peu étendus au milieu du recouvrement de saxonien. On n'y connaît que des filets de houille inexploitables, et au sondage de Charmoy son épaisseur paraît être de 1.000 m. Le saxonien paraît avoir aussi une épaisseur d'environ 1.000 m.; on y connaît à Percey deux couches de charbon impur et très flambant donnant environ 4 m. de charbon.

BERT

L'autunien de Bert contient quelques couches de houille qui sont exploitées. On trouve à la base une formation stérile de 800 m. à 1.000 m. d'épaisseur puis un horizon schisteux de 300 m. à 400 m. contenant trois couches de houille qui donnent une épaisseur totale de charbon de 4 à 5 mètres. Le gisement de Bert fournit du charbon flambant assez impur. Les couches plongent au nord avec une pente d'environ 15°. Le gisement est peu étendu; il est limité au sud par les affleurements, à l'est par l'amincissement des couches, à l'ouest par un accident, et il vient buter au nord le saxonien qui repose sur l'autunien en stratification discordante.

BASSINS DE FORGES ET DE LA CHAPELLE-SOUS-DUN

Les deux petits bassins de Forges et de La Chapelle-sous-Dun sont au sud-est de celui de Blanzy. Celui de *Forges* est constitué par une lambeau de stéphanien supérieur pincé dans un pli du massif granitique du Charollais qui est parallèle à la bande de terrain houiller de Blanzy. Le lambeau de terrain houiller de Forges n'a que 300 m. à 400 m. de largeur mais il est connu sur 8 km. de longueur; il s'étrangle au sud-ouest et disparaît au nord-est sous le jurassien. Le terrain houiller du synclinal de Forges est fortement redressé. On y a reconnu 4 couches minces de charbon à 20% de matières volatiles ayant 0 m. 70 à 1m, 20 d'épaisseur et qui n'ont donné lieu qu'à des travaux peu importants.

Le bassin de *La Chapelle-sous-Dun* est au Sud de ceux de Blanzy et de Forges sur le versant nord-ouest du massif granitique de Beaujolais. Le terrain houiller appartient au stéphanien moyen il forme une demie cuvette elliptique, orientée nord-sud et tronquée vers le sud-ouest par un soulèvement de granite.

Le terrain houiller plonge vers le sud-ouest avec une inclinaison de 45°; il est partiellement recouvert par des terrains secondaires. On connaît à La Chapelle-sous-Dun 5 couches de houille, réparties dans 60 m. environ de terrain, et donnant de 7 m. à 9 m. de charbon à 35% de matières volatiles. La couche supérieure, épaisse de 4 m. produit du charbon de bonne qualité; les couches inférieures sont minces et donnent du charbon impur.

BASSIN D'AUTUN-ÉPINAC

Le bassin houiller et permien d'Autun est situé dans le Morvan au nord du Massif central. Il repose dans une cuvette de gneiss, de granite et de tufs orthophyriques. Le bassin, allongé de l'est à l'ouest, mesure environ 32 km. de longueur, une largeur maximum de 10 km. et une surface de 246 km². (Fig. 14 dans l'atlas).

Indépendamment des gisements de la formation permohouillère, on trouve à la partie supérieure de tufs orthophyriques, qui constituent la bordure nord-ouest du bassin, des petits dépôts de schistes contenant quelques couches minces et généralement inexploitable de charbon anthraciteux; ces dépôts sont désignés sous le nom de terrain à anthracite d'Esnot.

Le terrain houiller du bassin d'Autun appartient au stéphanien moyen et supérieur. On le divise en trois étages qui sont: l'étage inférieur d'Épinac, l'étage moyen stérile et l'étage supérieur du Molloy. Ces trois étages se sont déposés en stratification transgressive vers l'ouest, et le houiller est recouvert sur la plus grande partie du bassin par le permien. D'autre part, la formation permocarbonifère est souvent cachée par des dépôts plus récents, notamment par du trias à la bordure orientale du bassin.

L'étage houiller inférieur d'Épinac n'est connu que sur une étroite bande limitée à l'est du bassin dans la région d'Épinac. Cet étage est le seul qui paraisse contenir des gisements de houille importants. Il est formé de grès et de schistes et son épaisseur varie de 50 à 120 m. On y connaît une couche de houille puissante, qui se ramifie en 4 couches et dont l'épaisseur en charbon varie de 5 à 10 m. Elle n'est exploitable que dans une zone très restreinte, mesurant environ 2 km. du nord au sud et autant de l'est à l'ouest, limitée par les affleurements ou par des amincissements qui rendent les couches inexploitable. Les couches s'enfoncent vers l'ouest et sont exploitées jusqu'à une profondeur de 600 m. Elles donnent du charbon à 13-30% de matières volatiles dont la teneur diminue en profondeur.

L'étage houiller moyen, formé de grès et de poudingues stériles, n'est connu qu'à l'est du bassin; aux environs d'Épinac, sa puissance est de 1.000 à 1.200 m.

L'étage houiller supérieur du Molloy est formé de grès avec un peu de schistes et quelques couches minces de houille généralement inexploitable, cet étage dont l'épaisseur est de 100 à 150 m. forme une ceinture presque continue autour du permien; il repose à l'est sur l'étage houiller moyen, à l'ouest sur les terrains anciens. On a reconnu dans l'étage du Molloy, au nord-est du bassin à Dinay, à Sully, au Molloy, 2 ou 3 couches minces et irrégulières de houille à 40-50% de matières volatiles; on y a trouvé aussi quelques couches minces et inexploitable dans la bande sud de Pauvray à Autun.

Le permien du bassin d'Autun est divisé en deux étages: à la base, l'étage

des schistes bitumineux, puissant de 1.100 m. à 1.300 m.; au sommet, les grès rouges épais de 150 à 200 m. L'étage inférieur contient plusieurs horizons de schistes bitumineux; on y connaît aussi une couche de houille de moins de 1 m. généralement inexploitable, et qui donne du charbon impur à 30-40% de matières volatiles; on y connaît enfin une couche de "boghead" de 0 m. 25 d'épaisseur qui a été suivie sur une longueur de 7 km. aux environs de Millery.

En résumé, la seule région contenant des couches de houille exploitables se trouve à l'extrémité orientale du bassin et son étendue est très limitée. Il est possible que d'autres régions exploitables et relativement importantes existent ailleurs, mais on ne les connaît pas.

Il existe à *Aubigny-la-Ronce* une autre cuvette houillère séparée de celle d'Autun par un seuil de terrains anciens, et située à 4 km. à l'est des affleurements d'Épinac; deux petits pointements de stéphanien supérieur y apparaissent au milieu du trias. On ne connaît guère à Aubigny qu'une seule couche exploitable de 0 m. 50 à 2 m., d'ailleurs irrégulière et qui donne du charbon $\frac{1}{2}$ gras. Les limites de ce bassin sont mal connues mais il ne semble pas qu'elles s'étendent bien loin.

BASSIN DE SINCEY

Le bassin de Sincey est situé au nord du massif du Morvan. Il consiste en une bande longue et mince de stéphanien pinée dans un pli aigu des gneiss et qui s'étend en ligne droite sur plus de 25 km. de longueur au sud de Semur et d'Avallon. La largeur de la bande houillère ne dépasse pas quelques centaines de mètres. Le terrain houiller forme un synclinal dont les assises fortement redressées sont souvent érasées et brouillées. Les couches de houille se présentent sous forme de lentilles irrégulières et peu importantes donnant du charbon anthraciteux friable et impur.

BASSIN DE DECIZE

Le bassin houiller et permien de Decize, situé à l'ouest du Morvan, émerge au milieu de dépôts appartenant au trias et au lias, dont il est généralement séparé à l'est et à l'ouest par des failles d'affaissement. Le système permocarbonifère s'enfonce au nord sous le trias; vers le sud il s'enfonce également sous le trias qui disparaît lui-même sous le tertiaire de la vallée de la Loire (Fig. 15 dans l'atlas).

Le terrain houiller, qui appartient au stéphanien supérieur, n'affleure qu'au centre du bassin, dans la région de la Machine où il est exploité. Il est recouvert au nord et au sud par le permien, et repose sur des terrains anciens qui ont été trouvés par le puits des Lacets à 500 m. de profondeur. L'affleurement du houiller mesure environ 6 km. de l'est à l'ouest et 3 km. du nord au sud, mais les limites du bassin sont inconnues.

On connaît à la Machine 9 couches de houille dont 4 sont régulières et 5 ne sont exploitables qu'en certains points. Ces couches, dont la puissance varie de 1 m. à 3 m. représentent une épaisseur totale de charbon d'environ 13 m., et sont réparties dans 300 à 400 m. de terrains. La couche supérieure serait permienne, les autres appartiennent au stéphanien; la transition du houiller au permien est d'ailleurs insensible.

D'une manière générale, les couches plongent au sud, mais elles sont très contournées et sont dérangées par de nombreux accidents. Elles donnent du charbon à 30% de matières volatiles.

BASSINS DE COMMENTRY, DOYET ET DENEUILLE

Les trois bassins voisins de Commentry, Doyet et Deneuille sont au nord du Massif central. Le terrain houiller, qui appartient au stéphanien supérieur, repose sur un substratum de granite, de gneiss et de micaschistes; il est partiellement recouvert par des dépôts permien qui se rattachent au bassin de Bourbon l'Arehambault, et il est traversé par des éruptions de porphyrite. (Fig. 16 dans l'atlas.)

COMMENTRY

La bassin de Commentry forme une cuvette de 9 km. de longueur, de 3 km. de largeur moyenne et de 700 m. de profondeur. Ce bassin, qui a été rempli par des cours d'eau torrentiels, présente à ses deux extrémités et au centre, des zones stériles de roches à gros éléments; de part et d'autre de la zone centrale stérile, on trouve deux zones de roches à éléments fins avec des couches de houille qui constituent les gisements de Commentry et de Ferrières.

Le gisement de Commentry, situé à l'est du bassin, est maintenant presque complètement épuisé, mais il a présenté une certaine importance à cause de sa Grande couche. La Grande couche de Commentry, dont la puissance varie de 0 à 20 m. apparaît au sud-est avec une épaisseur de quelques centimètres; elle se renfle peu à peu, atteint une puissance moyenne de 10 à 12 m. qu'elle conserve pendant 2.500 m. puis s'amincit et se ramifie en sept couches distinctes de 0m, 30 à 2 m. qui disparaissent à l'ouest. Elle plonge vers le sud avec une inclinaison variable et disparaît en s'amincissant vers 350 m. de profondeur.

Au toit de la Grande couche on connaît 3 couches dont l'épaisseur varie de 0m, 50 à 3 m. et qui se réunissent à elle dans le région du sud-est où elle prend naissance. L'une de ces couches du toit, celle des grès noirs, est formée par une série gréseuse renfermant une multitude de lentilles irrégulières de charbon de toutes dimensions. La teneur en matières volatiles du charbon de la Grande couche et de ses satellites varie de 35 à 40%.

A 130 m. environ au toit de la Grande couche il existe une couche de 1 m. à 5 m. d'épaisseur en charbon à 30-35% de matières volatiles. Au mur de la Grande couche on trouve dans une épaisseur de terrain d'environ 320 m. une couche de 0m, 70 en charbon à 30-35% de matières volatiles puis une couche de 0m, 30 à en charbon à 25% de matières volatiles et enfin une couche lenticulaire de 0 à 7 m. en charbon à 10% de matières volatiles.

Le gisement de Ferrières situé à l'ouest du bassin, et dont l'épuisement est moins avancé que celui de Commentry, comprend essentiellement une couche de charbon à 30-35% de matières volatiles très irrégulière et dont la puissance varie de 0 à 25 m.

DOYET

Le petit bassin de Doyet, Montvieu et Bézenet, de 4 km. de diamètre, est presque complètement épuisé; il donne de la houille à 28-40% de matières

volatiles. Le gisement comprend principalement une grande couche formée de deux banes séparées par un intervalle de 0 à 100 m. et dont la puissance de chacun d'eux varie de 0 à 15 m. Il existe au mur une couche de 2 m. et au toit deux couches de 0,50 à 2 m. d'épaisseur. L'ensemble de la formation est comprise dans 200 à 300 m. de terrains.

DENUILLE

Le bassin de Deneuille est situé au nord de celui de Doyet, à la bordure méridionale du bassin permien de Bourbon l'Archambault sous lequel il s'enfonce. Ce bassin qui fournit de la houille maigre, n'est pas exploité; il est peu connu et ne paraît pas contenir des réserves importantes.

BASSIN DE L'AUMANCE

On connaît au sud-est du bassin permien de Bourbon l'Archambault une couche de houille permienne, intercalée dans les assises autuniennes, et qui constitue le bassin de l'Aumance. (Fig. 16 dans l'atlas.)

L'horizon des schistes bitumineux de Buxière repose sur le granite et sur les gneiss de la bordure septentrionale du Massif Central, et affleure à la limite du bassin permien sur une longueur de 13 km. Cet horizon renferme une couche de houille dont la puissance atteint 2 à 3 m. au centre du gisement mais qui disparaît en s'amincissant dans toutes les directions. Elle fournit du charbon impur à 28-30% de matières volatiles; elle plonge vers le nord-ouest et elle est découpée par de nombreuses failles.

On exploite en même temps que la couche de houille une couche de schistes bitumineux de 2 m. située à une distance au toit de 5 m. à 8 m.

BASSINS DE NOYANT, SAINT-ÉLOY ET CHAMPAGNAE

Les dépôts de terrain houiller du Massif Central présentent parfois des alignements remarquables en relation avec les plissements des couches cristallines. Ils sont alors réduits à des sortes de chenaux houillers qui ont été moreelés en plusieurs tronçons par des refoulements locaux.

Le plus important de ces chenaux est celui qui s'étend de Moulins à Champagnae sur 160 km. de longueur et qui est représenté par les bassins de Noyant, Éloy et de Champagnae. Le chenal de Moulins-Champagnae disparaît au Nord près de Moulins sous les terrains tertiaires de la vallée de l'Allier et de la Loire, mais il est possible que le bassin houiller de Decize constitue son prolongement au-delà de la plaine tertiaire. Au sud de Champagnae, on perd sa trace, mais on trouve dans son prolongement les bassins houillers d'Aubin et de Carmaux.

Le terrain houiller des bassins de Noyant, Saint-Éloy et Champagnae appartient au stéphanien. Il affleure presque partout et forme des dépôts étroits, allongés du nord au sud encaissés dans du granite, dans des gneiss ou des micaschistes.

NOYANT

(Fig. 16)

Le bassin de Noyant s'étend sur 21 km. de longueur. Il finit en pointe vers le sud au milieu de granite et s'élargit au nord où il disparaît sous le permien de Bourbon-l'Arehambault et sous le tertiaire de la vallée de l'Allier. Sa largeur ne dépasse pas 4 km. On y exploite à une profondeur de 250 m. au plus des couches de charbon à 28-35% de matières volatiles.

Les couches du bassin de Noyant forment un synclinal qui s'enfonce vers le nord. On connaît à la base de la formation une grande couche en deux branches séparées par un intervalle de 0 à 20 m., et qui ont chacune 0 à 7 m. de puissance. Au-dessus et dans une épaisseur de terrains de 400 à 900 m., on trouve 3 couches avec 3 à 4m, 50 de charbon au total. Les travaux portent surtout sur les branches est du synclinal.

SAINT ÉLOY

La traînée houillère de St. Éloy qui commence à 29 km. au Sud de celle de Noyant, mesure environ 33 km. de longueur. On n'y connaît de gisements exploitables qu'aux mines de Saint-Éloy et de la Bouble situées à son extrémité nord, et qui occupent une longueur d'environ 4 km. là où la traînée houillère atteint sa largeur maximum, réduite, d'ailleurs, à 1.200 m.

Le terrain houiller est encaissé dans un chenal très étroit dont les parois sont à peu près verticales. On y exploite des couches puissantes, extrêmement irrégulières et fortement plissées qui donnent du charbon à 35-40% de matières volatiles. (Fig. 17 dans l'atlas).

A la mine de Saint-Éloy, on distingue 3 couches, celles du toit et du centre dont l'épaisseur peut atteindre pour chacune d'elles 15 à 25 m., et entre lesquelles passent quelquefois des lambeaux de charbon, puis la couche du mur qui est beaucoup moins épaisse. A la mine de la Bouble, située au sud de Saint-Éloy, les couches du toit et du centre sont souvent réunies en une couche unique dont l'épaisseur moyenne est de 25 à 30 m., tandis que la couche du mur a seulement 3 ou 4 m. de puissance. La profondeur des travaux ne dépasse pas 500 m.

Les plissements des couches sont orientés vers le nord-est et font un angle d'environ 20° avec l'axe du bassin orienté nord-nord-est. Les compressions latérales qui ont déterminé ces plissements ont produit en outre des failles de décrochement orientées nord-sud.

CHAMPAGNAC

Après une interruption de 33 km. où la traînée houillère n'est marquée que par des petits lambeaux insignifiants on trouve au sud le bassin de Champagnac qui s'étend sur une longueur de 44 km. Ce bassin qui est très étroit, présente vers le sud, aux mines de Champagnac, un élargissement de 3 km.; vers le nord aux mines de Messeix sa largeur atteint 1 km.

La mine de Messeix exploite 4 couches de charbon maigre à 10% de matières volatiles dont 3 qui ont une ouverture de 1 m. à 2m, 50 et une couche

puissante mais irrégulière ayant une épaisseur moyenne de 10 m. Les travaux sont à 170 m. de profondeur.

La mine de Singles, immédiatement au sud de celle de Messeix, a effectué des recherches à 700 m. de profondeur; elle a trouvé quelques petites couches de charbon maigre et de charbon gras.

Au sud du bassin, la mine de Champagnac exploite jusqu'à 300 m. deux couches de charbon à 22-32% de matières volatiles ayant chacune 4 m. à 6 m. de puissance.

BASSINS DE BRASSAC ET DE LANGEAC

Les bassins de Brassac et de Langeac sont des cuvettes isolées de stéphanien inférieur, situées au milieu du Massif Central, à l'est de la grande traînée de Moulins-Champagnac.

BRASSAC

Le bassin de Brassac repose sur des gneiss et des micaschistes; sa longueur du nord au sud est de 9 km. environ et sa largeur de 5 km. Le terrain houiller affleure dans la plus grande partie du bassin, mais il est recouvert en certains points par les dépôts récents de la grande dépression de terrains tertiaires de la Limagne.

On distingue dans le terrain houiller trois horizons qui se sont déposés en stratification transgressive vers le sud-est, et dont l'épaisseur totale paraît être d'environ 2.400 m. L'horizon inférieur renferme des couches qui sont exploitées au nord est à l'ouest du bassin aux mines de la Combelle et du Charbonnier. On y connaît deux couches situées à faible distance du fond du bassin. A la mine du Charbonnier, à l'ouest du bassin, les deux couches, distantes de 30 m. à 80 m. formées de plusieurs banes de puissance variable, représentent une épaisseur totale de charbon de 8 à 14 m.; elles plongent rapidement vers l'est. Au nord du bassin, à la Combelle, les couches présentent d'abord des ondulations décapées par des failles puis une plongée rapide au sud.

L'étage moyen est exploité au sud du bassin par la mine de Grosménil. Il comprend 3 couches réparties dans 40 à 70 m. de terrains. La couche inférieure a une puissance de 12 à 15 m.; les deux couches supérieures donnent 5 à 6 m. de charbon. Les couches sont très dérangées par des plissements et des failles; elles s'amincissent et se schistifient vers le nord, et sont arrêtées vers le sud par une faille au-delà de laquelle on trouve du terrain houiller stérile.

L'étage supérieur est connu au sud-est du bassin. On lui rattache d'abord le faisceau de Mégeoste comprenant une quinzaine de couches rapprochées de 0m, 50 à 3 m., qui forme un synclinal dont la ligne d'ennoyage plonge au sud. On lui rapporte en outre le gisement de la Taupe, situé à l'est du précédent, qui contient quelques couches très irrégulières, extrêmement plissées, et donnant une succession d'amas lenticulaires dont l'épaisseur peut atteindre 40 m.

La teneur en matières volatiles du charbon est comprise entre 7 et 15% pour le système inférieur, entre 16 et 18% pour le système moyen, et entre 24 et 30% pour le système supérieur. La plus grande profondeur des exploitations est de 500 m.

LANGFAC

L'îlot de terrain houiller de Langeac, situé au sud du bassin de Brassac, est enclavé dans les gneiss qui, en certains points, recouvrent le houiller. Sa longueur est de 8 km, 5 et sa largeur moyenne de 1.500 m. Des alluvions, des basaltes et des conglomérats basaltiques recouvrent par endroits le terrain houiller.

L'épaisseur de la formation houillère varie de 400 à 800 m.; on trouve à la base une brèche supportant des schistes noirs avec une couche de houille très irrégulières, atteignant 4 à 5 m. d'épaisseur qui a été exploitée autrefois au nord et au centre du bassin et qui donnait du charbon impur.

Au-dessus de cet horizon, on trouve un poudingue, puis des grès contenant dans une étendue très limitée trois couches de houille qui représentent une épaisseur de charbon de 3 m. à 8 m. à 28% de matières volatiles, et qui alimentent les exploitations du sud du bassin.

BASSINS D'AHUN ET DE BOURGANEUF

Les deux bassins d'Ahun et de Bourgneuf sont au nord-ouest du Massif Central, à l'ouest de la grande traînée de Moulins-Champagnac. Ils reposent l'un et l'autre dans une cuvette granitique, et le terrain houiller, qui affleure partout, appartient au stéphanien supérieur. Le bassin de Bourgneuf est à 25 km. à l'ouest de celui d'Ahun.

AHUN

Le bassin d'Ahun est allongé du nord-ouest au sud-est. Sa longueur est de 14 km., sa largeur atteint 2.500 m. et sa profondeur ne dépasse 500 m. Dans la partie centrale du bassin, on trouve à la base du terrain houiller un poudingue stérile d'une certaine de mètres d'épaisseur, et au-dessus des grès, des schistes et des poudingues épais de 400 à 450 m. contenant 14 couches qui représentent environ 17 m. de charbon. L'une des couches, située à la partie supérieure du faisceau, a une puissance de 2 à 5 m. de charbon; les autres couches sont minces. Les couches s'appuient sur le flanc ouest du bassin; elles sont interrompues vers l'est par une faille qui les fait buter contre du terrain houiller stérile ou contre la bordure granitique. Vers le sud les couches inférieures disparaissent et il n'existe plus que les 6 couches supérieures représentant 8 à 10 m. de charbon, qui reposent sur le poudingue de base.

Les couches inférieures donnent du charbon maigre. Les couches supérieures donnent du charbon gras aux extrémités nord et sud du bassin, et du charbon maigre dans la partie centrale. La teneur en matières volatiles varie ainsi de 7 à 25%. La teneur en cendres est élevée.

BOURGANEUF

La cuvette houillère de Bourgneuf mesure 3 km. de longueur du nord au sud; sa largeur est de 1.700 m. environ, et sa profondeur ne dépasse pas 300 m. On trouve à la partie supérieure des grès stériles qui occupent le centre du bassin, et à la partie inférieure un étage productif d'environ 200 m. d'épaisseur qui affleure sur la bordure du bassin. La cuvette est disloquée par quelques failles.

On connaît à l'ouest 8 couches minces dont l'épaisseur est généralement comprise entre 0m, 30 et 1 m. Ce faisceau paraît représenté à l'est par une couche puissante d'une dizaine de mètres d'épaisseur. La teneur en matières volatiles est comprise entre 8 et 10%; la teneur en cendres est élevée.

BASSINS DE LA CORRÈZE

Les bassins de Meymac, d'Argentat et de Brive, ne renferment, semble-t-il, que des réserves négligeables.

Les bassins de *Meymac* et d'*Argentat* sont des petites cuvettes isolées dans le massif central où le stéphanien forme des dépôts très peu importants contenant quelques couches minces de houille de mauvaise qualité.

Il existe des lambeaux de stéphanien supérieur autour du vaste bassin permien de *Brive* qui est situé à la bordure sud-ouest du Massif central. En général le stéphanien de Brive ne contient aucun gisement exploitable; cependant le lambeau de terrain houiller le plus étendu, celui de *Terrasson*, qui est au sud du bassin, contient dans une épaisseur de terrains de 200 m. une couche impure de charbon flambant de 0m, 40 à 0m, 50 qui est parfois exploitable.

BASSINS D'AUBIN-DECAZEVILLE

Le bassin houiller d'Aubin-Decazeville situé au sud-ouest du massif central, présente une forme triangulaire avec pointe au nord. Sa longueur du nord au sud est de 19 km. et sa largeur ne dépasse 9 km. (Fig. 18-19 dans l'atlas.)

Le terrain houiller appartient au stéphanien moyen et supérieur. Il repose sur un substratum de schistes à séricite avec intrusions de granite et de serpentine. Le terrain houiller est associé à des porphyrites et à des orthophyres. Le houiller affleure sur 70 km. carrés environ et n'est recouvert par des terrains plus récents qu'aux extrémités du bassin. Il est recouvert par du tertiaire à la pointe nord, et par un lambeau de Lias à son extrémité sud-ouest; vers le sud-est il est recouvert en concordance par le permien du bassin de Rodez.

On distingue 3 horizons dans le terrain houiller de Decazeville; le système inférieur ou d'Auzits, le système moyen ou de Campagnac et le système supérieur ou de Bourran. Le bassin qui a été rempli par plusieurs deltas torrentiels, renferme principalement des conglomérats, des poudingues et des grès.

L'horizon d'Auzits existe au sud-est du bassin. Il ne comprend guère que deux couches d'importance secondaire.

Le faisceau de Campagnac constitue, par son importance et la qualité de son charbon, la principale richesse du bassin. Cette formation est très irrégulière; les couches se ramifient, leur puissance varie beaucoup; elles sont enfin dérangées par des failles et de nombreux plissements. Au sud-est du bassin on trouve la grande couche de Campagnac avec quelques couches secondaires au toit et au mur. Dans sa plus belle partie, la Grande Couche est formée par une série d'amas lenticulaires atteignant 25 à 30 m. de puissance. Elle se ramifie en donnant plusieurs couches de 2 à 6 m.

