

**Etude Chimique et Pétrographique  
de quelques veines de houille  
du Bassin de la Campine**

par

André DUPARQUE,

Professeur de Pétrographie

à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille,

et

Jean MASSINON,

Ingénieur civil des Mines U.I.Lv.,

Aspirant du Fonds National de la Recherche Scientifique.

---

SOMMAIRE

- I. *Introduction.*
- II. *Etude chimique des houilles de Campine.*
  - A. Analyse immédiate des houilles.
  - B. Analyse immédiate des constituants macroscopiques.
  - C. Caractéristiques de semi-cokéfaction.
  - D. Résultats d'extractions par solvants.
  - E. Les constituants inorganiques.
  - F. Les constituants organiques.
  - G. Conclusions de l'étude chimique.
- III. *Etude microscopique des houilles de Campine.*
  - A. Position stratigraphique des couches étudiées.
  - B. Méthode d'investigation employée.
  - C. Les constituants microscopiques des Houilles de Campine.
  - D. Les constituants macroscopiques des Houilles de Campine.
- IV. *Classification lithologique des houilles de Campine.*
  - A. Les houilles de Cutine.
  - B. Les houilles ligno-cellulosiques.
  - C. Les houilles mixtes.
- V. *Conclusions.*

## I. — INTRODUCTION

Dans la présente étude, on exposera les résultats de l'examen fait à l'aide du microscope et aussi par voie d'analyse chimique de quelques veines de houille du bassin de la Campine limbourgeoise.

En rapprochant des détails de leur structure (1) les caractéristiques chimiques des échantillons, on tirera des conclusions au sujet de la nature et du mode de formation des houilles envisagées.

On montrera ainsi que la composition et les propriétés physiques et chimiques de ces charbons sont liées à la nature des dépôts primordiaux et que des variations de composition chimique peuvent trouver leur explication dans la différence de nature des dépôts dont ils dérivent.

\* \* \*

Les prises d'échantillons furent effectuées sur trois veines distinctes et en différents points de celles-ci. Ces trois veines, exploitées au siège de Waterschei à Genck, y sont désignées dans l'ordre, de haut en bas, par les lettres A (dite aussi de 0<sup>m</sup>,85), E (ou de 1<sup>m</sup>,27) et I (ou de 1<sup>m</sup>,20).

D'après les renseignements qui nous ont été communiqués par M. A. Grosjean, Géologue du Service Géologique de Belgique, ces veines auraient pour synonymes (2) :

a) Couche A de Waterschei = Couche n° 16 d'Eysden = Couche n° 35 de Zwartberg;

b) Couche I de Waterschei = Couche Saint-Louis d'Eysden.

L'identité absolue des deux dernières couches n'est cependant pas prouvée.

(1) J. MASSINON — Aperçu sur la Structure Microscopique et Macroscopique des Houilles, *L'Ing. chimiste*, XIII, mars-avril (1929).

(2) Pour plus de détails sur la Structure du Bassin de la Campine, voir :

A. GROSJEAN. — Première ébauche d'une carte structurale du gisement houiller de la Campine limbourgeoise, *Mémoires de l'Inst. Géol. de l'Univ. de Louvain*, 1936, Tome X, p. 361.

\* \* \*

Grâce à la bonne obligeance de MM. les Directeurs et Ingénieurs des divers Charbonnages, le prélèvement de gros blocs de houille soigneusement repérés nous a permis de reconstituer au laboratoire chacune des veines sur la totalité de leur puissance entre toit et mur.

Une partie de chacun de ces prélèvements a été réservée à l'étude microscopique; l'autre, aux déterminations chimiques.

En conséquence, notre exposé comportera deux parties bien distinctes : d'une part, l'étude chimique et, d'autre part, l'étude pétrographique; le rapprochement des résultats de l'une et de l'autre permettra d'établir les conclusions détaillées à la fin du travail.

## II. — ETUDE CHIMIQUE DE HOUILLES DE CAMPINE

## A. — Analyse immédiate des houilles.

Les résultats des analyses immédiates effectuées sur les divers lits superposés entre toit et mur d'une même veine sont consignés dans les tableaux I, II, III, IV, V, VI et condensés au tableau VII.

Il en ressort que les houilles des veines :

André Dumont, veine de 0<sup>m</sup>,85 ou A (tableau I),

Limbourg-Meuse, veine n° 16 (tableau II),

Liégeois à Zwartberg, veine n° 35 (tableau III)

peuvent être, d'après la classification de Grüner, rangées parmi les houilles grasses maréchales ou bitumineuses, tandis que celles des veines :

André Dumont, veine de 1<sup>m</sup>,27 ou E (tableau IV),

André Dumont, veine de 1<sup>m</sup>,20 ou I (tableau V),

Limbourg-Meuse, veine St-Louis (tableau VI)

rentrent dans la catégorie des charbons à coke.

TABLEAU I

Charbonnages André Dumont à Waterschei (Campine).  
Veine A (dite de 0<sup>m</sup>,85) (ouverture 1<sup>m</sup>,07, charbon 1 m.)  
prélevé le 1-7-35.

Composition	Numéros	Humidité %	Matières volatiles %	Aspect du coke	Cendres %	Aspect des cendres	Mat. vol. cendres déduites
toit Charb. 0,07	158	0,55	26,90	légèr. bours.	11,91	brun	30,53
	159	1,23	22,61	non bours. comp. dur	28,90	blanc	31,80
Charbon 0,29	160	0,69	25,01	t. peu bours. comp. dur	6,16	blanc	26,66
	161	0,58	50,27	non bours. compact	5,31	brunâtre	31,30
	162	0,74	24,44	non bours. compact	8,90	légèr. brun	26,81
	163	0,63	27,05	non bours. compact	5,88	blanc	27,65
Charbon 0,28	164	0,60	28,63	non bours. compact	5,77	blanc	30,38
	165	0,59	27,83	assez bours.	4,19	blanc	29,05
	Intercal. 0,13	—	—	—	—	—	—
Charbon 0,50 mur	166	0,91	25,82	légèr. bours.	7,16	gris brunâtre	27,78
	167	1,09	25,87	comp. dur	6,66	gris	27,73
	168	0,85	26,33	comp. dur	7,22	brunâtre	28,03
	169	0,71	28,88	comp. dur	10,91	légèr. brunâtre	32,40

TABLEAU II

Charbonnages Limbourg-Meuse à Eysden (Ste-Barbe) (Campine).  
Veine n° 16 prélevée le 29-6-35.

Composition	Numéros	Humidité %	Matières volatiles %	Aspect du coke	Cendres %	Aspect des cendres	Mat vol. cendres déduites
toit Charbon 0,16	132	0,94	26,83	boursoufflé friable	4,72	légèr. brun	28,18
	133	0,89	26,38	non bours. assez dur	3,95	légèr. brun	28,21
Charbon 1,06 mur	134	0,93	27,58	assez dur non bours.	2,87	blanc	28,45
	135	0,91	26,48	non bours. assez dur	2,64	gris	27,18
	136	0,89	26,48	»	2,07	brun très clair	27,05
	137	0,86	26,83	»	2,36	brun	27,48
	138	0,79	24,23	»	2,03	t. légèr. brun	24,75
	139	0,64	24,53	»	3,45	»	25,38
	140	0,95	26,40	»	1,80	»	26,80
	142	0,95	20,85	»	2,00	brun rouge	21,28
	143	1,16	27,65	»	—	—	—
	144	0,95	21,94	»	41,25	brun violacé	37,50
145	0,73	26,42	»	12,29	brun	30,13	
146	1,05	23,72	»	10,40	gris	27,09	

TABLEAU III

Charbonnage des Liégeois à Zwartberg (Campine).

Veine n° 35. Taille 73 prélevée le 2-7-35.

Composition	Numéros	Humidité %	Matières volatiles %	Aspect du coke	Cendres %	Aspect des cendres	Mat. vol cendres déduites
Charbon 1,08	203	1,70	15,95	très peu aggloméré	55,48	légèr. brun	55,80
	204	1,66	15,28	très peu aggloméré	49,27	»	56,01
	205	1,05	24,50	peu bours. assez dur	25,90	gris brunâtre	51,92
	206	0,85	26,62	compact et dur	19,05	brun violacé	52,90
	207	0,89	22,09	»	39,45	gris brunâtre	56,45
	207"	0,84	21,97	»	35,58	brun	55,76
	208	1,02	26,52	»	15,58	brun violacé	51,46
	209	1,14	28,84	»	9,06	brun violacé	51,69
	210	0,81	29,85	»	2,72	gris brunâtre	50,66
	211	0,77	27,15	»	15,57	gris	51,40
	212	0,79	29,06	légèr. bours.	5,24	brun violacé	50,65
	215	0,85	28,71	compact et dur	5,06	légèr. brun	50,25

mur

TABLEAU III (suite)

Composition	Numéros	Humidité %	Matières volatiles %	Aspect du coke	Cendres %	Aspect des cendres	Mat. vol cendres déduites
	214	0,69	50,55	compact et dur	2,09	légèr. brun	50,94
	215	0,66	29,27	»	1,97	»	50,05
	216	0,52	29,80	»	5,22	blanc brunâtre	51,43
	217	1,08	28,57	légèr. bours.	5,48	brun violacé	50,25
	218	0,84	28,14	comp. et assez dur	5,58	légèr. brun	29,18
	219	0,69	29,47	»	9,24	blanc	52,45
Schiste très dur avec quelques intercalations de houille brillante.							
Schiste très dur.							
	220	0,57	27,19	légèr. bours. dur	14,24	légèr. violacé	51,67
	221	0,29	26,96	»	14,72	»	51,59

mur

TABLEAU IV

Charbonnages André Dumont à Waterschei (Campine).  
Veine de 1<sup>m</sup>,27 ou E.

Numéros	Humidité %	Matières volatiles %	Aspect du coke	Cendres %	Aspect des cendres	Mat. vol. cendres déduites
toit						
120	0,56	25,80	peu bours. assez dur	8,00	brun foncé	28,04
121	0,60	20,07	peu bours. assez dur	0,19	»	20,11
122	0,61	21,74	très bours. friable	0,84	brun clair	21,95
123	0,59	23,90	très bours. friable	11,43	brun	26,97
124	0,62	24,28	boursoufflé friable	16,70	brun t. foncé	29,14
125	0,65	22,00	non bours. assez dur	2,27	brun clair	22,51
126	0,59	23,93	non bours. assez dur	2,12	»	23,42
127	0,96	21,90	non bours. assez dur	1,97	»	22,35
128	0,94	23,70	non bours. assez dur	1,01	jaune brunâtre	23,94
129	0,91	19,96	très légèr. boursoufflé	0,97	brun clair	20,16
130	0,97	28,37	très bours. friable	8,98	brun foncé	31,15
131	0,95	24,32	très bours. friable	4,26	brun foncé	25,41
mur						

TABLEAU V

Charbonnages André Dumont à Waterschei (Campine).  
Veine I (1<sup>m</sup>,20) (ouverture 1<sup>m</sup>,30, charbon 1<sup>m</sup>,29)  
prélevé le 1-7-35.

Composition	Numéros	Humidité %	Matières volatiles %	Aspect du coke	Cendres %	Aspect des cendres	Mat. vol. cendres déduites
toit							
Charbon 0,19	170	0,18	21,83	fondu comp. dur	1,70	légèr. brun	22,20
	171	0,95	21,58	fondu légèr. bours.	0,44	légèr. brun	21,68
	172	8,65	22,69	fondu comp. dur	0,72	légèr. brun	22,85
Charbon 0,59	173	0,98	19,23	fondu légèr. bours.	0,89	brun	19,40
	174	0,74	22,10	fondu compact	1,29	brun	22,38
	175	0,77	17,98	fondu compact	7,57	brun foncé	19,46
	176	1,17	21,83	très peu boursoufflé	0,73	légèr. brun	21,98
	177	1,35	22,55	fondu comp. dur	—	—	—
	178	0,91	20,99	fondu comp. assez dur	—	—	—
Charbon 0,15	180	1,21	21,15	fondu très comp. dur	1,14	brun	21,38
	181	0,97	20,19	fondu comp. dur	—	—	—

TABLEAU V (suite)

Composition	Numéros	Humidité %	Matières volatiles %	Aspect du coke	Cendres %	Aspect des cendres	Mat. vol. cendres déduites
Charbon 0,50	182	1,12	20,77	très bours.	3,09	brun foncé	21,44
	183	0,84	21,73	fondu comp. assez dur	—	—	—
	184	0,93	22,33	excessiv. boursoufflé	2,65	brun	22,92
	185	0,94	20,24	excessiv. boursoufflé	1,41	brun	20,52
Charbon 0,15	187	0,82	20,90	très bours.	1,36	brun	21,19
	186	0,86	19,65	fondu assez comp.	1,78	légèr. brun	20,01
	188	0,91	21,87	légèr. bours. assez dur	10,48	gris	24,46
Charbon 0,11 mur	200	0,75	22,10	très bours.	7,56	gris	23,93
	202	0,57	20,43	très comp. dur	5,95	blanc	20,47
	201	0,78	21,95	très bours.	6,41	gris	23,26

TABLEAU VI

Charbonnages Limbourg-Meuse à Eysden (Ste-Barbe) (Campine).  
Veine St-Louis prélevée le 2-7-35.

