

Les exploitations de lignite du Bas-Rhin

CHAPITRE I

LE GISEMENT LIGNITIFERE

par A. DELMER

Ingénieur des mines U.I.Lv.,

Attaché au Service Géologique de Belgique.

AVANT-PROPOS

Au cours de l'année 1948, la Belgique fut chargée d'une étude à caractère technique et économique sur les exploitations de lignite du Bas-Rhin par le Conseil Economique et Social des Nations Unies — Comité de l'Energie Electrique — Groupe Thermique Rhénan, présidé par M. SMITS (Belgique).

Cette étude fut confiée à un groupe de cinq ingénieurs belges : MM. J. VENTER, L. BRISON, R. STENUIT, A. DELMER et G. GARFINKELS. L'étude donna lieu à un rapport dont deux chapitres descriptifs figurent ci-après.

Le premier « Le gisement lignitifère du pays rhénan » est spécialement l'œuvre de M. A. Delmer, Ingénieur des Mines, attaché au Service Géologique de Belgique.

Le second « Exploitation et utilisation du lignite » est spécialement l'œuvre de M. R. Stenuit, Ingénieur principal des Mines, attaché à la Direction Générale des Mines.

* * *

Le gisement de lignite du Bas-Rhin se trouve sur la rive gauche du fleuve, dans une région de forme grossièrement rectangulaire d'une cinquantaine de kilomètres de longueur nord-sud et d'une trentaine de kilomètres de largeur est-ouest, dénommée parfois « Golfe ou Baie de Cologne ».

Le lignite est interstratifié dans des terrains meubles d'âge oligocène ou miocène.

La réserve des gisements peut être évaluée à deux milliards de tonnes, exploitables à ciel ouvert, et à quinze milliards de tonnes, exploitables par voie souterraine. La totalité du lignite actuellement produit est exploitée à ciel ouvert par des moyens mécaniques de grande puissance.

La production annuelle possible est de l'ordre de soixante millions de tonnes. Deux essais sont actuellement en cours en vue de procéder à l'exploitation souterraine.

I. — DESCRIPTION GENERALE

Les gisements de lignite des pays-rhénans s'étendent sur la rive gauche du Rhin entre les principales localités suivantes : Euskirchen et Bonn au sud, Heinsburg, Erkelenz et München-Gladbach au nord. La région ainsi délimitée, longue d'environ 50 kilomètres en direction du fleuve s'étend, d'ouest en est, sur 30 à 35 kilomètres (fig. 1). Elle se présente comme une plaine peu accidentée dont l'altitude dépasse rarement 100 mètres mais qui se relève néanmoins de façon nette sur ses bords nord-est et sud-ouest.

Les couches de lignite sont interstratifiées dans des terrains meubles d'âges miocène et pliocène. Les forêts néogènes qui leur ont donné naissance couvraient de vastes estuaires s'ouvrant sur la mer du Nord d'où cet engrenement des dépôts miocènes continentaux avec des formations marines.

La figure 2 montre clairement cette disposition ainsi que l'effilochement de la principale couche de lignite vers le nord. La ligne à partir de laquelle se constate la première dichotomie est reproduite à la figure 1; elle passe à Niedzier, un peu au nord d'Elsdorf et entre Bedburg et Bergheim.

Durant ces dernières années, de très nombreux travaux géologiques ont été publiés sur la genèse, la constitution et l'âge de ces formations. Du point de vue pratique, signalons l'intérêt exceptionnel des analyses polliniques, non seulement pour établir des coupures stratigraphiques à l'apparition de certaines espèces jugées caractéristiques mais encore pour paralléliser, même à longue distance, les différentes couches.

Industriellement, les lignites rhénans ont une composition homogène. Tout au plus peut-on distinguer des lits plus ou moins bitumineux. Le plus

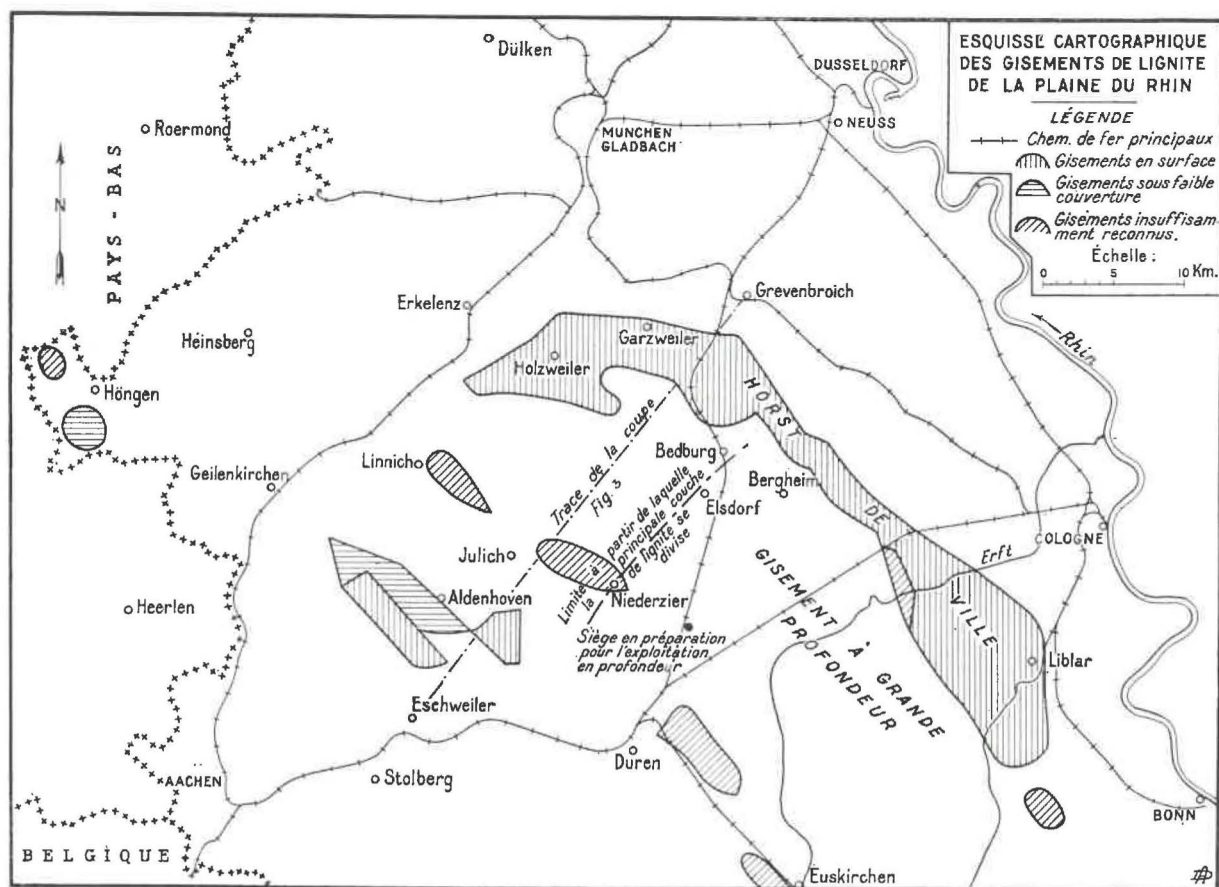


Fig. 1

souvent aussi la partie supérieure des couches est plus friable et plus facilement sujette aux inflammations spontanées; c'est le *Schmierkohle*.

La teneur en eau est comprise entre 50 et 61 %; elle diminue, mais faiblement, par exposition à l'air. La teneur en eau diminue avec la profondeur du gisement, environ 1 % tous les 30 mètres. Pour pouvoir être aggloméré, le lignite doit être séché et renfermer moins de 20 % d'eau (voir chapitre II).

A titre exemplatif, voici les résultats d'analyse immédiate d'un lignite brut sortant de la mine et d'une briquette de lignite :

	Lignite brut	Briquette
Eau	58,14	14,70
Carbone	26,77	54,54
Hydrogène	2,02	3,93
Soufre	0,10	0,49
Azote	0,36	0,42
Oxygène	10,01	21,09
Cendres	2,60	4,83
Pouvoir calorifique ...	2.000 c.	4.800 c

Le poids spécifique varie de 0,8 à 1,5 suivant la nature du lignite et la teneur en sphérosidérite.

Le lignite s'enflamme facilement et même spontanément. Cette aptitude dépend, entre autres, de la teneur en matières humiques et de la proportion de poussier. Le phénomène est précédé d'un changement de coloration et d'une forte absorption d'oxygène.

Les lignites s'agglomèrent par simple compression à chaud en donnant des briquettes capables de résister au transport et à un séjour prolongé à l'air. Cette propriété a donné lieu au développement considérable des mines de lignite dès la fin du XIX^{me} siècle.

On admet généralement que l'agglomération est rendue possible par la qualité particulière des bitumes contenus dans ce combustible.

Il faut environ 2,2 tonnes de lignite brut par tonne de briquettes, compte non tenu du lignite nécessaire à la production de l'énergie de fabrica-

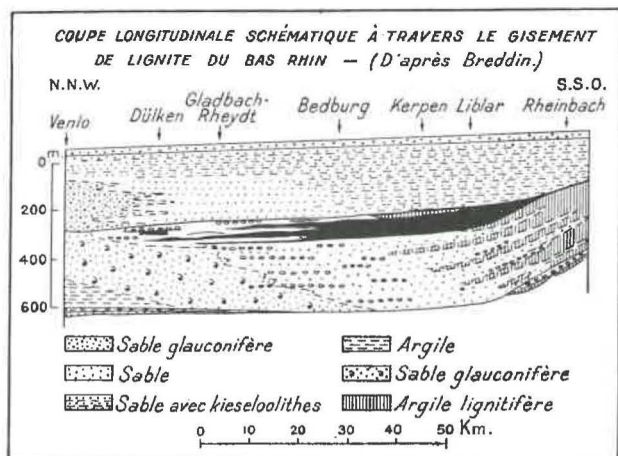


Fig. 2

tion : 1.1 tonne de lignite brut par tonne de briquettes.

La principale couche du gisement montre des variations d'épaisseur rapides et importantes.

Tandis que certaines mines exploitent une couche de 20-30 mètres, d'autres telles Vereinigte Ville et Türnich ont mis à découvert une couche épaisse de 40 à 50 mètres et la mine de Fortuna une couche de 90 mètres d'épaisseur.

La question qui se pose tout naturellement est de savoir si ces différences sont originelles, ou résultent d'actions postérieures à la sédimentation. Des études récentes ont montré qu'elles sont le résultat d'une érosion postérieure au dépôt qui, en certaines régions, a amputé la couche de ses termes supérieures. Cette conclusion n'a pu être établie que grâce à des études de paléobotanique permettant des corrélations, terme à terme, des couches exploitées dans tout le bassin.