L'horizon de Campagnac se prolonge vers le nord-est du bassin par la couche de Bouquiès, dont la puissance très variable passe d'une trainée carbonneuse à une couche de 10 m. Cet horizon est représenté au sud-ouest du bassin par les couches de Valzergues.

L'horizon supérieur renferme des couches qui ont une allure analogue à celle des couches de l'horizon de Campagnac. Sa principale richesse est constituée par la grande couche de Bourran qui atteint jusqu'à 50 m. d'épaisseur. La couche de Bourran présente cette particularité que des lits de carbonate de fer sont intercalés dans la masse de charbon et prennent parfois une importance telle que la couche de houille se transforme complètement en un gisement de minerais de fer exploitable.

Les terrains qui séparent les différentes couches du bassin ont des épaisseurs très variables. En certains points, le système moyen touche le système supérieur; en d'autres points il en est distant de 300 m.

L'épaisseur moyenne en charbon des différents faisceaux de couches peut être évaluée à 4 m. pour celui d'Auzits, à 20 m. pour celui de Campagnac, et à 30 m. pour celui de Bourran. D'une manière générale le charbon tient 35 à 37% de matières volatiles. La teneur en cendres du charbon tout venant est assez forte; 30% pour les couches d'Auzits, 10 à 16% pour celles de Campagnac et 20 à 24% pour celles de Bourran. La profondeur des exploitations ne dépasse pas 300 m.

BASSINS DE ST.-PERDOUX ET DE RODEZ.

Les gisements de St. Perdox et de Rodez rattachés au stéphanien supérieur, sont situés à proximité et de part et d'autre du bassin de Decazeville. Leur importance industrielle paraît être négligeable.

ST.-PERDOUX

Le bassin de St.-Perdox est au nord-ouest de celui de Decazeville à la bordure du Massif Central. Le terrain houiller repose sur les micaschistes; il s'étend sur une longueur de 10 km. et une largeur de 3 km. On y connaît une couche de houille de 1m, 50 environ à 33% de matières volatiles.

RODEZ

Le Massif Central est traversé au nord de Rodez par une grande dépression orientée est-ouest, jalonnée par des failles d'affaissement, où l'on trouve des dépôts permien et les assises jurassiques des causses de Rodez et de Sévérac. Le permien repose à son extrémité occidentale sur le terrain houiller de Decazeville.

A l'est de Rodez, on trouve sur les deux bords de la dépression des dépôts discontinus de stéphanien, qui constituent le bassin houiller de Rodez, et que l'on peut suivre sur une trentaine de kilomètres de longueur jusqu'à Sévérac-le-Château. On ne connaît dans les affleurements du terrain houiller de Rodez que des gisements pauvres et irréguliers donnant du charbon impur à 35% de matières volatiles. Le développement de ce gisement est inconnu, et il n'est pas impossible qu'il ait une certaine importance.

BASSIN DE CARMAUX-ALBI

Le bassin de Carmaux-Albi situé à quelques kilomètres au nord d'Albi, est sur la bordure sud-ouest du Massif Central. Le terrain houiller appartient

à la base du stéphanien. Il repose dans une cuvette de schistes métamorphisés, dénommés terrain vert, dont la profondeur ne dépasse guère 600 m. Au nord et à l'est des failles ont produit un soulèvement du substratum de gneiss et de micaschistes qui interrompent le bassin dans ces deux directions. (Fig. 20 et 21 dans l'atlas.)

La cuvette houillère est allongée du nord au sud. Sa longueur est de 10 km. et sa largeur ne dépasse guère 3 km. Elle est divisée en deux parties par un seuil transversal de terrain vert qui sépare la petite cuvette d'Albi, située au sud, de la cuvette de Carmaux, plus importante, située au nord.

Le terrain houiller est presque partout recouvert par des dépôts tertiaires dont l'épaisseur, généralement comprise entre 100 et 200 m., augmente du nord au sud. Vers l'ouest, des dépôts permien viennent s'intercaler entre le tertiaire et le houiller.

Les couches de houille sont peu inclinées, régulières mais morcelées par un grand nombre de failles.

Dans la cuvette de Carmaux, on connaît une dizaine de couches exploitables contenues dans une épaisseur de terrain houiller d'environ 400 m.; les 3 couches inférieures ne sont, d'ailleurs, connues qu'au sud. Ces couches représentent une puissance totale en charbon d'environ 30 m.; elles ont pour la plupart une épaisseur de 2 à 3 m., mais l'une d'elles atteint 8 à 10 m. Le charbon de Carmaux tient 22 à 25% de m.v.

Dans la cuvette d'Albi, on connaît 4 couches exploitables contenues dans une épaisseur de terrain houiller d'environ 100 m. La grande couche, qui est à la base, a une épaisseur de 4 à 16 m.; elle est surmontée par la couche Marmottan de 5 m. 50 au toit de laquelle existent 2 couches donnant 3 m. de charbon. La grande couche et la couche Marmottan, séparées au sud du bassin par 55 m. de terrain, se rapprochent vers le nord-ouest et finissent par se réunir. Le charbon d'Albi tient 29 à 31% de matières volatiles.

BASSIN DE GRAISSESSAC

Le bassin de Graissessac est situé au sud du Massif Central. Le terrain houiller appartient à la base du stéphanien. Il repose dans une cuvette de cambrien allongée de l'ouest à l'est, qui se ferme vers l'ouest et s'ouvre vers l'est. Le terrain houiller affleure dans toute l'étendue du bassin sauf à l'est où il disparaît sous le permien du bassin de Lodève. La longueur du bassin est de 20 km. sa largeur est variable et atteint 4 km. à l'est. (Fig. 22 dans l'atlas.)

À l'est du bassin, les grès rouges du permien paraissent reposer en stratification concordante sur le terrain houiller. Ce dernier plonge assez rapidement sous le permien de sorte que la partie exploitable du bassin située sous le permien est considérée comme très peu importante.

Le terrain houiller débute par un poudingue stérile qui supporte les assises contenant les couches de houille. Ce poudingue est très développé à l'ouest du bassin où le terrain productif ne forme que des îlots peu étendus entourés de poudingues. Le plus important de ces îlots de l'ouest contient des couches de houille exploitables et constitue le bassin ouest de Graissessac; il est séparé par le Massif de poudingue du Bouyso de la partie orientale du bassin, beaucoup plus importante qui constitue le bassin de Graissessac proprement dit.

Dans le petit bassin de l'ouest, les couches forment une cuvette de 2 km. de longueur. On y connaît 4 couches irrégulières. L'une d'elles présente des renflements importants et se subdivise parfois en trois couches distinctes. Le bassin ouest donne du charbon de 11% de matières volatiles.

Dans le bassin de Graissessac proprement dit les couches forment dans l'ensemble une cuvette allongée de l'ouest à l'est, de 9 km. environ de longueur, s'enfonçant légèrement vers l'est, et dont la profondeur ne paraît pas dépasser 800 m. Les couches sont nombreuses mais peu régulières. Elles sont souvent formées de plusieurs banes avec intercalations schisteuses, et leur puissance en charbon est habituellement comprise entre 1 m. et 4 m. Les couches sont affectées par quelques plissements, par des failles, par de nombreuses étreintes, et leurs intervalles sont variables.

Les exploitations échelonnées de l'ouest à l'est, ont reconnu plusieurs faisceaux de couches, qui sont:

1°—Le faisceau de Graissessac, exploité de part et d'autre du ruisseau du Clédou.

2°—Le faisceau de Cap Nègre, entre les ruisseaux d'Espaze et d'Alzou.

3°—Le faisceau du Bousquet, à l'est de l'Alzou.

Il semble que ces trois faisceaux appartiennent au même horizon, et soient placés simplement dans le prolongement les uns des autres, mais ils ne se ressemblent pas, et aucune assimilation n'a pu être faite.

Le faisceau de Graissessac comprend à l'ouest du Clédou 12 couches représentant environ 25 m. de charbon réparties dans 400 m. de terrains. À l'est du Clédou on compte 13 couches donnant 30 m. de charbon dans 300 m. de terrain. Dans la région de Cap Nègre, on ne connaît que 5 couches avec une dizaine de mètres de charbon dans 450 m. de terrains. Enfin le faisceau du Bousquet contient 7 couches rapprochées avec 13 m. de charbon, et il existe au mur un autre faisceau dit du Marronnier, qui est formé de 6 couches voisines donnant 7 m. de charbon.

La teneur en matières volatiles du charbon augmente de l'ouest à l'est. Le faisceau du Clédou donne du charbon $\frac{1}{2}$ gras à 13-19% de matières volatiles. Les faisceaux de l'est produisent du charbon gras de 19-25% de matières volatiles.

BASSINS DE ROUJAN ET DU VIGAN

Le petit gisement stéphanien de Roujan situé au sud-est du bassin de Graissessac au bord du massif dinantien de Cabrières, n'est plus exploité. Il renferme quelques couches analogues à celles de Graissessac, mais plus irrégulières et altérées par des coulées de basalte. Les réserves qu'il peut encore contenir sont négligeables. On connaît à l'extrémité sud du promontoire de micaschistes de Cévennes, au nord-est du bassin de Graissessac, deux lambeaux de terrain houiller situés près du *Vigan* et de *Sumène*. Ce dernier renferme des couches de houille exploitables.

Le terrain houiller de Sumène appartient au stéphanien moyen; il forme une lentille de 600 m. de longueur et de 150 m. d'épaisseur maximum, intercalée entre les terrains anciens et le lias, et qui s'enfonce vers le sud avec une inclinaison de 50° à 60°. On connaît à Sumène, deux couches exploitables représentant 3 m. à 6 m. de charbon impur à 18-22% de m.v.

BASSIN D'ALAIS

Le bassin houiller d'Alais, l'un des plus importants par sa production, probablement le plus important par ses réserves du Massif Central, est situé au sud-est de ce Massif où il borde en discordance les micaschistes des Cévennes (Fig. 23 et 24 dans l'Atlas). La limite du terrain houiller et des micaschistes, orientés du nord au sud dans la région de Bessèges se retourne vers le nord en contournant le promontoire cristallin de Rouvergue, et dessine un vaste golfe qui constitue le bassin de la Grand' Combe; elle continue ensuite vers le sud jusqu'aux environs d'Alais et tourne enfin brusquement vers l'ouest.

D'une manière générale, les couches du terrain houiller suivent la direction de la bordure des micaschistes. Elles s'enfoncent vers l'Est en disparaissant plus ou moins vite sous un manteau discordant de terrains secondaires.

Le terrain houiller appartient au stéphanien. Il n'affleure que sur une superficie totale d'environ 8.000 hectares. Les deux affleurements les plus importants sont de part et d'autre du promontoire du Rouvergue, dans les régions de Bessèges et de la Grand' Combe; ils sont réunis par un affleurement étroit qui contourne le Rouvergue. Au sud de l'affleurement de la Grand' Combe, quelques lambeaux de terrain houiller apparaissent entre le jurassique et les micaschistes et jalonnent jusqu'à Alais la bordure occidentale du bassin. Enfin le terrain houiller apparaît en plusieurs flots au milieu des terrains secondaires à Molières, à St. Jean de Valérisèle, au Mas Dieu et à Rochebelle. A l'est de ces flots, un plongement rapide avec des chutes brusques entraîne le jurassique et le houiller à une grande profondeur sous le bassin tertiaire d'Alais dont la limite est marquée par la faille des Cévennes.

La profondeur moyenne des exploitations est de 200 m.; la plus grande profondeur est de 830 m.

Le bassin d'Alais est très complexe. On y peut distinguer les 5 régions suivantes, présentant entre elles des relations mal connues qui ont donné lieu à de nombreuses hypothèses.

- 1°—Bessèges, Tréllys, Lalle, Gagnières et Pigère;
- 2°—Molières et St. Jean de Valérisèle;
- 3°—La Grand' Combe et Portes;
- 4°—Laval;
- 5°—Rochebelle.

1°—RÉGION DE BESSÈGES

La région de Bessèges est dérangée par des plissements et par plusieurs failles importantes dont la nature est mal connue, si bien que l'on n'est pas encore arrivé à relier d'une façon satisfaisante les différents faisceaux des couches. Ces accidents sont tantôt des affaissements, tantôt des charriages, résultant d'une poussée venue de l'est.

La région de Bessèges s'étend jusqu'à l'extrémité nord du bassin où elle est limitée par la faille de la Bannelle. Elle est recouverte au sud-est par l'horizon de Molières et de St-Jean de Valérisèle. On peut la limiter au sud à la faille de Ribots qui coupe transversalement le bassin. On distingue habituellement dans la région de Bessèges trois horizons qui sont du mur au toit ceux du Feljas, de Bessèges et de Gagnières.

Horizon de Feljas—L'horizon du Feljas est à la base du terrain houiller. Il est séparé des micaschistes par des poudingues légèrement aurifères dont l'épaisseur atteint une centaine de mètres au nord du bassin. Le faisceau du Feljas présente à Tréllys et à Bessèges, les compositions suivantes :

Désignation des Mines	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Tréllys.....	200 m.	5	4m, 30	15-20%
Bessèges.....	....	6	6, 40	15-17

Au nord de Bessèges, l'horizon du Feljas occupe, semble-t-il, une surface considérable, mais on n'y trouve que des gisements peu importants dans des cuvettes d'étendue très limitée, connues auprès de Sallefermouse et de Pigère. A Sallefermouse, les mines de Combelonguc et du Gros portent sur 3 couches représentant 3 m. de charbon; à Pigère on connaît les 5 couches de Garde Giral avec 6 m. charbon et les 4 couches des Pilhes avec 7 m. de charbon.

Horizon de Bessèges. Le faisceau de couches de cet horizon est particulièrement important à Bessèges. Les couches y sont plissées et forment trois branches principales; on trouve au mur deux couches formant un V couché et au-dessus la 3^e branche séparée des précédentes par un accident qui paraît résulter le même que le plissement des couches, de la poussée venue de l'est. Ce gisement est limité vers l'est par la faille de Robiac qui met le trias et le lias en face du terrain houiller.

A Lalle, au nord de Bessèges, on connaît le prolongement des couches supérieures du faisceau précédent, et en outre des couches plus élevées dans la série. Les couches de Lalle se schistifient vers le nord.

A Tréllys, au sud de Bessèges, les couches du Martinet correspondent sans doute à la base du faisceau de Bessèges; elles butent au sud à la faille de Ribots et à l'est à la faille de Robiac. D'autre part, on connaît à Tréllys, entre les couches du Martinet et du Feljas, un faisceau de couches fortement plissées, celles de l'Arbousset, dont le plongement vers le nord n'est pas connu; il n'est pas impossible que les couches de l'Arbousset soient représentées à Bessèges par celles de Créal qui sont très tourmentées, mais il est plus probable que celles-ci sont supérieures aux couches de l'Arbousset et appartiennent à la base du faisceau de Bessèges.

La composition de ces différents faisceaux est résumée dans le tableau suivant:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Lalle.....	450 m.	15	18m, 00	27-32%
Bessèges.....	300 m.	17	16 m. à 19 m.	25-30%
Créal.....	....	5	4m, 00	16-20
Le Martinet.....	50 m.	6	4m, 60	17-22%
L'Arbousset.....	80	4	5, 60	15-20

Au nord du bassin, on rattache à l'horizon de Bessèges les trois couches donnant 3m, 50 de charbon qui sont connues au Souterrain près de Sallefermouse et le faisceau maigre du nord de Gagnières. Ce dernier faisceau a été trouvé en profondeur à l'est de la faille de Robiac et au nord de celle de l'étage stérile qui relève les terrains au nord; le faisceau du nord de Gagnières, qui correspond à la partie supérieure de celui de Bessèges, comprend 10 veines donnant 6m, 80 de charbon à 12% de matières volatiles.

Horizon de Gagnières. Les horizons de Bessèges et de Gagnières sont séparés par un puissant étage stérile d'environ 500 m. d'épaisseur. A l'est de la faille de Robiac et au sud de la faille de l'étage stérile, c'est-à-dire dans la région sud-est de Gagnières, les terrains sont affaissés et l'on trouve le faisceau des couches de Gagnières formé de 14 couches minces représentant 8 m. de charbon à 20% de matières volatiles réparties dans 350 m. environ de terrain. Ces couches sont exploitées de part et d'autre de la faille du Moulinas.

On rattache à l'horizon de Gagnières les 5 couches de houille donnant 5 m. de charbon qui sont connues au nord du bassin dans les deux petites cuvettes du Mazel.

2°—RÉGION DE MOLIÈRES

La région de Molières et de St-Jean de Valériscle comprend un faisceau de couches minces plongeant d'une manière générale vers l'est. Elle est limitée au sud par les affaissements de la faille des Ribots et de la faille de la Nougarède, qui amènent les terrains secondaires en face du terrain houiller. Le faisceau de Molières et de St-Jean comprend 22 couches réparties dans 1.400 m. de terrains et donnant environ 16 m. de charbon à 16-24% de matières volatiles.

Les sondages de Montalet et de St. Brès, effectués au nord-est de Molières, ont trouvé sous les terrains secondaires le prolongement de cet horizon. Un résultat analogue a été obtenu à l'est de St-Jean par le sondage des Mages, situé entre les failles de la Nougarède et des Cévennes. Le terrain houiller a été atteint à 400 m. de profondeur à Montalet et à 470 m. aux Mages.

Une question controversée est celle des relations existant entre l'horizon de Molières, d'une part, et ceux de Bessèges et de Gagnières d'autre part. La paléontologie indique que les couches de Molières appartiennent au même niveau que celles de Bessèges et sont donc plus anciennes que celles de Gagnières. Il semble résulter au contraire des travaux souterrains et de la stratigraphie que l'horizon de Gagnières serait à la base de celui de Molières. En effet, un travers-bancs creusé de Bessèges à Molières a traversé au toit du faisceau de Bessèges l'étage stérile, puis un faisceau de 12 couches de charbon maigre avec 8 m. de charbon que l'on a considéré à tort ou à raison comme représentant l'horizon de Gagnières, et il est entré ensuite dans le faisceau de Molières. Toutes les assises traversées pendaient régulièrement vers l'est et aucune trace de faille n'a été relevée dans les travers-bancs.

Cette contradiction entre la paléontologie et la stratigraphie a été expliquée par Marcel Bertrand en admettant que le faisceau de Molières, contemporain de celui de Bessèges, a été charrié vers l'ouest sur des terrains plus récents, et que la faille de charriage n'a pas été vue dans le travers-bancs reliant Bessèges à Molières (Fig. 24 dans l'atlas.)

3°—RÉGION DE LA GRAND' COMBE

La région de la Grand' Combe et de Portes occupe le golfe situé à l'ouest du promontoire du Rouvergue. On peut la diviser en deux parties, celle de la Grand' Combe qui est comprise entre la faille du col de Malpertus et la faille de Champmarit, celle de Portes située au Nord de cette dernière faille. Je reviendrai, à propos de la région de Laval, sur la faille du col de Malpertus.

La Grand' Combe—La région de la Grand' Combe est la plus régulière du bassin d'Alais. Le terrain houiller, reposant sur les micaschistes, forme une cuvette accidentée au nord par quelques failles d'importance secondaire. On y exploite deux faisceaux de couches peu inclinées, à la base celui de Grand Beaume, au sommet, celui de Champelauson.

Le faisceau de Grand-Beaume que la paléontologie place au niveau des couches de Gagnières, est compris dans une cinquantaine de mètres de terrain houiller. Il est particulièrement riche auprès de la faille du col de Malpertus; au puits de la Forêt, il est formé de deux couches divisées en plusieurs banes qui donnent 14 m. de charbon. Les couches se schistifient assez rapidement vers le nord-ouest, et au puits de la Fontaine, on ne peut plus exploiter que la couche inférieure réduite à 3 m. Le faisceau de Champelauson, supprimé au sud de la dénudation, est compris dans 400 m. de terrain; il comprend une belle couche de 4 à 5 m. et quelques couches schisteuses donnant une épaisseur totale de charbon de 8 m. La teneur en matières volatiles des couches de la Grand' Combe varie de 8 à 25%.

Le sondage de Ricard, entrepris pour explorer le mur de Grand-Beaume, a traversé 730 m. de terrains stériles, puis a recoupé à environ 800 m. de profondeur, un groupe de 3 couches situées dans 58 m. de terrains et donnant 17 m. de charbon maigre anthraciteux. Les couches de Ricard sont considérées comme l'une des ressources d'avenir les plus importantes du bassin d'Alais.

Portes—La faille de Champmarit, dont la nature exacte est mal connue, sépare le faisceau maigre de Champelauson du faisceau $\frac{1}{2}$ gras de Portes qui d'après la paléontologie, seraient contemporains. Le faisceau de Portes est compris dans 350 m. de terrain et on y connaît 10 couches donnant 14 m. de charbon à 15-22% de matières volatiles. Des recherches en profondeur n'ont jamais été faites qui permettraient de dire si d'autres faisceaux, notamment ceux de Grand Beaume et de Ricard, existent au-dessous de celui de Portes.

4°—RÉGION DE LAVAL

Au sud-est de la faille du col de Malpertus, dans la montagne Sainte-Barbe, on connaît un faisceau de 13 couches situées dans une épaisseur de terrain houiller de 200 m. et donnant 17 m. de charbon à 14-20% de matières volatiles. La paléontologie place les couches de Sainte-Barbe au niveau de celles de Bessèges, c'est-à-dire à un niveau inférieur à celui de Grand Beaume qui se trouve de l'autre côté de la faille du col de Malpertus en face des couches de Sainte-Barbe.

On doit admettre, comme l'a montré Marcel Bertrand, que les couches de Sainte-Barbe appartiennent à une écaille charriée suivant la faille du col de Malpertus et dont il faut chercher la racine à l'est du Rouvergue. Le système de

Sainte-Barbe et celui de Molières appartiennent à la même lame de charriage, dont le transport de l'est vers l'ouest aurait été considérable. (Fig. 24.) On admet donc que la faille du col de Malpertus est voisine de l'horizontale et que le charriage a enlevé l'horizon de Grand-Beaume au sud-est de l'affleurement de la faille tout en respectant les couches de Ricard.

La couche Sans-Nom, qui est la base du faisceau de Sainte-Barbe, peut-être suivie tout autour de la pointe du Rouvergue. Elle se continue sans doute sous les terrains secondaires qui recouvrent le bassin houiller, au sud du Rouvergue mais sans atteindre le puits des Oules qui ne paraît pas avoir rencontré la nappe charriée.

5°—RÉGION DE ROCHEBELLE

L'îlot de Rochebelle, situé au sud du bassin, a donné naissance à un groupe d'exploitations assez éloignées des régions que je viens de décrire. Le terrain houiller de Rochebelle est limité à l'est par les deux branches de la faille des Cévennes au-delà desquelles on rencontre successivement le crétacé et le tertiaire; il est limité vers l'ouest par les micaschistes et s'enfonce au nord et au sud sous les terrains secondaires.

L'ancien faisceau de Rochebelle, très disloqué et plissé, comprend plusieurs groupes de couches qui sont du toit au mur ceux de Rochebelle, de Cendras et de Fontanes. Ce dernier repose sur des conglomérats qui constituent sans doute la base du terrain houiller.

L'ancien faisceau de Rochebelle, que la paléontologie place au niveau de Bessèges, présente la composition suivante:

Faisceaux	Épaisseur des Terrains	Nombre de Veines	Épaisseur en Charbon	Matières Volatiles
Rochebelle, Cendras.....	475 m.	6	16 m.	16-20%
Fontanes.....	425	8	20	10-14
Ensemble.....	900 m.	14	36 m.	

L'ancien faisceau est limité vers l'ouest par une faille, dite du 250, au-delà de laquelle on trouve le nouveau faisceau de Rochebelle. On y connaît dans 500 m. de terrain, 6 couches donnant 18 m. de charbon à 16-20% de matières volatiles et plongeant régulièrement vers le sud. Les relations entre l'ancien et le nouveau faisceau de Rochebelle sont mal connues.

La vaste région qui s'étend au nord de Rochebelle vers la Grand' Combe, Laval et St-Jean de Valérisse et où il y a tout lieu de supposer que le terrain houiller existe au-dessous des terrains secondaires, est à peine explorée. On n'est renseigné que dans la direction de la Grand' Combe par le puits des Oules et par le sondage de Malbosc.

Le puits des Oules a trouvé les micaschistes à 550 m. de profondeur. Il a recoupé vers 300 m. un faisceau de 3 couches avec 8 m. de charbon dans 26 m. de terrains que l'on assimile à celles de Ricard. Le sondage de Malbosc a trouvé

à 400 m. environ, un faisceau de 6 couches donnant 16 m. de charbon qui sont peut-être aussi celles de Ricard.

BASSIN D'AUBENAS

Le bassin houiller d'Aubenas est situé dans les Cévennes au nord de celui d'Alais. Le stéphanien inférieur y remplit une cuvette de granite et de micaschistes allongée de l'est à l'ouest avec une longueur de 11 km. et une largeur de 2 km. Le bassin est traversé en son milieu par le volcan éteint de Jaujac.

Il semble que la cuvette houillère ait été comblée par des apports torrentiels venus de l'est. D'une manière générale, les assises plongent vers l'ouest, mais elles sont affectées par des plissements énergiques dont l'origine n'apparaît pas clairement.

On connaît dans le bassin d'Aubenas, 4 faisceaux de couches. A la base, et par conséquent, à l'est du bassin on trouve les deux couches du puits Chalmerton qui constituent la principale ressource du bassin; elles sont extrêmement irrégulières, et sont représentées par une série d'amas contournés, limités par des étranglements dont l'épaisseur peut atteindre 27 m. On trouve au-dessus un faisceau de 4 couches minces de 0m, 70 à 1m, 20, puis le faisceau du puits Armand avec 5 couches minces. Enfin, à l'ouest du volcan de Jaujac, et au sommet de la formation, on trouve quelques lambeaux de couches à peine exploitables. Les couches du bassin d'Aubenas se schistifient rapidement et deviennent inexploitable en profondeur avant d'atteindre le fond de la cuvette. Elles donnent du charbon maigre et impur à 9% de matières volatiles.