Composition	Numéros	Humidité %	Matières volatiles %	Aspect du coke	Cendres %	Aspect des cendres	Mat. vol. cendres déduites	
Charbon 0,68	toit							
	147	0,64	19,05	non bours. assez dur	0,84	brun	19,20	
	148	1,00	22,60	non bours. assez dur	0,85	brun	22,76	
	149	1,89	19,40	non bours. assez dur	2,97	brun	20,01	
	150	1,14	22,32	non bours. assez dur	0,77	brun	22,50	
	151	1,30	21,25	non bours. assez dur	0,81	jaune brunâtre	21,42	
	152	0,98	22,58	non bours. assez dur	0,84	brun	22,76	
	153	1,20	22,09	non bours. assez dur	—	—	—	
	154	0,80	19,66	très bours. friable	0,88	jaune brunâtre	19,95	
	155	1,55	19,80	non bours. compact	1,27	jaune brunâtre	20,06	
Gayet 0,07 mur	156	0,75	18,11	très comp. et dur	35,52	brun	28,08	
	157	1,16	11,24	pulvérulent	6,74	brun	12,15	

TABLEAU VII  
(récapitulation)

Désignation des veines	CENDRES		Matières volatiles		COKE	
	teneur	aspect	cendres non déduites	cendres déduites		
<i>Veine A (dite de 0,85) de Waterschei (André Dumont).</i>						
	3.31 à 28.90	blanc, gris parfois brunâtre	22.61 à 30.27	26.66 à 32.40	certains boursoufflés, la plupart non boursoufflés et assez durs	
<i>Veine 16 d'Eysden (Limbourg-Meuse).</i>						
	1.80 à 12.29 exception <sup>t</sup> 41.25	blanc, gris, brun	20.85 à 27.65	21.28 à 30.13 exception <sup>t</sup> 37.50		
<i>Veine 33 de Zwartberg (Les Liégeois).</i>						
	1.97 à 15 except jusque 55.48	blanc, gris, brun, brun violacé	généralement 25 à 30.33	29.18 à 36.45		
<i>Veine E (dite de 1<sup>m</sup>,27) de Waterschei (André Dumont).</i>						
	0.19 à 16.70	brun clair à foncé	19.96 à 28.37	20.11 à 31.15	boursoufflés et friables ou non boursoufflés et assez durs	
<i>Veine I (dite de 1<sup>m</sup>,20) de Waterschei (André Dumont).</i>						
	0.44 à 10.48	brun	17.98 à 22.69	19.40 à 24.46	bien fondus, généralement peu ou pas boursoufflés, plutôt compacts et durs	
<i>Veine St-Louis d'Eysden (Limbourg-Meuse).</i>						
	0.77 à 2.97	jaune brunâtre à brun	19.05 à 22.60	19.20 à 22.76		

\* \* \*

B. — Analyse immédiate des constituants macroscopiques.

Nous nous sommes appliqués, pour des échantillons de quelques veines, à en isoler différents constituants macroscopiques discernables sous forme de lits élémentaires.

Soumis à l'analyse immédiate, ces prélèvements ont fourni les résultats consignés aux tableaux VIII à XI.

N. B. — En ce qui concerne le coke, les notations B et F signifient respectivement : boursoufflé et friable.

TABLEAU VIII

Houilles André Dumont. — Veine A (de 0<sup>m</sup>,85).

Nature du constituant	Humidité %	Mat. vol. %	Aspect du coke	Cendres
Vitrain	0,92	30,70	assez B, F	5,72
Vitrain	0,98	29,42	—	2,65
Durain	0,99	29,64	B, assez dur	4,15
Clarain	1,05	31,22	»	1,53
Clarain	1,10	29,91	»	2,99
Fusain	1,21	15,99	pulvérulent	1,94
Fusain	1,07	11,06	»	5,23

TABLEAU IX

Houille Limbourg-Meuse. — Veine 16.

Nature du constituant	Humidité %	Mat. vol. %	Aspect du coke	Cendres
Vitrain	0,46	27,82	B et F	4,03
Clarain	0,61	26,84	»	4,25
Durain	0,41	28,86	non B, dur	3,86
Fusain	0,40	15,25	peu agglom., F	11,02
Fusain	0,53	13,86	peu agglom., F	9,28

TABLEAU X

Houilles André Dumont. — Veine I (de 1<sup>m</sup>,20).

Nature du constituant	Humidité %	Mat. vol. %	Aspect du coke	Cendres
Vitrain	0,41	20,97	peu B, F	3,89
Clairain	0,37	19,74	non B, F	4,05
Clairain	0,45	20,62	peu B, assez dur	5,81
Fusain	0,41	11,99	pulvérulent	7,05
Fusain	0,45	8,19	pulvérulent	8,90

TABLEAU XI

Houilles Limbourg-Meuse. — Veine St-Louis.

Nature du constituant	Humidité %	Mat. vol. %	Aspect du coke	Cendres
Vitrain	0,27	21,14	B	3,25
Vitrain	0,45	22,01	»	4,32
Clairain	0,39	19,88	peu B, dur	2,28
Clairain	0,58	18,15	peu B, dur	5,98
Clairain	0,51	17,29	»	5,47
Fusain	0,27	11,15	légèr. aggl., fondu, très F	10,58

De l'examen de ces tableaux, il ressort que, tant en ce qui concerne la teneur en matières volatiles que la teneur en cendres, le fusain se distingue nettement des autres constituants. Ces derniers, prélevés côte à côte dans une même veine, sont très semblables en ce qui concerne la teneur en matières volatiles, au point que, dans une même veine, celles du vitrain, du clairain et du durain sont sensiblement égales à la teneur moyenne de la veine.

Quant à la nature du coke obtenu à partir de ces divers constituants, on remarque que, d'une façon générale, les cokes de « vitrain » sont boursoufflés et friables, tandis que les cokes de « clairain » sont durs et peu ou pas boursoufflés. Les cokes de « fusain » sont pulvérulents.

\* \* \*

## C. — Caractéristiques de semi-cokéfaction.

Les caractéristiques de semi-cokéfaction des houilles de Campine ont été établies pour un certain nombre des échantillons élémentaires prélevés dans une même veine à différents niveaux.

Les déterminations ont porté sur les températures de ramollissement et de fusion, sur les indices de gonflement, maximum et final, ainsi que, autant que possible, sur les variations de viscosité de la houille au cours du phénomène de la semi-cokéfaction.

Les conditions dans lesquelles ont été effectuées les essais de semi-cokéfaction (3) ont été telles que les résultats obtenus n'ont de signification que pour autant que l'on réalise un mode opératoire toujours identique à lui-même, tant en ce qui concerne l'appareillage que l'allure de chauffe.

On trouvera dans les tableaux XII à XVII les résultats relatifs aux veines étudiées.

TABLEAU XII

Houilles André Dumont. — Veine A (0<sup>m</sup>,85).

Numéros des échantillons	Température de ramollissement	Température de fusion	Indice de gonflement max	Indice de gonflement final	Retrait caract. %	Aspect du semi-coke	Observations
160	396°	458°	5,96	0,69	82,8	peu B, très F	houille très fusible
168	401°	460°	5,78	0,75	87,2	peu B, F	houille très fusible
164	391°	455°	4,52	0,91	78,9	peu B, F	houille très fusible
161	405°	451°	5,65	0,60	89,5	peu B, très F	houille très fusible
166	399°	459°	5,51	0,86	75,5	peu B, très F	houille très fusible
168	402°	462°	4,78	1,05	79,2	peu B, très F	houille très fusible

(3) Eug. MERTENS et J. MASSINON. — Le Mécanisme de la Semi-cokéfaction, XIII<sup>e</sup> Congrès de Chimie Industrielle, Lille (sept. 1933).

J. MASSINON. — Etude théorique du processus de la Semi-cokéfaction des Houilles, Bulletin de la Société Belge des Ing. et Ind., 9, p. 889; (1934).



TABLEAU XIII

Houilles Limbourg-Meuse. — Veine n° 16.

Numéros des échantillons	Température de ramollissement	Température de fusion	Indice de gonflement max.	Indice de gonflement final	Retrait caract. %	Aspect du semi-coke	Observations
152	399°	456°	5.72	0.87	84.8	légèr. B, et F	houille très fusible
154	405°	461°	4.28	0.95	78.2	B, peu dur	houille très fusible
158	405°	459°	4.96	0.72	85.5	B, peu dur	houille très fusible
145	597°	455°	5.05	0.86	82.9	B, très F	houille très fusible
145	402°	462°	5.01	0.79	84.2	B, très F	houille très fusible

TABLEAU XIV

Houilles des Liégeois à Zwartberg. — Veine n° 35.

Numéros des échantillons	Température de ramollissement	Température de fusion	Indice de gonflement max.	Indice de gonflement final	Retrait caract. %	Aspect du semi-coke	Observations
205	415°	abs. de fus.	abs. de gonf.	—	abs.	peu aggl.	houille peu fusible
206	405°	461°	4.55	1.01	76.6	B, F	houille très fusible
210	401°	472°	5.76	0.96	85.3	très F	houille très fusible
215	596°	465°	5.25	0.99	81.1	très F	houille très fusible
218	411°	470°	4.93	1.15	77.5	B, F	houille très fusible
220	402°	469°	4.87	1.29	75.5	B, F	houille très fusible

TABLEAU XV

Houilles André Dumont. — Veine E ou de 1<sup>m</sup>.27.

Numéros des échantillons	Température de ramollissement	Température de fusion	Indice de gonflement max.	Indice de gonflement final	Retrait caract. %	Aspect du semi-coke	Observations
120	410°	460°	2.66	1.55	50.0	peu B, F	houille très fusible
122	401°	455°	2.78	0.96	65.5	peu B, très F	houille très fusible
125	412°	465°	1.57	1.21	22.8	peu B, F	houille moy. fusible
127	405°	470°	1.68	1.45	7.9	peu B, F	houille moy. fusible
129	407°	469°	2.15	1.62	24.6	B, F	houille moy. fusible
131	416°	459°	2.96	0.99	75.0	peu B, très F	houille très fusible

TABLEAU XVI

Houilles André Dumont. — Veine I (1<sup>m</sup>.20).

Numéros des échantillons	Température de ramollissement	Température de fusion	Indice de gonflement max.	Indice de gonflement final	Retrait caract. %	Aspect du semi-coke	Observations
172	425°	474°	1.68	1.45	12.5	légèr. B	houille moy. fusible
175	426°	abs. de fus.	abs. de gonf.	—	abs.	compact et dur	houille peu fusible
180	418°	476°	2.05	1.52	35.6	B et F	houille moy. fusible
185	420°	471°	1.96	1.56	20.4	légèr. B, F	houille moy. fusible
186	422°	abs. de fus.	abs. de gonf.	—	abs.	comp. et résistant	houille peu fusible

TABLEAU XVII

Houilles Limbourg-Meuse. — Veine St-Louis.