La régularité originelle du gisement est altérée par l'existence de nombreuses failles, directes et très redressées, dont les rejets sont variables et souvent très grands. Les plus importantes de ces failles sont dirigées parallèlement à la vallée du Rhin mais des anastomoses de failles ou des allures en bretelle sont fréquentes. Ces failles ont joué ou re-joué à diverses époques et souvent très récemment; la topographie reflète en quelques endroits l'allure des failles, notamment par l'extension des dépôts de terrasse.

Dans la région centrale et profonde de la cuvette, le *horst* ou soulèvement est favorable à l'exploitation du lignite car les couches de combustible sont alors plus proches de la surface et recouvertes d'une moindre épaisseur de morts-terrains. Sur les bords de la cuvette au contraire, les fossés sont plus favorables parce que les terrains lignitifères y sont plus largement déposés et ont été généralement moins érodés par la suite.

On voit donc l'importance considérable des mouvements verticaux. Ce sont eux qui justifient la distinction au point de vue minier des gisements :

- 1) exploitables à ciel ouvert à faible profondeur (Tagebau);
- 2) exploitables à ciel ouvert à grande profondeur (Tieftagebau);
- 3) exploitables par voie souterraine (Tiefbau).

Jusqu'à présent, seuls les gisements exploitables à faible profondeur ont été entamés.

Pratiquement toute la superficie du bassin lignitifère est actuellement concédée, suivant des règles analogues à celles qui sont suivies pour les mines de houille.

Plus de 60 % de la production sont assurés par deux sociétés importantes : *Die Rheinische A.G. für Braunkohlen und Brikettfabrikation* à Cologne et *Die Roddergrube A.G.* à Brühl.

Le tableau ci-après indique le nom des sociétés, leurs sièges d'exploitation et la production par siège en 1937.

Sociétés	Sièges	Production en 1937 (en milliers de tonnes)
(Reinisches Braunkohlensyndikat)		
Rheinische A.G. für Braunkohlenbergbau	Quadrath	3.877
	Grefrath	4.528
	Türnich	1.884
	Quadrath-Ichendorf	1.480
	Xierberg	4.531
	Kierberg	1.489
	Brühl	1.748
Roddergrube A.G.	Knapsack	9.438
	Berrenrath	5.812
I.G. Farbenindustrie A.G.	Frechen	3.497
Viktor Rolff A.G.	Bottenbroich	1.183
Gewerkshaft « Neurath »	Bedburg.	2.790
Gewerkshaft « Prinzessin Victoria ... »		
Braunkohlenindustrie A.G. « Zukunft »	Weisweiler	3.894
Braunkohlenberg Liblar	Liblar	1.921
	Total	48.072

La production totale de lignite de la région de Colcogne a été de :

49.511.000 tonnes en 1936
55.725.000 » » 1937
58.433.000 » » 1938
environ 45.000.000 » » 1946

Le tableau ci-après indique, pour l'ensemble de la production allemande, la répartition de la consommation, suivant les différents usages, pour les années 1938 et 1942.

	1938		1942	
	Millions de tonnes	%	Millions de tonnes	%
Energie électrique	45.0	23,2	85.0	32,5
Foyers domestiques	72.5	37,3	72.0	27,4
Mines	16.6	8,5	21.0	8,0
Industrie chimique	15.0	7,7	18.0	6,7
Carbonisation à basse température et carburants de synthèse	—	—	25.0	9,5
Industrie métallurgique	8.5	4,4	9.0	3,4
Verrerie	6.9	3,6	5.0	1,9
Industrie textile	5.7	2,9	5.0	1,9
Matériaux de construction	5.4	2,8	4.0	1,5
Papeteries	5.3	2,7	4.0	1,5
Sucreries	2.7	1,4	3.0	1,1
Autres usages	10.6	5,5	12.0	4,6
Total	194.2	100,0	263.0	100,0

(Extrait de : Economic Survey of Germany. Londres. Foreign Office and Ministry of Economic Warfare, September 1944.)

II. — DESCRIPTION DES PRINCIPALES EXPLOITATIONS ACTUELLES

Les exploitations actuelles sont concentrées dans les régions bordières nord-est et sud-ouest du gisement : la couche de lignite s'y trouve à faible profondeur et a pu être atteinte le plus facilement. Des exploitations souterraines, au caractère expérimental, sont en préparation dans le centre du bassin.

Le Vorgebirge.

Le horst le mieux connu et le plus important du pays rhénan est appelé le Vorgebirge ou le horst de Ville. C'est un plateau peu accidenté courant parallèlement au Rhin depuis l'ouest de Bonn jusqu'à la région de Grevenbroich. Il a une longueur de 50 Km et une largeur variant de 4 à 7 Km. Sa limite ouest est formée par les vallées du Swist et de l'Erft. L'origine tectonique de cette vallée est évidente puisque les terrains les plus récents sont affectés par les mouvements orogéniques.

La limite est du horst est moins rectiligne que sa limite ouest mais elle lui est grossièrement parallèle. Vers l'est, la couche de lignite est interrompue soit par son effleurement sous la moyenne terrasse du Rhin, soit par la faille de Frechen (Frechener Sprung).

Un certain nombre de failles découpent ce horst. Les principales d'entre elles sont :

- 1° la faille de Brühl d'un rejet d'une dizaine de mètres;
- 2° la faille de Kierberg de part et d'autre de laquelle on constate des variations considérables de l'épaisseur de la couche de lignite, épaisseur passant par exemple de 17 à 50 mètres. Le rejet de la faille varie de 15 à 30 mètres;

3° la faille Louise connue sur trois kilomètres voit son rejet augmenter jusqu'à 190 mètres. Cette faille se sépare en deux autres branches connues sous le nom de :

- 4° faille de Türnich (rejet de 300 mètres) et
- 5° faille Max-Rudolf (rejet de 190 mètres).

Pour être complet signalons encore les failles :

- 6° Horrem;
- 7° Fischbach;
- 8° Beisselgrube;
- 9° Fortuna;
- 10° Bethlehem;
- 11° Frauweiler;
- 12° Quadrath et
- 13° Kenten.

De Brühl au village Fortuna, les exploitations sont quasi jointives. Plus au nord, on peut prévoir l'ouverture de nouvelles exploitations dans le Vorgebirge.

Gisements profonds en bordure du Vorgebirge.

Au sud et à l'ouest du massif de Ville, il existe des régions où la couche de lignite se trouve à forte profondeur.

A partir de Liblar, les failles de l'Erft et du Swist s'écartent l'une de l'autre. Entre elles, la couche de lignite dont l'épaisseur varie de 19 à 34 mètres plonge vers le sud et l'ouest en allure synclinale de direction nord-ouest à sud-ouest. Dans sa partie la plus profonde, la base de la couche atteint la cote — 87 m.

La couche remonte ensuite dans la direction sud-est et son épaisseur diminue. A 40 mètres au-dessus de la couche principale existe une autre couche de cinq mètres, non exploitable en raison des impuretés sableuses et argileuses qu'elle renferme. Un essai d'exploitation souterraine est en cours à Donatus.

La faille de Törnich traverse la partie sud-ouest de la concession Sybilla. A partir de cette faille jusqu'à la faille Fischbach, reconnue à la mine de même nom, il existe une longue bande où la couche de lignite épaisse de 40 à 50 mètres gît à une profondeur de 90 à 100 mètres. Vers le nord, cette profondeur augmente et atteint 205 mètres. Les surfaces bâties de Horrem et le chemin de fer d'Aix-la-Chapelle à Cologne sont un obstacle à la mise à fruit de cette région nord.

Entre les failles de Horrem et de Quadrath, s'étend une troisième région limitée vers le nord-ouest par le chemin de fer Düren-Grevenbroich où la couche gît à grande profondeur (Garsdorf). La couche s'épaissit vers le nord et plonge vers le nord-ouest. L'épaisseur de la couverture croît de 70 à 80 mètres au sud jusqu'à 150 mètres au maximum pour décroître ensuite.

La région centrale du Bassin.

Malgré un très grand nombre de sondages forés dans cette vaste région depuis 1927, les renseignements que l'on possède à l'heure actuelle sont encore fragmentaires. Les sondages n'ont souvent été exécutés que pour l'obtention des concessions. On s'est contenté de toucher simplement la couche supérieure en faisant des sondages rapides à l'injection.

Bassin de l'Erft.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les failles de l'Erft et du Swist forment la limite ouest du plateau de Ville; elles limitent donc vers l'ouest la région où la couche de lignite se trouve à grande profondeur. Cette région est limitée vers l'ouest par les hauteurs à flancs raides de Erp passant à Palmersheim, à l'ouest de Rheinbach, à l'est de Lommersdem et Erp jusqu'à Nieder-Bolheim et Buir pour rejoindre la Roer à Niedertzier. La limite du horst de Lommersum n'est pas encore précisée à suffisance.

La couche principale possède dans cette région la même puissance que sur le horst de Ville. Comme dans cette dernière région, la couche est mince dans le sud et atteint 20-24 m à Weilerswist, 30 m à Bliesheim, 40 m aux environs de Liblar, 50 m à Gymnich et, plus au nord encore, 80 et 90 mètres. La couche principale se divise vers le nord en plusieurs branches. Le Bassin de l'Erft est la partie la plus profonde de la grande dépression dont le Vorgebirge forme le côté est. Il semble peu affecté par les mouvements tectoniques: on peut uniquement mentionner la faille de Kerpen.

C'est dans ce bassin que deux puits profonds sont creusés en ce moment près de Morschenich, le long du chemin de fer de Düren à Grevenbroich, pour l'exploitation du gisement en profondeur.

Les réserves de ce bassin sont considérables et se chiffrent par plusieurs milliards de tonnes dont l'exploitation est subordonnée à la mise au point des méthodes souterraines d'exploitation.

La région Zülpich-Euskirchen.

Entre Zülpich et Euskirchen, l'épaisseur de la couche dépasse rarement 10 m. On y a ouvert autrefois des exploitations qui sont actuellement abandonnées.

La vallée de la Roer.

La vallée de la Roer est longée sur près de 90 Km par une faille importante: la Rurrand. Elle est connue au Nord de Euskirchen, passe à Siverlich, Kelz, Merzenich, Jülich, Linnich, Baal, Wassenberg et de là atteint l'est de Roermonde. Elle se marque en surface par une dénivellation sensible du terrain. A l'exception d'un gisement pauvre exploité jadis à la Mine Maria Térésia, près d'Herzogenrath, le gisement intéressant se trouve compris entre les failles Sandgewand et Rurrand. La première de ces failles est bien connue par les répercussions qu'elle entraîne dans l'allure du Carbonifère du Bassin d'Aix-la-Chapelle; elle peut être tracée à travers les formations tertiaires qui recouvrent le carbonifère et elle apparaît à la surface du sol comme un ressaut d'une trentaine de mètres. La Sandgewand borde, au nord, les collines de Gressenich, passe à Hastenrath, Kinzweiler, Höngen, puis se dirigeant vers l'ouest, croise la Wurm près de Uebach et se prolonge en Hollande. Dans la région située au sud de la faille transversale de Venn, c'est la Roer qui forme approximativement la limite du bassin de lignite.