E—BASSINS DES ALPES, DES MAURES, DES PYRÉNÉES, DE LA CORSE

BASSINS DES ALPES

Le terrain houiller occupe une place relativement importante dans les Alpes françaises. La plupart des dépôts houillers appartiennent au stéphanien, mais le westphalien y est aussi représenté. Ces dépôts sont réparties en deux alignements concentriques, et se trouvent les uns dans la zone du Briançonnais, les autres dans celle du Mont-Blanc et du Dauphiné.

ZONES DU BRIANÇONNAIS

La zone des terrains carbonifères qui s'étend en France de Briançon au petit-St-Bernard et qui se continue en Italie et en Suisse vers le Grand-St-Bernard et le Valais se trouve au centre de l'éventail axial des plissements alpins. On constate un grand développement des grès carbonifères qui occupent la majeure partie de la Maurienne, de la Tarentaise et du Briançonnais sur une longueur de 100 km. et une largeur variable qui atteint 15 km. à Modane.

Le terrain houiller formé surtout de grès contient quelques bancs schisteux avec des couches d'antracite assez nombreuses. Ces couches ont habituellement 1 m. à 1m, 50 d'épaisseur, et forment parfois ces amas atteignant une dizaine de mètres d'épaisseur. Elles se trouvent spécialement sur les flancs est et ouest de l'éventail, c'est-à-dire à la partie supérieure de la formation

houillère, tandis que la partie centrale de l'éventail est généralement stérile. Les couches sont plissées, souvent très redressées et fort irrégulières.

L'anhracite du Briançonnais est ordinairement friable et impur avec 5% de matières volatiles. Les travaux d'exploitation sont très dispersés et peu importants.

ZONE DU MONT-BLANC ET DU DAUPHINÉ

On rencontre dans le Chablais, le Faucigny, le Grésivaudan et l'Oisans des lambeaux de terrain houiller pincés dans des plis des terrains cristallins qui s'étendent du Massif du Mont-Blanc à celui du Pelvoux en passant par la chaîne de Belledonne. Le terrain houiller, principalement formé de grès, contient des couches d'anhracite qui forment des gisements à peine exploités dont l'importance est négligeable.

BASSIN DE LA MURE

Le bassin de la Mure situé à 25 km. environ au sud de Grenoble, et à l'extrémité sud-ouest du massif cristallin de Belledonne, se rattache à la zone des gisements de houille du Dauphiné, et présente une importance relative.

Le terrain houiller de la Mure appartient au stéphanien moyen. Il affleure de part et d'autre d'un pointement de schistes cristallins qui disparaissent rapidement de même que le houiller sous des assises de lias et sous des alluvions. (Fig. 25 dans l'atlas.) Les travaux n'ont guère porté jusqu'à présent que sur les affleurements, et les limites du bassin sous le recouvrement de lias et d'alluvions ne sont pas connues.

Le terrain houiller est formé de grès et de schistes reposant sur une brèche grossière. On y connaît 5 couches d'anhracite à 5% de matières volatiles; l'une d'elles a une puissance normale de 10 à 12 m.; les autres couches ont des épaisseurs de 0m, 70 à 3 m. Le gisement est disloqué et les couches forment souvent des masses lenticulaires.

BASSINS DES MAURES, DES PYRÉNÉES ET DE LA CORSE

On ne connaît dans les massifs de terrains anciens ou éruptifs des Maures, des Pyrénées et de la Corse, que des lambeaux peu étendus de terrain houiller renfermant des gisements dont l'importance est négligeable. Ceux qui ont donné lieu à quelques travaux sont les suivants:

1°—dans l'Esterel, au nord de Fréjus, on connaît un petit bassin de stéphanien inférieur où il existe à la base une couche mince de houille maigre et parfois à la partie supérieures de la houille grasse.

2°—à l'est des Pyrénées, dans les corbières les deux petits flots de stéphanien inférieur de Durban et Ségure renferment trois couches minces et irrégulières de 0m, 30 à 0m, 80. Ces couches qui donnaient du charbon de qualité inférieure ne sont plus exploitées.

3°—on peut signaler à l'extrémité occidentale des Pyrénées les dépôts de stéphanien supérieur qui sont auprès du pic d'Ibantelly.

4°—je mentionnerai enfin le gisement westphalien d'Osani, situé sur la côte occidentale de la Corse, dont l'épaisseur ne dépasse pas 200 m. et où l'on trouve quelques couches minces de charbon anhraciteux.

F—GISEMENTS DE LIGNITE

On rencontre à différents niveaux des terrains secondaires et tertiaires des gisements de lignite. L'un d'eux, celui de Fuveau, a une réelle importance; les autres gisements n'offrent qu'un intérêt médiocre, ou même négligeable en raison de l'importance de leurs ressources, ou de la mauvaise qualité du lignite, ou des difficultés d'explorations. Je décrirai d'abord le bassin de Fuveau; je donnerai ensuite quelques renseignements sur les autres gisements.

BASSIN DE FUYEAU

Le bassin de Fuveau, situé au nord de Marseille, est formé par les assises puissantes du système fluviolacustre qui a terminé en Provence la série crétacée. On trouve à la base, au-dessus du calcaire à hippurites du santonien, les marnes et calcaires du Valdonnien, épaisses de 80 m. environ, puis le Fuvélien (200 m.) formé de calcaire marneux avec couches de lignite. Le Fuvélien est surmonté par les grès et calcaires du Bégudien (350 m.), par les argiles et grès à reptiles (270 m.), et par le calcaire de Rognac (80 m.). La série se termine, à la limite du crétacé et de l'éocène, par les argiles et grès du Vitrollien (200 m.). On rencontre du lignite dans plusieurs de ces niveaux, mais pratiquement les couches exploitables sont toutes dans le Fuvélien.

Le bassin de Fuveau (Fig. 26 et 27) occupe une étendue d'environ 800 km². Sa longueur de l'est à l'ouest est de 70 km., et sa largeur est d'environ 15 km. Le bassin est limité au sud par les chaînes de l'Estaque, de la Nerthe, de l'Étoile, du Regagnas et de l'Olympe, formées de terrains secondaires généralement plissés et disloqués. Il est limité au nord par les chaînes de la Fare et de Ste-Victoire, séparées toutefois dans la région d'Aix par une dépression recouverte de dépôts tertiaires. Le bassin se ferme à l'est. À l'ouest il disparaît d'abord sous des alluvions et sous l'étang de Berre, puis il reparait au sud-ouest de cet étang et disparaît définitivement sous les formations récentes de la Crau et du delta du Rhône.

On peut diviser le bassin en trois régions: 1°—à l'est la région de Fuveau qui seule est exploitée; 2°—la région centrale comprise entre Gardanne et l'étang de Berre, où les gisements de lignite semblent exister mais ne sont pas exploités; 3°—enfin, la région occidentale, également inexploitée, recouverte en grande partie par l'étang de Berre et qui doit être considérée provisoirement comme inexploitable à cause de la fissuration des terrains qui forment le fond de l'étang.

Le fuvélien s'étend quelque peu en dehors des limites du bassin. On le retrouve à l'est dans le petit bassin d'Ollières; on en trouve des lambeaux au Sud du bassin dans les plissements des terrains secondaires; il est possible, enfin que le fuvélien se prolonge au nord, entre les chaînes de la Fare et de Ste-Victoire, sous le recouvrement des terrains tertiaires de la dépression d'Aix. Mais ces prolongements ne renferment aucun gisement connu de quelque importance.

D'une manière générale, le fuvélien garnit le fond de la cuvette allongée qui constitue le bassin de Fuveau, et il est recouvert presque partout par des dépôts plus récents; assises supérieures du crétacé, tertiaire et alluvions. Des affleurements discontinus de fuvélien apparaissent, sur la lisière du bassin; ils

ne sont importants que dans la région de Fuveau, au nord des chaînes du Regagnas et de l'Étoile, où les exploitations sont concentrées. Je décrirai d'abord la région de Fuveau, et je donnerai ensuite des renseignements sur l'extension du gisement dans les parties inexploitées du bassin.

RÉGION DE FUVEAU

On distingue dans la région de Fuveau le gisement en place qui repose sur sur les flancs nord et ouest de la chaîne du Regagnas, et le lambeau charrié de Gardanne.

Le fuvélien s'enfonce en pente douce de 5° à 10° au nord, au nord-est et à l'ouest du Regagnas dans les régions de Fuveau, et Trets, de Gréasque et de Valdonne. Il disparaît sous le bégudier et sous les terrains plus récents, puis réparaît en un mince liséré fortement redressé et dépourvu de couches exploitables sur le flanc sud de la chaîne de Sainte-Victoire.

Le lambeau de fuvélien de Gardanne appartient à une écaille qui a été charriée vers le nord sur le bassin en place suivant la faille de la Diote. Ce lambeau plonge régulièrement vers le sud avec une inclinaison de 30°, et il est surmonté en stratification normale par le bugédien. L'écaille de Gardanne est recouverte au sud par une écaille de crétacé renversée et plissée; dont elle est séparée par la faille du Safré; et au sud de cette deuxième écaille on trouve la faille du Pilon-du-Roi qui la sépare du massif jurassique de l'Étoile. Les trois failles de la Diote, du Safré et de Pilon-du-Roi se réunissent vers le sud-est et se perdent dans la région tourmentée qui contient un petit golfe de fuvélien au sud du promontoire du Regagnas.

On connaît dans la région de Fuveau 5 à 6 couches de lignite dans une épaisseur de terrain de 175 m. environ. Elles sont formées de plusieurs banes et ne sont pas toutes exploitables partout. La couche inférieure qui est la plus importante, a une puissance en charbon de 0m, 75 à 2 m.; les autres couches ont moins de 1 mètre et l'épaisseur totale du gisement en charbon exploitable varie de 2 m. à 5 m. D'une manière générale l'épaisseur des couches et celle de leurs intervalles diminuent quand on se dirige vers l'est du Regagnas. La profondeur des exploitations ne dépasse pas 500 m. Le lignite de Fuveau ne contient que 6% d'eau. Le lignite sec a une teneur en matières volatiles de 40 à 45%, une teneur en cendres de 5 à 20%, et un pouvoir calorifique de 5.500 à 6.000.

EXTENSION DU GISEMENT

Dans la partie orientale du bassin, plusieurs sondages, X,Y,Z, effectués au nord de Fuveau, dans la vallée de l'Arc, ont montré que le gisement se prolonge au nord du Regagnas en aval pendage des exploitations.

Dans la région centrale du bassin les affleurements du gisement de lignite sont connus en plusieurs points de la bordure; au nord-ouest aux environs de la Farc et de Ventabren avec un pendage sud de 30° à 35°, et au sud du bassin, le long de la chaîne de l'Étoile où les terrains sont dérangés.

Au-delà de l'étang de Berre, on retrouve les affleurements du gisement auprès des Martigues sur la bordure sud du bassin avec un pendage nord de 30°.

La régularité du gisement de Fuveau là où il est exploité, ainsi que la continuité des affleurements en bordure du bassin permettent d'espérer que le gise-

ment se prolonge sur presque toute l'étendue du bassin au-dessous des terrains postérieurs au fuvélien, mais il convient de considérer provisoirement comme inexploitable toute la partie du gisement située sous l'étang de Berre.

GISEMENTS TRIASIQUES ET JURASSIQUES

Le Keuper des Vosges contient parfois, à la base, au-dessus du niveau salifère, des couches de lignite qui ont été ou sont encore exploitées près de Lure à Gouhenans et Gemonval, et près de Vittel à Norroy. Le gisement de *Gouhenans* comprend une couche de 0m, 60 à 1 m. de lignite pyriteux impur et friable. Il est assez régulier et semble s'étendre assez loin en s'enfonçant au sud-est sous le jurassique, mais sa pauvreté et la mauvaise qualité du lignite limitent rapidement son exploitation.

Le gisement de *Norroy* comprend une couche de 0m, 40 à 0m, 80 de lignite impur contenant 15% d'eau, 25% de cendres, 35% de carbone fixe et 25% de matières volatiles.

Le seul gisement jurassique est celui de *Millau* qui se trouve dans les puissantes assises formant au sud du Massif-Central la cause Noire et le plateau de Larzac. Il existe dans le Bathonien une série de fluviomarins de calcaire marneux où l'on connaît deux couches minces de lignite, de 0m, 20 à 0m, 50 d'épaisseur, avec 40% de matières volatiles.

GISEMENTS CRÉTACÉS ET TERTIAIRES

La plupart des gisements de lignite appartiennent au crétacé supérieur ou au tertiaire, et se trouvent dans le bassin géographique du Rhône. En dehors de ce bassin on ne peut guère citer que le gisement d'Estavar et les gisements insignifiants du bassin géographique de la Garonne qui ont donné lieu à quelques travaux dans les régions de Sarlat, de Dax et de Tarbes.

Le gisement d'*Estavar* se trouve dans le Pyrénées orientales en Cerdagne. On y connaît dans des marnes grises dont l'âge est discuté, 5 à 6 couches minces représentant une épaisseur totale de 3 à 4 mètres de lignite. Les couches sont rapprochées, régulières, peu inclinées et donnent du lignite friable.

Les gisements du bassin crétacé et tertiaire du Rhône sont très nombreux et disséminés un peu partout. On trouve tout d'abord en Provence le grand bassin de Fuveau compris dans la série fluviolacustre de la fin du crétacé; au même horizon appartient le gisement inexploité de La Cadière qui se trouve au sud-est de celui de Fuveau et en est séparé par le soulèvement de la Sainte-Baume.

L'oligocène de la vallée de la Durance contient un gisement de lignite d'une certaine importance connu sous le nom de bassin de Manosque. Dans la partie inférieure de la vallée du Rhône, on connaît plusieurs gisements de lignite appartenant, les uns au cénomanien, les autres à l'éocène ou à l'oligocène, et qui se trouvent dans les environs d'Avignon (Méthamis, Orange, Bagnols et Uzès) et de Montélimar. On connaît d'autre part, dans les dépôts éocènes et oligocènes qui bordent au sud-est le massif des Cévennes plusieurs gisements de lignite qui ont été ou sont encore exploités à la Caunette, à Montoulieu, et dans le bassin tertiaire d'Alais. (Barjac.)

Il existe aussi des gisements peu importants dans la partie médiane du bassin

du Rhône. Je citerai les gisements inexploités de la région de Chambéry, les lignites miocènes de la Tour-du-Pin qui ont donné lieu autrefois à une exploitation d'une certaine activité et qui ne sont plus exploités, enfin les lignites pliocènes d'Hauterives au nord de Valence. Au nord du Rhône, dans la Bresse, le miocène contient des gisements de lignite à la bordure des terrains secondaires du Jura, au nord d'Ambérieu et près de Lons-le-Saunier.

Il me reste à donner quelques renseignements sur quelques-uns des gisements que je viens de mentionner.

Manosque—Dans la région de Manosque et de Forcalquier l'aquitainien de la vallée de la Durance renferme à la base un horizon de marnes avec des couches de lignite d'une certaine importance. On trouve d'abord ces couches fortement redressées de part et d'autre du massif du Lubéron qui est orienté vers le nord-est; on les retrouve ensuite au nord du Lubéron, dans la région de Forcalquier, avec une pente douce vers le sud.

Au sud du Lubéron, dans la région de Manosque, on connaît un faisceau de 13 couches verticales qui s'étendent avec une grande régularité sur un parcours de 5 km. au moins. L'épaisseur de ces couches varie de 0m, 40 à 1 mètre; elle est au total de 8 m. environ. On retrouve le faisceau de Manosque sur le flanc nord du Lubéron, dans la région de Dauphin, mais vers l'ouest, il n'y a plus que 2 couches à peine exploitables.

Méthamis—Le petit gisement de Méthamis est formé de 3 couches de lignite de 0m, 40 à 1m, 20

Bagnols et Orange—Le cénomanien de la région de Bagnols contient un horizon charbonneux assez étendu, qui est connu de part et d'autre du Rhône, et que l'on peut suivre sur la rive droite de la vallée de la Tave à celle de l'Ardèche, sur une trentaine de kilomètres. Cet horizon est formé de calcaires lacustres de 40 m. environ d'épaisseur, avec des couches de sable d'argile et de lignite. On y connaît 2 ou 3 couches de lignite souvent impur dont l'épaisseur totale est de 2 à 3 mètres. Le lignite contient 20% d'eau, 15-30% de cendres et 50-60% de matières volatiles. Son pouvoir calorifique est de 5.600.

La Caunette—Le gisement de la Caunette se trouve dans les grès et les calcaires lacustres de l'éocène du Minervois. On y connaît 4 couches minces de lignite médiocre dont l'épaisseur varie de 0m, 30 à 1 mètre.

Barjac—Il existe dans le bassin tertiaire d'Alais à la limite de l'éocène et de l'oligocène, au-dessus du niveau des calcaires asphaltiques, un horizon de calcaire avec lignite. Cet horizon est connu aux affleurements sur une trentaine de kilomètres au nord d'Alais, de Méjannes à Barjac; il doit s'enfoncer à l'ouest sous l'oligocène. On y trouve habituellement une couche peu régulière, divisée en plusieurs bancs, donnant environ 3 m. de lignite de médiocre qualité qui n'est exploitable qu'en certains points.

La Bresse—Les lignites miocènes de la Bresse sont peu explorés. Dans la région d'Ambérieu, on connaît deux couches irrégulières dont l'épaisseur atteint 2 m. à 4 mètres.

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION DES BASSINS HOUILLERS

Désignation des Bassins Houillers	Classe du Charbon	Production avant 1912 (1.000 tonnes)	Production (tonnes)	ANNÉE 1911 Prix moyen	Ouvriers occupés
Valenciennes.....	A ₂	85,678	4,067,755	francs	
	B ₁	127,431	3,871,652		
	B ₂	179,261	5,517,172		
	B ₃	152,088	5,781,754		
	C	140,105	6,901,615		
	Totaux....		684,563	26,139,948	14.82	123,698
Le Boulonnais.....	C	2,200			
Ronchamp.....	B ₂	11,700	188,133	13.86	1,174
Le Cotentin.....	B ₃	2,400			
Le Maine.....	A ₁	6,200	36,093	14.59	202
St. Pierre-la-Cour.....	B ₂	600			
La Basse Loire.....	B ₁	4,000	24,349	13.60	222
La Vendée.....	B ₂	3,000	50,014	16.80	390
Roannais.....	A ₁	430	11,860	16.37	87
Saint-Étienne.....	A ₂	150,000	155,860		
	B ₁	1,000	450,061		
	B ₂	46,000	1,678,812		
	B ₃	22,000	179,654		
	C	130,000	1,215,632		
	Totaux....		349,000	3,680,019	17.00	20,531
Communay.....	A ₂	700	36,578	17.00	286
Ste.-Foy-l'Argentière.....	B ₃	2,200	7,256	18.37	52
Blanzay, Le Creusot.....	A ₂	15,000	194,220		
	B ₁	10,000	148,250		
	B ₃	25,000	888,690		
	C	25,000	600,600		
	Totaux....		75,000			1,831,760	15.50	8,708

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION DES BASSINS HOUILLERS (suite)

Désignation des Bassins Houillers	Classe du Charbon	Production avant 1912 (1,000 tonnes)	Production (tonnes)	ANNÉE 1911 Prix Moyen	Ouvriers occupés
Bert.....	C	2,500	42,888	12.00 francs	299
Forges.....	B ₂	20	1,293	15.00	50
La Chapelle-sous-Dun.....	C	2,700	40,907	12.66	267
Autun, Epinac.....	B ₁	250	12,117		
	B ₂	5,130	129,381		
	B ₃	5,534	50,152		
	Totaux....	10,914	191,650	14.45	1,307
Sincey.....	A ₂	225			
Decize.....	B ₃	10,000	127,792	17.52	983
Commentry, Doyet.....	B ₃	43,000	314,234	15.27	2,292
L'Aumance.....	B ₃	2,500	62,604	10.00	427
Noyant.....	B ₃	900	53,300	21.51	357
Saint-Éloy.....	C	10,300	378,300	14.74	1,978
Champagnac.....	A ₂ -B ₃	4,000	228,784	15.22	1,337
Brassac.....	A ₂ -B	20,000	307,371	16.13	2,177
Langeac.....	B ₃	1,200	28,047	16.79	214
Abun.....	A ₂	1,500	48,100		
	B ₁	7,500	54,160		
	B ₂	1,000	10,023		
	Totaux....	10,000	112,223	15.22	894
Bourganeuf.....	A ₂	550	33,809	14.20	106
La Corrèze.....	..	400	5,952	13.90	124
Aubin, Decazeville.....	C	48,000	950,744	13.34	5,813
St.-Perdoux.....	C	200	16,940	16.23	202
Rodes.....	C	1,000	14,973	12.96	143
Carmaux, Albi.....	B ₂	21,000	643,700		
	B ₃	2,850	262,000		
	Totaux....	23,850	905,700	19.52	4,618
Graisessac.....	A ₂	1,000	12,542		
	B ₁	5,000	80,722		
	B ₂	8,000	135,978		
	Totaux....	14,000	229,242	13.55	1,347

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION DES BASSINS HOUILLERS (suite)

Désignation des Bassins Houillers	Classe du Charbon	Production avant 1912 (1,000 tonnes)	Production (tonnes)	ANNÉE 1911 Prix Moyen	Ouvriers occupés
Roujan.....	B ₃	130		francs	
Le Vigan.....	B ₃	400	1,109	12.00	5
Alais.....	A ₂	14,213	447,437		
	B ₁	48,700	1,078,519		
	B ₂	35,857	462,808		
	B ₃	4,752	60,386		
	Totaux....	103,522	2,040,150	15.74	13,237
Aubenas.....	A ₂	1,200	31,463	16.09	298
Briançon.....	A ₁	1,400	42,047	7.99	514
Chablais, Faucigny.....	A ₁	7	70	12.00	4
Oisans, Grésivaudan.....	A ₁	90	9,781	16.63	148
La Mure.....	A ₁	9,520	328,303	17.28	2,164
Les Maures.....	..	170	141	13.17	52
Durban et Ségure.....	..	35			
Ibantelly.....	..	3			
Osani.....	..	1			
Fuveau.....	D ₁	24,000	628,462	10.27	2,826
Gouhenans.....	D ₁	1,100	5,743	14.01	43
Norroy.....	D ₁	360	20,843	12.00	123
Millau.....	D ₁	460	5,042	12.37	54
Estavar.....	D ₁	74	2,487	8.85	12
La Cadière.....	D ₂	84			
Manoëque.....	D ₂	1,850	22,738	7.21	188
Méthamis.....	D ₂	140	1,750	7.80	10
Bagnols, Orange.....	D ₂	2,750	11,604	8.04	87
Barjac, Montoulieu.....	D ₂	240	6,120	8.16	36
La Caunette.....	D ₂	300			
Montélimar.....	D ₂	25			
Hauterives.....	D ₂	12	450	11.00	8
La Tour-du-Pin.....	D ₂	510			
Chambéry.....	D ₂	200			
La Bresse.....	D ₂	63	3,142	8.00	9
Tarbes.....	D ₂	25			
Dax.....	D ₂	11			
Sarlat.....	D ₂	55	257	10.00	4
Joigny.....	D ₂	2	126	5.00	3

ÉVALUATION DES RÉSERVES INEXPLOITÉES DES BASSINS HOUILLERS, SITUÉES A UNE
PROFONDEUR INFÉRIEURE A 1.200 METRES

Désignation des Bassins Houillers	Surface exploitable (hectares)	Classe du Charbon	Réserves A moins de 1.200 mètres en 1.000 tonnes		
			Certaines	Probables	Possibles
Valenciennes.....	.....	A ₂	520,000	580,000	570,000
	.....	B ₁	580,000	550,000	1,070,000
	.....	B ₂	1,010,000	980,000	700,000
	.....	B ₃	1,010,000	560,000	360,000
	.....	C	670,000	340,000	20,000
	105,000	Ensemble..	3,790,000	3,010,000	2,720,000
Le Boulonnais.....	1,500	C	.....	10,000	50,000
Pont A Mousson.....	15,000	C	.....	.....	330,000
Ronchamp.....	1,200	B ₂	3,000	3,000	10,000
Le Maine.....	5,000	A ₁	500	1,500	5,000
St. Pierre-la-Cour.....	500	B ₂	.....	500	.....
La Basse Loire.....	6,000	B ₁	1,000	8,000	12,000
La Vendée.....	1,400	B ₂	250	1,500	2,500
Le Roannais.....	5,000	A ₁	.....	.....	10,000
Saint-Etienne.....	.....	A ₂	25,000	5,000	4,000
	.....	B ₁	63,000	40,000	60,000
	.....	B ₂	17,000	70,000	50,000
	.....	B ₃	6,000	50,000	40,000
	.....	C	25,000	110,000	120,000
	9,000	Ensemble.	136,000	275,000	274,000
Communay.....	400	A ₂	300	300	.....
Ste.-Foy-l'Argentière.....	500	B ₃	50	100	1,000
Blansy, Le Creusot et Bert.....	.....	A ₂	6,000	.....	.....
	.....	B ₁	14,000	.....	.....
	.....	B ₃	17,000	.....	.....
	.....	C	22,000	.....	.....
	10,000	Ensemble	59,000	100,000	500,000

ÉVALUATION DES RÉSERVES INEXPLOITÉES DES BASSINS HOUILLERS, SITUÉES A UNE PROFONDEUR INFÉRIEURE A 1,200 METRES (suite)

Désignation des Bassins Houillers			Réserves à moins de 1,200 mètres en 1,000 tonnes		
	Surface exploitable (hectares)	Classe du Charbon	Certaines	Probables	Possibles
Forges.....	250	B ₂	25	...	2,000
La Chapelle-sous-Dun.....	130	C	500	300	2,000
Autun, Épinac.....	.....	B ₁	180	3,000	
	.....	B ₂	800	3,500	
	.....	B ₃	220	1,500	
	700	Ensemble.	1,200	8,000	50,000
Decize.....	2,000	B ₃	4,300	3,000	30,000
Commentry, Doyet.....	2,000	B ₃	1,000	2,000	6,000
L'Aumance.....	1,500	B ₃	14,000	4,000	2,000
Noyant.....	1,300	B ₃	4,000	7,000	7,000
Saint-flouy.....	200	C	7,000	6,000	7,000
Champagnac.....	1,200	A ₂ -B ₃	5,000	8,000	7,000
Brassac.....	2,000	A ₂ -B	2,000	8,000	40,000
Langeac.....	700	B ₃	.....	50	500
Ahun.....	.....	A ₂	250	50	300
	.....	B ₁	170	50	300
	.....	B ₂	30	..	..
	430	Ensemble.	450	100	600
Bourganeuf.....	110	A ₂	150	150	400
Aubin, Decazeville.....	4,400	C	60,000	30,000	140,000
Saint-Perdoux.....	.....	C	100	1,000	1,000
Rodes.....	.....	C	.....	.....	10,000
Carmaux, Albi.....	.....	B ₂	27,000	15,000	10,000
	.....	B ₃	5,000	5,000	10,000
	1,000	Ensemble.	32,000	20,000	20,000

ÉVALUATION DES RÉSERVES INEXPLOITÉES DES BASSINS HOUILLERS, SITUÉES A UNE
PROFONDEUR INFÉRIEURE A 1,200 METRES (suite)

Désignation des Bassins Houillers	Surface exploitable (hectares)	Classe du Charbon	Réserves à moins de 1,200 mètres en 1,000 tonnes		
			Certaines	Probables	Possibles
Graisessac.....	.....	A ₂	.....	500	30,000
	.....	B ₁	2,000	1,000	
	.....	B ₂	4,000	11,000	
	1,800	Ensemble.	6,000	12,500	
Le Vigan.....	10	B ₂	100	200	200
Alais.....	.....	A ₂	23,000	303,000	410,000
	.....	B ₁	19,000	31,000	80,000
	.....	B ₂	31,000	35,000	20,000
	.....	B ₃	.....	1,000	5,000
	17,500	Ensemble.	73,000	370,000	515,000
Aubenas.....	70	A ₂	400	400	500
La Mure et les Alpes.....	.....	A ₁	2,000	3,000	100,000
Fuveau.....	63,000	D ₁	300,000	400,000	600,000
Étang de Berre.....	17,000	D ₁	.....	.....	300,000
Ensemble.....	80,000	..	300,000	400,000	900,000
Gouhenans.....	.....	D ₁	.....	200	300
Norroy.....	.....	D ₁	.....	600	600
Millau.....	.....	D ₁	.....	2,000	3,000
Estavar.....	.....	D ₁	.....	200	300
Manosque.....	.....	D ₂	1,000	5,000	10,000
Bagnols et Orange.....	.....	D ₂	.....	2,000	5,000
Barjac.....	.....	D ₂	.....	200	300
La Caunette.....	.....	D ₂	.....	.....	300
La Bresse.....	.....	D ₂	.....	.....	1,000

ÉVALUATIONS DES RÉSERVES INEXPLOITÉES DES BASSINS HOUILLERS SITUÉES A UNE
PROFONDEUR COMPRISE ENTRE 1.200 MÉTRES ET 1.800 MÉTRES

Désignation des Bassins Houillers	Classe du Charbon	(en 1.000 tonnes) Réserves Possibles,
Valenciennes.....	A ₂	540,000
	B ₁	820,000
	B ₂	950,000
	B ₃	270,000
	Ensemble...	2,580,000
Pont-A-Mousson.....	C	300,000
Saint-Étienne.....	B ₁	40,000
	B ₃	20,000
	C	30,000
	Ensemble...	90,000
Blansy.....	..	?
Autun.....	..	?
Alais.....	..	?