Numéros des échantillons	Température de ramollissement	Température de fusion	Indice de gonflement max.	Indice de gonflement final	Retrait caract. %	Aspect du semi-coke	Observations
147	430°	471°	1,21	1,12	7,4	peu B et peu dur	houille moy. fusible
149	415°	476°	2,05	1,51	25,5	peu B assez dur	houille moy. fusible
151	421°	abs. de fus.	abs. de gonf.	—	abs.	comp. et assez dur	houille peu fusible
154	409°	abs. de fus.	abs. de gonf.	—	abs.	comp. et assez dur	houille peu fusible
156	428°	abs. de fus.	abs. de gonf.	—	abs.	comp. et assez dur	houille peu fusible

De l'examen des tableaux successifs (4), il résulte qu'il est possible d'établir une distinction bien nette entre les deux groupes de veines déjà signalés.

Le premier de ces groupes, composé des veines de houilles à coke (1<sup>m</sup>,20 et St-Louis), possède des caractéristiques de semi-cokéfaction différentes de celles du second groupe, dans lequel sont rangées les veines de houilles que nous avons appelées bitumineuses, par opposition aux précédentes.

On trouve dans ce second groupe les veines de 0<sup>m</sup>,85, n° 16 et n° 53.

En ce qui concerne les températures de ramollissement, celles-ci paraissent plus élevées pour les houilles à coke que pour les houilles dites bitumineuses.

Elles oscillent, pour les premières, entre 409° et 450° C; pour les secondes, les variations vont de 391° à 415° C.

(4) Voir aussi:

Eug. MERTENS et J. MASSINON. — La Structure Microscopique des Houilles et leurs Caractéristiques de Semi-Cokéfaction, XV<sup>e</sup> Congrès de Chimie Ind., Bruxelles, (Sept. 1935).

Nous ferons remarquer encore une fois que nous faisons abstraction des chiffres de la veine de 1<sup>m</sup>,27, qui, comme on l'a déjà signalé, possède des caractéristiques intermédiaires entre celles des deux groupes bien définis.

Les températures de fusion suivent, d'une veine à l'autre, les variations des températures de ramollissement.

Les houilles du premier groupe ont des indices de gonflement maximum assez faibles et variant de 1,21 à 2,96; certaines d'entre elles ne subissent qu'un ramollissement, sans passer par le stade de fusion franche.

C'est donc une variété de houille n'atteignant pas un degré de fluidité élevé au cours de sa fusion pâteuse.

Les indices de gonflement maximum des types de houilles bitumineuses sont beaucoup plus élevés que les précédents; ils oscillent entre 3,51 et 5,78, caractérisant ainsi des houilles éminemment fusibles et très gonflantes.

Il y a donc, au point de vue de la fusibilité et du pouvoir gonflant, une distinction bien nette entre les deux catégories de houilles qui nous occupent, à savoir les houilles à coke et celles à caractère bitumineux.

La valeur des indices de gonflement final confirme cette distinction, car, pour les houilles à coke, elle est supérieure à l'unité, tandis qu'elle lui est inférieure ou en est très voisine pour les types bitumineux.

Quant à leur nature, les semi-cokes des veines de houilles à coke sont en général compacts et assez durs; peu d'entre eux sont friables.

La veine E, de caractères intermédiaires, fournit des semi-cokes friables ou très friables.

Les veines à caractères bitumineux donnent des semi-cokes peu durs ou, plus souvent, très friables.

Le qualificatif de fusibilité reporté à la dernière colonne des tableaux XII à XVII est basé, en première ligne, sur l'observation de la courbe de viscosité de l'échantillon considéré, puis sur l'allure de la courbe de gonflement en général, enfin sur la valeur du retrait caractéristique. Ces considérations nous ont permis de classer comme moyennement ou peu fusibles les houilles des deux veines à coke et, sous celui très fusibles, les houilles bitumineuses.

Quant à la veine de 1<sup>m</sup>,27 d'André Dumont, ses échantillons sont tantôt moyennement fusibles, tantôt très fusibles.

Courbes de gonflement, de débit gazeux et des variations de viscosité des divers types de houilles observés.

Les graphiques reproduits aux figures 1 à 7 rendent plus frappantes les données consignées aux tableaux XII à XVII.

Les courbes ont été choisies de manière à schématiser divers types d'échantillons qu'il nous a été donné d'observer dans les veines étudiées.

Chacune des figures comporte :

1°) une courbe de gonflement représentant, en fonction de la température, les variations de volume de la houille au cours de sa semi-cokéfaction;

2°) une courbe du débit gazeux instantané, tracée en fonction de la température;

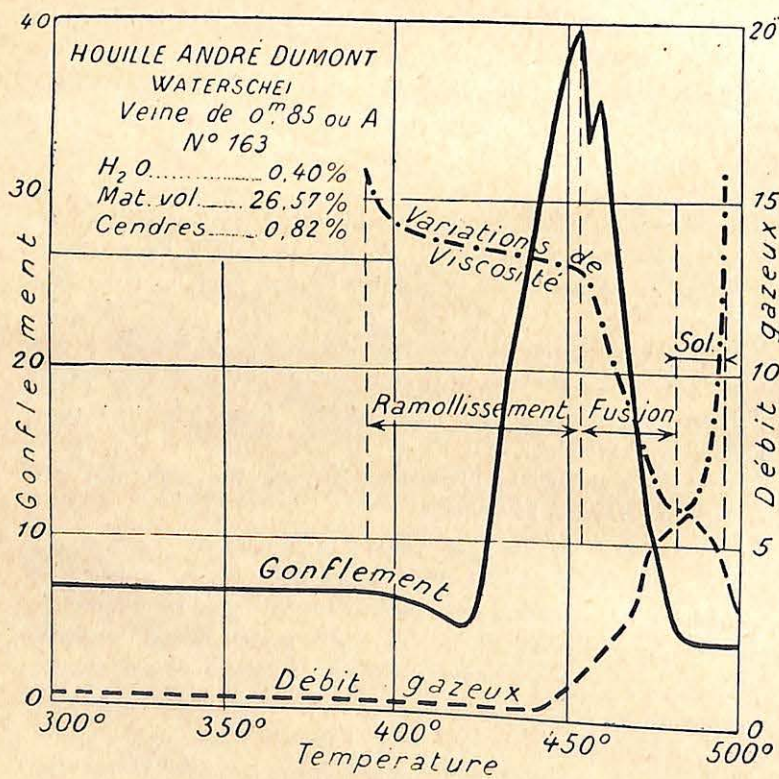


Fig. 1.

5°) dans certains cas, une troisième courbe, celle des variations de viscosité de la masse au cours de sa fusion pâteuse.

Ces diverses courbes montrent la différence bien nette existant entre les houilles des veines étudiées.

Les figures 1, 2 et 5 révèlent des charbons dont le pouvoir gonflant est élevé; les courbes des variations de viscosité montrent que ces houilles passent par les trois périodes caractéristiques (ramollissement, fusion, solification) et qu'elles atteignent, au cours de la fusion, un état de fluidité très avancé, permettant un retrait très important de la masse boursoufflée.

Les valeurs de ce « retrait caractéristique », notées dans chacun des tableaux XII à XIV, atteignent pour ces houilles bitumineuses des valeurs comprises entre 75 à 85 % du volume de la masse à l'état de gonflement maximum.

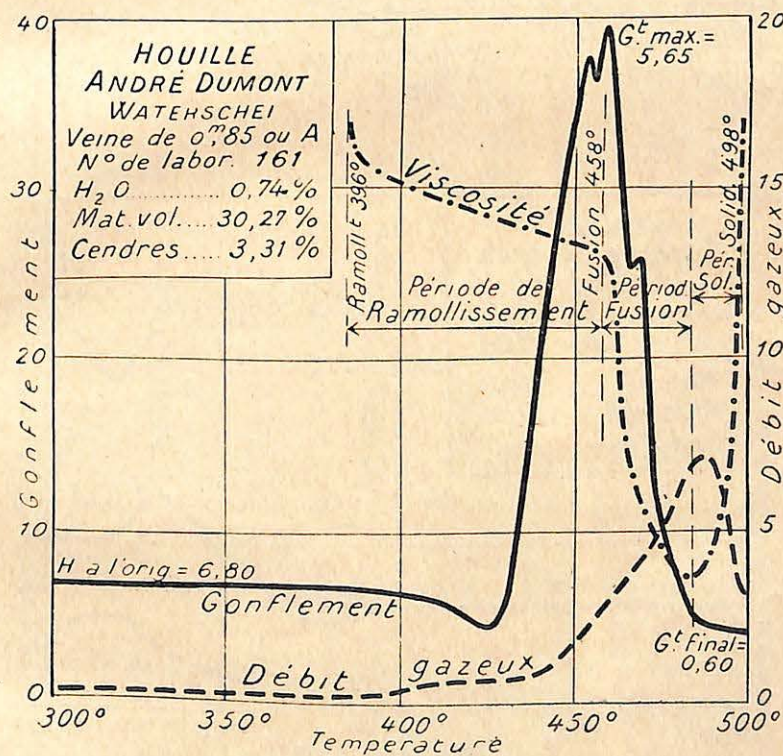


Fig. 2.

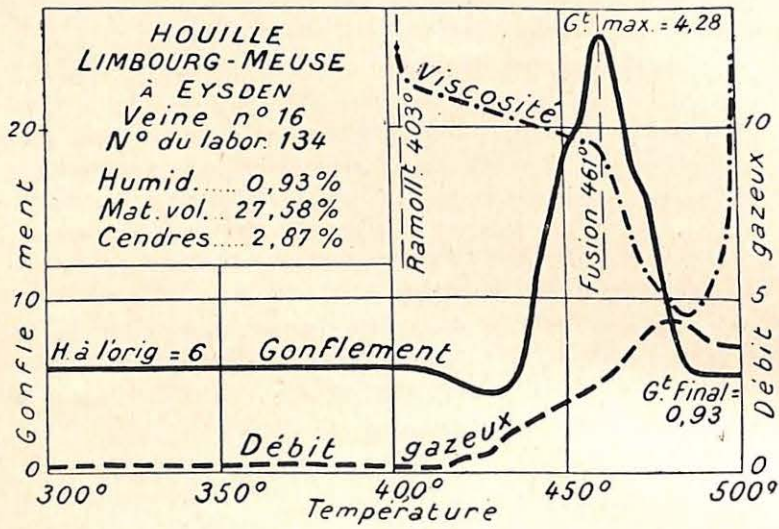


Fig. 3.

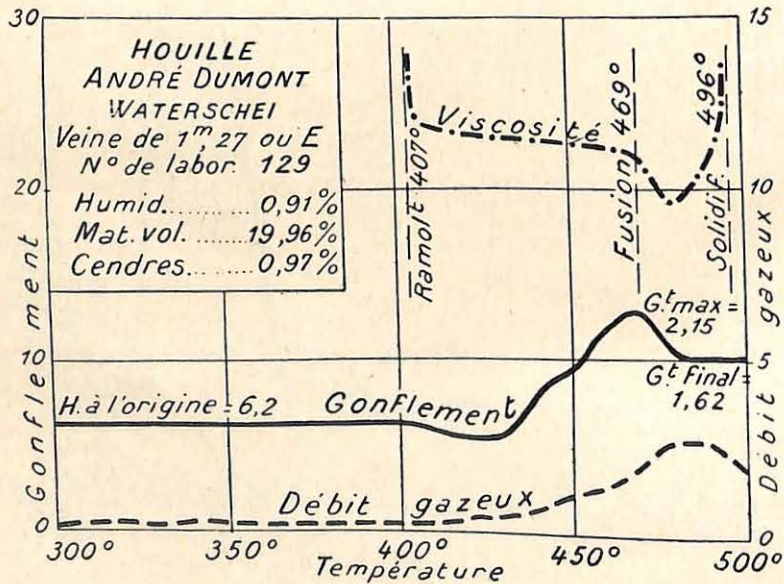


Fig. 4.

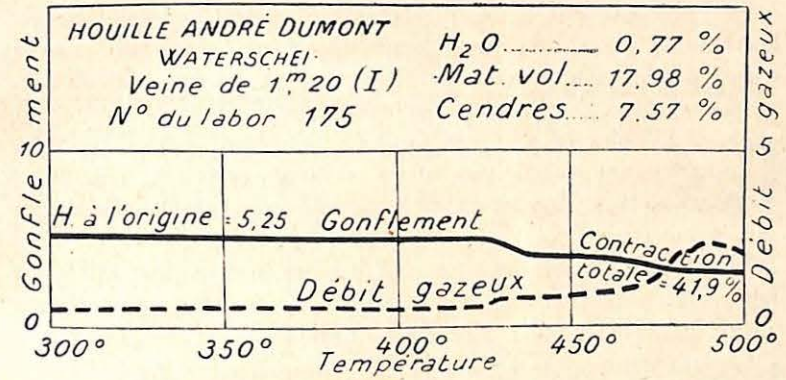


Fig. 5.