Dans le sud-ouest près de la Sandgewand, aux mines de Zukunft et plus à l'est vers Düren, le lignite se trouve à faible profondeur. A la mine de Zukunft-West trois couches de lignite de 15, 18 et 9 mètres d'épaisseur sont exploitées sous une couverture de 12 à 30 mètres. Cette mine se trouve dans le Graben d'Hastenrath, lequel est limité vers l'est par le horst de Dürwiss et la faille de Hörschberg connue dans le substratum paléozoïque.

A l'est de ce horst, à la mine de Zukunft près de Dürwiss, on exploite les trois mêmes couches inclinant vers nord-est et recouvertes par une épaisseur de 50 mètres de morts-terrains près de la faille de Wilhemshöler.

Cette dernière faille forme la limite ouest du horst de Weisweiler. A l'est de ce horst, les deux couches de lignite reconnues par sondages descendent à la cote + 40 m à proximité de la faille Rurrand. Cette faille court parallèlement à l'orientation générale des autres fractures. Au nord de celle-ci des sondages ont révélé une couche de 20 mètres seulement d'épaisseur sous 100 mètres de couverture. Aux environs de Geilenkirchen, la couche principale est divisée comme aux mines de Zukunft mais la couverture est beaucoup plus épaisse. Près de la frontière hollandaise à Heinsberg, la couche a été atteinte à une profondeur de plus de 400 mètres.

La région Bedburg-Erkelenz.

Le Graben de Venlo, compris entre les horst de Erkelenz au sud et de Viersen au nord, renferme vers le sud, mais au nord de la selle de Bedburg,

deux couches de lignite bien reconnues par sondages. Épaisses de 5 à 10 mètres et exceptionnellement de 20 à 30 mètres, ces couches se trouvent à 50 et 70 mètres de profondeur.

Les réserves.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte par cette brève description, la plus grande partie des réserves se trouvent à grande profondeur et ne pourront être exploitées que souterrainement. Ces réserves sont estimées à quelque 15 milliards de tonnes de lignite.

Les gisements pouvant être exploités à ciel ouvert et à faible profondeur sont les plus intéressants quant à l'avenir industriel immédiat du bassin.

III. — GISEMENTS NON ENCORE EXPLOITÉS SE TROUVANT A FAIBLE PROFONDEUR

On peut distinguer cinq régions non encore ou peu exploitées, où de nouveaux sièges d'exploitation peuvent être établis, et où le gisement se trouve sous une épaisseur modérée de morts-terrains (inférieure à 100 mètres).

Région de Weisweiler.

Cinq forages exécutés en 1947 au nord de la mine de Zukunft West et désignés sous les numéros K 31, K 32, K 34, K 35 et K 36 ont donné les résultats suivants :

<i>Sondage n° 31 (au nord de Hechlrath).</i>	
Couverture	18,50 m
Lignite	13,60
<i>Sondage n° 32 (à Lürchen).</i>	
Couverture	30,20 m
Lignite (I)	12,80
Sable	3,30
Lignite (II)	3,20
Sable et argile	10,00
Lignite (III)	4,50
Argile et sable	15,00
Lignite (IV)	11,50
Argile	2,50
Lignite (V)	1,00
Argile	1,80
Lignite (VI)	8,00
Sable	4,70
Lignite	0,20
<i>Sondage n° 34 (au sud-est de Warden).</i>	
Couverture	15,35 m
Lignite (I)	12,60
Morts-terrains	34,55
Lignite (II)	9,30
Argile	1,40
Lignite + argile	2,00
Argile	2,60
Lignite (III)	14,20
Sable	jusqu'à 111,80
<i>Sondage n° 35 (au sud-est de Warden).</i>	
Sable et gravier	33,15 m
Lignite (I)	16,35
Argile et sable	38,00

Lignite (II)	10,60 m
Argile	4,50
Lignite (III)	8,50
Sable	4,90
Lignite (IV)	2,00
Sable	jusqu'à 122,20

Sondage n° 36 (au sud-ouest de Langweiler).

Couverture sableuse	22,00 m
Lignite (I)	13,80
Sable et argile	41,90
Lignite (II)	8,30
Argile et lignite	6,40
Lignite (III)	7,80
Sable	2,90
Lignite (IV)	7,80
Sable	jusqu'à 131,10

En tablant sur ces données et celles d'anciens sondages dont les coupes ont été publiées par Fliegel, les réserves en lignite de la concession « Koenigsgrube-Braune-Erweiterung », où existe déjà la mine de Zukunft West, s'élevaient à 145 millions de tonnes.

La richesse de la concession située à l'est de la précédente et dénommée « Biag-Zukunft-Düren I à V » s'évaluerait à 160 millions de tonnes. Mais il n'y a que peu de sondages pour reconnaître le prolongement des couches exploitées à la mine Zukunft.

On a évalué à 19 millions de tonnes les prolongements de ces mêmes gisements en dehors des deux concessions nommées plus haut.

En y comprenant ce qui existe dans la région sise entre la Rursprung et la faille de Mariaweiler, on évalue à 400-500 millions de tonnes les réserves de lignite exploitables à faible profondeur dans la région de Weisweiler.

La coupe transversale (fig. 3) justifie les chiffres cités. Quelques sondages y sont en effet indiqués. On se rendra compte des épaisseurs de lignite traversées et de la profondeur à laquelle le toit de la première couche peut être atteint.

Voici les coupes de trois sondages, déjà anciens, forés, le premiers à l'ouest du horst de Weisweiler, et les deux autres à l'ouest de la faille dite Rursprung.

Sondage n° 455a (près Erberich).

Stérile	81,00 m
Lignite (I)	15,00
Argile et sable	114,00
Lignite (II)	5,00

Sondage n° 428.

Stérile	62,10 m
Lignite (I)	1,10
Argile sableuse	22,50
Lignite (II)	1,20
Argile sableuse	1,00
Lignite (III)	0,40
Sable	0,20
Lignite (IV)	23,10

Sondage n° 450 (Jülich III).

Stérile	15,20 m
Lignite (I)	1,00
Sable et argile	59,20
Lignite (II)	17,20

Sondage n° 4/48

(dans la concession Wolf-Holzweiler 4).

Stérile	60,60 m
Lignite (couche Garzweiler)	10,20
Stérile	48,40
Lignite (couche Frimmersdorf sup.)	12,80
Stérile	30,30
Lignite (couche Frimmersdorf inf.)	18,20

Sondage n° 2/47

(dans la concession Wolf-Holzweiler 3).

Stérile	35,50 m
Lignite (couche Garzweiler)	10,70
Stérile	72,50
Lignite (couche Frimmersdorf sup.)	9,10
Stérile	31,80
Lignite (couche Frimmersdorf inf.)	9,40

Région Garzweiler-Frimmersdorf.

A l'est de cette dernière région de Holzweiler s'étend de Garzweiler jusqu'au cours de l'Erft, un champ lignitifère où sous une couverture relativement faible on retrouve les trois couches reconnues dans la région précédente.

Un sondage ancien n° 328, foré dans la concession Tilfis, a traversé la première couche épaisse de 10 m 30 sous 25 m 90 de couverture.

Une estimation basée sur un nombre relativement restreint de recherches aboutit pour cette région à un total de 500 millions de tonnes de lignite exploitable à ciel ouvert et à faible profondeur.

Extension Neurath.

Vers le nord et l'ouest jusqu'à l'Erft le champ d'exploitation de la mine Neurath s'étend sur une superficie considérable sous laquelle des calculs de tonnages basés sur les coupes de quelques sondages et sur celle de la mine Neurath aboutissent à l'estimation d'une réserve de 300 millions de tonnes.

Cette région ainsi que la suivante, faisant partie du prolongement septentrional du Horst de Ville, peuvent être considérées comme relativement bien connues.

Extension Fortuna-Nord.

Au nord-ouest de la mine Fortuna-Nord, des sondages, la plupart anciens, ont révélé un gisement très riche. Sous une couverture d'environ 50 mètres, se trouve une couche d'épaisseur égale. En tablant sur les coupes des sondages publiés par Fliegel, on trouve un total de lignite exploitable à ciel ouvert à faible profondeur égal à 580 millions de tonnes.

Réserves totales.

Les chiffres cités plus haut ne sauraient se justifier que par l'exposé des résultats de toutes les recherches, même de celles qui ont été entreprises récemment par des méthodes géophysiques et leur report sur des cartes à grande échelle. Emanant de plusieurs sources concordantes, ces évaluations peuvent cependant être tenues pour vraisemblables.

Au total, les réserves de lignite exploitable à ciel ouvert et à faible profondeur sont donc :

Gisement de Weisweiler :	500 millions de tonnes
» » Holzweiler :	200 » » »
» » Frimmersdorf :	500 » » »
» » Neurath :	500 » » »
» » Fortuna-Nord :	580 » » »

soit au total près de deux milliards de tonnes.

Sauf le premier gisement situé au nord-ouest du bassin, les quatre suivants sont contigus dans le nord-est. Presque au centre de gravité de ces derniers se trouve la selle de Bedburg stérile en lignite à cause des érosions postérieures au dépôt. Cette disposition se voit particulièrement bien sur la coupe figure 3.

CHAPITRE II.**EXPLOITATION ET UTILISATION DU LIGNITE**

par R. STENUIT

Ingénieur principal des Mines.

PREMIERE PARTIE**METHODES D'EXPLOITATION****Généralités.**

Le lignite est utilisé principalement sous forme de briquettes dont nous parlerons plus loin avec quelques détails. Le diagramme de la figure 1 montre le succès croissant de la briquette en Alle-

magne, surtout pour l'usage domestique. Qui ne connaît le *Kachel* des intérieurs allemands, massif et brillant, conçu pour retenir, grâce à de nombreuses chicanes en matériaux réfractaires, les calories d'une flamme longue mais de durée relativement courte? La fabrication de briquettes absorbe 75 % de la production de lignite. Le reste est utilisé pour la production d'énergie électrique.