PRODUCTION ET RÉSERVES DE L'ENSEMBLE DES BASSINS HOILLERS

Classe du Charbon	Production avant 1912 (1.000 tonnes)	ANNÉE 1911		
		Production (tonnes)	Prix Moyen	Ouvriers occupés
A ₁	17,647	428,154	francs	
A ₂	282,237	5,295,983		
B ₁	203,881	5,719,770	15,29	196,809
B ₂	322,536	8,978,060		
B ₃	276,424	7,930,261		
C.....	362,005	10,168,599	10,20	3,403
Houille.....	1,464,730	38,520,827	15,24	200,212
Lignite.....	32,261	708,764		
Ensemble.....	1,496,991	39,229,591		

Classe du Charbon	Réserves à moins de 1.200 mètres (en 1.000 tonnes)			Réserves possibles de 1.200 m. à 1.800 m. (en 1.000 tonnes)
	Certaines	Probables	Possibles	
A ₁	2,500	4,500	115,000	.....
A ₂	578,600	922,400	1,108,700	540,000
B ₁	679,350	658,050	1,342,300	860,000
B ₂	1,094,205	1,123,700	864,700	950,000
B ₃	1,064,070	662,650	625,000	290,000
C.....	784,600	522,300	830,000	330,000
Houille.....	4,203,325	3,893,600	4,885,700	2,970,000
Lignite.....	301,000	410,200	920,800	.....
Ensemble.....	4,504,325	4,303,800	5,806,500	2,970,000



DIE KOHLENVORKOMMNISSSE IN DER SCHWEIZ

VON DER

SCHWEIZERISCHE GEOLOGISCHE KOMMISSION

(Mit fünf Figuren im Text)

I—ALLGEMEINES

DIE Schweiz ist reich an Kohlevorkommnissen. Aber dieser Reichtum ist praktisch fast bedeutungslos, da die meisten Flöze von so geringer Mächtigkeit und Ausdehnung sind, dass ihr Abbau sich nicht einmal in der eisenbahnlosen Zeit gelohnt hat. Die Konkurrenz der billigeren ausländischen Kohlen hat dann vollends die Miniaturbergwerke bis auf ganz wenige zur Betriebseinstellung genötigt. Heute mögen jährlich noch etwa 5 000 t ausgebeutet werden, eine Menge, die gegenüber der jährlichen Einfuhr von fast 3 Millionen t (1909: 2 946 700 t) verschwindend klein ist. Die Zahl der Kohlenbergwerksarbeiter betrug 1909 nach dem Bericht der eidg. Bergwerksinspektion in vier Gruben 78 Mann, wobei bei einem Betrieb (Paudez b. Lausanne), wo neben Kohle noch Zementstein gebrochen wird, die ganze Arbeiterzahl (30 Mann) mitgezählt ist.

II—DIE KOHLEN IN DEN ALPEN

KARBON

Beiderseits des Mt.-Blancs zieht sich ein Zug mittelkarbonischer Gesteine in's Rhônetal hinüber, vorherrschend Ton- und Serizitschiefer, Grauwacken und Konglomerate, vielfach miteinander wechselnd. Der nördliche Zug kommt vom Chamounixtal her, durchquert das Rhônetal bei Vernayaz, setzt östlich noch ein Stück weit fort und verschwindet dann unter der jüngern Kalksteindecke des Dent de Morcles. Der südliche Zug verläuft über den grossen St. Bernhard, kreuzt das Entremont- und Bagnetal, biegt hierauf gegen O. N. O. um, erreicht S.W. von Sion das Rhônetal und streicht hierauf dem Südrande des Talbodens entlang bis gegen Turtmann hinauf, im ganzen über 50 km weit. Die ganze Schichtreihe hat mindestens 1500 m Mächtigkeit; sie ist stark gefaltet und dynamometamorph verändert. Beim nördlichen Zug stehen die Schichten steil bis senkrecht, beim südlichen fallen sie mit 20°-60° gegen S.O. ein. Die eingeschlossenen *Steinkohlen*, im ganzen 3-4 stärkere und 6-12 schwächere Flöze, sind in *Anthrazit*, stellenweise sogar in *Graphit* umgewandelt. Sie zeigen aber nicht mehr ihren ursprünglich regel-

mässigen Verlauf, sondern sind infolge des Gebirgsdruckes an den einen Stellen papierdünn ausgewalzt, an anderen zu linsenförmigen „poches“ von 2-4 m, sogar 6 m Mächtigkeit angehäuft. Siehe Fig. 1, 2 und 3 (=Hein, Fig. 1 und 2 und Fig. 3 „Stauungsmetamorphose“ etc. in Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 1896).

So muss viel taubes Gestein gebrochen werden, bis der „filon“, wenn es gut geht, nach einigen m, häufig aber erst nach 30-40 und mehr m, wieder

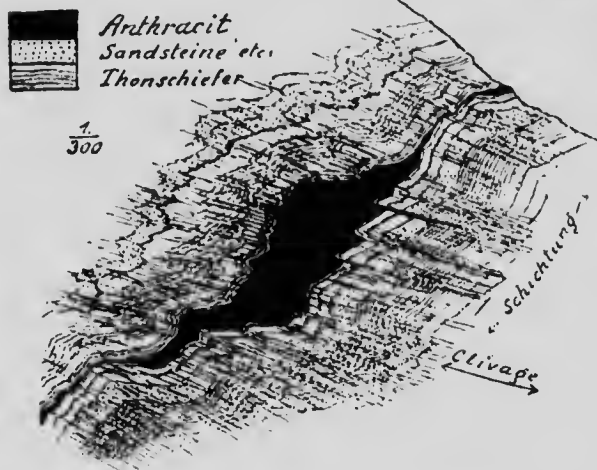
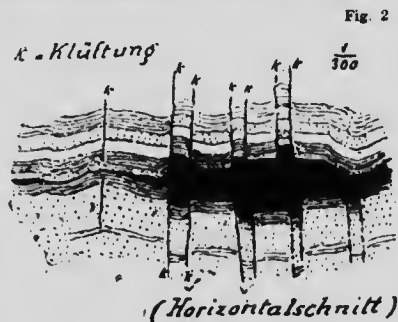


Fig. 1 abbaubar wird. Diese Erscheinung hat vielen hoffnungsvoll begonnenen Abbaubersuchen Enttäuschung und Misserfolg gebracht. An über 100 Stellen sind die Flöze anstehend entblösst gefunden worden und schon 1859 gab es 26 bewilligte Konzessionen für Anthrazitminen, wovon vielleicht 15 gleichzeitig ausgebeutet wurden. Im Jahre 1909 waren nur noch Chandoline und Gröne mit 15 und 27 Arbeitern im Betrieb. Der Anthrazit hat metallischen Glanz; er ist sehr dicht, fast immer von ausgezeichneter, feinsten

Brekzienstruktur. Er brennt ohne Flamme, aber nicht schmelzend. Der Aschengehalt, im nördlichen Zug meist geringer, im südlichen grösser, schwankt zwischen 2% und 25% und beträgt meistens 6-12%. Nach Abzug der Asche hat er durchschnittlich 96% C. Die schlechtere Qualität, etwa die Hälfte des Ertrages, wird zum Kalkbrennen verwendet. Die hauptsächlichsten Anthrazitgruben befanden sich bei Collonges, Outre-Rhône, Dorénaz, Vernayaz, Salvan (nördlicher Zug) und bei Liddes, Six-blanc, Chable, Etablon, Isérables, Nendaz, Baar, Bramois, Granges und Ergisch (südlicher Zug). Reiner Graphit wurde gewonnen in Brocard b. Martigny und ziemlich unterhalb der Alp Fully oberhalb Branson, mit Anthrazit gemischer über dem Dorf Isérables (bis 3 000 t jährlich), verwendet zu Formen in Giessereien. Eine Bohrung bei Ferden im Lötschental ergab ähnliches Material wie bei Fully.

Ein weiterer Karbonzug Guttannen-Titlis-Bristenstock-Tödi enthält mehrere, nur wenige Zentimeter mächtige Flözchen und Nester von Anthrazit und Anthrazitbrekzie mit Quarz verkittet. Am Bifertengrätli (2455 m)



Schmitzen von wenigen cm, 30 und 45 cm und ein Nest von 3 m Mächtigkeit. Durch Pflanzen bestimmbares Alter: Oberkarbon (Obere Saarbrückerschiefer). Noch nie ausgebeutet und auch nicht ausbeutbar.

JURA

Die litorale Fazies des Bathonien in den Präalpen enthält 3-4 Flöze, die durch dünne Mergelbänder getrennt sind. Die nutzbare Kohle ist nur wenige dm mächtig und von wechselnder Qualität.

Sie wurde ausgebeutet: 1.) in der Klus ob Reidenbach bei Boltigen im oberen Simmental, von 1760 bis 1890 (Fig. 4). Transport bis nach Bern (Gaswerk); Zerfall nach Einführung der Eisenbahn. 2.) an der Gastlosen, 2 Stollen ob Jaun, 1832 ausgebeutet. 3.) am Rocher des Rayes, ob Rougemont bei Saanen. 4.) bei Gérignoz auf der andern Talseite. 5.) im Dietnigental und unter dem Gipfel des Sehorn (Mythilusschichten) Bathonien. Die Ausbeutungsstellen sind meist so hoch gelegen und so schwer zugänglich, dass schon der Transportverhältnisse wegen eine Rendite zweifelhaft war. 6.) bei Vionnaz und Vouvry (Blanc sex) im Unterwallis und dem dort einmündenden Tal bis gegen die Grenze von Frankreich. (Combre, wo mehrere tausend Tonnen gefördert worden sind, und La Callaz.)



Fig. 3

EOCÄN

In der Basis der eozänen Sandsteine ziehen sich über den steilen Felswänden des Kreidekalkes einige Kohlenbänder von Beatenberg am Thunersee über das Kandertal nach den Diablerets, meist hoch oben an schwer zugänglichen

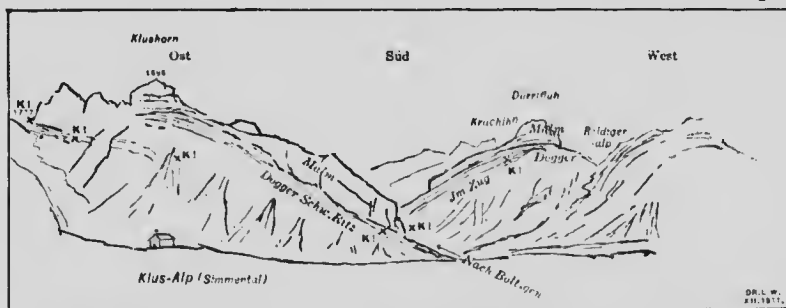


Fig. 4

Berggräten gelegen (Fig. 5). Sie wurden abgebaut: 1.) am Niederhorn b. Beatenberg von 1784 bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Flözmächtigkeit 45-55 cm; ordentliche Qualität; jährlich 400-4 000 Ztr. 2.) in Kandergrund ob Bunderbach, hoch oben an den Talhängen; kleiner Betrieb am Ende

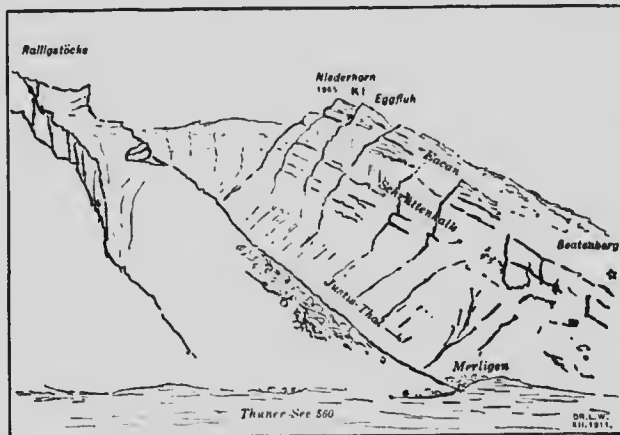
des 18. Jahrhunderts. Ferner kommen sie als schwache Flözchen vor: an den Diablerets unter dem südl. Gipfelgrat bei 2 700 m Höhe, dynamometamorph in Anthrazit umgewandelt. Mächtigkeit der Lager zusammen 2 cm.

III—DIE KOHLEN IM MITTELLAND

A—MOLASSEKOHLE (TERTIÄRE BRAUNKOHLE, LIGNIT, PECHKOHLE)

Das schweizerische Mittelland, tektonisch eine Mulde zwischen Alpen und Jura, ist in der Mitteltertiärzeit durch Schuttmassen hauptsächlich alpinen Ursprungs aufgeschüttet worden. Diese wurden in Seen oder Meeresarmen abgesetzt

Fig. 5



und sind heute umgewandelt in Nagelfluh, Sandsteine, Mergel und Süßwasserkalke. Gegen die Alpen hin sind die Schichten vom Faltungsprozess ergriffen worden und steil aufgerichtet. Der Altersfolge nach gliedern sie sich in Untere Süßwasser-, Meeres- und Obere Süßwassermolasse. Die Art der Bildung der Gesteinsschichten lässt vermuten, dass auch die Bedingungen für Entstehung von Kohlenflözen in Lagunen nicht ungünstig waren. In der Tat treten sie sehr zahlreich auf, zeigen aber selten abbauwürdige Mächtigkeit, so dass heute kein einziger Betrieb auf Kohle allein mehr in Tätigkeit ist. Von W. nach O. fortschreitend seien folgende Flöze erwähnt.

1. Bei *Paudez, La Conversion und Belmont*, S. O. von *Lusanne* am Genfersee werden seit der Mitte des 18. Jahrhunderts durch acht Konzessionen zwei Flöze, ein oberes von 8-9 em und 6 m tiefer ein unteres von 20-25 cm Mächtigkeit durch Stollenbetrieb abgebaut. 1909 wurde nur noch durch die *Société de Cément* mit 30 Arbeitern Kohle und Mergel zur Zementfabrikation ausgebeutet. Schichtenfall 30-75° S. O. Alter: Untere Süßwassermolasse. 1898 war der Gesamtertrag aller Konzessionen 850 t.

2. Weiter nach N. O., in *Chatillens und Oron* wurden ebenfalls zwei Lager von 10-14 cm Kohle abgebaut. Ertrag 1898 noch 31 t.

3. O. davon, bei *la Combaz* zeigten sich Mächtigkeiten von 23 und 30 em.

An andern Orten im *Tal der Mionnaz* traten Scharen von 10-15 meist nur ganz dünnen Kohlenstreifen auf, lokal auf 60 cm anschwellend (Sensales).

4. Gegen den Jura und die Reuss hin (Emmental, Napfgebiet) wiederum zahlreiche Lokalitäten, aber praktisch bedeutungslos.

5. Am N. W-Abhang des *Hohen Rhône* in der aquitanen Molasse wurde 1835-60 durch 15 Stollen in ca. 1000 m Höhe ein Flöz von 18-21 cm guter Kohle abgebaut. Schichtenfall 20-30° S. Schwieriger Transport. Die begleitenden blauen Mergel bilden die berühmte Fundstelle der von *Heer* in der *Flora tertiaria helvetica* beschriebenen fossilen Pflanzen.

6. In der marinen Molasse des *Sonnenberges* bei Luzern wurde eine beinahe saigere Schicht (85°) eines wechselnd mächtigen Flözes (10-45 cm) von 1866-81 abgebaut, weiter westlich, auf der Propsteimatte, rechts der Reuss, von 1858-67 ein Flöz von 30 cm pyrithaltiger Kohle.

7. Wiederum in der aquitanen Molasse lag das Bergwerk *Rufi bei Schänis*. Schichtenfall 70-75° S.S.O. Kohlemächtigkeit 0-48 cm. Ausbeutung mit Unterbrechung 1824-65. Maximum der Jahresausbeute 1800 t.

8. Weitaus das wichtigste Kohlenlager war dasjenige von *Käpfnach* am Zürichsee, in der oberen Süswassermolasse gelegen. Schon 1548 dem Chronisten Stumpf bekannt. Beginn der Ausbeute 1663. Ununterbrochener Betrieb erst von 1784 an. Eigentum des Staates Zürich. Jetzt (1910) eingestellt und abgeschlossen. Das wechselvolle Flöz stieg vom See etwa 40 m bergwärts an und enthielt mehrere Kohlenstreifen mit 11-42 cm nutzbarer Kohle. Abgebauete Fläche etwa 1 km²; geförderte Kohle 250 000 t. Qualität: 49% C, 3% H, 15% O, 4% S, 29% Asche. Pechkohle. Höchste Jahresleistung 1871 mit 11 700 t (Mangel ausländischer Zufuhr während des deutsch-französischen Krieges). Das Bergwerk hat sich infolge günstiger Nebenumstände rentiert. Diese sind: a) günstige Lage für Transport (See), b) Ansteigen bergwärts, c) kein Wasser, d) natürliche Wetterführung, e) günstige Gewinnung (feste Gesteine im Hangenden, weiche im Liegenden), f) vorteilhafte Verwendung der Abraumprodukte, nämlich der verschiedenen Mergelarten und des Kalksteins zum Düngen, zur Ziegel- und Backsteinfabrikation, zur Herstellung von Roman- und künstlichem Portlandzement und hydraulischem Kalk. In der Kohle viele miocäne Wirbeltiere, keine erkennbaren Pflanzen.

Der gleichen Altersstufe gehören an

9. *Riedhof* im Reppischtal. Entdeckt 1786. Ausgebeutet durch den Staat Zürich von 1787-1807. Flöz 18-21 cm. Gewonnen etwa 2 000 t.

10. Kleinere Lager bei Adliswil im Sihltal und Spreitenbach im Limmattal.

11. *Elgg*. 1763 entdeckt. 1782-1838 abgebaut. Kohle unregelmässig; im Mittel 30 cm. Viele fossile Wirbeltiere des Miocän.

12. *Raat* bei Kaiserstuhl. Abgebaut vom Staate Zürich 1789-90.

13. *Herdern* (Thurgau). Zwei Flözchen, das untere 15-16 cm. Ausgebeutet 1856-62.

14. Eine Anzahl ganz kleiner Schürf- und Abbauversuche seien übergangen.

B—DILUVIALE KOHLE

Die abbauwürdigen Flöze finden sich alle, zwischen Moränen gelegen, im Diluvium der letzten Interglazialzeit. Sie verdanken ihre Entstehung unter-

gegangenen Wäldern und Torfmooren. Die Holzstruktur lässt sich noch gut erkennen. Die Pressung hat eine starke Schieferung erzeugt, daher auch der Name *Schieferkohle*. Farbe mehr oder weniger dunkelbraun. Unter den vielen Tierresten sei *Elephas antiquus* erwähnt. Bereits erschöpft sind 1.) die Lager von *Dürnten*, Kt. Zürich. Mächtigkeit 0,6 - 3,6 m; regelmässige Ausbeute 1853-86, jährlicher Ertrag bis 7 000 t; 2.) das Lager von *Wetzikon*. Ausbreitung über 6 ha. Mächtigkeit 0,3 - 2,4 m, Abbau 1862-81; 3.) das Flöz in *Mörswil* bei St. Gallen. Mächtigkeit 60 cm. Dem Ende entgegen gehen die Lager in *Uznach*. Sie sind ausgedehnter und mächtiger als die obgenannten und waren schon Ende des 18. Jahrhunderts im Betrieb. Ausbeute bis 50 000 t jährlich. Die Kohle lag stellenweise direkt auf den aufgerichteten Schichten der Molasse. Zum nämlichen Horizonte gehören wahrscheinlich auch die Schieferkohlen Spuren am gegenüberliegenden Buchberg, sowie bei Wangen und Kaltbrunn, die in gleicher Meereshöhe liegen.

Die Schieferkohlen bilden den Übergang zu den modernen *Torfen*.

ZUSAMMENFASSEND ist zu sagen:

In der südlichen Zone der Schweiz, in den Alpen, steigen die Schichten der verschiedensten Alter an die Oberfläche, und sind da alle entblösst. Die geringen Anthrazitflözchen des Karbon sind die einzigen Kohlenvorkommnisse und kein Tiefbau würde wesentlich mehr finden können, als die Oberfläche uns zeigt.

In der nördlichen Zone der Schweiz, am Nordrande des Jura, steigen wiederum die tiefsten Schichten gegen den Südrand des Schwarzwaldes zu Tage. Da fehlt das Karbon vollständig und in den mesozoischen Systemen ist hier keine Kohle vorhanden.

Das schweizerische Mittelland ist eine weite mit Tertiärschichten gefüllte Mulde. Die Tertiärschichten selbst enthalten die jetzt ganz bedeutungslos gewordenen Molassekohlen.

Kohlen in grösserer Tiefe sind in der Schweiz einzig aus dem Karbon im Mittellande denkbar, wenn auch wenig wahrscheinlich. Sie würden hier aber erst in 1 500-2 000 m Tiefe anzutreffen sein, während sie im Jura, z.B. in der Gegend von Pruntrut, vielleicht bei 500-1 000 m erreicht werden könnten. Bohrversuche sind an diesen Stellen noch nicht ausgeführt worden, dagegen am Nordrand des Tafeljura, wo man bei *Rheinfelden* im Jahre 1875 in 434 m Tiefe unter dem Buntsandstein direkt auf alten Gneiss stiess.

Für die *Weltkohlenausbeute* war die Schweiz stets bedeutungslos und sie wird leider auch in Zukunft eine Null bleiben.

COAL RESOURCES OF SWITZERLAND

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS	ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVE (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
		Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	Area	Class of Coal		Metric Tons
Wallis.....	0,5-6,0 m	Small, 1-3 ares	Anthracite	1 000	Very few.	Anthracite	50 000	The coal exploitation of Switzerland is near its end
Molasse-land....	0,2-0,45 m	Some ares....	Bituminous...	500	Very few.	Bituminous	25 000	



LES RESSOURCES DE L'ITALIE EN COMBUSTIBLE

PAR

GIOVANNI AICHINO

Ingenieur en Chef au Corps Royal des Mines

L'ITALIE ne tire de ses mines de charbon que le vingtième de sa consommation qui, durant ces dernières années, a été d'environ 10 millions de tonnes; et encore pour mieux préciser l'importance de ces chiffres, faut-il ajouter que, tandis que l'importation est constituée par la houille, la production est presque totalement de lignite (plus que le 99%); le reste étant du combustible encore inférieur. Ajoutons, pour compléter ce tableau, que (comme on voit des prospectus I & II), bien que la production ait été en augmentant, son augmentation n'a rien à voir avec celle de l'importation. En effet, pendant les derniers vingt ans—de 1892 à 1911—la production est passée de 296,000 tonnes à 560,000 chiffres ronds, c'est-à-dire elle a presque doublé, mais l'importation bondissait en même temps de 3,877,700 tonnes à 9,660,600. De sorte que la production qui était le 7.6% de la consommation n'en est plus à présent que le 5.8%.