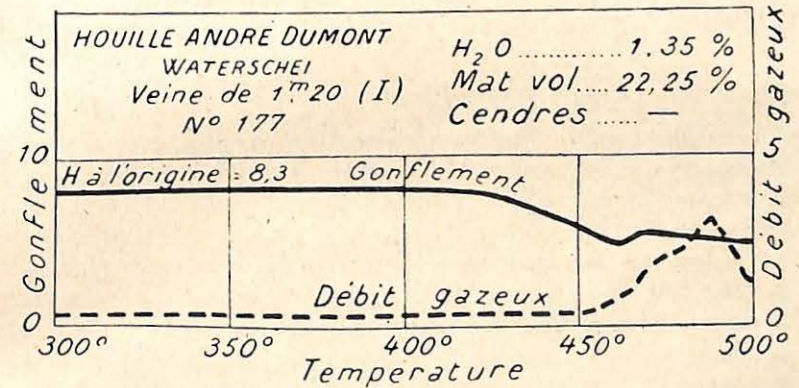


Fig. 6.

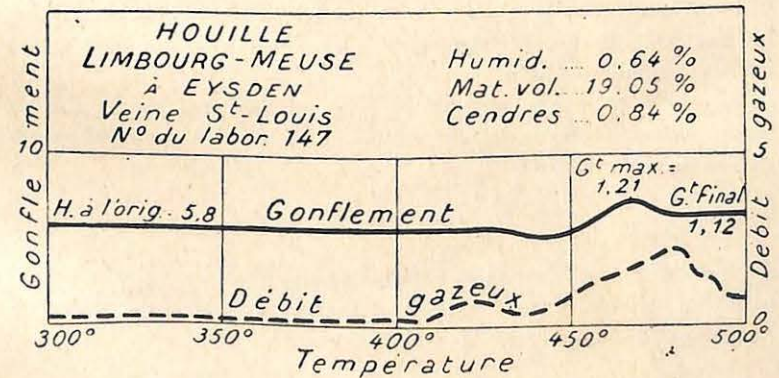


Fig. 7.

De l'examen de la figure 4, relative à la veine E, on constate que les houilles de cette veine, beaucoup moins gonflantes, passent encore par les trois périodes de ramollissement, de fusion et de solidification, mais que le degré minimum de viscosité atteint par la masse reste, dans ce cas, plus élevé.

Le retrait subi après le gonflement maximum varie de 7,9 à 75 %; il est, proportionnellement, moins important que chez les houilles des trois premières veines.

Quant aux courbes relatives aux houilles à coke, leur allure est totalement différente. Ces houilles gonflent peu (fig. 7) ou même pas du tout (fig. 5 et 6); elles donnent un semi-coke compact et dur.

Quant aux courbes de débit gazeux, elles montrent que le dégagement gazeux total est maximum dans le cas de houilles bitumineuses, plus faible pour les houilles de la veine de 1<sup>m</sup>,27 et minimum pour les houilles à coke.

\* \* \*

#### D. — Résultats d'extractions par solvants.

Le tableau XVIII ci-dessous fournit les résultats d'extractions effectuées à l'ébullition par le benzène, la pyridine et le chloroforme, sur des échantillons prélevés à divers niveaux dans chacune des veines étudiées.

On le voit, dans l'ensemble, les teneurs des houilles en produits solubles soit dans le benzène, soit dans le chloroforme, sont de beaucoup plus faibles que celles en produits solubles dans la pyridine.

##### Extrait benzénique.

Comparant entre eux les extraits de houilles des diverses veines, on s'aperçoit qu'ils sont légèrement plus élevés pour les trois veines de houilles bitumineuses.

Ils varient entre 0,52 et 2,02 % pour ces dernières, tandis que les limites inférieure et supérieure sont 0,44 et 0,85 % pour les veines de houilles à coke.

##### Extrait pyridique.

Une distinction de même ordre s'impose pour les extraits pyridiques. La différence entre les deux types de charbon s'affirme même beaucoup plus importante dans le cas présent.

TABLEAU XVIII

Extractions par les solvants.

Numéros de l'échant	Teneur en mat. volat. %	Extrait benzénique %	Extrait pyridique %	Extrait chloroformique %
<i>André Dumont. — Veine A (0<sup>m</sup>,85).</i>				
160	25,01	0,67	21,38	1,12
164	28,63	1,23	22,79	1,64
166	25,82	0,92	28,91	0,65
168	26,33	1,74	10,26	0,97
<i>Limbourg-Meuse. — Veine n° 16.</i>				
132	26,83	1,76	23,20	0,93
138	24,23	1,93	20,13	1,11
145	26,42	1,58	21,96	1,22
<i>Liégeois à Zwartberg. — Veine n° 33.</i>				
203	15,93	0,52	1,80	0,68
210	29,83	1,13	25,40	1,95
218	28,14	2,02	21,13	0,93
220	27,19	1,33	18,96	0,78
<i>André Dumont. — Veine de 1<sup>m</sup>,27.</i>				
120	23,80	0,77	9,36	0,90
125	22,00	0,61	1,67	0,65
129	19,96	0,57	1,96	0,62
<i>André Dumont. — Veine I (1<sup>m</sup>,20).</i>				
172	22,69	0,81	8,53	0,89
175	17,98	0,62	2,96	0,51
186	19,65	0,49	1,65	0,63
<i>Limbourg-Meuse. — Veine St-Louis.</i>				
147	19,05	0,67	8,22	0,56
149	19,40	0,83	9,95	0,73
151	21,25	0,56	3,27	0,48
156	18,11	0,44	4,19	0,68

Alors que les teneurs limites sont comprises entre 10,26 et 28,91 % pour les houilles bitumineuses, elles vont de 1,65 à 9,95 % pour les houilles à coke.

#### Extrait chloroformique.

Les teneurs en extraits par le chloroforme sont en général faibles et voisines des teneurs en extraits benzéniques correspondants.

Comme ces dernières, elles paraissent légèrement plus élevées pour les charbons bitumineux que pour les charbons à coke.

On a respectivement comme limites : 0,65 à 1,95 %, contre 0,48 à 0,90 %.

\* \* \*

En résumé, les veines de 1<sup>m</sup>,20 et St-Louis, qui sont des types de charbons à coke, renferment des quantités d'extraits, par le benzène, la pyridine et le chloroforme bouillants, inférieures aux houilles bitumineuses des veines de 0<sup>m</sup>,85, n° 16 et n° 55.

C'est surtout par le pourcentage en extrait pyridique que cette différence entre les deux catégories de houilles s'avère importante.

\* \* \*

#### E. — Constituants inorganiques.

Les substances minérales ou constituants inorganiques des houilles ont été déterminées par solubilisation dans l'acide chlorhydrique, d'après la méthode préconisée par V. Meyer (5).

La simple incinération, telle qu'elle est pratiquée dans l'analyse immédiate, est en effet fallacieuse.

Durant cette opération, carbonates et sulfures se décomposent; certains composés alcalins peuvent se volatiliser totalement ou partiellement. Or, ankérite, calcite, aragonite et pyrite ne font point défaut en Campine.

Nos déterminations ont été effectuées sur prises d'essai portant sur la totalité de chaque veine.

(5) V. MEYER. — Brennstoff. Chemie, X, 377 (1929).

En voici les résultats :

TABLEAU XIX

Teneurs en substances minérales de quelques houilles de Campine.

Origine	Carbonates %	Silicates oxyde ferrique	Total	Cendres (Résidu d'incinération)
André Dumont.				
Veine 0 <sup>m</sup> ,85 (A) . . .	0,75	5,52	4,25	4,05
Limbouurg-Meuse.				
Veine n° 16 . . . . .	0,42	2,27	2,69	2,14
Liégeois.				
Veine n° 55 . . . . .	0,51	1,65	1,94	1,87
André Dumont.				
Veine 1 <sup>m</sup> ,27 ou E . . .	0,51	2,81	5,32	2,97
André Dumont.				
Veine 1 <sup>m</sup> ,20 ou I . . .	0,51	1,16	1,47	1,59
Limbouurg-Meuse.				
Veine St-Louis . . . . .	0,69	1,54	2,25	2,25

Les teneurs en carbonates relevées sont, il faut le noter, inférieures à celles observées dans le bassin de Charleroi, où elles varient de 1,12 à 2,62 % (1).

\* \* \*

#### F. — Constituants organiques.

Les bitumes ont été isolés en épuisant la houille durant environ 120 heures par un mélange bouillant de benzène et d'alcool (5/1), dans un appareil extracteur de Soxhlet.

Après avoir chassé le solvant et séché le résidu, on le pèse et détermine le pourcentage en bitumes.

Ces bitumes sont des mélanges complexes contenant des acides, des corps neutres et des éthers sels.

Comme ils sont constitués d'acides et de substances saponifiables, on pourrait les caractériser en déterminant, par exemple, leurs indices d'acide et de saponification.

Ces caractéristiques ne nous sont pas connues; seules les teneurs en bitume total font l'objet du tableau XX ci-après :

TABLEAU XX  
Teneurs en bitumes.

Origine des échantillons moyens.	Teneur en bitumes %
André Dumont. — Veine 0 <sup>m</sup> ,85 (A) . . .	1,35
André Dumont. — Veine 1 <sup>m</sup> ,20 (I) . . .	1,23
André Dumont. — Veine 1 <sup>m</sup> ,27 . . .	1,26
Limbourg-Meuse. — Veine St-Louis . . .	1,35
Limbourg-Meuse. — Veine n° 16 . . .	1,72
Liégeois. — Veine n° 33 . . .	1,46

La teneur en bitumes varie peu d'un type à l'autre de ces différentes houilles de Campine. Néanmoins, on peut dire qu'elle est légèrement plus élevée chez les houilles bitumineuses que dans celles à coke, et surtout que dans certains charbons anthraciteux du bassin de Charleroi, où elle descend à 0,91 et même 0,45 % (6).

\* \* \*

Nous avons ensuite recherché les *acides humiques*.

A cet effet, les échantillons dont on avait extrait les bitumes ont été séchés, en atmosphère inerte, à 105° C jusqu'à disparition de toute trace de dissolvant.

Ils furent ensuite traités par l'acide chlorhydrique dilué à 10 % pour décomposer les humates et éliminer aussi complètement que possible les matières minérales.

Après une nouvelle dessiccation en atmosphère inerte, ces houilles ont été traitées à l'ébullition par la soude caustique en solution aqueuse, très diluée (1 %).

La solubilisation ainsi obtenue des acides humiques a permis l'obtention des résultats groupés au tableau XXI.

(6) J. MASSINON. — Etude microscopique et chimique des charbons de la veine 10 Paumes dans le bassin de Charleroi. — *Bull. Soc. Belge Ing. et Industriels*, nos 4 et 5 (1938). — (Mémoire primé).

TABLEAU XXI  
Teneurs en acides humiques.

Origine des échantillons moyens.	Ten. en acides hum. %
André Dumont. — Veine 0 <sup>m</sup> ,85 (A) . . .	3,44
André Dumont. — Veine 1 <sup>m</sup> ,20 (I) . . .	3,42
André Dumont. — Veine 1 <sup>m</sup> ,27 . . .	3,29
Limbourg-Meuse. — Veine n° 16 . . .	4,01
Liégeois. — Veine n° 33 . . .	3,51

Il en résulte que les différents types de charbons examinés ne présentent de l'un à l'autre que des différences minimales de teneurs en acides humiques.

Comme il fallait s'y attendre, leur teneur moyenne, 3,6 %, est cependant plus élevée que celle des charbons anthraciteux du bassin de Charleroi, chez lesquels nous n'avons trouvé, en moyenne, que 1,9 % (7).

\* \* \*

#### G. — Conclusions de l'étude chimique.

Il ressort de l'examen qui vient d'être fait de six veines de houilles de Campine, que celles-ci peuvent être classées, au point de vue de leurs propriétés chimiques, en trois groupes.