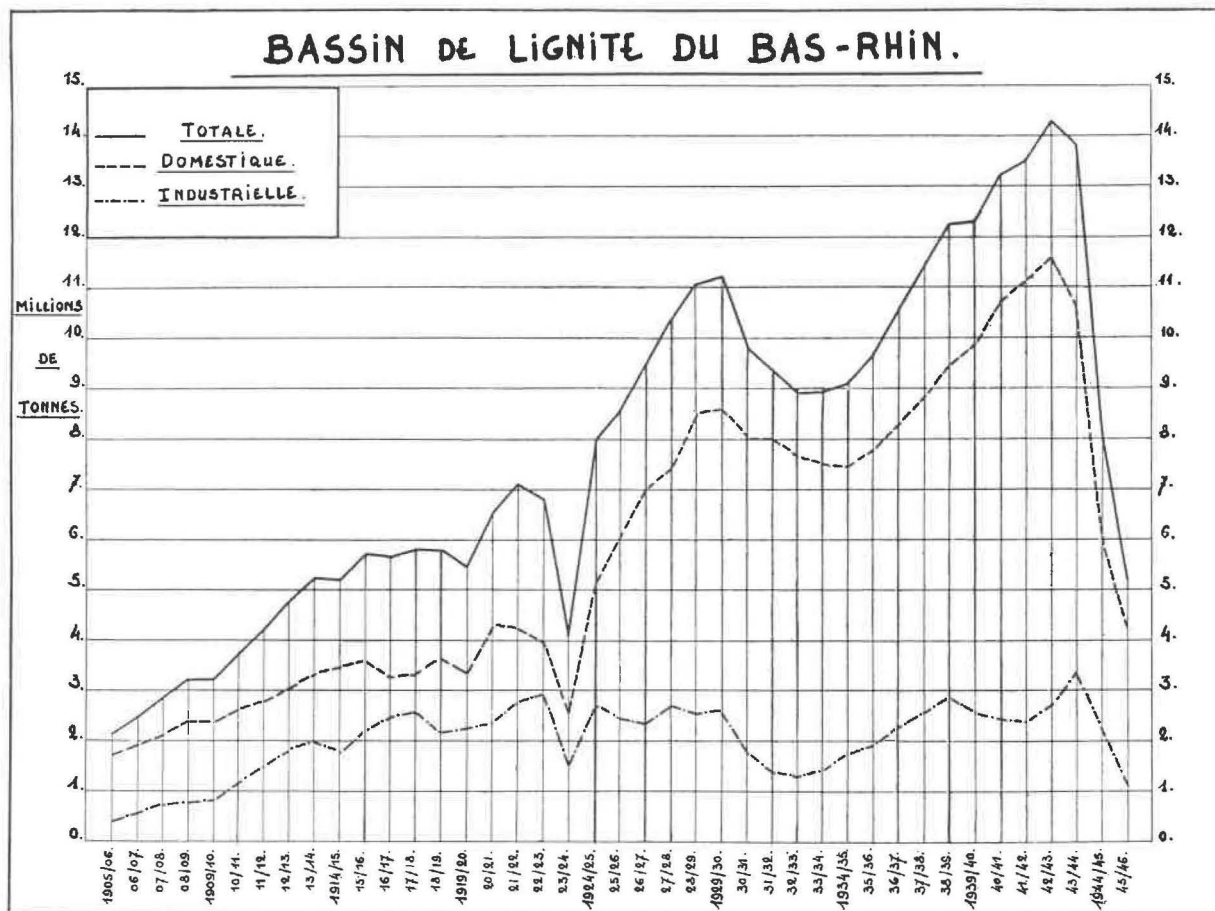


Fig. 1. — Consommation de briquettes.

On peut aussi, comme ce fut fait en 1943, utiliser le lignite pour la fabrication d'essence synthétique par le procédé Fischer-Tropsch; il fallait, à l'époque, 20 à 30 tonnes de lignite pour obtenir 1 tonne d'essence.

La production de lignite du bassin de Cologne fut de 58 millions de tonnes en 1938, soit 30 % de la production de l'Allemagne entière. Elle atteignit 63 millions en 1943.

Quinze sièges, appartenant à 8 sociétés, concourent à cette production. Il n'est donc pas surprenant de voir extraire, dans une seule mine, 25 à 35 mille tonnes de lignite par jour.

Une telle production implique, non seulement un champ d'exploitation étendu, un personnel nombreux et un matériel important, mais encore une organisation rationnelle, d'autant plus qu'on se trouve généralement en présence du complexe mine-centrale électrique-fabrique de briquettes.

Nous parlerons tout d'abord d'exploitations à ciel ouvert (*Tagebau*), ensuite de l'extraction par voie souterraine (*Tiefbau*). La dénomination *Tieftagebau* s'applique aux couches dont la couverture a une épaisseur pouvant atteindre au maximum une centaine de mètres tout en étant exploitées à ciel ouvert.

Avant de découvrir un gisement, il est nécessaire d'y faire de nombreux sondages, non seulement

pour le reconnaître, mais aussi pour déterminer avec précision ses niveaux aquifères. La nappe aquifère devra, éventuellement, être abaissée de façon à assécher le lignite et le sable afin d'exclure le danger d'éboulements ultérieurs.

Pour ce faire, il existe plusieurs procédés qui varient selon l'importance des niveaux et la profondeur du gisement: puits et tunnels, sondages-filtrants verticaux ou horizontaux. Nous en décrivons deux types dans le chapitre consacré à l'exploitation souterraine.

Les eaux qui intéressent le lignite peuvent être classées en trois catégories:

- 1) l'eau hygroscopique, ou d'adsorption, sorte de film humide entourant chaque cellule de lignite;
- 2) l'eau capillaire, qui remonte, par capillarité, de la nappe aquifère et dont l'importance est fonction du niveau de cette nappe, des conditions atmosphériques et de la nature du sous-sol;
- 3) l'eau libre, qui remplit tout le covolume de lignite non occupé par l'eau hygroscopique ou l'eau capillaire.

Seule, l'eau libre peut être éliminée de la zone à exploiter par des procédés de drainage.

La teneur en eau du lignite exploité sera encore, finalement, de 61 %. L'expérience établit que cette

teneur diminue avec la profondeur à raison de 1 % environ tous les 30 mètres.

L'usine à briquettes en vaporisera une bonne partie au point de ramener sa teneur à 16 % dans la briquette; le pouvoir calorifique de cette dernière aura ainsi une valeur acceptable de l'ordre de 4.800 calories par kilogramme, alors qu'elle n'était que de 2.000 dans le lignite brut.

Les opérations d'abaissement de la nappe aquifère étant terminées, comment l'exploitation va-t-elle se développer ?

I. — EXPLOITATION A CIEL OUVERT

Une première saignée sera faite le long d'une des limites du champ d'exploitation. Sa largeur sera fonction de la profondeur à atteindre : épaisseur des morts-terrains et puissance de la couche ou du faisceau de couches à exploiter.

Le front ainsi créé — en un ou plusieurs gradins — se développera ensuite soit parallèlement à son tracé initial (fig. 2), soit en éventail (fig 3).

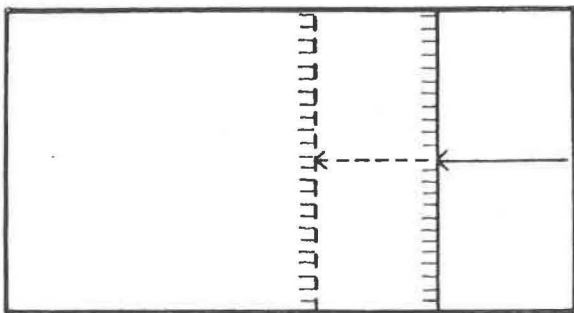


Fig. 2. — Exploitation par parallèles.

La deuxième méthode, dite « méthode tournante », est la plus couramment utilisée.

Dans les mines à ciel ouvert du bassin de Cologne, le rapport entre le volume en mètres cubes des morts-terrains et le poids en tonnes de lignite se situe d'une façon générale entre 3 et 4. L'évacuation des morts-terrains pose donc un problème capital.

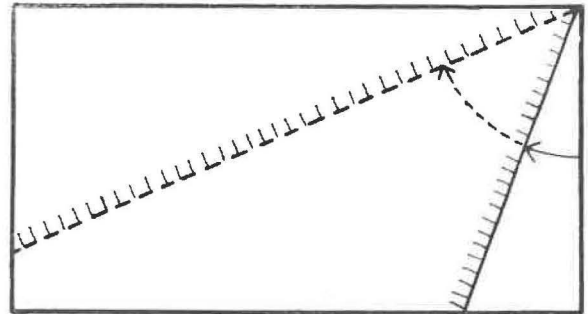


Fig. 3. — Exploitation tournante.

En principe, la convention intervenue entre le propriétaire du terrain et le concessionnaire (1) stipule que la terre arable enlevée à l'avant des fronts d'exploitation sera répartie uniformément à l'arrière sur un sol préalablement nivelé.

Nous allons voir, dans un premier exemple d'exploitation, comment le problème est résolu à la mine de Vereinigte Ville exploitée par la Roddergrube A.G.

A. — Mine de Vereinigte Ville.

La figure 4 donne une coupe transversale des fronts de la mine, dont la longueur est de 2 km environ.

La couche a une puissance moyenne de 40 m et repose sur de l'argile. Elle est recouverte de 10 à 15 m de morts-terrains sableux.

Le lignite est compact et homogène, renfermant plusieurs horizons de troncs d'arbres.

La progression des fronts se fait de B vers A, suivant deux gradins de 20 m de hauteur séparés par une banquette horizontale de 80 m environ. Cette largeur est déterminée par la nécessité de faire circuler à sens unique, sur une même boucle posée sur la banquette, les trains d'évacuation du lignite.

Le sable de couverture (côté A) est enlevé par un excavateur à dragline de 180 m³ de capacité horaire qui va le rejeter directement à l'arrière des fronts (côté B), et aussi par un excavateur à go-

(1) Voir chapitre I.

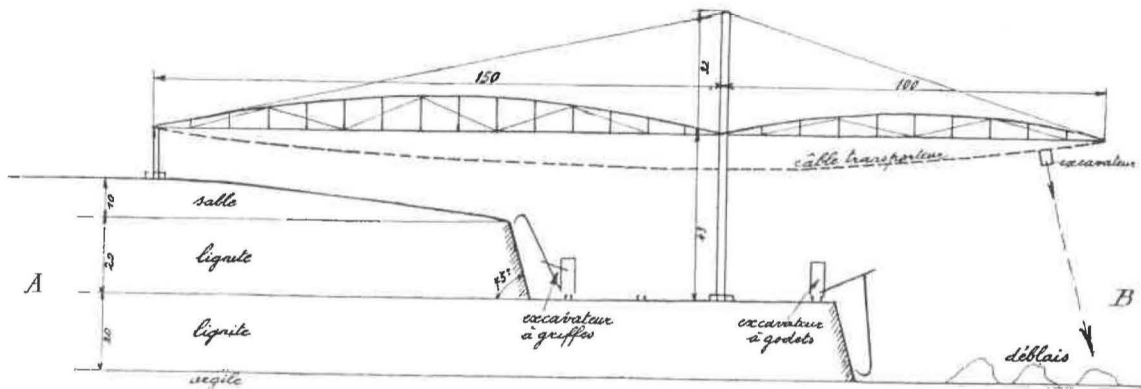


Fig. 4. — Coupe transversale de fronts,

dets de 150 m³ de capacité horaire, trois pelles mécaniques totalisant 285 m³ et un répartiteur de 120 m³, ces derniers étant tributaires de locomotives à vapeur sur voie de 0,90 avec wagons à vidange latérale.

La longueur de bras de l'excavateur à dragline est de 250 m, sa hauteur de charpente de 75 m et son poids de 750 tonnes. La capacité de l'excavateur même est de 6 m³ : il effectue 30 déplacements aller-retour en 1 heure (photo I).