Il n'y a guère possibilité de croire que les choses puissent changer à l'avenir puisque avec les besoins croissants de notre industrie en plein développement on ne peut, en l'état actuel de nos connaissances, prévoir que notre production de combustibles puisse augmenter d'une façon sensible. Nous allons voir, en effet, que nos gisements de lignite, qui déjà ont une réelle importance, sont déjà assez largement et rationnellement exploités. Il y en a encore qui attendent à l'être, ils ne paraissent pas pouvoir être exploités plus que de compenser l'épuisement des autres.

Dans le premier de nos tableaux on voit que les mines italiennes produisent de l'antracite, de la houille, et du lignite; elles produisent aussi de la tourbe et du schiste bitumineux qui n'entrent pas dans le programme de ce rapport.* Nous allons donner un résumé très-sommaire de nos connaissances sur l'importance des gisements de ces combustibles; parmi eux le seul important est le lignite; de l'antracite, il n'y a pas lieu d'espérer que l'on puisse jamais tirer un grand parti; quant à la houille on ne connaît qu'un gisement dont le produit, assez

*La production de tourbe est très variable, ce qui montre que l'on pas encore trouvé une manière satisfaisante d'utiliser un tel produit, qui pourtant pourrait l'être bien mieux qu'il ne l'a été jusqu'à présent. La production de ces dernières années a été la suivante:

Années.....	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Tonnes.....	25,448	20,922	16,048	17,823	18,439	39,440	33,325	88,275	39,715	24,552

La production des schistes bitumineux n'arrive pas durant ces dernières années à 2,000 tonnes.

pauvre du reste, puisse se classer comme tel, et il ne paraît pas probable qu'il puisse en exister d'autres, tout au moins de quelque valeur.

Notons de suite que nous ne pouvons penser de classer les combustibles rigoureusement d'après le plan indiqué par le Comité organisateur de cette étude, et qui nous paraît convenir à des gisements ayant une grande étendue avec une certaine uniformité de nature; cela n'ayant pas lieu pour les nôtres, nous serions entraînés à des distinctions trop détaillées, pour lesquelles, somme toute, les éléments nous feraient défaut. Néanmoins, nous tâcherons de nous conformer aux instructions reçues dans un résumé final.*

ANTHRACITE

ALPES

L'anhracite se trouve en Italie surtout sur une assez grande étendue des Alpes Occidentales, et l'importance de ces gisements a donné lieu à des jugements très-variés, parfois très-enthousiastes. Le Corps des Mines, étant donné l'intérêt primordial que la question du combustible a pour l'industrie nationale, a dû s'en occuper à plusieurs reprises, en arrivant toujours à la même conclusion, savoir que ces gisements ont peu d'importance aussi bien pour le tonnage utilisable que pour la qualité du charbon. La dernière de ces études, et de toute la plus complète, date d'une dizaine d'années†; on peut considérer qu'elle offre des conclusions définitives en tous points conformes à celle de la même source qui l'avait précédé. C'est à elle que nous allons nous en tenir.

Ces gisements, à l'exception de quelques-uns de moindre importance appartenant au Sécondaire, se trouvent dans le Carbonifère d'une zone s'étendant des environs de Savone, au midi, au Grand St. Bernard, au nord. Le Carbonifère est constitué par des schistes, micaschistes, phyllades, poudingues, anagénites et grès psammitiques, le combustible se trouve dans les schistes.

Malgré leur grande irrégularité de distribution et variabilité de puissance, les gisements offrent une remarquable uniformité de caractères au point de vue de la façon de se présenter, et de la nature du combustible; ce sont les mêmes caractères, du reste, que l'on trouve dans les gisements correspondants au-delà de la frontière, en France et en Suisse.

Il s'agit toujours des masses lenticulaires plus ou moins irrégulières et contournées; les actions mécaniques qui se sont exercées sur les dépôts originaux et les mouvements que le terrain qui les renferme a subis à plusieurs époques, sont évidemment la cause prépondérante de cette irrégularité. Ces masses lenticulaires ne sont pas d'un matériel uniforme; au toit et au mur, et souvent aussi au milieu, on a du schiste carbonieux très-pauvre.

*Nous avons tâché de puiser nos renseignements dans tous les documents qui nous ont paru dignes de foi, nous nous bornerons à signaler les publications les plus importantes, ne nous paraissant pas ici la place d'une bibliographie. Citons, pour ne pas y revenir trop souvent la "Rivista del servizio minerario," publication annuelle de Corps Royal des Mines, qui fournit des données statistiques et techniques.

†R. Ufficio Geologico: *giacimenti di anhracite nelle Alpi occidentali italiane*. (Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia. Vol. XII) par les ingénieurs: Zaccagna, Mattizolo, De Castro, Franchi, Stella et Oreglia, et le prof. Peola). Roma, 1903.

La nature du combustible varie, non-seulement d'une région à l'autre, et dans les différents amas d'une même région, mais souvent aussi dans chaque amas. Il s'agit cependant toujours d'anthracite un peu graphitoïde, difficile à brûler, en général il est assez fragile, bien que l'on puisse parfois l'avoir en morceaux assez gros; la quantité des cendres est toujours très-considérable, descendant rarement au-dessous de 15%; dans les meilleures conditions elle est en moyenne entre 18-20%; souvent elle arrive à 40% et même à 60%. Le pouvoir calorifique ne dépasse qu'exceptionnellement 6,000 calories, il est en général notablement inférieur à cette limite.*

On emploie ces anthracites sur place pour le chauffage domestique.

Les gisements qui ont le plus d'importance sont ceux de la Vallée d'Aoste, et parmi eux, ceux du bassin de la Thuile. Les gisements de la province de Coni et de la Ligurie occidentale paraissent n'avoir presque pas de valeur.

Le rapport officiel que nous avons cité ne renferme des évaluations numériques que pour les gisements de la Thuile, ce qui se justifie par le fait que tout

*L'ing. Mattiolo qui a fait l'étude chimique des anthracites des Alpes, (voir mémoire du Corps des Mines, cité plus haut), donne les analyses suivantes d'échantillons considérés comme représentant des types moyens:

No. de L'Echantillon	Poids Spécifique	Humidité	Matières Volatiles	Cendres	Carbone Fixe	Pouvoir Calorifique Calories
1	2.11%	5.05%	1.18%	45.22%	48.55%	3,950
2	1.93	6.78	2.49	25.43	65.30	5,300
3	2.12	6.40	2.51	43.71	47.38	3,830
4	2.20	4.01	1.91	63.63	30.45	2,520
5	2.02	6.28	3.06	35.55	55.11	4,460
6	1.90	7.24	2.54	21.15	69.07	5,590
7	1.92	6.66	2.42	21.07	69.84	5,660
8	1.90	5.03	2.97	20.98	71.02	5,750
9	1.82	4.01	3.81	12.43	79.75	6,500
10	1.92	7.34	1.98	21.45	60.23	5,610
11	1.80	5.32	2.61	13.66	78.38	6,410
12	2.02	5.70	2.35	32.63	59.32	4,830
13	1.91	5.98	3.39	19.25	71.38	5,780
14	1.92	12.39	3.32	37.58	48.71	3,950
15	2.12	7.48	2.29	42.85	47.38	3,850

1 à 6, Borruida; 7 à 10, Osiglia; 11, Calizzano; 12, Morgex; 13, Thuile; 14, Courmayeur; 15, La Salle et St. Remy.

Il faut remarquer que les "matières volatiles" sont représentées par la perte de poids du combustible (séché à 100° C.) par chauffage au rouge au creuset; cette perte est due en bonne partie, dans ce cas, non pas à des hydrocarbures volatiles, mais à l'eau de combinaison des substances terreuses accompagnant le combustible. Le résidu de ce chauffage ne constitue jamais un coke proprement dit, n'étant jamais aggloméré même faiblement. Le "carbone fixe" a été calculé par différence. Le pouvoir calorifique a été déterminé par la méthode Berthier, dont l'approximation a été jugée suffisante, étant donné le peu de substances volatiles.

chiffre serait arbitraire puisqu'il s'agit en général d'amas d'importance minime, et, qui plus est, disséminés sans aucune règle.

Pour les gisements de la Thuile on est arrivé à affirmer l'existence de 142 millions de tonnes de combustible, on ne peut guère compter, d'après les affleurements connus, que sur un million de tonnes. Pour le tout on peut considérer comme établi que l'on ne peut songer à établir des mines d'une certaine importance, tout au plus pourrait-on avoir de petites mines éparpillées.

Ces gisements des Alpes ne pourront donc jamais fournir d'après toute probabilité, un appoint sensible à l'alimentation du pays en combustibles.

SARDAIGNE

Dans les lambeaux très-peu développés de Carbonifère de la partie sud-est de l'île (Ogliastra) on rencontre des banes de combustible anthraciteux, qui jusqu'à présent ont donné naissance à une seule mine (Corongius), bien que de temps en temps on y a fait des recherches que l'on a reprises encore ces dernières années avec une certaine activité. On ne possède pas de données sérieuses sur l'importance de ces gisements; on a parlé de dix millions de tonnes tandis que d'autres réduisent à un million la quantité utilisable.

C'est un assez bon combustible; une analyse publiée en 1890 donnait 10.40% de cendres et un pouvoir calorifique de 6,846 calories pour le combustible ayant 4.80% d'humidité.

L'épaisseur du bane que l'on exploite arrive parfois à 3 mètres, en moyenne il est de 1.60 m.

HOUILLE

Dans notre tableau statistique figure une production (vraiment minime), de houille. Ce n'est que dans la province d'Udine que l'on rencontre quelques couches d'un charbon que l'on peut classer sous ce nom, et encore, certains auteurs le considèrent plutôt comme anthracite, dont il a en effet les caractères physiques, tandis que sa composition le rapproche de la houille.

C'est un charbon graphiteux, lamellaire, à cassure schisteuse, fragile. Il renferme de 10 à 15% de cendres et en moyenne 6% de soufre; son pouvoir calorifique est d'environ 6,000 calories, il donne un coke peu résistant.

Ce sont des banes de peu d'épaisseur (parfois 1.50 m. plus souvent moins) dans le Trias supérieur. On y a ouvert une mine (à Cludinico, dans la commune de Ovaro) sur un banc assez régulier de 0.60 m. d'épaisseur; les travaux qui ont été tour à tour abandonnés et repris n'ont jamais duré longtemps à cause de la difficulté de vendre le produit; ils n'ont pas été développés assez pour que l'on puisse avoir une évaluation de la quantité de combustible qui ne paraît pas être bien importante.

LIGNITE*

L'Italie possède d'assez nombreux gisements de lignite distribués depuis son extrémité nord dans le Frioul, jusqu'à l'extrémité méridionale dans la Calabre; une de ses îles, la Sardaigne, en renferme aussi. La plus grande partie de ces gisements ont malheureusement une importance assez minime de sorte que la statistique nous montre que la production vient presque toute de deux seules régions: la Toscane et l'Ombrie. La première en fournit presque les 3-4 et dans la Toscane même les 9-10 de la production proviennent des mines d'un seul bassin, celui du Valdarno supérieur.†

Quant à la nature du combustible, elle varie du lignite xyloïde (bois fossile, lignite brun) au lignite piciforme (lignite noir, lignite proprement dit); le premier est de beaucoup le plus important puisqu'il forme, en chiffre rond, au moins les 9-10 de la production totale.

Le pouvoir calorifique du lignite xyloïde tel qu'il sort de la mine (n'ayant qu'exceptionnellement moins de 20% d'humidité et souvent jusqu'à 40% et même davantage) varie de 2,000 à 3,500 calories; après dessiccation à 100° C. il ne dépasse généralement pas sensiblement 4,000 calories et souvent il reste en dessous de cette limite.

Nous ne disposons que de peu d'analyses élémentaires; une qui se rapporte au lignite de Valdarno (le plus important) nous donnerait: C = 55.36%; H=5.66%; O et N=32.98% pour le combustible séché à 100° C.; à l'état naturel il renferme 40.50% d'eau et il a un pouvoir calorifique de 3,000 calories, ce pouvoir est de 5,000 après dissiccation à 100° C.

Nous pouvons donc faire rentrer ces lignites (et en général les lignites xyloïdes) dans la classe D₂ du Comité pour laquelle celui-ci donne les caractéristiques suivantes:—Humidité du produit commercial 20% et plus; présentant souvent la structure fibreuse, ligneuse, couleur généralement brune, parfois noire; C entre 45 et 65; H entre 6 et 6.8; O et N entre 30 et 45; pouvoir calorifique 4,000 à 6,000 calories.

*P. Toso, Ing. Capo del C. R. delle Miniere. *Notizie sui combustibili fossili italiani* (Appendice alla *Rivista mineraria del 1910*.—Roma 1891).

†Ing. Celso Copacci. *Studi sulle ligniti* (Enciclopedia delle Arti e Industrie).—Torino 1890.

†Bornons-nous à la statistique de ces dernières cinq années qui représente du reste assez bien l'état normal des choses:

	Année 1907	Année 1908	Année 1909	Année 1910	Année 1911
	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
Toscane	322,014	338,536	419,382	422,599	378,002
Ombrie	95,731	106,486	105,125	105,361	143,513
Sardaigne, Venetie, etc.	29,511	31,837	32,629	50,192	31,568
Totaux	447,256	476,859	557,136	558,153	553,083

Quant au lignite pieiforme nous pouvons le classer plutôt au *n. 1* de la même classe en remarquant qu'il s'y trouve à la limite inférieure; ses caractères physiques, son pouvoir calorifique et sa composition élémentaire correspondent en effet assez bien à ceux de cette division qui sont:—cassure conchoïdale; couleur généralement noire brillante; C entre 60 et 75; H entre 6 et 6.5; O et N entre 20 et 30, pouvoir calorifique entre 5,500 et 7,200; seulement on reste généralement en dessous de cette dernière limite.

D'une façon générale on peut dire que le lignite xyloïde se trouve dans le Post-Pliocène et dans le Pliocène; et le lignite pieiforme dans le Mioène et l'Éocène; on rencontre cependant aussi le premier dans le Mioène et le deuxième dans le Secondaire, mais il s'agit, dans ce dernier cas tout au moins de gisements sans importance pratique.

LIGNITE PICIFORME

On rencontre des gisements de lignite pieiforme dans la Vénétie, le Piémont, la Ligurie, la Toscane, les Abruzzes, la Calabre et la Sardaigne; ceux de la Toscane paraissent les plus importants.

Le gisement de Pulli (commune de Valdarno province de Vicence) est très-intéressant plutôt pour son passé pour ce que l'on peut espérer d'en tirer encore; en effet, dans ces dernières années, malgré les efforts opiniâtres des exploitants pour vaincre les difficultés du travail provenant de l'abondance d'eau et de la facilité d'incendies, la production a été très-irrégulière et de peu d'importance, il paraît du reste que le gisement soit près d'être épuisé.

On a ici un très grand nombre de bancs de lignite et de schistes bitumineux s'alternant dans la calcaire éocène; sur une épaisseur de 100 mètres on a compté seize de ces bancs dont plusieurs sont trop minces pour pouvoir être exploités: les bancs exploités ont depuis 0.50 m. jusqu'à 5 m. de puissance.

C'est un beau combustible, compacte, noir, luisant, à cassure conchoïdale ayant de 48 à 55% de matières volatiles, 35 à 45% de carbone fixe, 5 à 14% de cendres et de 3,800 à 4,500 calories.*

Ce gisement a donné pendant quelques dizaines d'années une production d'une vingtaine de milliers de tonnes; comme nous venons de le dire son importance a beaucoup diminué.

On utilise aussi les schistes bitumineux comme combustible et par distillation.

En rapport, comme le précédent, avec des épanchements basaltiques éocènes du Vicentin, on rencontre d'autres affleurements de lignite et de schistes bitumineux en assez grand nombre. On y a fait à différentes époques, des travaux de recherche et même d'exploitation; mais il s'agit toujours d'amas peu puissants et peu étendus que les conditions géologiques empêchent de considérer autrement que comme des dépôts tout-à-fait locaux, ne pouvant pas représenter des bassins de quelque importance.

*Une fois pour toutes, disons bien clairement que beaucoup de données analytiques de cette note sont tirées des mémoires de MM. Toso et Capacci, cités plus haut, elles sont donc déjà anciennes et peuvent ne pas correspondre exactement à celles des produits industriels actuels. Ce qui n'a pas une bien grande importance pour notre étude, mais qu'il fallait remarquer pour des raisons faciles à concevoir.

Signalons aussi l'existence dans la même région d'affleurements de lignite, assez étendus mais peu continus, entre le Lias et le Jura (communes de Gallio, Crespadoro, Selva de Proguo); les quelques travaux que l'on y a faits n'ont permis jusqu'à présent de constater que des bancs de très-peu d'épaisseur, sans intérêt industriel.

En Piémont (dans la Province d'Alexandrie et de Coni) et en Ligurie (Sarzana, Savone), on a dans le Miocène des gisements de lignite qui ont donné lieu à quelques exploitations d'une certaine importance (à Cadibona-Savone on a extrait près de 250,000 tonnes de combustible); mais à présent toute production a cessé, et les travaux de recherche que l'on y fait encore de temps en temps n'ont pas eu jusqu'ici de résultats engageants.

Les gisements les plus importants de lignite piciforme se trouvent, avon-nous dit, en Toscane, dans le Miocène supérieur (et peut-être en partie au sommet du Miocène moyen); on les exploite depuis de nombreuses années à Casteani et Montemassi dans la Vallée de la Bruna (province de Grosseto).

A Casteani on exploite un banc de lignite piciforme d'environ six mètres de puissance dont quatre mètres de bonne qualité et deux mètres de lignite schisteux; à Montemassi (ou Ribella) le banc a une puissance moyenne de 6.50 m., dont 50 cm. de matériel inutilisable. En profondeur on a d'autres bancs d'une épaisseur très-variable et qui ne sont pas utilisés.

C'est un lignite noir, luisant, à cassure conchoïdale, très-compacte; au point de vue technique il s'approche assez bien de certaines houilles maigres à courte flamme. D'après une analyse publiée en 1888 sa composition élémentaire serait la suivante (lignite séché à 100°): C 64.08%; H 5.32; O 13.07; N 4.33; pouvoir calorifique 4,200 à 5,400 calories. Tel qu'il sort de la mine il renferme, d'après la même source, 13.15% d'eau, 8.85 de cendres et 2.6 de soufre combustible.

Ces gisements ont certainement encore une grande "potentialité." Nous n'insisterons pas sur d'autres gisements analogues de la Toscane qui après avoir été l'objet d'exploitation d'une certaine importance (Monterufoli, dans la vallée de la Cecina; Montebamboli, dans la vallée de la Cernia; Monte Murlo, dans la vallée de l'Ombrone) sont maintenant inutilisés et ne paraissent pas avoir une bien grande valeur. Disons plutôt un mot du gisement de Cana (dans la vallée de l'Ombrone), dont l'importance a été singulièrement exagérée il y a déjà de nombreuses années quand on arriva à parler de l'existence de plus de cent millions de tonnes de combustible, et plus récemment à l'occasion de certains travaux d'exploration, dont nous ignorons, à la vérité, les résultats exacts qui ne doivent pas avoir été bien satisfaisants si l'on en juge d'après le fait qu'ils n'ont été suivis d'aucune exploitation.

Il s'agit d'un lignite d'assez bonne qualité dont on connaît cinq affleurements ayant une épaisseur variable de 1.50 m. à 5 m. On a parfois considéré ces affleurements comme appartenant à autant de bancs distincts, mais il paraît plus probable qu'il ne s'agisse que d'un seul banc; ajoutons que les conditions d'exploitation paraissent assez difficiles de sorte que, à l'état des choses, il n'y a guère à compter sur ce gisement.

Pour ceux d'entre ces gisements toscanes de lignite piciforme pour lesquels on a des évaluations dignes d'une certaine confiance il paraît que l'on ait au moins sept millions de tonnes de combustible utilisable.

Nous ne nous arrêterons pas sur les autres dépôts, dépourvus d'importance du reste de l'Italie continentale; disons seulement un mot de celui d'Agnana (Calabre, province de Reggio) qui, il y a une vingtaine d'années a alimenté de grandes espérances et qui ont amené à un examen officiel.*

Ce gisement se trouve dans le grès grossier de l'Eocène inférieur et il a la forme d'une demi-ellipse de 1,000 m. environ de longueur et 800 m. de largeur. Il est formé par trois faisceaux de banes de lignite que l'on devrait exploiter séparément. La puissance des banes est variable de 20 à 60 m.; l'épaisseur totale de combustible est de 35 à 40 cm. dans le faisceau supérieur, de 45 à 50 dans celui du milieu, et de 50 à 60 dans l'inférieur. Les banes sont très-irréguliers avec de nombreuses cassures et dislocations. Bien que le combustible soit d'assez bonne qualité (tout au moins en partie) et que l'on évaluât à 700,000 tonnes la quantité pouvant y exister, on jugea que l'exploitation n'aurait pas été possible économiquement.

Depuis lors, en effet, on ne s'en est plus occupé.

Dans la partie méridionale de la Sardaigne (dans la région d'Iglesia) la formation éocène renferme des gisements de lignite d'une certaine importance, qui sont exploités en partie depuis une soixantaine d'années. La formation à combustible est constituée † par un ensemble de calcaires plus ou moins marneux et bitumineux, de marnes et d'argiles, avec des bancs de lignite assez nombreux, mais ordinairement de peu d'épaisseur (0.50 m. à 1 m.). Jusqu'à présent on y a exploité un seul bassin: celui de Gonnesa; dans ces dernières années on a fait des travaux d'exploration dans celui de Piolanas avec des résultats qui paraissent assez encourageants. Nous ne pouvons pas donner une évaluation quantitative, nous pouvons seulement dire que pour celui de Gonnesa on a indiqué—plutôt comme présomption que comme conséquence de données suffisantes—le chiffre de quatorze millions et demi de tonnes. Depuis lors la production n'a été guère que dans les environs de 20,000 tonnes par an, seulement par exception elle est montée quelquefois au double.

L'exploitation se faisait au début par travaux souterrains; mais à cause de la grande irrégularité des bancs produite par des failles nombreuses, on a depuis longtemps déjà entrepris l'exploitation à ciel ouvert.

Pour le bassin de Piolanas nous avons une évaluation de l'ingénieur Galdi pour la mine de ce nom, qui n'est pas encore en exploitation; on aurait là neuf millions de tonnes, dont six au moins à une profondeur moindre de 25 m.; on pourrait, d'après lui, réduire ces chiffres à six et quatre millions pour tenir compte des failles et autres accidents.

Le combustible est de qualité assez bonne, mais très-variable; et les résultats des analyses, assez nombreuses, que l'on a publiés à différentes époques sont souvent si éloignés entr'eux que l'on ne saurait en tirer des données moyennes. On peut dire qu'il s'agit d'un combustible à pouvoir calorifique assez haut (étant

* A. Pellati, P. Toso, E. Cortese.—Studi sui combustibili fossili italiani e specialmente sui giacimenti della Calabria ("Annali d'Agricoltura" n. 181).—1890.

† L. Mazzetti. Combustibili fossili di Sardegna ("Rivista del Servizio minerario per il 1890, pag. 443 et suiv. Rome 1892.

B. Galdi. Notizie su giacimenti di lignite dell'Iglesiente (Publication du Corps Royal des Mines).—Rome, 1907.

donné qu'il s'agit de lignite), très-riche en matières volatiles, à teneur en cendre assez variable, mais en général fort élevé en soufre; il perd beaucoup de sa valeur par l'exposition à l'air. Seulement, comme exemple nous donnons les résultats de l'analyse faite par une commission chargée (1888) d'étudier nos combustibles, les voici:

Lignite séché à 100° C.; carbone fixe 41.96%; matières volatiles 46.40; cendres 11.64; soufre 7.79; composition élémentaire: C 62.07%; H 4.94; 0.9.56; N 4.56; pouvoir calorifique, calculé, 6,000 calories, environ.

D'autres analyses accusent des cendres beaucoup plus abondantes, jusqu'à 24.75%.

Dans le temps on essaya l'exportation de ce combustible; mais actuellement il est exclusivement employé dans l'île; étant donné le développement de l'emploi des moteurs à gaz on peut prévoir que l'utilisation en augmentera et que l'on mettra en exploitation d'autres bassins.

Rappelons que dans la partie sud-est de la Sardaigne on rencontre aussi des lignites piciformes dans le Secondaire; mais il s'agit de bancs de très-peu d'épaisseur qui n'ont jamais été exploités bien que de temps en temps on leur ait attribué une grande importance que rien jusqu'à présent ne paraît justifier.

On en a parlé récemment encore, en affirmant l'existence d'une couche de 1.80 m. d'épaisseur, d'un charbon ayant à peu près 5,000 calories, mais il ne résulte pas que l'on ait fait des travaux suffisants pour en établir l'importance.

LIGNITE XYLOÏDE

Cette catégorie de combustible est de beaucoup la plus importante; à peu d'exceptions près, les gisements se trouvent dans le Pliocène et dans le Post-Pliocène; leur partie exploitable a souvent une épaisseur de plusieurs mètres; étant constituée tantôt par un seul banc, tantôt par plusieurs bancs moindres (au-dessous de 2 m.).

Il s'agit d'un combustible dans lequel la décomposition des végétaux est parfois si peu avancée que l'on y reconnaît encore la forme des troncs d'arbres, des branches et des racines; on a en plus une partie schisteuse, tendre, homogène, tourbeuse; la proportion entre les deux sortes est variable dans les différents gisements qui sont parfois constitués presque entièrement par l'une ou par l'autre d'entr'elles; d'habitude, le lignite schisteux est plus impur que le lignite xyloïde proprement dit, tout au moins au point de vue du soufre.

Les gisements les plus importants se trouvent en Toscane et en Ombrie.

TOSCANE

Dans la vallée de l'Arno, le long de la chaîne de montagnes qui la sépare de la vallée de Chianti dans la partie inférieure du Pliocène, affleure un banc puissant de lignite qui constitue la plus grande richesse de l'Italie en combustible.