Le premier groupe comprend la veine de 1<sup>m</sup>,20 ou I des Charbonnages André Dumont et la veine St-Louis des Charbonnages Limbourg-Meuse, qui, par leur teneur en matières volatiles, se classent, toutes deux, parmi les houilles à coke.

Dans le second groupe se range la veine de 1<sup>m</sup>,27 des Charbonnages André Dumont; elle chevauche la classe des houilles à coke et celle des houilles bitumineuses.

Enfin, le troisième groupe renferme les trois autres veines, savoir : la veine de 0<sup>m</sup>,85 ou A des Charbonnages André Dumont, la veine n° 16 des Charbonnages Limbourg-Meuse et la veine n° 33 du Charbonnage des Liégeois. Les teneurs en matières volatiles

(7) J. MASSINON, *Loc. cit.*

de ces dernières les placent dans la catégorie des houilles bitumineuses.

\* \* \*

Cette différenciation des diverses veines se poursuit si on les étudie au point de vue de leurs propriétés cokéfiantes.

Celles du premier groupe sont des houilles moyennement ou peu fusibles, peu gonflantes, se ramollissant au cours de la cokéfaction, mais ne passant pas par un état de fluidité très avancé. Certaines d'entre elles ne gonflent même pas du tout et ne subissent qu'un ramollissement partiel. Les semi-cokes obtenus avec ce type de houille sont en règle générale peu boursoufflés, plutôt compacts et durs.

La veine de 1<sup>m</sup>,27 renferme des charbons plus gonflants que ceux du premier groupe; ce sont des houilles fournissant un coke peu boursoufflé, mais friable; elles sont d'un degré de fusibilité plus grand que les précédentes.

Quant aux houilles du troisième groupe, ce sont des spécimens à pouvoir gonflant très élevé, atteignant, au cours de leur semi-cokéfaction, une viscosité très faible, ce qui leur vaut, par opposition aux houilles du premier groupe, le qualificatif de houilles très fusibles. Les semi-cokes fournis par ces charbons sont en général boursoufflés et friables.

Le dégagement gazeux total obtenu aux dépens de chacune de ces variétés de houilles croît en importance du premier au troisième groupe.

\* \* \*

Les résultats d'extraction par les solvants ont montré que les pourcentages d'extraits obtenus à l'ébullition par le benzène et le chloroforme ne permettent pas de caractériser bien nettement les divers types de houilles qui furent soumis aux essais.

Des différences plus sensibles apparaissent pour les teneurs en extrait pyridique, qui est plus élevé dans les houilles bitumineuses que dans les houilles à coke.

\* \* \*

Quant aux teneurs de ces charbons en constituants organiques (bitumes et acides humiques), les pourcentages trouvés dans les houilles bitumineuses sont à peine supérieurs à ceux des houilles à coke.

Il en est de même en ce qui concerne les pourcentages en acides humiques.

### III. — ETUDE MICROSCOPIQUE DES HOUILLES DE CAMPINE

(Planches I à IV.)

Cette étude microscopique a porté exclusivement sur les échantillons dont proviennent les prises d'essais qui ont été utilisées pour effectuer les analyses et les traitements chimiques décrits dans les chapitres précédents.

Dans chaque veine examinée, ces échantillons ont été prélevés par l'un de nous de façon telle que leur superposition permette de réaliser, au laboratoire, une coupe complète sans aucune lacune des couches en questions ou des différents sillons qu'on y observe.

Les tableaux I à VII, où se trouvent résumés les résultats des analyses immédiates et où chaque prise d'échantillon est désignée par un numéro d'ordre, permettent de se rendre compte du nombre des préparations exécutées et de la composition de chaque veine de charbon.

\* \* \*

#### A. — Position stratigraphique des couches de houille étudiées.

La veine n° 16 des Charbonnages Limbourg-Meuse, la veine A ou de 0<sup>m</sup>,85 des Charbonnages André Dumont et la veine n° 33 du Charbonnage des Liégeois représentent la même couche de houille exploitée respectivement à Eysden, à Waterschei et à Zwartberg, à des niveaux situés à des distances comprises entre 80 et 90 mètres au-dessus du Niveau marin de Quaregnon. Cette couche appartient à la partie inférieure du Faisceau d'Asch et doit par conséquent être rangée dans l'Assise de Charleroi supérieure, équivalente de l'Assise d'Anzin du Bassin houiller du Nord de la France, le Niveau marin de Quaregnon correspondant au Niveau marin de la Veine Poissonnière.

La veine I ou de 1<sup>m</sup>,20 des Charbonnages André Dumont et la veine St-Louis des Charbonnages Limbourg-Meuse représentent également une même couche de charbon exploitée respectivement à Waterschei et à Eysden, à des niveaux situés à une centaine de mètres au-dessous du Niveau marin de Quaregnon et appartenant donc au Faisceau de Genck. Cette couche fait donc partie de l'Assise de Charleroi inférieure, correspondant à l'Assise de Vicoigne du Nord de la France.

\* \* \*



## B. — Méthode d'investigation employée.

Toutes les houilles étudiées ont été examinées en *surfaces simplement polies*, grâce au procédé préconisé par l'un de nous dès 1925 (8) et décrit par lui dans un travail d'ensemble sur la structure microscopique des houilles du Nord de la France (9). Les dites surfaces, dressées à la main à l'aide de poudre d'émeri fin sur plaque de glace, ont été polies mécaniquement à l'alumine précipitée, puis remise en suspension dans l'eau.

Les examens subjectifs et les micro-photographies ont été exécutés grâce à un banc métallographique et à un *microscope en lumière réfléchi* du type renversé (microscope Le Châtelier).

Nous avons utilisé exclusivement dans nos recherches des *objectifs à sec*, la bonne qualité des surfaces polies nous ayant permis de réaliser des grossissements de l'ordre de 780 diamètres et dépassant parfois 1.000 diamètres (Pl. I, fig. 5, 5, 6; Pl. II, fig. 14; Pl. III, fig. 24 et 26; Pl. IV, fig. 34) sans avoir recours aux objectifs à immersion dont l'usage présente plus d'inconvénients que d'avantages. Les figures obtenues actuellement par les deux méthodes montrent clairement que l'emploi des objectifs à immersion, tout en exagérant certains contrastes, ne permet pas de mettre en évidence les fins détails de structure que l'on observe couramment sur les micro-photographies de surfaces convenablement préparées obtenues à l'aide de bons objectifs à sec (10).

Toutes les microphotographies que nous publions dans la présente note sont reproduites à partir de clichés n'ayant subi aucune retouche de quelque nature que ce soit.

\* \* \*

(8) André DUPARQUE. — La structure microscopique des charbons de terre. Les quatre constituants des houilles du Nord de la France, *Annales de la Société Géologique du Nord*, t. L, p. 56 à 79, pl. II à V, Lille, 1925.

(9) André DUPARQUE. — Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Mémoires de la Société Géologique du Nord*, t. XI, 2 vol. in-4° comprenant 750 pages, 131 figures texte, 45 tableaux et 66 planches phototypiques, Lille, 1933.

(10) Comparer à ce sujet, les microphotographies publiées par l'un de nous, soit dans les ouvrages déjà cités, soit dans ses autres publications, avec celles figurant dans le travail suivant:

Erich STACH. — *Lehrbuch der Kohlenpetrographie*, Berlin, 1935, Borntraeger.

## C. — Les constituants microscopiques des houilles de la Campine.

L'examen microscopique (11) montre que les charbons du bassin houiller de la Campine sont formés par les mêmes constituants microscopiques qui ont été décrits par l'un de nous dans les houilles du Nord de la France et dans d'autres charbons paléozoïques provenant de différents gisements (12). Ces constituants sont :

- 1°) Les débris végétaux organisés;
- 2°) Le ciment amorphe ou la pulpe végétale qui en tient lieu.

## 1°) Les débris végétaux organisés.

Parmi ces débris végétaux organisés, qui sont identiques à ceux des charbons du bassin houiller belgo-français, on peut distinguer :

- A) Les débris cutinisés (spores, cuticules);
- B) Les corps résineux;
- C) Les tissus ligneux.

\* \* \*

## A) Les débris végétaux cutinisés.

Ces débris sont représentés, d'une part, par les *spores*, qui ont joué un rôle prépondérant dans la genèse de certaines houilles campinoises, et, d'autre part, par les *cuticules*, qui sont, au contraire, relativement rares dans tous les charbons étudiés.

(11) Antérieurement aux présentes recherches les houilles campinoises ont été décrites et figurées, notamment par O. de Boosere et par l'un de nous. Consulter notamment:

O. DE BOOSERE. — Structure microscopique des charbons de Campine, *Ann. Mines Belgique*, t. XXIX, p. 359 à 380, 35 figures, 1926.

Jean MASSINON. — Quelques considérations préliminaires sur la semi-cokéfaction des constituants des houilles. *Soc. Belge Ing. et Industr.*, n° 1, p. 35 (1935).

Eug. MERTENS et J. MASSINON. — La structure microscopique des houilles et leurs caractéristiques de semi-cokéfaction. *XV<sup>e</sup> Congrès de Chimie Industr.*, Bruxelles, 22-28 septembre 1935.

Jean MASSINON. — La structure microscopique des houilles et la genèse des roches combustibles. *Rev. Questions Scientifiques*, juillet 1936.

Eug. MERTENS et J. MASSINON. — Les grands problèmes actuels de la chimie de la houille. *Revue U. I. Lv.*, 3<sup>e</sup> Techn. p. 37, 1936.

(12) A. DUPARQUE. — Loc. cit. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. L., p. 56 à 79, et *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. XI.

a) *Macrospores et microspores.*

Les spores du bassin houiller de la Campine sont réduites comme celles des autres houilles à leurs exines cutinisées, qui seules ont été fossilisées, leurs cutines cellulosiques, leur protoplasme et leurs noyaux ayant, au contraire, subi une désintégration totale. C'est la disparition de toutes les substances internes de ces spores qui semble avoir joué un rôle prépondérant dans la genèse des substances amorphes qui les enrobent (pâte, ciment ou substance fondamentale), qui a déterminé l'aplatissement constant des exines cutinisées qui étaient primitivement sphériques ou sub-sphériques. Ces exines de spores houillères sont de deux sortes.

$\alpha$  — Les exines de macrospores représentent les enveloppes protectrices externes cutinisées des cellules reproductrices femelles de végétaux carbonifères hétérosporés, notamment de Sigillaires et de Lépidodendrons. Elles abondent dans certaines houilles campinoises où elles apparaissent en sections horizontales (parallèles à la stratification) sous forme de disques ou de couronnes plus ou moins complets, tandis qu'elles affectent dans les sections verticales (perpendiculaires à la stratification) l'allure de petits sacs aplatis dont la longueur varie pour une même spore suivant que la surface polie passe par un diamètre ou par une corde plus ou moins rapprochée du bord de leur section circulaire. Comme le montrent clairement les figures 1 et 2 (Pl. I) et 10 à 13 (Pl. II), l'aplatissement des exines de macrospores est toujours sensiblement parallèle à la stratification.

Ces exines de macrospores peuvent être rapportées à plusieurs types qui se trouvent fréquemment associés les uns aux autres dans un même fragment de houille. On peut ainsi distinguer :

1° les macrospores de grande taille (Pl. II, fig. 10 et 12) à exine épaisse, dont le diamètre dépassant un millimètre se rapproche parfois de 2 millimètres (fig. 10);

2° les macrospores de grande taille à parois minces, dont le type est représenté par les exines Ms de la figure 1 (Pl. I);

3° les macrospores de taille moyenne à exine de même épaisseur que les précédentes; elles sont visibles, notamment, sur les figures 11 (Ms) et 13 de la planche II;

4° les macrospores de petite taille à paroi plus mince que celle des exines des types précédents. Ce type est bien visible sur les figures 1 et 2 (Pl. I); mais il est surtout intéressant à observer sur les figures 11 (Ms<sub>2</sub>) et 12 (Ms<sub>1</sub>) de la planche II, où ses dimen-

sions exigües peuvent être comparées à celles des macrospores des autres types.