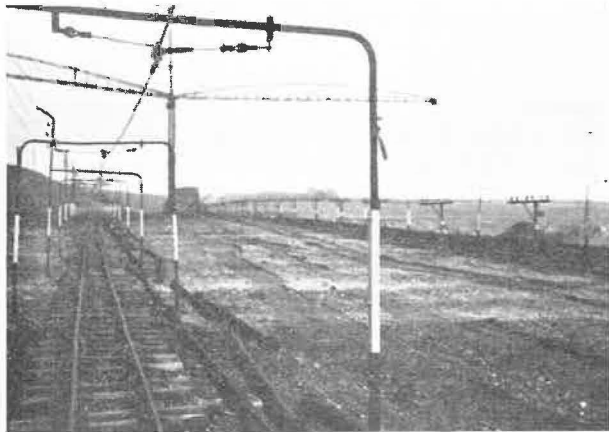


Photo I. — Mine de Vereingte Ville.

Banquette horizontale de 80 m. - Dragline déversant des déblais en tas. - Excavateur à godets du gradin inférieur. - Voie de service. - Longueur du pont : 250 m. - Hauteur du pont : 75 m. - Poids : 750 tonnes. - Capacité du dragline : 6 m³. - Capacité horaire : 180 m³.

L'ensemble est supporté par quatre chenilles prenant appui sur les morts-terrains et par quatre chenilles prenant appui sur la banquette horizontale. La pression unitaire des chenilles sur le sol est de 1,2 Kg/cm².

Quelque spectaculaire qu'il soit, cet excavateur à dragline donne lieu à certaines critiques :

- 1) la longueur est insuffisante, eu égard à la largeur de la banquette qui ne peut être réduite;
- 2) du fait des chutes de matières au cours de la translation du dragline, la banquette doit être régulièrement nettoyée, ce qui occupe beaucoup d'ouvriers;
- 3) la zone arrière où les déblais sont déversés doit être nivelée ensuite avec apport de terre arable, car le déversement ne peut se faire que par tas, comme on le voit sur la photo.

Nous parlerons plus loin d'un autre transporteur géant qui n'a pas ces inconvénients.

Le lignite est enlevé par sept excavateurs sur rails : quatre excavateurs à griffes de 300 t/heure raclent le lignite du gradin supérieur de haut en bas, où il est repris par une chaîne à godets qui le déverse dans des wagons, tandis que le lignite du gradin inférieur est pris de bas en haut par trois excavateurs à godets, l'un de 100 tonnes/heure, les deux autres de 500 tonnes/heure.

Le mode d'abattage provoque un dégagement abondant de poussières et le lignite est par lui-même sujet à des combustions spontanées, d'autant plus faciles que l'air est plus sec. Ceci entraîne :

- a) l'interdiction formelle de fumer au personnel;
- b) l'arrosage systématique des fronts inactifs et de la banquette horizontale au moyen de canalisations d'eau sous pression percées de trous et disposées tout le long de la crête des fronts inactifs et transversalement, çà et là, sur la banquette.

Les conduites générales d'alimentation sont situées à même la banquette et sont ripées en même temps que les voies ferrées, au fur et à mesure de l'avancement des gradins.

Le transport du lignite se fait par trains de 4 wagons à vidange bilatérale de 21 tonnes de capacité, roulant sur voies de 0,90 m. Les locomotives à trolley qui desservent la banquette sont alimentées par du courant continu à 1.200 volts, comme presque partout dans les mines de lignite. De l'avis des techniciens allemands, cette tension serait, toutes choses égales, moins dangereuse pour le personnel qu'une tension de 5 ou 600 volts, parce que la carbonisation des chairs au contact d'un conducteur constituerait immédiatement une résistance électrique assez élevée.

De la banquette, les wagons sont élevés par un plan incliné de 600 m de long au niveau du sol, 40 m plus haut. Ce plan est à deux voies, chacune capable de 18.000 tonnes par jour. Il est desservi par un moteur asynchrone triphasé de 340 kW, 6.300 volts, à résistances liquides, qui actionne un tambour de 5 m de diamètre autour duquel s'enroule un câble en acier de 48 mm de diamètre (le rapport de ces deux diamètres est généralement pris égal à 100 dans la Ruhr).

Une particularité de ce plan incliné est que chaque train est soutenu, à l'aval, par un chariot-poussoir auquel est attaché le câble tracteur. Les attelages entre wagons d'un même train ne travaillent donc pas et leur rupture fortuite serait sans conséquences.

B. — Mine de Weisweiler.

La Société Braunkohlen, A.G. Zukunft exploite ici, sous une couverture de 12 à 30 mètres, trois couches de lignite de 15, 18 et 9 mètres d'épaisseur, séparées par des stampes sableuses d'une dizaine de mètres.

L'exploitation simultanée des trois couches se fera, dans l'avenir, au moyen d'une même machine géante qui enlèvera indifféremment lignite ou morts-terrains intercalaires.

Cette machine comprendra trois éléments distincts :

- a) un pont central avec transporteur à courroie;
- b) une excavatrice à roues à aubes, enlevant soit les morts-terrain soit le lignite et les conduisant par courroie sur le pont central;
- c) une tour de déchargement, faisant suite au pont central, qui recevra l'un ou l'autre des produits amenés par ce pont pour le déverser, soit par l'arrière des fronts par l'avant-bec de

la tour s'il s'agit de sable, soit directement dans des wagons s'il s'agit de lignite.

Actuellement, pour des raisons financières, seul l'élément b) de la machine est en service à la mine (photo II). Les aubes ou godets, d'une capacité de 250 litres, sont réparties à la périphérie d'une roue de 6 m de diamètre fixée à l'extrémité d'un bras mobile de 20 m de longueur. La roue est mise en mouvement avant de mordre le lignite. Ses traces sont visibles sur la photo III.



Photo II. — Mine de Zukunft, à Weisweiler.
Excavateur à roues à aubes.

L'ensemble est à commande électrique et pèse 400 tonnes, réparties sur trois chenilles qui donnent sur le sol une pression de $1,2 \text{ Kg/cm}^2$. Sa capacité horaire est de 400 tonnes. Le personnel se réduit à 2 ouvriers : un pilote et un homme au silo de déchargement sur wagons.

La machine en trois éléments semble constituer l'outil idéal pour l'exploitation du lignite en plusieurs lits séparés par les bancs stériles. Elle remédie aux inconvénients du transporteur que nous avons rencontré à Vereinigte Ville (paragraphe A), puisque :

- 1) l'indépendance de la tour de déchargement permet de répartir le sable ou la terre arable à volonté à l'arrière des fronts;

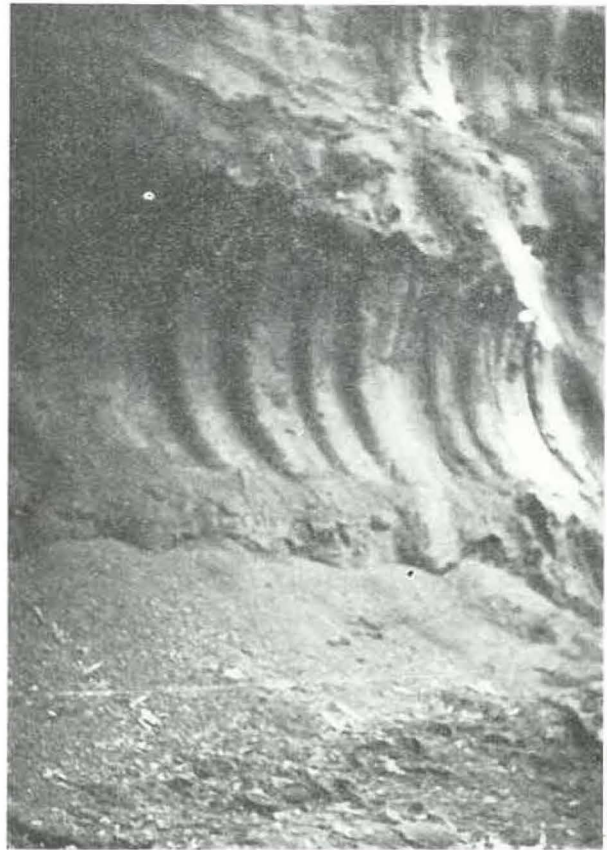


Photo III. — Traces laissées dans le lignite par les aubes de l'excavateur.

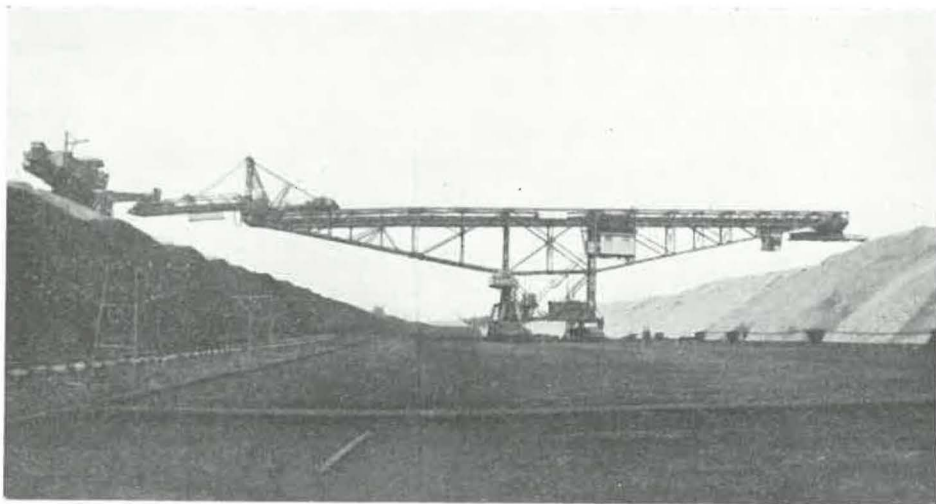


Photo IV. — Mine de Hürtlerberg.
Excavateur-transbordeur pour morts-terrains.

- 2) l'excavatrice à aubes, également indépendante, permet d'attaquer isolément soit le lignite, soit le sable; la matière utile n'est donc pas souillée, ou l'est fort peu;
- 3) la bande transporteuse du front central évite les chutes de matières.

C. — Mine de Hürtherberg.

Nous retrouvons ici une couche homogène, sans intercalations stériles, du même genre que celle de Vereinigte Ville (paragraphe A), mais moins épaisse. La couche de Hürtherberg a 7 à 14 m d'épaisseur et est surmontée de 15 m de sable et de gravier.

L'intérêt de l'exploitation réside dans la façon d'enlever puis de déposer les *morts-terrains*.

Les photos IV et V se rapportent à l'excavateur-transbordeur utilisé à cet effet.



Photo V. — Chenilles du transbordeur.

L'excavateur à godets pèse 340 tonnes et est capable de 200 m³ par heure. Il se déplace au moyen de chenilles sur les *morts-terrains* mêmes.