Ce gisement est dit de "San Giovanni" d'après le nom du pays le plus important (San Giovanni Valdarno) qui se trouve dans son voisinage.

Les affleurements peuvent se suivre sur une longueur de plus de huit kilomètres.

Le gisement dans sa forme typique tel que l'on a, par exemple, dans la

mine de Castelnuovo, est formé par un banc d'une épaisseur totale de 30 m. environ, incliné de 25°. Dans ce banc on a deux parties bien distinctes dont la supérieure a une puissance d'environ 16 m. et est constituée par du lignite de bonne qualité, sans intercalations stériles; et l'inférieure est formée par des lits de lignite de qualité de plus en plus mauvaise à mesure que l'on descend (jusqu'à devenir terreuse à une dizaine de mètres), alternant avec des lits argileux.

Le lignite, tel qu'il sort de la mine, renferme de 40 à 50% d'humidité les parties supérieures du banc en renferment moins que les inférieures. Comme exemple moyen de la composition élémentaire du lignite xyloïde (séché à 100°C.) on donne:—C 55.37%; H 5.66%; O 30.83%; N 2.15%. Pour la composition immédiate on a:

	à l'état naturel	séché à 100° C.
Eau.....	40.50	—
Matières volatiles.....	31.60	52.50
Cendres.....	4.40	8.00
Carbone fixe.....	23.50	39.50
	100.00	100.00

Pouvoir calorique: à l'état naturel, 3,000 calories; séché à 100° C. 5,000 calories.

La teneur en soufre est basse n'arrivant habituellement pas à 0.6% et restant souvent au-dessous de 0.3%.

Le lignite est séché à l'air jusqu'à ne contenir que 20% d'eau; dans cette condition son pouvoir calorifique est de 4,000 calories. On a essayé plusieurs fours pour le séchage sans avoir de bons résultats; du reste, le séchage à l'air peut se faire dans les conditions de climat de la région pendant huit mois de l'année.

Dans ce gisement on a ouvert plusieurs mines; l'exploitation est organisée d'une façon bien moderne et au point de vue de l'utilisation du produit, on a fait dans ces dernières années des progrès vraiment remarquables. C'est ainsi que pour utiliser le menu (à 10% de cendres, 50% d'humidité et 2,200 calories) qui dans la mine de Castelnuovo représente jusqu'au tiers de la production on a établi une grande centrale électrique; le menu y est brûlé sous des chaudières multitubulaires Babcock-Wilcox, qui alimentent des grands moteurs Tosi, reliés directement aux alternateurs électriques. Le courant est distribué en plus qu'à la mine, à l'usine de fer de San Giovanni ("Ferriere di San Giovanni" de la Società ferriere italiana) et aux villes de Sienne (28 km.) et Florence (30 km.); on compte le porter jusqu'à la ville de Prato (55 km.) en prolongeant la ligne de Florence.

Remarquons que c'est justement l'existence de ce bassin lignitifère qui a justifié l'installation de l'usine à fer, dans celle-ci le lignite est actuellement utilisé dans les gazogènes des fours à pudler et à réchauffer, tandis que toute l'énergie est fournie par la centrale électrique.

On a aussi établi deux fabriques d'agglomérés de lignite. Le lignite encore existant dans ce gisement de Valdarno est calculé à cinquante millions de tonnes; c'est là un chiffre que l'on peut considérer comme établi sérieusement.

Dans le Pliocène de la Toscane on rencontre d'autres gisements de lignite xyloïde dont l'importance n'est guère comparable à celle de celui dont nous venons de parler; c'est ainsi que dans la vallée du Sieve ou Mugello (province de Florence), on a un gisement qui affleure en plusieurs points avec un banc d'une épaisseur variable d'après les localités de 1 à 3 mètres; c'est un lignite plutôt tourbeux qui, d'après une analyse, renfermerait 29% d'eau et 9% de cendres et aurait un pouvoir calorifique de 3,287 calories. D'après une autre analyse le teneur en cendres ne serait que de 3,20% et le pouvoir calorifique atteindrait 5,047 calories. A la vérité, nous n'avons pas là-dessus des données de quelque valeur pratique.

On a ouvert aussi quelques mines (Ligliano, Casino, etc.) dans le Miocène de la province de Sienne; aux meilleures années leur production n'a été guère que d'une vingtaine de mille tonnes (25,500 en 1911). On a indiqué pour ces gisements la quantité de quatre millions de tonnes; ce chiffre est à prendre sous toute réserve, puisqu'à l'époque où on l'a établi les travaux étaient de très-peu d'importance.

OMBRIE

Dans le Pliocène supérieur, à l'ouest de la ville de Spoleto, on a un gisement de lignite qui est actuellement le deuxième en Italie pour l'importance de la production. On y a ouvert trois mines (Morgano-Santa Croce, Uncinano et Sant'Angelo in Mercole), toutes les trois exploitées par la "Società altiforni, fonderia e acciaieria di Terni" qui en consomme presque entièrement le produit dans son établissement de Terni.

On a une couche d'épaisseur variable entre cinq et sept mètres avec une inclinaison de 25 à 35°; elle est interrompue par des failles nombreuses avec rejet plus ou moins important.

C'est un lignite en partie xyloïde proprement dit, et en partie tourbeux-schisteux; il a en moyenne 36% d'eau, 9 à 10% de cendres, 0,76% de soufre et un pouvoir calorifique à l'état naturel de 2,565 calories; on ne peut pas le sécher parcequ'il se délite trop. D'après des évaluations remontant à une dizaine d'années on en aurait encore trois millions de tonnes disponibles.

On a en Ombrie différents autres gisements de lignite xyloïde presque tous inexploités pour le moment, mais dont quelques-uns pourraient bien l'être à l'avenir. C'est ainsi que celui de Brauca (commune de Gubbio) la société de Terni, qui avait commencé à l'exploiter abandonna quand elle put s'alimenter plus économiquement avec les mines de Spoleto, a été repris il y a deux ans. Il s'agit d'une couche qui, d'après les derniers travaux aurait 9 m. d'épaisseur utile, d'un lignite de bonne qualité. A l'époque des premières explorations on en évaluait la quantité à six millions et demi de tonnes.

AUTRES REGIONS

Sans nous arrêter à l'énumération des gisements de peu d'importance qui se trouvent en différents points de la péninsule, nous terminerons notre aperçu en disant un mot de deux gisements qui sont intéressants à des points de vue différents: l'un, parceque, après avoir été abandonné vient d'être repris et

paraît sur le point d'acquiescer une importance remarquable; et l'autre parce qu'il y a une vingtaine d'années a fait naître beaucoup d'espérances qui ne paraissent cependant pas justifiées.

Le gisement de Liffe (Vallée de Gandino dans la province de Bergamo) a été exploité dès le commencement du siècle dernier; depuis 1896 tout travail avait été interrompu. En 1907 on y entreprit des travaux de recherche d'après un plan vraiment rationnel et qui ont donné de très-beaux résultats en démontrant l'existence de plusieurs millions de tonnes de combustible utilisable.

Il s'agit d'un dépôt quaternaire comprenant plusieurs couches de lignite, dont les trois plus importantes ont une épaisseur de quelques mètres jusqu'à environ 8 m. (dans les anciens travaux l'épaisseur arriva même à 11 mètres).

C'est un lignite xyloïde schisteux qui lors de l'extraction renferme (d'après des données se rapportant aux anciennes exploitations) de 40 à 50% d'humidité, dont il perd le 3-4 par séchage à l'air; et environ 10% de cendres; son pouvoir calorifique après dessiccation moyenne est de 3,300 calories.

L'exploitation de ce dépôt qui se trouve dans une région d'une importance industrielle prendra certainement un développement remarquable.

L'autre gisement que nous voulons rappeler se trouve à l'extrémité opposée de la péninsule; c'est celui de Conidoni (commune de Briatico, Calabre) qui, à la vérité, n'a pas été beaucoup étudié.

On a là, des argiles du Miocène moyen, deux couches de lignite dont la supérieure n'a que quelques centimètres d'épaisseur et l'inférieure un mètre; elles affleurent sur une surface de 7 à 8 km. de longueur sur 3 à 5 de largeur, sans que l'on puisse en conclure à la continuité des bancs.

Ce gisement a été visité en 1890 par la Commission officielle dont nous avons cité le rapport à propos du gisement d'Agnana. Le lignite est de qualité inférieure; une analyse a donné 37% d'eau, et 9.80% de cendres; le pouvoir calorifique serait, après séchage, de 3,000 calories. Le lignite se délite rapidement à l'air.

En faisant les hypothèses les plus favorables, la Commission estimait à sept à huit millions de tonnes la quantité de combustible pouvant exister, mais en tenant compte de la qualité du lignite et des conditions de la région elle arrivait à des conclusions assez peu encourageantes.

Depuis lors on n'a fait aucun travail; il est bien possible que dans un avenir plus ou moins proche on se décide à s'en occuper sérieusement puisque entre temps non seulement les conditions locales, ont beaucoup changé, mais aussi celles de l'utilisation des combustibles.

RÉSUMÉ

L'exposé précédent montre bien l'impossibilité où nous sommes de résumer nos renseignements sous forme de tableaux, nous devons nous borner à dire en guise de conclusion que:—

1°—Tous les gisements dont nous nous sommes occupés entrent dans le premier groupe: "Couches d'au moins 30 cm., à profondeur ne dépassant pas 1,200 m." (pour celles dont il s'agit, on ne va pas au delà de 2 à 300 m.).

2°—Quant à la classification d'après la qualité, nous pouvons faire entrer dans la classe "A" les anthracites; dans la classe "B." la houille; dans la classe

"D₁" les lignites que nous avons appelés pieiformes et dans la classe "D₂" les lignites xyloïdes.

3°—Pour la quantité nous ne sommes pas à même de donner des chiffres offrant quelque approximation, excepté dans le cas des lignites de Valdarno pour lesquels on peut considérer assez bien établi celui de 50 millions de tonnes au moins. Pour les autres il nous paraît inutile de répéter ici les quelques indications que nous avons données à leur place; et cela, non pas seulement parcequ'elles sont le plus souvent plus ou moins hypothétiques mais aussi et surtout parceque, ne pouvant tenir compte d'un grand nombre de gisements, on ne saurait tout de même pas arriver à celle qui devrait être la conclusion de cette étude, savoir: la durée, assurée ou probable, des ressources de l'Italie en combustible. Bien souvent il s'agit de gisements dont l'étendue est assez petite pour qu'en jugeant de la possibilité de leur utilisation on doive tenir compte d'un ensemble de conditions dont la quantité et la qualité du combustible et la profondeur de ces gisements ne sont qu'une partie. Il paraît bien que, si l'on peut souhaiter la mise en valeur de quelques gisements actuellement inutilisés, on ne saurait prévoir un bien grand développement de la production.

Nous parlons des lignites; pour ce qui est des anthracites nous pouvons considérer comme établi d'une façon pour ainsi dire certaine, l'impossibilité d'en avoir une production de quelque importance; les études du Corps des Mines sont là pour ôter tout espoir.



PRODUCTION ET IMPORTATION DE COMBUSTIBLE EN ITALIE DURANT LA PÉRIODE "1902-1912"

TONNES MÉTRIQUES

PRODUCTION	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Anthracite.....	754	2,245	1,974	1,163	2,168	2,118	1,120	2,055	2,061	2,611
Houille.....	1,260	400	1,261	575	1,850	2,550	700	.....	927	.....
Lignite.....	411,796	344,242	355,836	407,887	467,125	447,125	476,850	557,136	558,153	553,083
Total.....	413,810	346,887	359,071	409,625	471,143	451,793	478,679	559,191	561,141	555,694
Importation.....	5,406,069	5,546,823	5,904,578	6,437,539	7,673,435	8,300,439	8,452,320	9,264,311	9,314,224	9,595,882

MOYENNES QUINQUENNALES DE LA PRODUCTION ET DE L'IMPORTATION DE COMBUSTIBLE EN ITALIE
1892-1911

PÉRIODES	PRODUCTION		IMPORTATION	
	Tonnes	Variation	Tonnes	Variation
1892-1896.....	293,100	....	4,113,600	
1897-1901.....	389,900	1.3%	4,577,400	11.2%
1902-1906.....	401,800	2.9	6,193,700	13.4
1907-1911.....	521,200	3.7	8,985,400	45.2

45.2

8,985,400

3.7

521,200

1900-1911

THE COAL RESOURCES OF GREECE

BASED ON INFORMATION FURNISHED BY
THE DEPARTMENT OF MINES OF GREECE

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		ACTUAL RESERVE (Calculation based on actual thickness and extent)			PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)	
	No.	Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	Class of Coal	Metric Tons
Coumi (Zuboea).....	2	Aggregate 2.20 m...	20 sq. km.....	D ₂	10,000,000		
Oropos, Aliveri, etc.....						D ₂	30,000,000
Totals.....					10,000,000		30,000,000

The coal is of poor quality and only the deposits at Coumi are at present being worked.



THE COAL RESOURCES OF THE TURKISH EMPIRE*

BY

LEON DOMINIAN

(With one map in the Atlas and one figure in the text)

I—INTRODUCTION

OUR knowledge of the coal resources of the Turkish Empire is still in a very immature stage. A comprehensive geological survey of the country, undertaken in the light of the modern progress achieved in this science, has not yet been attempted. What little is known has been due to the experience of explorers who were often beset with innumerable drawbacks while journeying through the country. The lithological terminology used by travellers is often inadequate. Little reliance can be placed on its accuracy except in the few instances where a geologist has been over part of the field. Some data of local interest can be culled occasionally from the written contributions of engineers stationed at the few exploited districts.

The occurrence of coal has been reported from a large number of localities. In only one instance has mining been carried on in any manner compatible with the demands of modern consumption. Aside from this, work has been confined to desultory attempts that were scarcely adequate to meet even the limited local requirements. In no case can technical data regarding the extent, depth or persistence of the seams be had. The present contribution will therefore be necessarily limited to an enumeration of the localities at which the fuel is known to exist.

The well defined geographic divisions of the Empire into European and Asiatic Turkey will be adopted in the classification of the various deposits listed below. The last named region will be treated first on account of its relatively greater economic importance.

II—TURKEY IN ASIA

(a)—ASIA MINOR

1—LIGNITE BEDS OF THE MARMORA-EGEAN ZONE

The north-westernmost projection of Asia Minor, immediately south-east of the Dardanelles, forms part of a district wherein lignite deposits have been

*Acknowledgments are due to many British Consular officials stationed in Turkey for information supplied through the channel of the Executive Committee of the Congress.

worked in a number of localities. The formations of this district can also be traced to the north on the adjoining European coast of the Marmora. The lignite beds occur mostly in Tertiary lacustrine deposits and appear to belong to a zone of transition between the Miocene and the Pliocene. In the Ægean Sea the same grade of coal is found in the island of Mytilene as well as in the island of Lemnos, where it was mined in 1875.

The best known of these deposits is worked at Manjilik. The seams outcrop here for a distance of 4 km. They are operated by the owners of the near-by Balia lead mines. The product is used as fuel for an electric power-station feeding the smelters and workings. Some lignite is also found near Lampsacus, but it has not yet been mined. In the Troad, lignite is extracted near Edremid. The fuel is transported to the sea-port of Akchai where it is stacked along the water front and sold in small quantities. Farther south, at a short distance from Soma, the terminal of a branch line from Manissa, a good quantity of this coal has been mined on a small scale. Near Panderma, at about 4 km. from Tehamakdagh, some exploration work was undertaken about twenty years ago in the Mesepsif valley. The following sequence was determined in this locality:

1—A basal igneous complex, the upper zone of which consisted of a highly siliceous flint-like band of rock averaging 2.5 m. in width.

2—Thick beds of marls with which lignite seams, varying in thickness between 2 m. and 0.86 m. were intercalated. The coal belonged to a high-grade lignitic variety. Samples of it gave the following analysis:

Volatile matter.....	32.6%
Fixed carbon.....	45.4
Ash.....	12.6

The Tertiary succession in this district is best revealed by the section afforded in the gorge of the Dovantzi river. The basal igneous is overlain by thick beds of tufa, above and lying conformably with which, clayey marl beds occur, with lignite seams about 0.30 m. in thickness. This series underlies relatively thick strata of bituminous marls. The clay above or below the lignite-bearing strata can be easily detected by large blocks of jasper and chalcidony that stand out from its mass.

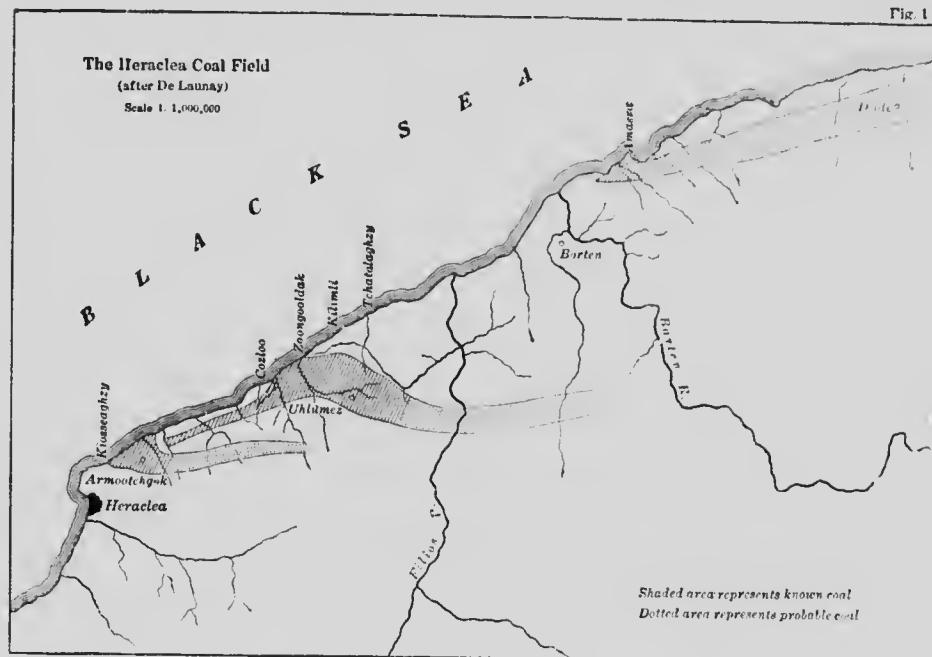
West of this region, lignite outcrops are known at Demirtash, 20 km. north of Broussa, as well as at Ghemlik. Mining was also carried on formerly at Tenaidere near Bilejik and at Gueve near Seyyud. The most westerly extension of this Tertiary lignite is found in the mountains environing Tehai near Afioukrahissar. Seams have been discovered here at an altitude of 1840 m.,* lying over calcareous conglomerates and capped by clay beds. The thickness of the coal attains 2 m. Practically every one of the above named deposits is susceptible of development in order to supply local requirements.

2—THE HERACLEA COAL-FIELD

The Heraclia coal-field is at present the best developed in Turkey (Fig. 1). It occupies a belt about 60 km. in length along the Asiatic coast of the Black

*De Launay, Geol. & Rich. de l'Asie Mineure, Paris, 1911, p. 296.

Sea, between the seaports of Heraclea and Filios. The town of Heraclea itself lies at a distance of 135 nautical miles from Constantinople. The coal-beds outcrop near the coast and are not known to extend farther than 8 km. inland. It is believed, however, that they strike south-easterly from the eastern boundary of the district to which mining operations have been confined and that they may be re-encountered at a greater distance from the sea-shore beyond. The coast facing this section of the Black Sea is precipitous. Narrow valleys and ridges parallel each other at right angles to the shore-line. The elevation of the land immediately fronting the water does not exceed 60 m. The altitude increases gradually southwards until a maximum of 500 m. is attained at a distance of



about 3 km. from the coast. Here long chains of hills, with a roughly east-west trend, occur.

The stretch of country extending from Heraclea eastwards for a distance of 175 km. along the coast may be considered as a geological province on the basis of the presence of three long and narrow parallel bands of Carboniferous rocks,* which comprise Culm, Lower Carboniferous limestones and Upper Carboniferous Coal-Measures. These bands have a general N. 70° E. trend. The country lying between them consists of nodular calcareous beds, chiefly Caprotina limestones.

The unity of the geological sequence appears to have been established by

* E. Suess. *The Face of the Earth* (Sollas' translation). Vol. III, 1908, p. 319.

paleontological* as well as lithological data. The strata can be classified as follows in ascending succession:

1—A basal Carboniferous limestone containing *Productus giganteus*, *Syringophyllum* and other Polyps.

2—Coal-bearing Measures containing † *Sphenopteris Baumleri*, *Neuropteris gigantea* and *Neuropteris Schlehani*. Above and lying unconformably, the Cretaceous is represented in beds of great thickness by:

3—Greyish crystalline limestone with *Requena gryphoides* and *Toncasia*.

4—A complex of fairly fine-grained, dark coloured, clayey and sandy strata.

The correlation of this sequence with the Cretaceous of the Balkans has been established. ‡ The latter is itself the prolongation of the Alpine zone on which outcrops of Carboniferous strata appear as at Heraclea. This similarity in the geological relationships, prevailing on the south-western coast of the Black Sea, and in a portion of Central Europe, may have a wide significance which does not lie, however, within the scope of these notes.

Differentiation of the fossil flora found at Heraclea leads to a local subdivision into three stages corresponding to the Culm, Westphalian and Stephanian stages of the European Carboniferous. These are, respectively, the Aladjaaghzy or lower stage, the Cozloo or middle stage, and the Caradon or upper stage. The first two are economically the most important but the best coal is derived from the middle stage.

The western boundary of the basin is determined by a long fault-line occurring at Kiosseaghzy at a distance of about 10 km. west of Heraclea.§ The entire measures appear to have sunk in depth at this point. Some coal is won here from narrow seams which can be correlated with the Cozloo stage. The valleys of Kiretchlik, Chaoushaghzy and Ilisoo appear immediately beyond. Within their limits the Aladjaaghzy series can be first observed. The Cozloo depression lies about 20 km. farther east and is the seat of the widest and most actively exploited veins of the entire district. From this last point the Coal-Measures are detected about 2 km. farther east, to Domooz, where they assume a gradual southerly strike inland. Cutting across the Zoongooldak valley, where their width attains 5 km., they extend beyond Tchatalaghzy valley to Sooksoo. Mining ceases at this locality but coal is known to occur as far east as Djide.

The Aladjaaghzy stage is best represented at the locality bearing that name. The strata appear first at about 0.5 km. west of the settlement. They have a general east-west strike and dip from 10° to 30° south. Fifteen seams of an average thickness of about 0.75 m. are distinguished by different names. Although they are considered locally as different beds, the profound faulting to which the region has been subjected, subsequently to the formation of the coal, tends to confirm belief in the identity of many of the seams. The uniformity of their structure has helped the unmethodical native to carry on work with

*H. Douvillé, *C. R. Acad. Sc.* CXXII, 1896, p. 678-680.

†R. Zeiller, *C. R. Acad. Sc.* CXX, 1895, p. 1228.

‡H. Douvillé, *loc. cit.*

§S. Stassinopoulos, *Bull. Cham. Com. Fr. Cons.*, October, 1908.

relative ease. The same measures have been developed, to a less degree, in the valley of Kiretchlik, as well as at Tchaousbaghzy.

A zone of transition between the Aladjaaghzy and the Cozloo measures is revealed by the presence of a number of almost vertical seams. Their thickness is the same as that of the seams below. They occur along a double east-west line of faulting, which also constitutes the southern extremity of the coal-basin, since beyond it, to the south, only Carboniferous limestones are encountered.

These vertical seams therefore indicate the beginning of the Cozloo stage, which is best represented in the valleys of Zoongooldak, Kilimli and Tchatalaghzy. The strata in this zone dip respectively to the north and south so as to form an anticlinal fold which is plainly discernible in the valley of Kilimli. Twenty-five veins are distinguished locally, but the absence of any detailed geological survey of the district and the lack of maps preclude adequate differentiation. The seams have an average thickness of 1.5 m.

A possible zone of transition marks again the upper level of the Cozloo stage. It is best seen in the vicinity of the Kiosscaghzy fault. Two systems of seams occur here and are known as the Tsamly and Beylik groups. The former comprises fairly thick seams some of which attain a maximum width of 2 m. Their dip is northerly, many being almost vertical. The Tsamly system can be traced to the very shore, at the village bearing that name. It extends over a distance exceeding 4 km. in length, to Candilly valley.

The Caradon stage appears above this zone of transition. Eight seams are distinguished as belonging to this series. They have been worked at Caradon where they are well developed, as well as at Tchatalaghzy and Cozloo. Their thickness varies between 1 m. and 1.5 m. Beds of slate of an average width of 1.5 m. are intercalated between the seams. The Amasra basin, comprising the Tchatalaghzy district, also appears to form part of the same series. Five seams of similar average width are known here. It is also surmised that the outcrops east of the town of Amasra near Caposoo constitute the prolongation of this group. In addition a number of outcrops observable in the valley of Ilisoo near Sefedler village probably bear the same relationship.

The coal mined at Heraclea belongs to the bituminous variety. It is slightly higher in ash than the corresponding average type from European basins. It may be divided into two classes: (1) that obtained from the veins of the middle series, containing from 30 to 40% volatile matter; (2) that obtained from the lowest stage, containing from 40 to 45% volatile matter. The first is excellent for coking purposes, while the Aladjaaghzy product is used chiefly in the manufacture of illuminating gas and for steam generation.

The following table shows the annual output for the entire region:

ANNUAL PRODUCTION OF THE HERACLEA COAL-FIELD

Years	Metric Tons
1884.....	70,997
1885.....	80,129
1886.....	85,892

Years	Million Tons
1887.....	97,846
1888.....	109,400
1889.....	146,366
1890.....	137,282
1891.....	166,230
1892.....	168,727
1893.....	173,456
1894.....	159,687
1895.....	147,445
1896.....	166,170
1897.....	122,890
1898.....	211,514
1899.....	253,830
1900.....	390,428
1901.....	341,221
1902.....	364,206
1903.....	453,807
1904.....	518,874
1905.....	592,874
1906.....	610,400
1907.....	625,000
1908.....	650,000
1909.....	675,757
*1910.....	.....
1911.....	750,000

It is believed that the annual production will soon reach a million tons owing to the settlement of several points at issue between the Turkish Government and the French company holding the most important concession of the district.