Ces différents types d'exines peuvent présenter des contours simples (Pl. I, fig. 2, Ms<sub>1</sub>; Pl. II, fig. 10, Ms) ou montrer, au contraire, des appendices où pénètrent les cavités des spores réduites parfois à une ligne plus claire, appendices qui s'allongent dans les sections en Y couchés (Pl. I, fig. 2, Ms<sub>3</sub>) et qui correspondent, soit aux arêtes tétraédriques (13), soit à de simples plissements de l'exine au cours de son aplatissement.

Les cavités ou lumières des macrospores, bien visibles dans certains cas (Pl. I, fig. 2, Ms<sub>1</sub>; Pl. II, fig. 10, Ms, l; fig. 13 et 14), sont souvent très réduites par suite de l'accolement des parois de l'exine (Pl. I, fig. 1, Ms, Ms<sub>1</sub>, Ms<sub>3</sub>; fig. 2, Ms<sub>1</sub>; Pl. II, fig. 11 et 12); parfois, ces cavités ne sont plus représentées que par une ligne claire séparant les deux parois de l'exine cutinisée (Pl. I, fig. 2, Ms<sub>3</sub>; Pl. II, fig. 12, Ms<sub>1</sub>).

La plupart des macrospores que nous avons observées ont des parois externes lisses ou faiblement ondulées. Certaines, relativement fréquentes, présentent des prolongements pleins du type de celui de la macrospore de la figure 3 (Pl. I, p, Ms). Une même exine peut porter un, deux ou trois de ces prolongements diversement disposés et correspondant à une membrane continue ou discontinue donnant naissance à des sortes d'ailes destinées à faciliter leur dissémination par les vents.

Un très petit nombre d'exines de macrospores nous a permis d'observer une ornementation externe consistant en des tubercules assez espacés (Pl. I, fig. 1, Ms<sub>3</sub>).

En résumé, les différents types de macrospores des houilles campinoises sont très voisins de ceux qui ont été distingués par l'un de nous dans les charbons du bassin houiller belgo-français (14).

$\beta$  — Les débris organisés, décrits sous le nom d'exines de microspores, correspondent surtout aux enveloppes externes cutinisées des cellules reproductrices mâles des cryptogames hétérosporées (Lépidodendrons, Sigillaires, etc.), mais aussi aux spores des cryptogames isosporées et aux grains de pollen des phanérogames houillères.

(13) Les macrospores, étant réunies par quatre dans les macrospores, affectent souvent l'allure de tétraèdres à trois faces planes, la quatrième étant en calotte sphérique.

(14) *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. XI, p. 69 et suivantes.

Produites par les végétaux houillers en quantités bien plus considérables que les macrospores, ces microspores forment dans certaines houilles campinoises des feutrages où se distinguent difficilement, à faible grossissement, les exines de macrospores et le ciment amorphe intersticiel.

Ces microspores présentent, comparativement aux macrospores, des dimensions extrêmement réduites; on peut s'en rendre compte par l'examen des figures 1 et 2 (Pl. I) et 10 à 12 (Pl. II), où elles apparaissent sous forme de petits bâtonnets à peine discernables à l'œil, mais dont on distingue, néanmoins, la stratification très nette.

Convenablement grossies, les microspores montrent, aux seules dimensions près, les mêmes caractères morphologiques que les macrospores et apparaissent dans les sections horizontales sous forme de disques ou de couronnes plus ou moins parfaites, tandis qu'elles affectent souvent dans les sections verticales l'allure de sacs aplatis (Pl. II, fig. 5 et 6) à cavité nettement visible. Plus fréquemment, en raison de l'exigüité de leurs dimensions, ces cavités ne sont plus visibles; les microspores apparaissent alors sous forme de petites bandelettes arrondies aux deux extrémités (Pl. I, fig. 5, *ms*) donnant, à faible grossissement, l'impression de petits bâtonnets bactériiformes.

Les parois extérieures des microspores campinoises sont généralement lisses, leurs dimensions varient ordinairement entre dix et <sup>vingt-cinq</sup>soixante-quinze centièmes de millimètre.

Ces exines de microspores s'observent fréquemment à l'état de remplissages des cavités des macrospores (Pl. I, fig. 4,  $M_{S_1}$ ). Elles sont alors noyées dans un peu de ciment amorphe.

En résumé, les macrospores et les microspores des houilles campinoises présentent, dans leur ensemble, les mêmes caractères morphologiques que les macrospores et les microspores des charbons du bassin houiller belgo-français.

#### b) Les cuticules et les sections de feuilles.

Les débris organisés qui représentent surtout les <sup>deux</sup>assises externes cutinisées des feuilles des végétaux houillers sont relativement rares dans les houilles campinoises qui font l'objet de la présente étude et n'ont pu être observés que dans un petit nombre d'échantillons de houilles bitumineuses (M. V. > 26 %).

Elles ont été rencontrées parfois dans des sections de feuilles entières (Pl. I, fig. 7 et 9), où les cuticules supérieures ( $Cts$ ) et

inférieures ( $Cti$ ) limitent la masse des *tissus internes gélifiés* (I) de ces organes lamellaires, masse où l'on distingue parfois des vestiges des axes ligneux ou *nervures* (N).

Plus fréquemment, les cuticules se rencontrent à l'état isolé sous forme de bandelettes de largeur variable (Pl. I, fig. 8,  $Ct$ ,  $Ct_1$ ) ou de menus fragments à contours irréguliers (fig. 9,  $Ct$ ).

Les sections de feuilles ou de cuticules sont toujours nettement étalées parallèlement à la stratification de la veine de houille qui les contient.

\* \* \*

#### B) Les corps résineux.

L'on réunit généralement sous ce vocable, en pétrographie houillère, toutes les substances apparentées aux essences et aux résines (hydrocarbures de la série terpénique) que l'on rencontre sous des formes très variées.

Les substances résineuses semblent n'avoir joué qu'un rôle secondaire dans la genèse des houilles campinoises que nous avons examinées, car elles ne s'observent en abondance que dans un très petit nombre d'échantillons.

On les rencontre néanmoins sous les différentes formes qui ont été observées antérieurement.

Les plus simples de ces corps résineux apparaissent sous forme de granules ovoïdes ou arrondis, et non aplatis, représentant des *amas de résine* ou des *contenus protoplasmiques fossilisés* de cellules dont les membranes ont été détruites. De tels corps résineux s'observent sur la figure 17 (Pl. II), près de la limite d'un lit de houille brillante ( $Hb = \text{vitrain}$ ) ( $R$ ,  $R_2$ ) ou dans la masse d'un lit hétérogène de houille semi-brillante (clairain) ( $R_1$ ,  $R_3$ ). Le granule résineux  $R_2$  est brisé, mais les deux fragments restent en contact, tandis que le granule  $R_3$  est incomplet. De tels granules s'observent assez fréquemment dans la houille brillante, où leurs contours se distinguent très nettement. Sur cette microphotographie comme sur les figures 18 et 19, on peut constater l'absence d'aplatissement des granules résineux autour desquels les autres débris présentent des dispositions fluidales. Ces granules sont, néanmoins, stratifiés, leur grand axe coïncidant toujours sensiblement avec la direction de la stratification.

Lorsque les membranes celluloses des tissus sécréteurs subsistent partiellement, les amas résineux ont les aspects visibles sur les figures 4 (Pl. I, R), 15 et 16 (Pl. II, R, R<sub>1</sub>), où leurs masses montrent un réseau discontinu et irrégulier de lignes plus claires (15). Parfois, ces amas de résine représentent des vestiges de *poches sécrétrices* (Pl. II, fig. 15, R).

Enfin, un échantillon de houille campinoise nous a permis d'observer un *canal sécréteur* (Pl. II, fig. 15 et 16, CR), où les cellules sécrétrices en forme de tube sont nettement visibles.

\* \* \*

### C) Les tissus ligneux.

Tous les débris organisés que nous avons décrits jusqu'ici (spores, cuticules, corps résineux) se rencontrent presque exclusivement dans les houilles campinoises riches en matières volatiles (M.V. > 26 %). Les tissus ligneux dont nous parlerons dans le développement qui va suivre, s'observent également dans ces houilles, mais ils sont surtout fréquents dans les charbons moins riches en matières volatiles.

Ces tissus ligneux, qui représentent le *bois* (tissu de conduction) et le *sclérenchyme* (tissu de soutien) des végétaux houillers, se rencontrent sous deux formes différentes correspondant à deux modes de fossilisation distinctes.

#### a) Le fusain.

Le *fusain* correspond à la transformation des tissus ligneux en *houille mate fibreuse*, rappelant à s'y méprendre l'aspect du charbon de bois artificiel (braise ou fusain des dessinateurs), transformation qui semble liée à une dessiccation des dits tissus au début du processus de fossilisation et peut-être, dans certains cas, à une combustion incomplète (16).

L'aspect et la texture de lames ou de masses lenticulaires de fusain à structures cellulaires bien conservées sont visibles sur les figures 20, 21, 22 (Pl. III), 27 et 29 (Pl. IV).

(15) Ce sont des corps résineux de ce genre que E. Stach a cru devoir déterminer comme représentant différents types de sclérotés de champignons qu'il a désignés sous les noms de « *Kugelsclerotium* » et de « *Kerbensclerotium* ». Voir à ce sujet:

E. STACH. — *loc. cit.*, fig. 51 à 58, p. 79 à 83.

(16) C'est la théorie des *incendies de forêts* qui est encore admise aujourd'hui par certains chercheurs.

#### b) Les tissus ligneux gélifiés (*Xylain*, *Xylovitrain*).

Ces restes sont ceux dont la fossilisation a eu lieu, soit en milieu aqueux, soit tout au moins en présence d'eau (imprégnation ou imbibition). Pouvant montrer les mêmes structures cellulaires que le fusain, ils s'en distinguent par le fait que les dites structures sont à peine visibles à faible grossissement (Pl. III, fig. 22, *TI*; Pl. IV, fig. 28, *TI*), leurs masses homogènes (*Xylovitrain*) ou hétérogènes (*Xylain*) se distinguant nettement dans le ciment amorphe.

Moyennant grossissement convenable, la structure cellulaire des tissus ligneux partiellement gélifiés (*Xylain*) apparaît clairement, comme le montrent les figures 25 à 25 (Pl. III) et 30 à 35 (Pl. IV).

Sous ces deux modes de fossilisation, les tissus ligneux peuvent montrer des structures cellulaires parfaites rappelant celles des tissus vivants (fig. 21, 24, 25, Pl. III) ou des aspects particuliers (aspects étoilés = *Bogenstruktur*) correspondant à une trituration d'origine mécanique que montrent bien les figures 31 à 34 de la planche IV. Ils se rencontrent également aussi bien sous la forme de masse ou de lames lenticulaires (fig. 20, 22, 25, Pl. III; fig. 27 à 29, Pl. IV) que de débris de très petites dimensions (fig. 26, 27 et 28, etc.).

Comme on peut s'en rendre compte sur les différentes figures, tous les débris de tissus ligneux sont nettement stratifiés, caractère qui s'observe, par conséquent, pour tous les types de débris organisés des houilles.

\* \* \*

#### 2°) Le ciment amorphe et les pulpes végétales.

Tous les débris organisés que nous avons décrits dans les développements précédents ne se touchent pas et ne présentent pas le mode d'empilement et de tassement qu'on attribuait autrefois aux débris végétaux des houilles à l'époque encore proche de la nôtre où la structure microscopique de ces roches combustibles était à peu près inconnue.

Comme cela s'observe, même sur les microphotographies à faible grossissement des planches I à IV, tous les débris végétaux, quelle que soit leur nature (spores, fig. 1, 2, 10 à 15; corps résineux, fig. 15; tissus ligneux, fig. 20, 22, 27 à 29) et leurs dimensions, se trouvent en quelque sorte en suspension dans une masse le plus souvent *amorphe*, montrant parfois des structures fugaces et constituant alors une véritable *pulpe végétale*.

Le *ciment amorphe colloïdal*, qui a été désigné antérieurement par l'un de nous sous les noms de « pâte » et de « substance fondamentale », s'est individualisé par la coagulation de gels colloïdaux à partir de pseudo-solutions végétales. Ces gels se sont ainsi substitués à l'eau où se trouvaient en suspension les débris végétaux, qui se sont ainsi trouvés enrobés dans un milieu fixateur où leur évolution chimique ou bio-chimique a été du coup, sinon totalement enrayée, du moins entravée et retardée dans son développement.