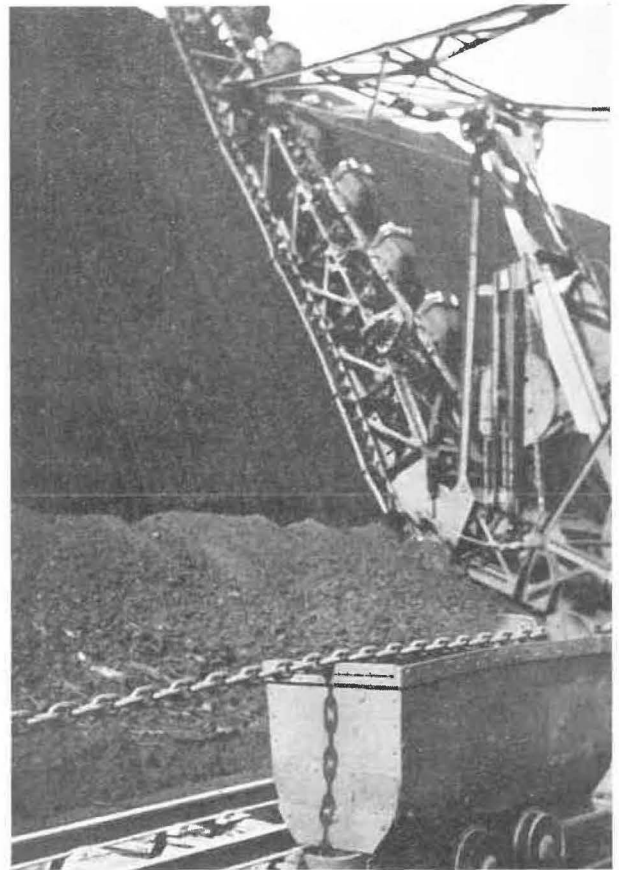


Photo VII. — Mine de Hürtherberg.
Excavateur à godets pour lignite.



Photo VI. — Mine de Hürtherberg.
Vue générale. — A droite, déblai en place.

d'autre machine, mais la mobilité de son extrémité rend possible une bonne répartition du sable (voir photo VI), ce qui n'était pas le cas dans le premier exemple.

D'autre part, la liaison entre l'excavateur et le transbordeur constitue en quelque sorte le sommet de l'angle variable d'une ligne brisée déformable, et permet un déplacement d'environ 25 m de l'excavateur par rapport au transbordeur.

On peut dire que cette machine résoud de façon remarquable le problème des morts-terrains, tel qu'il se pose ici.

Quant au lignite, il est abattu au moyen de trois excavateurs à godets, du type rencontré à Vereinigte Ville, et évacué par un trainage à chaînes de 450 wagonnets circulant en circuit fermé sur voie de 0,50 m (photo VII).

D. — Mine de Wachtberg, à Türrnich.

La couche de lignite a une épaisseur maximum de 51 m avec une couverture peu importante. Elle est exploitée en deux gradins, distants de 80 m environ et de 1.200 m de largeur.

Sur la banquette horizontale intermédiaire, circulent :

- 1) des excavateurs à griffes abattant le lignite du front supérieur;
- 2) un excavateur à godets abattant et ramenant au niveau de la banquette le lignite du front inférieur.

Ce dernier excavateur est d'un type que nous n'avons pas encore rencontré. Il peut extraire et charger sur wagons, par jour, 17.000 tonnes de lignite.

L'ensemble pèse 1.080 tonnes et a trois « points » d'appui sur le sol, non plus par l'intermédiaire de chenilles mais de rails.

Deux des points d'appui occupent une voie, le troisième une autre voie. Entre ces deux voies, se trouvent les voies réservées aux wagons en chargement. Ceux-ci passent sous un portique reliant les deux voies extrêmes qui constituent les points d'appui.

Les deux premiers points d'appui sont constitués chacun par deux groupes de quatre boggies reliés deux à deux, soit 64 roues. Le troisième point d'appui comprend deux groupes de trois boggies, soit 24 roues. Au total : 88 roues, supportant chacune environ 12 tonnes.

La vitesse de translation de l'ensemble, c'est-à-dire la vitesse d'avancement le long du front, peut varier entre 2,50 et 15 mètres/minute. Le personnel se réduit à trois hommes.

Le chargement d'un train de cinq wagons de 40 tonnes demande 12 à 31 minutes, selon l'inclinaison du talus. Le circuit complet chargement-déchargement et retour prend une heure, le parcours étant de 5 km.

Cet excavateur géant est tout indiqué pour l'exploitation d'une couche de forte épaisseur dans une mine à forte production.

Rendements et énergie.

Le rendement de l'ouvrier d'une mine à ciel ouvert varie naturellement suivant la situation des couches et les moyens mécaniques d'abattage et de transport.

On peut retenir, comme bonnes valeurs moyennes, les chiffres suivants :

80 m³ de morts-terrains/homme-poste de 8 heures;
60 tonnes de lignite/homme-poste de 8 heures.

Quant à l'énergie nécessaire à l'exploitation, elle est de l'ordre de 1 kWh tant par m³ de mort-terrain que par tonne de lignite extraits, avec des variations qui sont fonctions des conditions de gisement et du degré de mécanisation de l'abattage.

II. — EXPLOITATION SOUTERRAINE

S'il est tout naturel que les Allemands se soient avant tout et uniquement occupés des exploitations à ciel ouvert (Tagebau) qu'ils ont développées au point de pouvoir découvrir des couches enfouies à une centaine de mètres de profondeur (Tieftagebau), il reste néanmoins que la grande réserve de lignite du Bas-Rhin se trouve à grande profondeur (200-300 m) où il ne peut plus être question de l'exploiter par les méthodes dont nous venons de donner un aperçu (1).

Aussi, quelques techniciens se sont-ils attelés depuis plusieurs années, en dépit de certaines oppositions, à la tâche ardue d'exploiter à grande profondeur par voie souterraine.

Les difficultés sautent aux yeux : la mobilité du terrain, l'eau, l'inflammabilité du lignite. Le grisou, heureusement, est absent.

A. — Braunkohlen Tiefbau, à Marschenich.

L'exploitation se fera par puits et chantiers souterrains.

Un premier puits, de 4,50 m de diamètre utile, a été creusé à une profondeur de 350 m par le procédé Honigmann. Les opérations ont fait l'objet d'un exposé, à la Tribune de l'Association des Ingénieurs de l'Université de Liège, par M. GARFINKELS, ingénieur civil A.I.Lg, attaché depuis 1945 au U.K./U.S. Civil Control Group en qualité d'officier technique.

Nous retiendrons que le cuvelage est à double paroi, constitué par des fers U laminés, cintrés à froid sur place puis soudés, l'intervalle étant rempli de béton.

Or, dans le fond du puits, on a décelé à l'extérieur du cuvelage, au moyen de forages dans le revêtement, la présence de cavités remplies d'eau dont la pression a pu atteindre 25 atmosphères.

Ces cavités se trouvaient dans le mur de la couche, laquelle se situe entre les cotes 271 et 320 m. La couche elle-même n'a pas, jusqu'ici, donné d'eau.

D'où vient cette eau ?

(1) Réserves exploitables à ciel ouvert : 2 milliards de tonnes;
par voie souterraine : 15 milliards de tonnes (voir chapitre I).

Certaines cavités se vident complètement lors du forage; il suffit, dans ce cas, de les remplir ensuite par injection de ciment. Mais il arrive qu'elles ne se vident pas et que l'eau qu'elles renferment se maintienne à la pression de 25 atm. On en déduit qu'elles sont en relation d'une façon ou d'une autre avec la surface, ce qui complique singulièrement le problème de leur remplissage.

La solution adoptée à titre d'essai fut celle-ci : à hauteur des niveaux 285 à 287,5 m, dans la couche, là où les forages avaient montré que le béton était exempt de cavités, on devait renforcer l'anneau circulaire de béton extérieur en l'élargissant, par injections jusque dans le terrain même, de façon à constituer un serrement étanche.

Un second puits est en creusement, par le procédé de congélation. De l'avis de la direction, le coût du creusement sera équivalent à celui du procédé Honigmann.

Le programme ultérieur est le suivant :

- 1) sur toute la hauteur de la couche, pratiquer des forages d'épuisement horizontaux de 70 mm de diamètre et de 10 m de longueur maximum;
- 2) creuser des galeries horizontales de reconnaissance capables de contenir un wagonnet et revêtir par cadres métalliques complets;
- 3) exploiter par traçages poussés jusqu'à la limite de concession et rabattage vers les puits. La couche sera enlevée par tranches horizontales successives prises en montant, avec remblayage complet réalisé mécaniquement. Les dimensions ne sont pas fixées. On envisage des traçages de 6 × 6 m, voire davantage. Pour se procurer le remblai, il sera nécessaire d'ouvrir à proximité une carrière de sable à ciel ouvert.

On estime que l'exhaure des galeries donnera 90 m³/minute. Les bandes d'argile rencontrées avant d'atteindre la couche constituant des obstacles à la venue des eaux superficielles, l'assèchement du toit nécessaire à l'affermissement du sable susjacent se fera au moyen de sondages verticaux de bas en haut, jusqu'à la couche d'argile immédiatement supérieure, soit à la cote 258 mètres.

L'extraction se fera par skip et traction électrique, à une vitesse de translation de 16 à 17 m/seconde.

Signalons, en passant, que la résistance spécifique à la compression du lignite situé à cette profondeur est de 12 Kg/cm², soit quatre fois plus grande que dans les carrières à ciel ouvert.

Ce programme d'exploitation est uniquement basé sur l'expérience des exploitations souterraines existant en Tchécoslovaquie (Tatabanya) et en Hongrie (Dorog, sous le Danube). Mais il n'a rien de concret et ne permet pas de tirer des conclusions sur les conditions futures d'exploitation souterraine.

Nous allons faire connaissance avec des éléments d'appréciation plus précis, à la mine Donatus Tiefbau, à Liblar.

B. — Donatus Tiefbau, à Liblar.

C'est la seule carrière souterraine de lignite existant aujourd'hui dans le bassin du Bas-Rhin.

Les travaux préparatoires en cours donnent 60 à 70 tonnes de lignite par jour. On espère extraire 1.000 tonnes l'an prochain et arriver plus tard, à 4.000 tonnes.

Sous une couverture atteignant progressivement 180 m, la couche a une épaisseur de 11 à 26 m, et une inclinaison de 10 à 20° vers sud.

Elle fut tout d'abord exploitée à ciel ouvert, de nord vers sud. Mais l'épaisseur croissante de la couverture rendit bientôt prohibitive cette méthode d'exploitation; il eût fallu enlever chaque jour 50.000 m³ de morts-terrains pour pouvoir extraire 5.000 tonnes de lignite. C'est pourquoi l'on décida de recourir à la méthode de Tiefbau.