(b)—EASTERN ASIA MINOR

A large number of coal-seams of all grades are known to occur in the region extending east of the 34th meridian east of Greenwich to the Russian and Persian boundaries. Lignite was reported by Cuinet† from Tavshandagh Mountain in the vicinity of Mersivan. The same observer noted coal outcrops in the immediate neighbourhood of Tokat as well as in a district lying 60 m. south-east of that town. Outcrops have also been detected near the town of Sivas south of the previous named locality. In the northern portion of Mamouretualziz province, coal is known in a band, which practically extends from its eastern to its western boundary. The localities are Tchেমishguedsek,‡ where the coal is stated to be of good quality, Zafranik, Dersim and Derstek. At Shengyah also, near Bailbourt, lignite occurs.

* Figures unknown.

† *Turquie d'Asie*, Vol. I.

‡ J. E. Spurr, *Eng. & Min. Jour.*, October 4th, 1902.

In the Erzroom province an attempt has been made to mine some lignite in the past few years. The seams are imbedded in the Upper Eocene. They are well developed at Kheneke, near Migri in the valley of the Arax, as well as east, in the Kashkaldagh Mountain. The annual production of the different localities is distributed as follows:

PRODUCTION OF THE ERZROOM DISTRICT

LOCALITY	PRODUCTION	
	1910	1911
Kheneke (Narman).....	1,300 Metric tons	450 Metric tons
Vartik (Terjan).....	86 " "	" "
Kukurtlu (Erzroom).....	120 " "	50 " "
Sivishlu (Erzroom).....	860 " "	45 " "
Tazegul (Erzroom).....	" "	20 " "
Charel (Erzroom).....	" "	20 " "

Proceeding southwards from Erzroom the occurrence of a deposit of bituminous coal is reported from the mountains lying west of the Mush plain. South-east of the last named locality a hard variety of coal resembling anthracite is found near Erooh in the province of Bitlis. The coal is stated to occur in abundance in this region between the villages of Tchemak and Dergal.

The same variety of coal is found farther west near Palu. The meagre reports obtainable from this relatively inaccessible town lack definiteness and merely suggest the possible existence of an anthracite basin in this district.

West of the Persian boundary, the province of Van seems to have been favoured by nature with ample reserves of fuel. At Bashkale in the Hekiari district a number of lignite seams 0.15 m. in width are known. Near Tcough Pass, at about two days' horseback ride from Nordooz, the same coal occurs again. At Aktehai on the Karasoo river and about 24 km. from the harbour of Cheraker on Lake Van, a bituminous variety was discovered. Coal is also known at Sivan near Arehek, 27 km. east of Van, where a number of seams have been brought to light. At Chahmanis in the district of Chatak a number of seams occur. Their width occasionally attains 1 m.

(c)—MESOPOTAMIA

Coal was mined about half a century ago in the northern section of this ancient province at Harpot, about 45 km. east of Jezireh. The product was used for a while on river boats plying on the navigable sections of the Tigris. The fluvial transportation industry appears to have stimulated research for the fuel since a little mining was also undertaken for the same purpose in the Jebel Hamrin 90 km. north-east of Bagdad. Coal has also been found in the vicinity of Mossul, but the deposit has not been worked.

At about 160 km. north-east of Bagdad a small amount of coal has been mined by the natives since 1890. Mining is confined to the low hills lying east of Kifri, near the Nasalah village. The coal is won from open cuts and shallow workings. Its quality was found to be poor at that level, and deeper digging has not yet been undertaken.

(d)—SYRIA

Two relatively unimportant deposits of lignite are worked in the province of Beyroot. One is the Ainamadé mine which lies near the village of Kermac and yields about 1,000 tons annually. The other occurs at Haitoura near Jezzim and produces about 500 tons per year. Outcrops have also been traced in the valley of the Nahrelkalb. Both deposits are capable of yielding large outputs. In the Lebanon, coal that is probably lignitic is reported from Fulooga near Hamana, as well as at Ebdin near Bekfaya, Mreyjatt and Jezzim. The first named locality was the seat of a native exploitation which was undertaken on a small scale to supply the silk factories of the district with fuel. Other Syrian localities from which coal is reported are Meshgara in the Beka'a Mountains and Huleh, in the province of Damascus. The environs of Tyre and Safed are similarly credited. At about 80 km. south-east of Aleppo, coal outcrops have been noticed by various explorers. The accounts relative to their importance are conflicting. Two other localities regarding which very little is known, are Suedich on the Mediterranean coast and the Ajiloon province in Palestine.

(e)—OTHER OCCURRENCES IN ASIA MINOR

The following districts cannot be classed geographically in the subdivisions given above. They will show that the distribution of coal in Asia Minor is wide. The existence of the fuel is reported from Beirootdagh Mountain, where iron has been mined since times immemorial by the natives of the town of Zeytoon. This region has been, perhaps, least visited of all by travellers in Asia Minor. It seems strange that the neighbourhood of the iron mines should not have stimulated exploitation of the coal. Near Sis, between Adana and Zeitoun, anthracite float has been detected in the valley of the Jihoon River.

The south-western coast of Asia Minor with its hinterland does not appear to be devoid of coal. Seams are known near Makry in the foothills of the Eljikdagh Mountain. In the province of Smyrna, lignite beds exist at Gulhissar Milas, Sokia, Aidin, Kiosk, Nazilli, Scala Nuova and Keramos. The Sokia and Nazilli beds have been developed for local use.

III—TURKEY IN EUROPE

The environs of Keshan in the province of Adrianople have been prospectively examined for coal somewhat more thoroughly than other districts of European Turkey. The beds are found at the edge of a synclinal sandstone basin, 13 km. in diameter. From a point 1.5 km. north-east of Keshan a single seam was traced* for a distance of 5 km. along the southern edge of this basin at about 165 m. above sea-level. The coal mined here is bituminous. One of the seams worked was about 1 m. thick and had the characteristics of cannel coal, burning with a long flame and emitting little smoke. Its specific gravity was 1.37 and it yielded about 2% in ash. The section of a prospect bore-hole revealed the following sequence:

*T. English, *Quart. Jour. Geol. Soc.*, 1902, p. 153 et seq.

Red, stony clay.....	10 35 m.
Volcanic ash and rhyolite breccias.....	14 85
Sandstone and dark coloured beds.....	2 00
Coal and bone.....	45
Shale and clay.....	1 65
Coal and bone.....	30
Shale and clay.....	3 15
Sandstone.....	1 70
Shale and clay.....	20
Coal.....	1 1
Sandstone.....	5

The evidence gathered underground showed that the coal lies on sandstone and is capped by a hard clay roof about 0.60 m. in thickness.

At Boztepe, 9.6 km. west of Keshan, the same variety of hard cannel was discovered. In the opposite direction several seams are known along the Marmora coast between Sarkeni and Ganis, at a distance of about 48 km. south-east of Keshan. The thickness of these veins varies between 0.30 and 0.45 m.

The outcrops of another deposit, in which seams about 0.70 m. thick are found, occurs at the head of the Gulf of Saros near the little village of Capoodjidere. The coal-seams are here interbedded with the sandstone, with which they have a common southerly dip into the hill forming the southern slope of the Kavak river valley at about 130 m. above sea-level.

The prolongation of the Marmora-Egean deposits of lignite can be followed in the vicinity of the sea-port of Rodosto in the Sea of Marmora as well as at Derwent near Dedcagatch, 5 km. from Erejik station of the Oriental Railway. Lignite is also known at Sooffi and Oozoonkeuyri. Prospecting has been carried on at Grissanhissar at a distance of three hours' ride from Xanthi's railway station. In Albania a fair quality of coal has been mined near the towns of Telvino and Triano. Deposits of lignite are also known near the villages of Akbunar, Teliplik and Agatchly at a short distance from Constantinople.

IV—FUTURE PROSPECTS

The evidence gathered from the foregoing review does not afford very definite data regarding the future development of the coal resources of Turkey. Nevertheless it can be summed up in the following conclusions. In the first place, it is probable that the output from Heraclea will increase at a somewhat higher rate than hitherto, owing to the settlement of the difficulties existing between the principal operator and the Government. The adjustment of the claims advanced by the French company will facilitate the execution of certain contemplated improvements, destined to increase the quantity of coal mined, which had been deferred pending these final arrangements. The probable development of the eastern section of this coal district, namely the Amasra-Djide region, will also contribute to augment the yield of the basin. In this connection the need of topographical and geological mapping is keenly felt at Heraclea itself as well as in the neighbouring seats of exploitation. Ralli's

work* on faulting will have to be supplemented by a detailed study of this important feature.

In the second place there exists a possibility of the development of numerous lignitic beds to supply the needs of local consumption. The annual production of this variety of coal has increased from 15,000 metric tons in 1898 to 32,000 metric tons in recent years. The slow industrial awakening of the country tends to confirm belief in the probability of a larger consumption of lignite eventually.

Lastly, there exists the possibility of new districts being opened up. The development of an anthracite basin near Palu may eventually result from a thorough exploration of the region. The building of railroads through these sections of the country may constitute a factor of no mean consequence in the growth of the mining industry.

The quantity of coal consumed annually in Turkey, and such of the neighbouring countries as are geographically dependent on it (Egypt for instance) can be safely reckoned at about 5,000,000 tons. The annual production of Turkish coal is still less than 1,000,000 tons.

* Le Bassin Houiller d'Heraclée. *Ann. Soc. Geol. Belg.* XXIII, 1895-96, pp. 151-267.

LES HOUILLES EN BULGARIE

PAR

M. LE PROFESSEUR DR. G. BONTCHEW

Université de Sophia

(Avec un profil et une carte dans le texte)

La Bulgarie, un des Etats des Balkans, quoique d'une petite étendue (96,464 klm. carrés), contient dans beaucoup d'endroits des gisements houillers. Ceux-ci se trouvent dans les régions montagneuses (le Balkan et les Rhodopes) ainsi que dans les plaines et les dépressions (la plaine de Philippopoli, celles du bord de la mer Noire et du Danube, la dépression du village de Pernik, etc.).

Il n'y a pas longtemps que les gisements houillers sont connus en Bulgarie. Ils ont été constatés pour la première fois en 1870, mais c'est surtout après que la première loi des mines fut votée en 1891 que la majorité des gisements houillers connus aujourd'hui a été découverte, parce que cette loi a facilité en Bulgarie la recherche de la houille et a donné un grand élan à l'initiative privée. Depuis ce moment on a commencé à travailler activement l'industrie sidérurgique dans le pays et, au cours d'une vingtaine d'années on a réservé plusieurs régions pour la recherche de la houille; il y a maintenant 230 de ces régions parmi lesquelles 27 sont concédés.

Malgré le grand zèle avec lequel on a commencé cette oeuvre, malgré le grand nombre de régions réservées et de concessions accordées par l'Etat, les résultats sont peu satisfaisants à cause du peu d'argent disponible pour le développement des houilles; à cause de la nature et de la quantité que l'on connaît de celles-ci. Les travaux commencés au début dans toutes les régions réservées ont presque cessé aujourd'hui; certains développements se continuent seulement dans certains endroits et ont pour but d'étudier le terrain. Pour ces raisons on ne peut évaluer qu'approximativement la quantité de houille du pays.

Les houilles, en Bulgarie, sont de différents âges géologiques: paléozoïques (système carbonifère), mésozoïque (système crétacé), et tertiaires (système néogène). D'après leur qualité, elles appartiennent à l'*anthracite*, à la *houille noire* et au *lignite*.

Les gisements houillers sont des couches déposées dans des bassins séparés les uns des autres; mais les actions dynamiques plus récentes que leur formation, ont déformé les bassins eux-mêmes ainsi que les couches de houille de manière que celles-ci ont un aspect très varié. Les houilles ont été formées de végétations

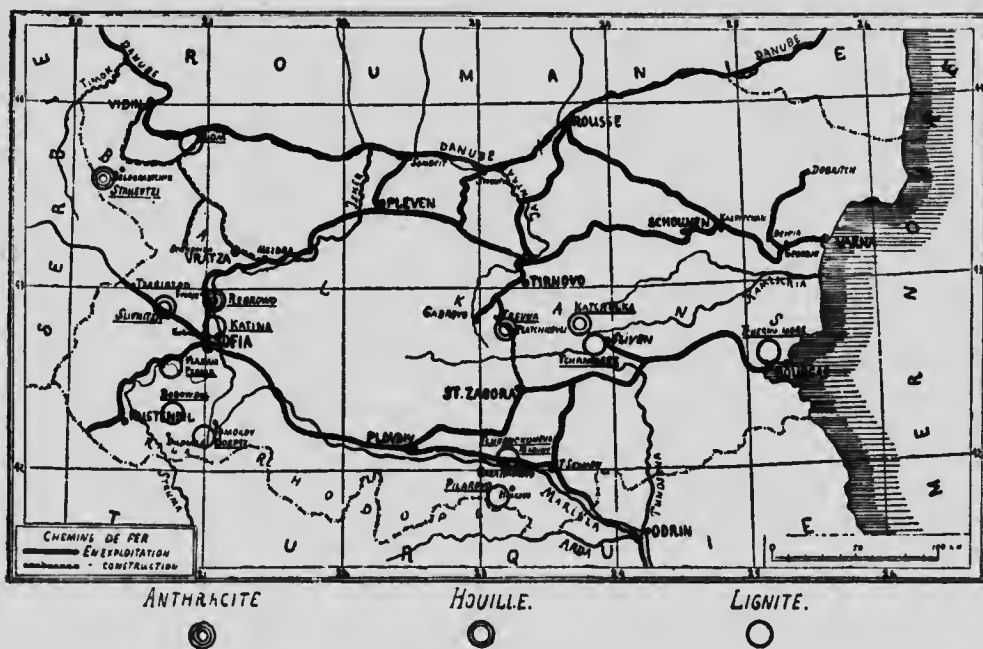
terrestres et lacustres; les débris et les empreintes de feuilles de différentes plantes trouvés dans la houille, ainsi que la nature des assises encaissantes viennent à l'appui de cette conclusion.

I—HOUILLES DU CARBONIFÈRE

ANTHRACITES

Ce sont les plus anciennes de toutes les houilles, en Bulgarie; leur âge géologique est celui du Culm. Elles se trouvent dans la partie occidentale de la Bulgarie: 1^o—la vallée de l'Isker au nord de Sophia, là où cette rivière traverse les Balkans; 2^o—les environs de Belogradschik. Il y en a très peu en dehors des endroits cités ci-dessus.

Les gisements de ces houilles sont des couches dont la direction est principalement de N.E. à S.O. Les couches sont déposés dans des matériaux de Carboni-



La distribution des Houilles en Bulgarie

ère; ceux-ci forment des bassins situés à une distance les uns des autres de 70 à 80 km. On peut considérer ces bassins ou comme formant un seul, ou bien comme indépendants les uns des autres. Il est très probable qu'ils ne constituent qu'un seul bassin, car les matériaux pétrographiques pour chacun de ces bassins varient très peu.

1^o—Le bassin houiller dans la vallée d'Isker est situé entre les villages de Kourilo et de Svogné. La surface qu'il occupe possède la forme d'une

ellipse dont le grand axe est de direction S.O.—N.E. Les matériaux entrant dans la composition de ce bassin sont des schistes argileux et sableux, des grès et des conglomérats, tous d'une couleur sombre. Ils comprennent des couches houillères dont la puissance varie de 1.5 à 4.5 m., mais en certains endroits (Tzaritzelle et Tzaritschino) elle atteint 8 m. Dans toutes les couches ordinairement associées à plusieurs, la houille est mélangée de schiste argileux; la plus grande épaisseur des couches de houille pure ne dépasse pas 2.5 m.

A l'ouest du lit de la rivière d'Isker la direction des couches est en général de S.O. à N.E. avec un plongement N.O. sous un angle de 34° à 40°, tandis qu'à l'est de la rivière on y voit des couches dont la direction est de N.O. à S.E. avec un plongement S.O. sous un angle de 25° à 35°. Ces différences dans la direction et le plongement sur un petit espace prouvent que le bassin houiller a subi des efforts dynamiques qui ont coupé et déplacé tous les matériaux formant les couches du bassin. Les mêmes efforts ont broyé les roches du terrain ainsi que les houilles qui sont, en outre, presque complètement distillées. C'est pour cette raison que les houilles de toutes ces couches ont un aspect compact, mais en réalité elles sont broyées et pendant leur extraction on ne peut les avoir qu'en tout petits morceaux.

Les houilles ont une couleur noire et un éclat submétallique assez brillant; elles s'enflamment difficilement, brûlent dans un fort courant d'air avec une flamme bleuâtre et très courte, dégageant de 1.5 à 3.75% de matières volatiles et laissant une quantité considérable de cendre provenant de la matière argileuse qui les a imprégnées. Elles ont une dureté (3.5) et une densité (1.84) plus grandes que celles de l'antracite pur.

Les trois analyses faites avec un but industriel ont donné les résultats suivants.

Carbone.....	73.45	72.07	81.01
Cendre.....	18.20	21.61	9.82
Gaz.....	2.78	1.50	3.57
Humidité.....	5.57	4.81	5.00
Soufre.....	.....	0.57	
Calories *.....	5,650	5,166	5,580

Dans ces bassins il y a trois concessions: *Nad'jda* (278 hect.), *Kroum* (225 hect.) et *Boris* (400 hect.) mais on n'a pas encore commencé l'exploitation de la houille.

2°—Le bassin des environs de Belogradtchik se trouve près du village de Stakevtzi. Ses matériaux pétrographiques sont des schistes et des grès du Culm, mais plus métamorphisés que ceux du bassin de la vallée d'Isker. Au sud, ce bassin est au contact de schistes cristallins (gneiss, schistes amphiboliques, etc.).

Dans tout le bassin il y a deux lits houillers dans lesquels la houille est en couches dont la puissance varie de 1 à 1.30 m. Les couches de houille sont coupées et leur parties déplacées de manière que la houille forme de petits lits alignés en forme de chapelet. Elles affleurent sur un petit espace, mais avec

* Le pouvoir calorifique a été toujours déterminé d'après la méthode de Berthier.

des galeries on les a suivies sous la terre à une distance de 100 mètres. La direction des couches de houille est de N.O. à S.E. avec un plongement vers N.E. sous un angle de 70°.

A une certaine distance de la surface supérieure des couches la houille est fortement broyée, alors que vers la surface inférieure à une épaisseur de 30 à 80 cm. elle est de moins en moins broyée. Les propriétés de la houille montrent que leur gisement a été soumis à des efforts dynamiques.

Les houilles des environs de Belogradtchik sont du même âge géologique que les précédentes. On a recueilli dans les unes et les autres des restes de mêmes végétaux fossiles: Fougères, *Lepidodendron*, *Sigillaria* et *Stigmaria*.

A l'exception de la forte lumière blanche qu'elles donnent en brûlant et de la petite quantité de cendres qu'elles laissent, les autres propriétés de la houille de ce bassin sont les mêmes que celles de la houille de la vallée d'Isker.

Dans les environs de Belogradtchik on a réservé plusieurs superficies, mais il y a une seule concession appelée Stc. Hélène (462 hect.).

II—HOUILLES DU CRÉTACÉ

HOUILLES NOIRES

Le bassin de ces houilles se trouve dans les hautes parties des Balkans entre la ville de Cjatrovo et celle de Sliven; on l'a nommé "Bassin Balkanique." Il s'étend de deux côtés de la crête montagneuse. Il est connu sur une longueur de 6.5 km.

Les matériaux constituant ce bassin appartiennent à l'étage sénonien du Crétacé; ce sont, en général, des grès, des schistes argileux, des conglomérats avec peu de marnes et de calcaires. Dans la partie occidentale du bassin, ils reposent sur des calcaires marneux et des calcaires couleur de rouille assez riches en fossiles montrant que l'on doit les rapporter au Lias. Au dessus de ces derniers viennent des calcaires dolomitiques et des grès rouges du Trias reposant eux-mêmes sur des schistes semicristallins de l'Archéen.

Les lits houillers intercalés parmi les couches sénoniennes se trouvent ordinairement près de la limite sud du bassin (comme dans les concessions de Badaschté, Prince Boris, Izvor, Borouschititza, Boukova poliana, Tschoumerna et Katschoulka) et ont à peu près la même direction qui est de N.O. à S.E.

Le bassin balkanique reparait à une distance de 13 km. au sud de la ville de Trevna dans la localité Tournala. Là, sur une longueur de 5 km. il est successivement au contact de micaschistes, de Lias et de Titon. En cet endroit, il y a une largeur de 2 km. et celle-ci reste constante jusqu'aux plus hauts points de la concession Prince Boris, située à 1 km. du commencement du bassin; puis la largeur du bassin augmente de plus en plus jusqu'à 16 km. au sud-est près de la localité Boukova poliana qui est le centre du bassin. A partir de cette localité la direction du bassin devient nord-est, jusqu'au milieu du chemin qui réunit le sommet de Tschoumerna et le village de Béla. Dans cette partie ce sont des dolomies triassiques qui bornent le bassin houiller au sud, alors qu'au nord c'est le Flisch. Depuis le milieu du chemin indiqué plus haut la direction devient sud-est, la largeur diminue successivement sur une distance d'environ 8 km. et le bassin se termine.

Dans ce bassin les houilles sont en forme de couches et de lentilles de dimensions variées, leur direction est de N.O. à S.E. Les couches ainsi que les lentilles sont déformées par les mêmes forces dynamiques qui ont plissé les Balkans, et cette déformation est plus forte dans la partie occidentale du bassin que dans la partie orientale; c'est pourquoi dans la première la houille est beaucoup plus broyée que dans la seconde.

Les houilles sont noires et très broyées et pendant leur extraction on les tire en poussière. Ordinairement elles sont mélangées de schistes argileux et devenues impures, ce qui diminue leur valeur et empêche beaucoup l'exploitation; c'est seulement dans quelques couches des plus épaisses que les houilles sont relativement pures et moins broyées.

Le bassin, dans ses parties occidentales, a été connu depuis 1870, mais c'est seulement au cours des vingt dernières années qu'on a réussi, grâce à une étude plus détaillée, à déterminer les limites du bassin, ainsi que la position et la puissance des couches houillères. Maintenant l'État a donné des permis de recherches de houille dans 81 régions réservées, dont 12 sont passées en concessions.

Dans l'intention de donner une idée de ce grand bassin houiller, pour la quantité, la position et la puissance des couches de houille qu'il renferme, ainsi que pour la qualité et la quantité de la houille nous allons exposer brièvement les études faites dans différentes parties du bassin, qui sont aujourd'hui concédées.

A.—Dans les régions les plus occidentales du bassin, les couches houillères reparaissent dans la concession appelée Kalpasan, (42 hect.) comprenant la localité "*Totchila*." Là, les couches houillères sont formées de marnes d'un gris verdâtre et de grès jaune clair reposant sur un conglomérat quartzifère avec une coloration jaunâtre. Toutes ces couches ont une direction de l'ouest à l'est et plongent vers le sud sous un angle de 70° à 80°. La houille elle-même se présente en deux lentilles de petite dimension (100 m. au plus de longueur); elle est assez pure et appartient à la variété "Houille noire type."

Dans la concession Prince Boris qui est beaucoup plus grande (500 hect.) que la précédente et qui est située dans les environs du village de Radevtzi, les lits houillers sont formés de trois groupes de couches (appelés Amélie, Caroline et St. George) situés dans trois synclinaux, ceux-ci séparés l'un de l'autre par des grès, des calcaires et des schistes. (Fig. No. 1).

La direction des couches est principalement de N.O. à S.E. mais dans la partie sud du bassin elle devient S.O. Dans les deux premiers groupes de couches le plongement est S.O. sous angle de 70°; et reste presque constant dans le bassin de Trevna. Ce sont seulement les couches du groupe St. George qui ont un autre plongement (N.E.). Le changement du plongement montre clairement que ces couches font partie d'un anticlinal.

Le groupe Amélie, dont les couches houillères sont constatées sur un espace de 4 km. 5 de longueur est à présent le plus important non seulement dans la concession de Prince Boris, mais dans tout le Bassin Balkanique. Il comprend trois couches de houille d'une grande importance industrielle et d'autres qui n'ont aucune valeur. L'une des trois premières couches (la plus basse) est d'une puissance de 0.8 à 3 m., l'autre 0.4 à 3 m., tandis que la troisième qui surmonte les deux autres n'a qu'une puissance de 0.6 à 1 m. 2.

Le groupe Caroline est constitué de deux couches de houille dont les affleurements sont à une distance de 6 m. 50. (A ce groupe on doit rapporter les couches

houillères des concessions: Botew, Lew et Borouschtitza situées au nord-ouest et sud-est du groupe Caroline).

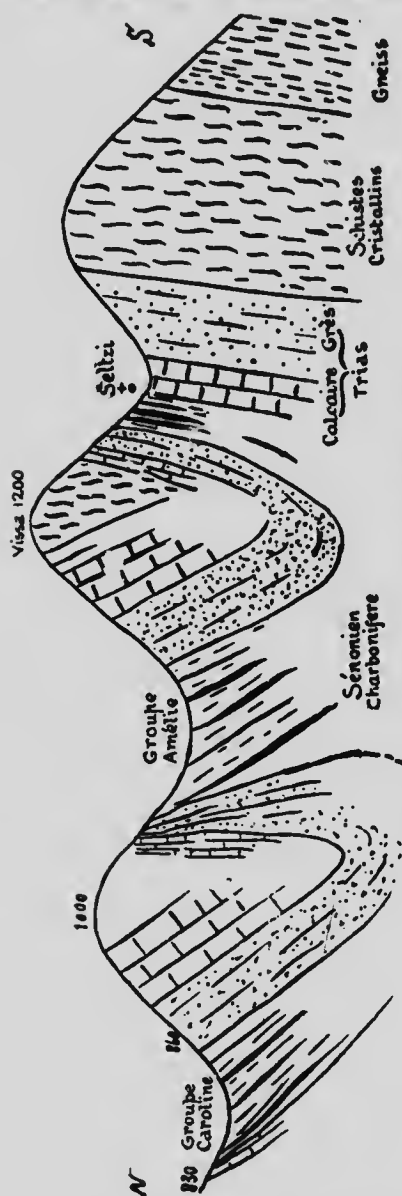


Fig. No. 1—Profil de la mine Prince Boris jusqu'à Seltzi.