Ce ciment amorphe ou pâte de la roche combustible forme à lui seul les lits de *houille brillante* (vitrain, Hb, fig. 17, Pl. II) et remplit dans les lits hétérogènes (*houille semi-brillante* = clarain; *houille mate* = durain) tous les espaces compris entre les débris organisés. Il s'observe à grossissement convenable, aussi bien entre les spores (Pl. I, fig. 3 à 5), les cuticules (fig. 9), les corps résineux et les particules minérales (Pl. II, fig. 18 et 19) qu'entre les débris de tissus ligneux (Pl. III et IV, fig. 23 à 25, 30 et 31).

Dans certains cas, comme l'a déjà signalé l'un de nous, on observe, dans la masse amorphe de ce ciment ou de cette pâte colloïdale, des débris organisés de très petites dimensions dont les contours sont beaucoup moins nets que ceux des fragments de petite taille qui ont été décrits précédemment. La plupart de ces débris, qui semblent se fondre partiellement dans la masse colloïdale amorphe, peuvent être rapportés à des fragments de cellules ligneuses et représentent un stade intermédiaire entre la gélification respectant encore nettement la structure organisée (Pl. III, fig. 26, *cll*; Pl. IV, fig. 33, *Tl*) et la liquéfaction correspondant à une destruction totale génératrice des pseudo-solutions végétales.

De tels débris, formant avec le ciment amorphe une véritable *pulpe végétale*, s'observent à des états d'altération variables sur les figures 26 (Pl. III, *d<sub>1</sub>*) et 33 (Pl. IV, *Pv*), où ils affectent l'allure de bandelettes ou de corps étoilés. Le point de départ de leur genèse paraît bien avoir été le morcellement d'ordre mécanique qui s'observe sur les figures 32 à 34 de la planche IV.

La figure 14 (Pl. II) montre que les microspores (*ms*) peuvent concourir comme les débris de tissus ligneux (*e*, *e<sub>1</sub>*, *d*) à la formation des pulpes végétales, où doivent se rencontrer, dans certains cas, des vestiges fortement altérés de tous les éléments figurés des houilles.

En terminant cette brève étude des pulpes végétales, nous tenons à faire remarquer que les fins détails de structure visibles sur les

figures 5, 6, 14 et 26, représentant des microphotographies à forts grossissements ( $\times 780$  et  $\times 1.020$ ) obtenues à l'aide d'objectifs à sec, n'ont jamais pu être mis en évidence par ceux qui ont préconisé l'emploi des objectifs à immersion, emploi qui est loin de présenter tous les avantages qu'ils prétendent lui attribuer.

\* \* \*

#### D. — Les constituants macroscopiques des houilles de Campine.

L'ensemble des recherches de l'un de nous a montré qu'au point de vue pétrographique, seule la détermination des constituants microscopiques permet de définir scientifiquement les houilles et les constituants macroscopiques qu'on y distingue. C'est pour cette raison que nous décrivons ces derniers à la suite des développements consacrés aux débris organisés des houilles, de façon à utiliser ces derniers pour caractériser les différents types de constituants macroscopiques.

Nous décrivons successivement :

- 1° Les houilles mates fibreuses ou Fusains;
- 2° Les houilles mates compactes ou Durains;
- 3° Les houilles semi-brillantes ou Clarains;
- 4° Les houilles brillantes ou Vitraïns.

\* \* \*

##### 1° Le Fusain.

(Houille mate fibreuse.)

Dans le Bassin houiller de la Campine, comme du reste dans tous les autres gisements étudiés jusqu'ici, le Fusain est le seul constituant macroscopique des charbons qui conserve ses caractères propres dans tous les types pétrographiques et chimiques de houille.

C'est ce que montrent clairement les résultats d'analyses groupés dans les tableaux VIII à XI, où la teneur en matières volatiles des Fusains, oscillant entre 8,19 et 15,99 %, est toujours nettement inférieure à celles des houilles adjacentes ou des autres constituants qu'elles renferment, et où l'on peut constater que le Fusain donne ordinairement à la cokéfaction des résidus pulvérulents ou, tout au plus, des cokes légèrement agglutinés, alors que les autres constituent souvent une allure lenticulaire (Pl. III, fig. 20; Pl. IV, fig. 27

Les matières volatiles des Fusains brûlent avec des flammes courtes, peu éclairantes, de sorte que ce constituant peut toujours être considéré comme représentant, dans n'importe quelle houille, un *anthracite d'origine ligneuse*.

Comme nous l'avons vu précédemment, le Fusain est toujours constitué par des lames ou des masses ligneuses affectant le plus souvent une allure lenticulaire (Pl. III, fig. 20; Pl. IV, fig. 27 et 29). Ces lames, dont la longueur est au plus de l'ordre du centimètre et dont l'épaisseur est de l'ordre du millimètre, s'observent soit dans certains lits hétérogènes, soit à la limite de lits adjacents. Elles possèdent dans certains cas des contours irréguliers (Pl. III, fig. 22, F).

Le Fusain est surtout abondant dans les houilles à coke du Bassin de la Campine (18 % > M.V. > 26 %). Il se distingue facilement à son aspect fibreux, terne et à peine lustré.

\* \* \*

#### 2°) Les houilles mates.

(Houilles mates compactes = Durains.)

Ce constituant, comme les suivants, forme dans les houilles campinoises des lits d'une certaine étendue. Ces lits, parfois assez épais, peuvent être rapportés surtout à trois types distincts.

A. — La plupart des lits de *houille mate* ou Durain sont caractérisés par l'abondance des microspores qui forment alors un feutrage très serré, où le ciment amorphe ne s'observe qu'à fort grossissement et où les exines de macrospores sont difficilement visibles. D'autres lits contiennent, au contraire, de très nombreuses macrospores et d'innombrables microspores, qui, noyées dans un ciment peu abondant, restent bien visibles, même à faible grossissement (Pl. I, fig. 1).

B. — D'autres lits, ternes, sont, comme ceux des figures 17 et 19 de la planche II, très riches en paillettes argileuses.

C. — Un troisième type, plus rare, contient de nombreux fragments de bois; il a été observé dans la veine St-Louis des Charbonnages Limbourg-Meuse.

Tous ces lits présentent le caractère commun d'être *compacts*, durs; ils possèdent parfois une cassure granuleuse.

Comme le montrent les résultats figurant aux tableaux VIII à XI, leur composition chimique est toujours en rapport avec la nature de la veine qui les contient.

\* \* \*

#### 3°) Les houilles semi-brillantes. (Clarains.)

Les lits de ce type présentent un éclat parfois assez vif qui est en rapport avec le développement toujours important du ciment amorphe.

Dans les houilles campinoises, nous avons pu observer les différents types suivants :

A. — Des lits de *houille semi-brillante* où un ciment amorphe abondant contient de nombreuses *macrospores* et *microspores* (Pl. I, fig. 2).

B. — Des lits de *houille semi-brillante* où les *cuticules* et les *sections de feuilles* sont bien stratifiées dans une pâte colloïdale bien développée (Pl. I, fig. 7 et 8).

C. — Des lits de *houille semi-brillante* où le ciment amorphe contient uniquement des *débris de tissus ligneux*.

Dans les différentes veines, ces lits, d'aspects macroscopiques semblables ou du moins très voisins, présentent toujours une composition chimique voisine de celle des lits adjacents, composition chimique qui, comme nous le verrons plus loin, est en rapport avec la nature des débris végétaux y inclus. Les qualités de leurs cokes sont également variables.

\* \* \*

#### 4°) Les houilles brillantes. (Vitrain.)

Dans toutes les houilles campinoises, les lits de *houille brillante* présentent à l'œil nu un aspect homogène et un éclat très vif; elles forment généralement des lits assez minces (quelques millimètres d'épaisseur), mais d'assez grande étendue. Au microscope, ces lits révèlent toujours des aspects semblables à celui que montre la figure 17 (Hb, Pl. II) et apparaissent comme étant formés de ciment pur, les débris organisés ne s'y observant que très rarement et en nombre restreint.

Comme l'indiquent les tableaux VIII à XI, ces lits de *houille brillante* présentent, sous des aspects identiques, des compositions chi-

miques variées qui sont toujours en rapport avec celles des lits adjacents de houille mate ou de houille semi-brillante.

En résumé, l'étude chimique et microscopique des constituants macroscopiques des houilles campinoises conduit aux conclusions suivantes, qui sont semblables à celles formulées par l'un de nous en ce qui concerne les charbons du Bassin houiller belgo-français :

a) Dans toutes les houilles étudiées, dont les teneurs en matières volatiles sont supérieures à 20 %, le *Fusain* est le seul constituant macroscopique qui présente des caractères constants; c'est dans tous les cas un véritable anthracite d'origine ligneuse;

b) Les autres constituants macroscopiques (h. mate = Durain; h. semi-brillante = Clarain; h. brillante = Vitrain), placés côte à côte dans chacune des veines étudiées, présentent des compositions et des caractéristiques chimiques très voisines;

c) Comme nous le verrons dans le développement suivant, ces compositions et ces caractéristiques chimiques sont, comme dans l'ensemble de chaque veine, en rapport avec la nature des débris végétaux ou, ce qui revient au même, avec la nature des dépôts initiaux.

En dernière analyse, l'étude microscopique qui a fait l'objet des présentes recherches nous a révélé de grandes analogies de structure entre les houilles du Bassin de la Campine et celles du gisement belgo-français.

#### IV. — CLASSIFICATION LITHOLOGIQUE DES HOUILLES DE CAMPINE

L'étude microscopique des houilles campinoises nous a permis de classer les houilles des différentes veines examinées dans les catégories lithologiques définies par l'un de nous (17). Dans cet ordre d'idée nous décrirons successivement :

- A) Les houilles de Cutine;
- B) Les houilles ligno-cellulosiques;
- C) Les houilles à caractères mixtes.

(17) Consulter notamment :

A. DUPARQUE. — La nature de la houille révélée par le microscope métallographique, *Bull. des Séances de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts, de Lille*, Lille 1927, et *Mém. de la Société Géologique du Nord, loc. cit.*, t. XI, Lille, 1933.

#### A) Les houilles de Cutine. (Houilles bitumineuses, M.V. > 26 %.) (Planches I et II.)

Nous rappellerons brièvement, pour mémoire, que cette grande catégorie pétrographique de houilles comprend elle-même trois grands types secondaires pouvant présenter des compositions chimiques semblables qui sont :

- a) Les houilles de spores;
- b) Les houilles de cuticules;
- c) Les houilles de spores et de cuticules.

C'est dans cette catégorie des houilles de cutine que se rangent naturellement toutes les houilles campinoises, qui sont celles de :

- 1<sup>o</sup>) la veine A des Charbonnages André Dumont;
- 2<sup>o</sup>) la veine 16 des Charbonnages Limbourg-Meuse;
- 3<sup>o</sup>) la veine 33 du Charbonnage des Liégeois.

#### 1<sup>o</sup>) La veine A des Charbonnages André Dumont.

Cette veine, désignée également sous le nom de « veine de 0<sup>m</sup>,85 », présentait à Waterschei, là où les échantillons ont été prélevés, une ouverture de 1<sup>m</sup>,07, dont 1 mètre de charbon. Cette couche de houille comprend un sillon du mur de 0<sup>m</sup>,50, une intercalation stérile de 0<sup>m</sup>,13 et un sillon du toit comprenant trois sillons secondaires de 0<sup>m</sup>,28, 0<sup>m</sup>,29 et 0<sup>m</sup>,07 d'épaisseur.

Dans le sillon du mur, les teneurs en matières volatiles brutes (tableau I) oscillent entre 28,88 et 25,82 %, les teneurs en matières volatiles cendres déduites étant comprises entre 32,40 et 27,73 % et les teneurs en cendres entre 10,91 et 6,66 %.

Dans le sillon du mur, si l'on fait abstraction du cas de l'échantillon n° 159 sur lequel nous reviendrons plus loin, les teneurs brutes en matières volatiles s'échelonnent entre 30,27 et 25,01 % et les teneurs en matières volatiles, cendres déduites, entre 31,50 et 26,81 %, les teneurs en cendres variant entre 11,91 et 5,51 %.