Deux galeries principales, parallèles et distantes de 30 m, sont ouvertes à flanc de côteau et pénètrent dans la couche à une cinquantaine de mètres de l'œil des galeries, pour la suivre en inclinaison, à 2 ou 3 mètres au-dessus du mur, sur une longueur de 550 mètres. A partir de ces galeries, on creuse un réseau de voies horizontales et verticales en vue de l'extraction proprement dite (voir plus loin, figure 6).

A cette distance, les morts-terrains renferment plusieurs couches d'argile qui constituent un manteau imperméable. Néanmoins, l'exhaure des eaux d'infiltration représente encore 800 litres par minute.

Dans le but de limiter les venues d'eau, on opère de la façon suivante.

Là où les morts-terrains renferment des couches d'argile, on se borne à forer, au toit de la voie supérieure creusée en couche, des trous verticaux de 4 m de profondeur dans lesquels on introduit des tubes filtrants de 35 mm de diamètre. Ces tubes sont percés de trous de 6 mm de diamètre disposés en quinconces et espacés de 18 mm. Leur débit est de l'ordre de 200 litres par minute, jusqu'à épuisement.

Là où les morts-terrains renferment principalement du sable et du gravier, on enfonce, de haut en bas, à partir de la surface et jusqu'au delà de la couche de lignite, un tube fermé à sa partie inférieure (fig. 5). Ce tube est percé de nombreux orifices sur toute la hauteur à assécher (tube filtrant). Son diamètre est de 80 mm et sa base est mise en relation avec une galerie horizontale creusée sur le mur de la couche. Les eaux pénètrent dans le tube par les orifices et peuvent être écoulées dans la galerie, au débit voulu, par manœuvre d'un robinet. Il ne faut pas que l'écoulement soit rapide ni abondant, sous peine de voir entraîner le sable dans le tube, à travers les petits orifices.

Chaque sondage de l'espèce épuise les eaux dans un rayon de 80 mètres.

Pour réaliser la mise en place des tubes filtrants, il faut commencer par forer et tuber provisoirement des trous de plus grand diamètre (180 mm), dans l'axe desquels on placera les tubes définitifs. Avant de retirer les tubes provisoires, on remplit progressivement de gravier l'intervalle annulaire, de ma-

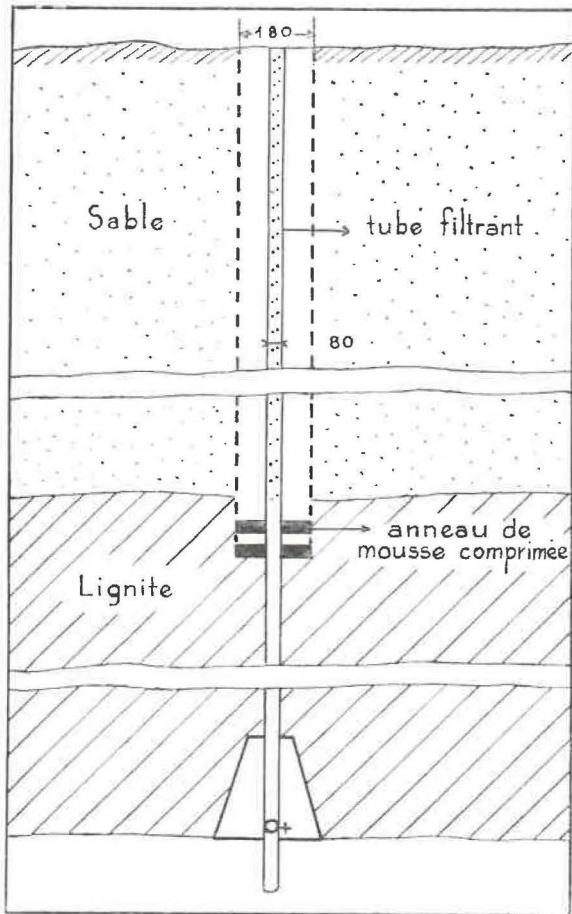


Fig. 5. — Sondage filtrant.

nière à constituer une gaine filtrante. Les éléments de ce gravier ne doivent pas avoir un diamètre inférieur à 2 mm. Enfin, entre le tube et le lignite, on interpose un ou deux anneaux de mousse comprimée, en guise de bouchage.

L'essai d'abattage du lignite entrepris à la mine Donatus se fait à partir d'une faille qui a provoqué, à son voisinage, un changement d'inclinaison de la couche : celle-ci s'est aplatie progressivement pour s'incliner dans le sens contraire, vers la faille.

Il y a donc là un dôme assez plat, avec une épaisseur de lignite réduite à 11 mètres où les conditions paraissent convenir à un premier essai.

L'abattage se fait par havage vertical immédiatement suivi du foudroyage du toit, la tranche étant prise en rabattant.

A partir des galeries principales d'entrée d'air E (fig. 6) et de retour d'air A, on aborde le panneau par quatre voies parallèles (a et b au toit, c et d au mur), creusées dans le lignite et distantes, sur le plan horizontal, de la longueur fixée pour le plan d'abattage : 18 m au début. On compte porter ultérieurement cette longueur à 30, 40 et même 60 m.

Ensuite, on relie les voies du toit et celles du mur par deux voies transversales ou frontales e et f qui se trouvent à l'aplomb l'une de l'autre et délimitent le rectangle vertical de lignite A, B, C, D qui va constituer le front d'abattage.

Dans la voie supérieure, on installe un treuil à bras destiné à tirer la haveuse qui va entamer le lignite de bas en haut. Il faut au préalable creuser à la main une première cheminée de liaison, suivant AD ou BC, entre les deux niveaux.

Dans la voie inférieure, se trouve un transporteur du type panzer-förderer sur lequel tombera le lignite abattu.

Avant d'entrer dans le détail du soutènement des voies, observons la haveuse et les suites de son avancement.

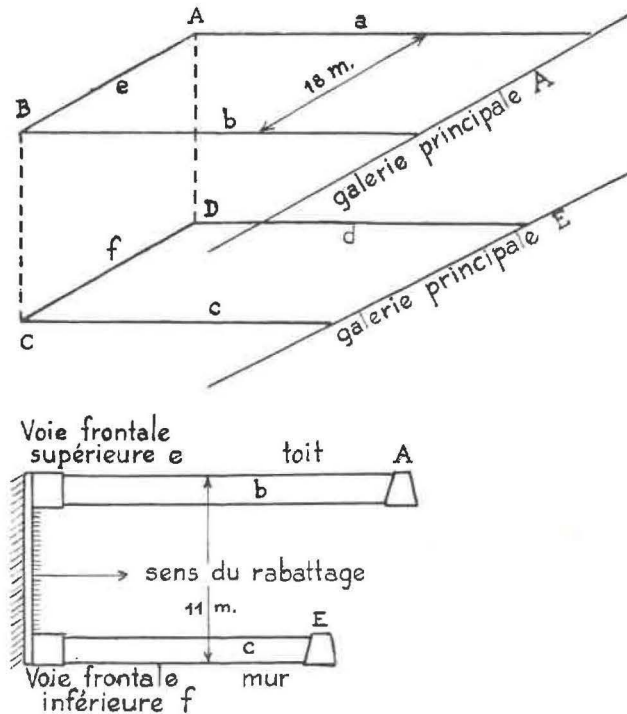


Fig. 6. — Traçage.

Le corps de la *haveuse* est fixé sur de longs patins qui glissent sur le lignite en place, de bas en haut. La chaîne a 1,20 m de longueur de bras, 15 cm de hauteur et 5 cm de largeur. Un second bras peut être fixé à volonté à 15 cm du premier, ce qui permet un avancement de 40 cm (fig. 7).

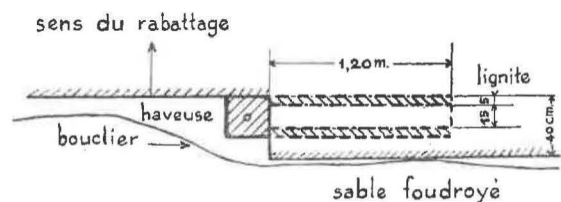


Fig. 7. — Havage (vue en plan).

Les deux chaînes tournent toujours dans le même sens, à une vitesse de 3,5 m/sec (contre 2 m/sec en charbon dur).

La haveuse est équipée d'un moteur de 20 CV. Sa vitesse d'avancement est de 1 m/minute. Pour un avancement du front de 40 cm, le volume de

lignite abattu à la minute est donc de $1 \times 1,20 \times 0,4 = 0,5 \text{ m}^3$ en chiffres ronds.

Le rendement moyen d'un homme du chantier est estimé à 10 tonnes par poste, et chaque chantier occupera 15 hommes : 7 hommes par voie et le préposé à la haveuse.

Que se passe-t-il après le passage de la haveuse ? Celle-ci redescend par son propre poids dans la cheminée verticale qu'elle vient d'agrandir et est remise en place, dans la voie de base, pour recommencer l'opération.

Mais le vide ainsi créé ne manquerait pas d'être aussitôt comblé par le toit de sable qui s'effondre quelques instants après le passage de la haveuse, si l'on ne prenait la précaution de tendre de haut en bas du panneau un bouclier destiné à contenir le sable.

Ce bouclier est constitué par des panneaux en tôle de $2,5 \times 1,25 \times 0,003 \text{ m}$, accrochés l'un à l'autre et raidis par des poutrelles Grey verticales. Il ondule progressivement, au fur et à mesure de l'avancement de la haveuse, comme l'indique la figure 7). Il est attaché, à sa partie supérieure, à un câble en acier tendu le long de la voie et porté par une série de barres à crochets (fig. 9).

Ces barres ont sensiblement la longueur d'une bèle et une section carrée de 30 mm de côté. Elles coulissent, sous la pression du bouclier, dans un support qui s'appuie sur les bèles.

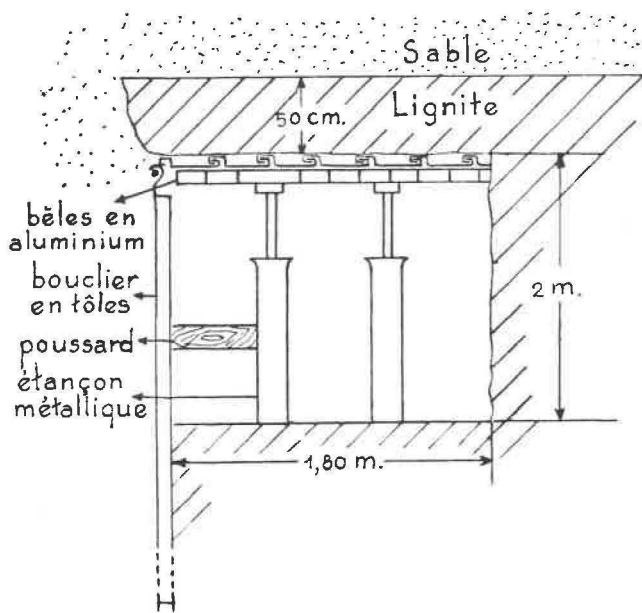


Fig. 8. — Voie frontale supérieure.