La couche inférieure de ce groupe est surmontée de grès en couches d'épaisseur considérable surmontées de calcaires dolomitiques, alors que la couche supérieure supporte des grès de mince couche recouverte par des marnes d'un gris et clivées en dalles. La puissance de la première couche est ordinairement de 0.6 à 0.7 m., mais en certains points elle atteint jusqu'à 5 m.; dans la seconde la puissance varie de 0.8 à 3 m. Outre cette variation de la puissance, les deux couches de houille sont caractérisées par le fait qu'elles sont tantôt réunies sur une grande étendue, tantôt chacune pénétrées par des schistes.

La parties du bassin constituant le groupe St. George représente comme il a déjà été dit une anomalie parce que le plongement n'est pas le même que dans les deux premiers groupes. D'après la direction des couches il est presque identique au groupe Caroline et probablement ils sont réunis tous les deux. Dans ce groupe on a constaté trois couches de houille dont les puissances réciproques sont de 0.4, 0.6 et 2.5 m.

Les houilles de ces trois groupes sont assez broyées et leurs lits remplis de grisou; l'acide carbonique est constaté en un seul endroit. Elles brûlent avec une flamme claire assez longue, donnent de 30-35% de corps volatils et laissent beaucoup de cendre. Durant ou après le lavage elles se transforment en coke, qui est relativement dur. Les analyses faites sur des échantillons du groupe Amélie ont donné des résultats suivants:

Carbone . . .	54.89%	64.07%
Cendre	8.42	4.72
Gaz	34.02	30.35
Humidité	2.04	0.86
Calories	5,690	8,209

A l'est de la concession Prince Boris est celle appelée Lew (310 hect.); elle est située dans les environs des villages de Morzévetz et de Stantchow Han.

Les matériaux de cette région du Bassin Balkanique sont des schistes et des grès gris verdâtres de l'étage supérieur du Sénonien. La direction (N.O.-S.E.) et le plongement (S.O.-40°-70°) restent les mêmes que dans la concession précédente. Le gisement de cette région est du type lenticulaire à couches dont la puissance varie de quelques centimètres, jusqu'à 20 m. L'étude du lit houiller a montré qu'il y a trois couches de houille. La première (la plus basse) a une puissance de 0.6-0.8 m.; à une distance de 45 m. est la seconde dont la puissance est très faible; à 45 m. plus haut que la précédente près de la surface terrestre est la troisième; sa puissance varie de 0.6 à 2 m. Sauf cela, les houilles de trois couches sont identiques; elles sont mélangées de schistes argileux comme celles de la concession Prince Boris.

Une autre concession est celle dans les environs des villages de Stoertzi et de Selska réka; elle est nommée Badaschte (400 hect.). Là, les matériaux pétrographiques ainsi que la forme du lit houiller sont les mêmes que ceux de la concession précédente. Parmi les quatre couches de houille (éloignées l'une de l'autre de 15 m.) que l'on a rencontrées dans cette région, il y en a deux qui ont une valeur industrielle et ce sont elles qui sont en particulier étudiées. L'une de ces deux couches a une puissance de 0.5 à 2 m., mais dans son milieu elle renferme quelques veines de schistes argileux dont l'ensemble mesure 20 cm. d'épaisseur; l'autre a une puissance 1 m. mais dans certains points elle augmente jusqu'à 2 m.

Les houilles des parties inférieures des couches sont beaucoup moins broyées que celles des parties supérieures. En brûlant elles dégagent un peu plus de matières volatiles que les précédentes.

ANALYSE

Carbone.....	56.80%
Cendre.....	3.65
Gaz.....	38.03
Humidité.....	1.52
Calories.....	6,600

Les couches houillères de la concession Botew (330 hect.) dans les environs du village de Radevtzi ont les mêmes modes de gisement, direction et plongement que celles de la concession précédente. Les houilles sont comme celles du groupe Caroline. Là on a établi quelques couches de houille en forme de lentilles, mais leur étude en détail n'est pas encore faite. Au nord, les couches de houille plongent sous des matériaux d'Eocène, tandis que au sud-est elles sont en contact avec des basaltes. Il n'y a aucune exploitation de la houille dans cette concession.

Une autre concession est celle de Borouschtitza comprenant une superficie de 410 hect. dans les environs des villages de Borouschtitza et de Seltzi. Les matériaux houillers et les couches de houille sont identiques à ceux de la concession précédente. Dans cette concession on a constaté quelques couches de houille de puissance variée et quoique la houille soit d'une bonne qualité on n'a pas encore commencé à l'exploiter.

ANALYSE

Carbone.....	56.43%
Cendre.....	5.30
Gaz.....	36.05
Humidité.....	0.72
Soufre.....	3.01
Calories.....	7,050

Outre la concession Borousehtitza dans les environs du village de Seltzi il y a une autre concession appelée Izwor (140 hect.). Celle-ci comprend une grande surface dans le lit de la rivière Markow *tok*. A l'exception de la direction N.S. des couches et leur plongement vers l'ouest sous un angle presque égal à 90° il n'existe aucune différence ni dans la composition pétrographique, ni dans la forme du gisement houiller, ni dans la qualité de la houille entre cette concession et les précédentes. Les houilles ont le plongement de celles du groupe Amélie; mais contiennent plus de gaz (40%).

B.—Dans la partie moyenne du Bassin Balkanique les couches houillères sont mises à découvert dans les environs des villages de Ptchclinsk *rid* et de Gourkovo (les concessions; Koiloian 200 h., Nadéjola 500 h. et Troud 100 h. dans les localités: Oshdrew, Gourkowska *réka*, Bélasténa, Padina et Graganowa *osojna*). Là, le terrain est formé de matériaux sénoniens (schistes, marnes, calcaires et grès argileux) surmontant des calcaires et des dolomies triassiques, mais les houilles se trouvent toujours dans les matériaux sénoniens.

Dans la première localité on constate deux couches de houille dont l'épaisseur varie de 1.5 à 4 m. Près de Bélasténa il y en a quatre qui sont analogues à celles du groupe Caroline. La plus importante de ces quatre couches mesure 4 m. d'épaisseur; les autres ont une petite épaisseur. Des deux côtés du lit de Gourkowska *réka* on constate seulement trois couches dont l'épaisseur varie de 0.4 à 1.10 m. Dans le bas de Draganowa *osojna* les couches de houille sont au nombre de cinq et chacune d'elles possède une épaisseur de 0.4 à 1 m. Elles constituent un prolongement des couches de houille de la concession Nadéjda.

La direction des couches dans la première localité (Oshdrem) est S.O. à N.E. avec plongement vers N.O. Dans toutes les autres localités la direction la plus fréquente est de N.O. à S.E. avec plongement S.O. sous un angle de 34° à 75°.

Les houilles de toutes les couches sont en général, finement broyées mais ça et là on les trouve en plus gros morceaux; elles se transforment sans difficulté en briquettes et en coke. En brûlant elles dégagent de 15 à 20% de gaz. Une analyse sur des échantillons de la concession Nadéjda a donné les résultats suivants:

Carbone.....	79.55%
Cendre.....	3.75
Gaz.....	15.55
Humidité.....	1.55
Calories.....	8,213

C.—Dans la partie orientale du Bassin Balkanique les houilles sont constatées à plusieurs endroits, mais leur étude en détail est faite seulement dans les environs du village Tcham-déré (la concession Telhoumerna qui comprend une superficie de 500 hect.), et celui de Béla (la concession Katchoulka dont la superficie est 193 de hect.).

Dans la concession Telhoumerna il y a une dizaine de couches de houille; mais la majorité d'entre elles n'ont aucune valeur industrielle à cause de leur petite épaisseur (10 à 25 cm.). Dans la localité de Gurl-alan on n'a constaté que trois couches parmi lesquelles deux ont une épaisseur de 0.7 m. chacune, alors que la troisième n'a que 0.4 m. Toutes les trois sont en concordance et possèdent une direction de N.O. à S.E. avec plongement de 50° vers S.O.

Non loin de cette localité, à une distance de 50 m., se trouve une autre appelée Tchair-alan où il n'y a que deux couches dont l'ensemble a une puissance de 0.60 m. La houille de ces deux couches renferme du grisou.

Dans la localité Podslivata située à 1,800 m. à l'est des précédentes on constate quelques couches de houille ayant un total de 0.55 m. d'épaisseur. La caractéristique spécifique est qu'elles ont une direction de S.O.—N.E. et un plongement vers N.O. sous un angle de 80°. Il est à remarquer que la houille de ces trois localités est clivée en forme de feuilles.

Dans la concession Katchoulka les couches houillères mesurent de 1.30 à 1.40 m. au total; leur direction est de N.O. à S.E. avec plongement vers N.E. sous un angle qui varie de 50° à 65°. Là, il n'y a que 7 couches de houille parmi lesquelles deux possèdent une puissance de 0.70 à 1.20 m. les autres sont très minces et ne présentent aucune valeur industrielle.

III—HOUILLES DU TERTIAIRE

LIGNITES

Les houilles du Tertiaire sont les plus répandues en Bulgarie; outre celles des plaines et des dépressions, il y a en a dans les régions montagneuses. Leur âge géologique correspond à celui du Néogène (Miocène et Pliocène). La formation de ces houilles a commencé après l'époque à laquelle la chaîne des Balkans a été formée définitivement et a pris son aspect actuel. Après le plissement des Balkans une grande surface du pays a été recouverte par des eaux formant des golfes marins de dimensions variées alors que les dépressions formées dans les régions montagneuses ont été remplies d'eaux douces. La température qui a été pendant ce temps assez élevée a favorisé dans le pays une abondante végétation qui a fourni les matériaux pour la formation des houilles. C'est pour ces raisons que les houilles du Tertiaire chez nous sont dans des bassins séparés les uns des autres; quelques uns d'entre eux-ci sont formés de matériaux des golfes marins, tandis que les matériaux des autres sont ceux des étangs d'eaux douces.

En Bulgarie il y a quelques bassins houillers du Tertiaire, mais six seulement d'entre eux sont d'importance.

1°—BASSIN DE PERNIK-BOBOVDOL

Il semble que ce bassin est constitué de deux parties parce que qu'il se rétrécit dans son milieu (près de la ville de Radomir); en cet endroit les matériaux servant pour réunir les deux parties du bassin sont presque enlevés par l'érosion. En réalité c'est un seul bassin formé d'un golfe passant par la vallée de la rivière de Strouma; ce golfe en s'élargissant dans la dépression du village de Pernik puis dans celle de Bobovdol a abouti au versant ouest de la montagne Vitoscha. Sa partie située dans la dépression de Pernik comprend une surface de 16,000 hect.; celle dans la dépression de Bobovdol n'est pas moins grande que la précédente. Le bassin est entouré de montagnes et de collines constituées par des roches éruptives anciennes (syénites, diorites), des roches volcaniques (andésites), des schistes cristallins (gneiss, mica-schistes) et des roches sédimentaires (dolomies, calcaires et grès triassiques, ainsi que des marnes et des grès crétacés).

Les matériaux pétrographiques composant le bassin sont:

- A.—Grès dont les grains sont de dimension variée et faiblement cimentés;
- B.—Marnes calcaires et argileuses de couleur foncée possédant parfois une dureté considérable.
- C.—Schistes argileux et sableux colorés en gris, vert, bleu et noir.
- D.—Sables argileux.
- E.—Argiles, etc.

Tous ces matériaux sont superposés les uns aux autres et forment une série de couches dont l'épaisseur n'est qu'approximativement déterminée, mais l'étude dans différents points du bassin a montré qu'elle dépasse 500 m. Par des actions dynamiques toutes les couches sont plus ou moins dénivellées; cette dénivellation est nette dans la dépression de Pernik, mais elle est surtout frappante dans la partie du bassin formée par la dépression de Bobovdol et probablement elle s'est produite vers la fin du Pliocène.

Dans les environs de Pernik les couches ont une direction de O. à E. avec un plongement qui varie de 2° à 15°; celui-ci est tantôt vers S. tantôt vers N. En certains endroits on voit clairement les couches formant un anticlinal, en d'autres elles sont coupées et leurs parties déplacées; c'est pourquoi il arrive souvent que une partie de la couche est à quelques mètres (5 à 8) plus haut que l'autre.

La dénivellation des couches est encore plus grande dans les environs de Bobovdol. Là, on observe de plis de direction N.E. à S.O., dont les flancs sont inclinés les uns vers N.O. sous un angle de 20° à 25°, les autres vers S.E. sous un angle de 50° à 80°.

Les couches houillères du bassin sont caractérisées par la pauvreté en fossiles. Dans les environs de Pernik on a recueilli des empreintes de plantes appartenant aux mêmes espèces que celles trouvées près de Bobovdol: une dent de *Mastodon Boursoni*, un *Unio Wetzleri* Dunker et quelques *Molusca* indéterminés. Dans les environs de Bobovdol on recueille des empreintes de *Laurus*, *Salix*, *Betula*, *Fagus*, *Abies*, et des feuilles ressemblant à celles de palmes; dans une couche argileuse on a trouvé plusieurs coquilles de Lammellibranchiata, mais toutes méconnaissables. D'après ces fossiles on a conclu que les couches appartiennent au Miocène, mais qu'il y en a quelques-uns du Pliocène.

Les houilles se trouvent dans les deux parties du bassin. Dans celle de Pernik elles sont constatées près des villages de Pernik, de Kalkasse et de Moschino, où on les a étudiées en détail et surtout aux environs de Pernik dans les localités: Koula, Béli-brègue, Humni-dol et Prozona. Là on a trouvé quatre couches de houille indiquées par des lettres A, B, C, D, de bas en haut, dont l'épaisseur, avec les schistes qui sont entre elles, est de 15 à 60 m. La couche supérieure (D) est à 50 m. au dessous de la surface terrestre. Les couches de houille sont de puissance très variée et la distance entre elles ne reste pas constante (2.5 à 4 m.). Le tableau ci-dessous montre la puissance en mètres, des quatre couches de houille dans les différents endroits.

	Koula	Béli-Brègue	Humni-dol
D.....	1.80-2.55	.....	5.15
C.....	.....	.....	0.60
B.....	3.41	2.74	
A.....	1.25	0.96	

Près du village de Moschino ces quatre couches mesurent de 10 à 12 m. au total.

Dans l'autre partie du bassin (la dépression de Bobovdol) on constate aussi quatre couches de houille dont l'épaisseur, au total, est d'environ 10 m. Elles sont étudiées dans les localités: Crébikol, Ste. Sophie, Odjaka et Gadjov-zimnik.

Les houilles ont les mêmes qualités dans les deux parties du bassin et appartiennent au lignite. Elles sont noires, avec un fort éclat résineux et une cassure conchoïdale; elles brûlent avec une longue flamme jaune en donnant beaucoup de fumée et une odeur aigre à cause de la pyrite qu'elles contiennent. A l'air elles se brisent en petits morceaux et si on les réunit en grande quantité, elles s'enflamment facilement. Les analyses ont donné les résultats suivants:

	HOUILLE DU PERNIK				HOUILLE DE BOBOVDOL	
	Couches				Couches	
	A.	B.	C.	D.	Ste. Sophie	Grebikol
Carbone.....	39.08	40.18	40.72	38.80	42.30	44.21
Cendre.....	9.42	7.49	5.68	8.20	4.07	5.28
Gas.....	35.50	38.04	39.29	37.62	41.61	40.53
Humidité.....	16.00	14.29	14.31	15.38	11.96	9.98
Soufre.....	2.00	2.50	.....	.....	2.15	2.08
Calories.....	5,747	5,996	5,996	5,410	4,917	5,400

Les houilles de ce bassin ont été découvertes en 1870 et on les exploite depuis l'année 1879.

BASSIN DE TCHAM-DÉRÉ

Ce bassin houiller est petit, il est situé sur le versant sud des Balkans dans les environs du village de Tcham-déré. Ses matériaux pétrographiques sont des schistes argileux et marneux très foncés et des grès jaunâtres; ils sont déposés sur des sédiments du Crétacé et du Trias. Les sédiments du bassin sont du Tertiaire; ils constituent un système de couches possédant une direction E. à O. et un plongement N. sous un angle de 24° à 40°. Parmi ces couches sont intercalées quatre couches de houille dont les deux supérieures peuvent être exploitées mais on n'en exploite seulement qu'une (la plus haute) qui a 20 m. d'épaisseur; les autres sont très minces, les couches de houille sont à 100 m. sous terre et séparées les unes des autres par des schistes argileux et des marnes possédant une épaisseur d'environ 10 m. On les a suivies sur une distance dépassant 1 km.

Les houilles sont noires et avec un éclat résineux. Elles contiennent de la pyrite, brûlent dans un faible courant d'air avec une longue flamme en donnant une fumée épaisse et une odeur insupportable. Les résultats analytiques sont les suivants:

	1	2	3	4
Carbone.....	47.91	65.10	50.58	37.25
Cendre.....	6.61	4.62	18.35	12.95
Gaz.....	33.49	22.85	21.51	33.70
Humidité.....	11.99	7.43	7.43	12.50
Soufre.....	1.47	1.28	0.96	4.10
Calories.....	4,800	5,877	4,497	4,403

3—BASSIN DE LA MER NOIRE

Il est au bord de la mer Noire, à l'est et au nord-est du lac d'Atanasqueil et s'étend sur une surface de 110 km². Ses matériaux pétrographiques sont formés de sables argileux blancs ou jaunes à grains de dimension variés, d'argiles blanches ou couleur de café, de marnes d'un gris foncé et de houilles. Celles-ci affleurent au sud du village de Hodjamar dans le lit de la petite rivière de Dermen-déré. Tous ces matériaux forment des couches dont la direction est S.O. à N.E. avec plongement vers S.E. sous angle de 10° à 12°. Par l'étude du terrain dans la concession Tchernomore (500 hect.), surtout dans le lit de Dermen-déré et 800 m. à l'est de celui-ci on a constaté 6 couches de houille de puissance variée dont seulement 3 ou 4 sont exploitables. L'épaisseur de toutes les couches de houille, au total varie de 4.5 à 5 m.; celle des couches exploitables est d'environ 3.5 m. Les couches exploitables sont situées à une distance de 1 à 1.20 m.

l'une de l'autre; la plus haute d'entre elles se trouve à 10 m. au dessous de la surface terrestre.

Les houilles (lignite) ont une couleur café et une cassure conchoïdale. Enflammées, elles brûlent avec une longue flamme en dégageant la même odeur que les précédentes et laissent assez de cendre fine. Elles sont clivées suivant la stratification et dans une autre direction presque perpendiculaire à la première.

Ce sont les seules de toutes les houilles en Bulgarie dont on a fait les analyses élémentaires et industrielles avec résultats suivants:

ANALYSE ELEMENTAIRE		ANALYSES INDUSTRIELLES			
			1	2	3
C.....	58.64	Carbone.....	26.53	24.65	28.00
H.....	6.04	Cendre.....	17.57	10.55	10.00
O.....	10.88	Gaz.....	44.55	47.20	53.00
N.....	0.67	Humidité.....	11.32	17.60	9.00
S.....	2.15	Soufre.....	3.59		
H ₂ O.....	10.40				
Cendre.....	11.22				
Calories.....	6,207		4,250	.....	4,800

La proportion combustible de cette houille est de 3.37.

4—BASSIN DE LOM (BASSIN DU DANUBE)

Il s'étend autour de la ville de Lom; son affleurement est visible au bord du Danube et de deux côtés de la rivière de Lom. Les matériaux de ce bassin sont des grès jaunes et gris, des argiles de différentes colorations et des sables argileux. L'âge géologique de tous ces sédiments est celui du Pliocène. Dans le terrain réservé de la concession Ouspech (500 he.) on a constaté par les sondages au bord du Danube 4-7 couches de houille surmontant un grès noir. L'épaisseur de chaque couche varie de 0.60 à 1.20; celle de toutes les couches ensemble est de 10 à 11.5 m.

Les houilles de ce bassin ont presque les mêmes propriétés que les précédentes, mais en brûlant elles laissent beaucoup de cendre. Les résultats analytiques de la houille sont:

Carbone.....	29.79%
Cendre.....	16.11
Gaz.....	40.46
Humidité.....	13.64
Calories.....	40.50

5—BASSIN DE TCHERNOKONOWO-MARUNO (BASSIN DE TRAQUIE)

C'est un grand bassin qui comprend les environs des villages de Maruno, Tchernokonowo, de Meritchleri, de Brest, etc., situés tous dans la partie basse de la rivière de Maritza qui amène toutes les eaux de la Bulgarie méridionale dans la mer Egée. Les sédiments du bassin sont du Pliocène; ils appartiennent aux schistes et aux argiles en couches minces et de couleur variée, aux grès faiblement cimentés, aux marnes et aux sables, entre lesquels sont les couches de houille. Celles-ci, n'ont pas les mêmes directions et plongements; la première est le plus souvent de E. à O. et de N.O. à S.E.; la seconde va vers le nord sous un angle de 8° à 10° et N.E. et S.O. sous un angle de 4° 30' à 5°. Ce fait montre que les couches ont été dénivellées.

Dans ce bassin on a constaté plusieurs couches de houille, mais très minces et séparées l'une de l'autre par des veines de schistes argileux. D'après ces propriétés les houilles sont identiques à celles précédemment décrites, la seule différence consiste en ce fait qu'elles sont en petits morceaux. Dans ce bassin il y a quelques concessions et les houilles de ces concessions sont les mêmes. L'analyse de cette houille montre:

Carbone.....	31.57%
Cendre.....	11.98
Gaz.....	36.77
Humidité.....	19.68
Calories.....	3,900

6—BASSIN DE SOFIA (BASSIN DE KATINA)

Il se trouve dans la partie nord de la plaine de Sofia, des deux côtés de la rivière d'Isker, là où celle-ci commence dans les Balkans. Le bassin comprend les environs des villages de Katina et de Dobroslavtzi. L'étude dans les localités Sélichtin-dol et Ludjew-dol de ce bassin ont montré que les matériaux, au milieu desquels on trouve la houille, sont formés d'argiles et de sables argileux du Pliocène. Les couches qu'ils forment ont une direction N.O. à S.E. avec un plongement vers S.O. sous un angle qui ne dépasse pas 12°. Les sédiments du Pliocène sont recouverts d'une couche diluvienne plus ou moins épaisse.

Les houilles se présentent en quelques couches parmi lesquelles les plus épaisses mesurent de 0.4 à 0.6 m. Les sondages ont permis de constater des couches houillères à 16 m., de profondeur sans avoir atteint le fond.

Ces houilles sont terreuses et montrent nettement la construction des troncs d'arbre. Elles possèdent une couleur d'un brun foncé et s'enflamment facilement. En brûlant elles donnent une longue flamme pleine de fumée désagréable et laissent beaucoup de cendre. Elles sont propres à faire des briquettes, mais sous une pression assez élevée. Outre les houilles dans le bassin que nous venons de décrire il y en a aussi dans les environs des villages de Bistrizza, de Hrabarsko et de Nori-Han, mais leur étude n'est pas encore faite.

En dehors des gisements houillers que j'ai décrits dans les pages précédentes en Bulgarie il y en a encore quelques-uns dont je ne me suis pas occupé parce que les uns sont dans de petits bassins, les autres ne sont pas encore étudiés; les

troisièmes quoique dans de plus grands bassins sont en forme de couches minces qui n'ont aucune valeur industrielle. Néanmoins c'est un fait qu'en Bulgarie il y a des houilles dans beaucoup d'endroits, comme on peut le voir sur la carte schématique annexe à la fin de ce travail et il est nécessaire qu'elles soient étudiées en détail pour pouvoir donner une conclusion positive quant à leur quantité dans le pays.

Comme c'est un pays politiquement nouveau où tout naît et commence actuellement son développement, la Bulgarie ne peut pas et ne doit pas être comparée avec les pays dans lesquels on travaille la richesse des mines et leur industrie depuis des siècles. Ce que l'on a fait jusqu'à présent pour l'étude des mines de houille en Bulgarie et les efforts que l'on a faits pour le développement de l'industrie houillère, relativement à laquelle, par exemple en 1879 la quantité de la houille que l'on a extraite était seulement 915 tonnes, alors qu'en 1910 elle a été de 248,442 tonnes, prouve qu'avant longtemps la Bulgarie rattrapera ce qu'elle a perdu à cause de sa dépendance de la Turquie et prouvera qu'elle est un pays capable de progrès. D'après ce que l'on fait pour l'étude des houilles et de leur gisements dans le pays on peut affirmer que dans une dizaine d'années on pourra savoir la quantité réelle des différentes espèces de houilles. Maintenant nous donnons ces quantités approximatives énoncées dans les tableaux suivants:

COAL RESOURCES OF BULGARIA

GROUP I

INCLUDING SEAMS OF 1 FOOT OR OVER, TO A DEPTH OF 4,000 FEET

DISTRICT	COAL-SEAMS		PROBABLE RESERVES (Approximate estimate)			POSSIBLE RESERVE
	No.	Max. Thickness	Area	Class of Coal	Metric Tons	
Bassin Balkanique.....	4-5	12.5 ft.	12.5 sq.m.	C	30,000,000	Moderate
Pernik.....	4	30 "	9 "	D ₁	30,000,000	Considerable
Bobovdol.....	4	30 "	5.2 "	D ₁	7,000,000	Small
Tchamdéré.....	2	4 "	1.2 "	D ₁	650,000	Small
Lom (Danube).....	4-7	18 "	7.7 "	D ₁	60,000,000	Moderate
Tcherno-moré.....	4	10.5 "	2.5 "	D ₁	20,000,000	Considerable
Tchernokonowo-Marfino.....	2	4 "	77.2 "	D ₂	200,000,000	Moderate
Katino.....	5-7	12 "	3.8 "	D ₂	40,000,000	Moderate
Total.....					387,650,000	