Le soutènement des voies frontales est assuré par deux files d'étançons métalliques qui supportent des bèles transversales en aluminium à section sensiblement rectangulaire (fig. 8).

Tandis que la voie de base est creusée à 1 m du mur, en plein lignite, la voie supérieure n'est séparée du toit de sable que par un stot de 50 cm.

Contre ce stot, on applique un revêtement métallique plein constitué par des plaques en fer assemblées à la façon de tuiles.

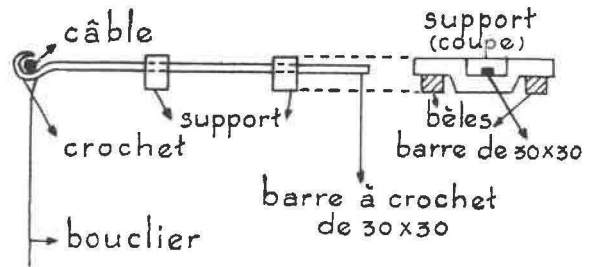


Fig. 9. — Amarrage du bouclier.

Entre le bouclier et la première file d'étançon, on intercale des poussards à mi-hauteur de la voie.

Le procédé d'exploitation expérimenté à la mine Donatus paraît séduisant. Il semble que, moyennant les perfectionnements qui se révéleront nécessaires dans la suite, ce procédé pourra s'appliquer sur une plus grande échelle, c'est-à-dire à des panneaux plus vastes. Son principal avantage est, de ne pas nécessiter l'apport de remblai provenant de la surface (1).

Indépendamment des problèmes courants dans toute exploitation souterraine (soutènement, exhaure, ventilation), les ennemis du mineur de lignite souterrain sont :

- 1) le sable humide, qui peut provoquer des coulées massives et instantanées telles que celle qui en une demi-heure, en 1948, a rempli le tronçon inférieur de la galerie principale d'extraction, sur une longueur de 350 m et une section de 6 m^2 , soit plus de 2.000 m^3 ;
- 2) le Rieselkhole, ou lignite ruisselant, qui se présente à la partie supérieure de la couche sur 1 m d'épaisseur et qui est très inflammable. Lorsqu'un début d'incendie est observé à temps, on peut l'enrayer par lutage au moyen de cendrées de chaudière et d'argile.

DEUXIEME PARTIE

FABRICATIION DES BRIQUETTES

La fabrication de briquettes absorbe, comme on l'a vu plus haut, 75 % de la production de lignite.

Tel qu'il est extrait, le lignite brut ne peut servir à la fabrication de briquettes; il contient trop d'eau et son pouvoir calorifique est trop faible. Il faut donc l'assécher préalablement et réduire à cette fin la grosseur de ses éléments.

Entrons à la fabrique de Berrenrath et suivons le parcours du lignite, depuis son entrée à l'état brut jusqu'à sa sortie sous forme de briquettes.

Le lignite brut passe d'abord dans une série de concasseurs, de broyeurs et de tamis, jusqu'à ce que ses éléments aient au maximum 4 à 5 mm de grosseur.

(1) A fin 1949, soit un an et demi après le début des essais décrits, on estimait nécessaire d'augmenter la puissance du moteur de la haveuse et de rendre le bouclier plus souple. Ce dernier, en effet, trop raide suivant la verticale, se cale au toit ou au mur, ce qui entrave le foudroyage.

Il faut, en outre, que sa teneur en eau soit ramenée à environ 17 %.

Il est traité à cet effet par 17 sècheurs rotatifs, de 1.200 m² de surface de chauffe. Ces sècheurs sont des cylindres de 7 à 8 m de longueur contenant un faisceau tubulaire baignant dans la vapeur d'échappement des turbines à contrepression de la centrale. Ces cylindres sont inclinés de 17° sur le plan horizontal et tournent autour de leur axe à raison de 7 tours à la minute.

Cette inclinaison et cette rotation permettent à la fois l'introduction du lignite dans les tubes et sa translation d'un bout à l'autre du cylindre. Dans chaque tube, une nervure en hélice force le lignite à entrer en contact avec toute la périphérie du tube. La durée de translation du lignite dans un sécheur est de 20 minutes.

L'aspiration de l'air chargé de vapeur de séchage se fait par tirage naturel dans des cheminées,

pourvues d'électro-filtres. Il y a une cheminée par groupe de trois sècheurs.

Le lignite séché et menu entre enfin dans la presse à briquettes, laquelle renferme un piston, ou 2 ou 4. Au total, l'usine utilise 18 presses et 30 pistons. Chaque piston donne quelque 5.000 briquettes par heure, soit 2,5 tonnes, la briquette pesant environ 500 grammes.

La pression de moulage est de 1.200 Kg/cm².

L'énergie nécessaire à la fabrication est de 35 à 50 kWh par tonne de briquettes, d'autant plus faible que la fabrique est plus moderne.

Rappelons qu'il faut environ 3,3 tonnes de lignite brut pour faire une tonne de briquettes, dont 1,1 tonne pour produire l'énergie de fabrication.

Le tableau suivant donne deux exemples des caractéristiques comparées du lignite brut et de la briquette.

	Lignite brut		Briquette	
	1	2	1	2
Cendres %	2,35	5,—	4,85	10,3
Eau %	60,—	60,—	17,5	17,5
Pouv. calor. ... cal/K	1.950	1.780	4.650	4.310

La centrale électrique de Berrenrath renferme cinq chaudières timbrées à 100 Kg/cm² et fonctionnant normalement à 90 Kg/cm².

Elles sont chauffées au lignite pulvérisé et séché préalablement. Le séchage abaisse la teneur en eau du lignite de 60 à 40 %.

L'eau d'alimentation des chaudières provient d'un puits artésien ou de la condensation des sècheurs. L'eau du puits est traitée à la permutite, puis vaporisée et condensée.

La température de l'eau à l'entrée dans la chaudière est de 195° et sa pression dans la pompe de 130 Kg/cm².

La température de l'air d'alimentation est de 300° et la dépression dans le foyer de 1 à 2 mm d'eau.

La production de vapeur est de 105 tonnes à l'heure et la température de surchauffe atteint 520°.

Le rendement de la chaudière est de 79 à 80 %.

Les turbines A.E.G. qui sont en service ont une puissance de 25.000 Kw, et donnent 28.500 KVA aux alternateurs sous une tension de 6.340-7.000 volts.

La vitesse de rotation est de 3.000 tours par minute. La pression d'entrée de la vapeur est de 80 Kg/cm² tandis que la contrepression finale est de 3,5 Kg/cm².

Au total, la production de 1 kWh nécessite 2,5 Kg de lignite.

La centrale de Berrenrath est un modèle du genre, pour les raisons essentielles suivantes :

- a) les chaudières sont à haute pression et sans grilles : rendement élevé et économie de construction;

b) le combustible est préséché;

c) l'eau et l'air sont préchauffés;

d) la température de surchauffe de la vapeur est élevée;

e) la contrepression des turbines est de l'ordre de grandeur des contrepressions optima.

Ajoutons que tous les cadrans de mesures des pressions, températures, débits, qualités des fumées et autres sont concentrés dans un même tableau, ce qui permet à un seul préposé de contrôler à tout moment la bonne marche de la centrale.

CONCLUSIONS

Le lecteur pressé (qui ne l'est aujourd'hui ?), après avoir lu les titres et les sous-titres d'un article, après s'être arrêté quelques instants aux images (rappel trop bref d'une enfance émerveillée qui ne se retrouvera plus), cherchera toujours des « conclusions » qu'il essaiera de retenir si le sujet ne lui est pas indifférent.

Que dire ici pour le satisfaire ?

Du point de vue exploitation, la mine de lignite à ciel ouvert (Tagebau ou Tieftagebau) est comparable à une simple carrière, qui ne pose aucun problème particulier, si ce n'est celui de l'assèchement préalable des morts-terrains. Pour le reste, il suffit d'organiser de façon rationnelle une exploitation qui doit se faire en très grand : découper largement le gisement, installer des machines puissantes, utiliser le personnel voulu, de façon à réaliser une forte production.

L'exploitation par voie souterraine présente des difficultés plus sérieuses à ses débuts. Mais la mine de charbon en a connu d'autres, plus graves, et on a pu les surmonter.

Il n'est pas téméraire d'affirmer, après ce que nous avons vu, que dans quelques années l'exploitation du lignite souterrain pourra se faire sur une grande échelle.

A côté des 2 milliards de tonnes de lignite qui

restent à exploiter à ciel ouvert, ce qui pourrait demander une vingtaine d'années, il reste à grande profondeur une réserve estimée à 15 milliards de tonnes.

Une telle richesse vaut bien, et pour l'Allemagne et pour l'Europe, que la mise au point des méthodes d'exploitation souterraine soit poursuivie avec diligence, pour que celles-ci portent leurs fruits avant l'époque où le lignite pourrait n'être plus considéré comme source d'énergie intéressante.

SAMENVATTING

In de loop van het jaar 1948 werd België belast met een studie van economisch-technischen aard betreffende de ontginningen van ligniet van de Beneden-Rijn. Deze opdracht werd opgelegd door de Economische en Sociale Raad van de Verenigde Naties — Comité van de Electriche Energie — Thermische Groep van de Rijn, voorgezeten door de Heer SMITS (België).

Deze studie werd toevertrouwd aan een groep van vijf Belgische Ingenieurs: de HH. J. VENTER, L. BRISON, R. STENUIT, A. DELMER en G. GARFINKELS. De studie gaf aanleiding tot een verslag waarvan de twee beschrijvende hoofdstukken hierna zijn overgenomen.

Het eerste « De ligniet afzetting van het Rijnland » is meer in het bijzonder het werk van de H. Delmer, Mijningenieur, gehecht aan de Geologische Dienst van België.

Het tweede « Ontginning en verbruik van de ligniet » is meer in het bijzonder het werk van de

H. R. Stenuit, Eerstaanwezend Ingenieur der Mijnen, gehecht aan de Algemene Directie der Mijnen.

* * *

De ligniet-afzetting van de Beneden-Rijn bevindt zich op de linkeroever van de stroom, ruw genomen in een rechthoekige strook van een vijftigtal kilometers lengte volgens de N.-Z. richting en van een dertigtal kilometers breedte in de E.-W. richting, soms « Golf of Baai van Keulen » genaamd.

Het ligniet is begrepen tussen de losse strata van oligocene of miocene ouderdom.

De reserve kan geschat worden op twee miljard ton, in openluchtontginning en vijftien miljard ton in ondergrondse ontginning. De huidige productie wordt volledig gewonnen in openluchtontginning, door middel van mechanische werktuigen van groot vermogen.

De mogelijke voortbrengst bedraagt rond de 60 miljoen ton. Twee proeven tot ondergrondse ontginning zijn uitvoering.