Dans l'échantillon n° 159, la teneur en matières volatiles brutes anormalement basse (22,61 %) coïncide avec une proportion de cendres élevée (28,90 %) et correspond du reste à la plus haute teneur en matières volatiles, cendres déduites, observée dans l'ensemble des trois sillons secondaires du toit (31,80 %).

Les houilles de cette veine se classent donc nettement dans la catégorie des *houilles bitumineuses* (M.V. > 26 %), parmi les *houilles grasses marécales* de Grüner.

L'étude microscopique détaillée montre que, dans l'ensemble, les houilles de cette veine sont formées par des alternances de lits assez épais de *houille mate* (Durain) et de *houille semi-brillante* (Clarain), où abondent surtout les macrospores et les microspores.

Les *macrospores* sont très fréquentes en de nombreux points situés à peu près à tous les niveaux de la veine. Elles forment, par places, notamment à la base du sillon du toit (Pl. I, fig. 1), les éléments dominants de la roche combustible. L'abondance des macrospores est souvent nettement supérieure à celle que l'on observe ordinairement dans des charbons considérés comme très riches en ces éléments figurés. Comme le montrent les figures 1 (Pl. I), 10, 11 et 12 (Pl. II), ces macrospores sont de taille très variée et présentent à peu près tous les types qui ont été décrits d'une façon certaine.

Les *microspores*, toujours très abondantes, existent en quantité innombrable dans certains lits où elles constituent, soit seules, soit associées à des macrospores plus ou moins nombreuses, des feutrages où le ciment amorphe est réduit à une très fine trame brillante observable seulement à fort grossissement.

Les *cuticules* et les *sections de feuilles* s'observent à peu près à tous les niveaux, mais sont beaucoup moins fréquentes que les macrospores. Elles sont relativement abondantes dans certains lits de houille semi-brillante (Clarain), notamment dans celui représenté par la figure 7 (Pl. I).

Les *corps résineux*, presque toujours présents, mais peu nombreux, deviennent, au contraire, fréquents au voisinage du toit dans des lits schisteux (Pl. II, fig. 17 à 19), dont nous reparlerons un peu plus loin.

Les *tissus ligneux gélifiés* et le *Fusain*, bien qu'existant dans la plupart des lits, sont peu abondants, sauf dans certains lits particuliers (éch. nos 160 et 168), auxquels leur fréquence donne des apparences de houilles ligno-cellulosiques (Pl. III, fig. 22). Dans ces lits particuliers, les macrospores et les microspores sont peu nombreuses et la structure d'ensemble moins compacte rappelle également l'aspect des houilles à coke.

Le *ciment amorphe*, surtout abondant dans les lits de houille semi-brillante (Clarain) (Pl. I, fig. 7), existe toujours, même dans

les lits de houille mate (Durain), plus riches en spores que celui représenté par la figure 1 (Pl. I).

Les lits de *houille brillante* (Vitrain), tel celui représenté en « Hb » sur la figure 17 (Pl. II), ne sont fréquents qu'à l'état de minces filets interstratifiés dans les houilles mates et semi-brillantes. A différents niveaux, notamment dans l'échantillon n° 164, l'on rencontre cependant des lits de houille brillante relativement épais (quelques millimètres) et plus ou moins fendillés.

Dans le voisinage du mur et du toit, les houilles de la veine A se chargent de *particules argileuses* et contiennent des lits schisteux, caractère qui explique la forte teneur en cendres des échantillons 158 (11,91 %), 159 (28,90 %) et 169 (10,91 %). Dans la partie supérieure de la veine, les parties les plus riches en particules minérales (éch. n° 159) ne sont pas en contact direct avec le toit. Vers sa base, l'échantillon 158 contient, il est vrai, des lits très riches en silicate d'alumine hydratée, où abondent les *corps résineux* représentés par les figures 17 à 19 (Pl. II).

Dans ces lits minérogènes, l'on peut constater que la substance amorphe des lits de houille brillante ou Vitrain (Hb, fig. 17) est identique à celle du ciment qui enrobe les paillettes d'argile, ciment qui, dans le voisinage du contact, représente le prolongement direct de la dite substance amorphe des lits de houille brillante.

Le lit de houille relativement pure (partie supérieure de l'échantillon n° 158) compris entre les lits schisteux (base de l'éch. 158 et l'éch. 159) et le toit est d'un type pétrographique assez rare dans les houilles de la veine A. Il ne contient pas de macrospores et les grands fragments de cuticules fusiformes, du type de ceux représentés par la figure 8 (Pl. I), y voisinent avec des microspores et des menus débris de cuticules.

En résumé, l'étude microscopique des différents échantillons prélevés dans toute l'épaisseur de la veine A des Charbonnages André Dumont montre que, dans leur ensemble, les houilles de cette veine sont des *charbons de cutine*, dont les teneurs relativement élevées en matières volatiles s'expliquent par le rôle important joué par les substances cutinisées dans la formation des dépôts initiaux.

Au point de vue pétrographique, ces houilles sont surtout caractérisées par la fréquence des lits où les macrospores sont plus abondantes qu'elles ne le sont ordinairement dans les charbons considérés comme très riches en débris organisés de cette sorte.



A plusieurs niveaux, des enrichissements en Fusain et en tissus ligneux, coïncidant avec des augmentations du pourcentage de ciment amorphe et des appauvrissements en spores, nous ont permis d'observer des tendances à la réalisation de type de houille intermédiaire entre les charbons de cutine et les charbons ligno-cellulosiques.

Enfin, cette étude nous a permis d'observer, d'une part, le passage graduel des sédiments minérogènes du mur à la roche combustible et, d'autre part, ce même passage graduel du sédiment organogène à la roche stérile du toit. Dans ce dernier cas, nous avons pu mettre en évidence la similitude des ciment organiques amorphes des houilles et des schistes et l'identité des modes de répartition des débris végétaux et des particules minérales d'argile dans ces deux types de roches sédimentaires.

\* \* \*

## 2°) La veine 16 des Charbonnages Limbourg-Meuse.

Au point où ont été effectués les prélèvements, à Eysden, la veine n° 16 comprend deux sillons d'importances très inégales, le sillon inférieur mesure 1<sup>m</sup>,06 de puissance, tandis que le sillon du toit n'a que 0<sup>m</sup>,16 d'épaisseur.

Si l'on excepte les cas très particuliers des échantillons n°s 142 et 144, les teneurs brutes en matières volatiles (tableau II) sont comprises entre 27,65 et 23,72 % et les teneurs en matières volatiles, cendres déduites, entre 30,15 et 24,75 %. Parmi ces dernières, les teneurs supérieures à 26 % prédominent nettement.

Les teneurs en matières volatiles très faibles (20,85 et 21,28 %) de l'échantillon n° 142 et la grande différence entre la teneur brute en matières volatiles (21,94 %), cendres déduites (37,50 %), de la prise d'essai n° 144 trouveront leur explication dans l'étude microscopique qui nous a révélé, dans ces deux cas, des anomalies de structure intéressantes.

Dans ces conditions, les combustibles de la veine n° 16 se placent encore dans la catégorie des houilles bitumineuses (M.V. > 26 %) et parmi les houilles grasses marécales ou de forges de Grüner.

Au point de vue macroscopique, les houilles de la veine n° 16 sont plus hétérogènes que celles de la veine A étudiées dans le développement précédent; l'examen à l'œil nu ou à la loupe y révèle, d'une façon à peu près constante, la présence des quatre constituants.

Au point de vue microscopique, ces mêmes houilles révèlent, au contraire, une plus grande homogénéité en ce sens que, dans la

quasi-totalité des échantillons examinés, les *macrospores* et les *microspores* représentent les éléments essentiels et caractéristiques des lits hétérogènes.

Les *macrospores* sont souvent très abondantes, aussi bien dans les lits de houille mate (Durain) que dans les lits de houille semi-brillante (Clarain) (Pl. I, fig. 2, Ms<sub>1</sub> à Ms<sub>4</sub>). Elles sont représentées par les différents types que nous avons décrits dans le chapitre précédent, qui s'y observent souvent côte à côte. En certains points, les *macrospores* à parois minces et de petite taille prédominent nettement.

Les *microspores* sont toujours très nombreuses (Pl. I, fig. 2, 3, 4, 5, ms). Dans certains cas, leur accumulation a été si considérable qu'elles forment à elles seules la presque totalité de certains lits de houille mate (Durain), où le ciment amorphe est extrêmement réduit.

Les *cuticules* sont beaucoup moins fréquentes que dans la veine A et ne caractérisent jamais, comme dans cette dernière, certains lits particuliers. On les rencontre de temps en temps associées aux spores, notamment à l'état de lambeaux fusiformes (Pl. I, fig. 8, Ct) ou de bandelettes (*ibid.*, Ct<sub>1</sub>). Les sections de feuilles entières n'ont pu être observées.

Les *corps résineux* sont bien plus rares que dans la veine A, mais présentent les mêmes caractères (Pl. I, fig. 4, R). Un lit à caractères un peu particuliers nous a permis d'observer les lambeaux de tissus sécréteurs et le canal sécréteur (fig. 15 et 16, Pl. II).

Le Fusain et les *tissus ligneux gélifiés* sont bien représentés. Leur pourcentage par rapport à la masse totale des houilles reste néanmoins assez faible. Ils permettent de mettre en évidence, dans certains échantillons, de belles structures ligneuses entières (Pl. I, fig. 4, Tl) ou étoilées (Pl. IV, fig. 54).

Les lits de houille brillante (Vitrain) formés de ciment pur sont plus nombreux et plus épais que dans la veine précédente. Ils s'observent dans de nombreux échantillons, où leur alternance avec les lits de houille mate et de houille semi-brillante souligne le caractère hétérogène de la roche combustible quant à sa constitution macroscopique.

L'étude microscopique de la veine n° 16 nous a révélé l'existence dans cette couche de houille, qui par ailleurs présente des caractères microscopiques constants, d'anomalies de structure qui expliquent certains résultats des analyses chimiques.

Il existe, aux niveaux des échantillons 140 à 142, des lits très riches en Fusain et en tissus ligneux gélifiés dont les caractères se rapprochent de ceux des houilles ligno-cellulosiques (h. à coke), circonstance qui expliquerait les basses teneurs en matières volatiles (20,85 et 21,28 %) et la pauvreté en cendres (2 %) révélées par l'analyse de la prise d'essai correspondant à l'échantillon n° 142.

La teneur en cendres anormale (41,25 %) de l'échantillon 144 est liée à l'existence, dans la houille de ce niveau, de lits de houille bréchoïde dont les fragments anguleux sont actuellement soudés par un ciment carbonaté occupant tous les vides qu'ils laissent subsister entre eux. C'est également la présence en quantités importantes de ce carbonate qui explique l'écart considérable des teneurs brutes en matières volatiles (21,94 %) et de celles en matières volatiles, cendres déduites (37,50 %), la décomposition des dits carbonates par la chaleur donnant un pourcentage important de gaz carbonique.

Des remplissages carbonatés de ce genre s'observent à différents niveaux de la veine en question.

En résumé, l'étude microscopique de la veine n° 16 nous a révélé la constance remarquable des caractères microscopiques de ses houilles qui sont formées surtout par des accumulations de spores. En de nombreux points, la fréquence des macrospores dépasse nettement celle que l'on observe dans les charbons riches en cellules reproductrices femelles. D'autre part, nous avons pu reconnaître l'existence d'une cause accidentelle d'enrichissement en cendres toute différente de celle observée dans la veine A.

\* \* \*

### 3°) La veine n° 33 du Charbonnage des Liégeois.

A Zwartberg, cette veine comprend un sillon du mur, peu épais, séparé du sillon du toit de 1<sup>m</sup>,08 d'épaisseur par des schistes très durs, stériles à la base et se chargeant vers le haut de filets de houille brillante.

Dans cette veine, l'examen microscopique a révélé, comme le laissent du reste entrevoir les résultats des analyses immédiates (tableau III), que les échantillons prélevés dans le voisinage du toit sont, non pas des houilles, mais des roches charbonneuses fortement chargées de matières minérales sous forme de fines paillettes argileuses.

Les échantillons 203 et 204, prélevés dans le voisinage immédiat du toit, sont des schistes gris contenant par places des fragments anguleux de tissus ligneux de plus grandes dimensions que ceux des houilles et assez mal stratifiés. Ils contiennent quelques rares macrospores et sont très cendreux (55,48 et 49,27 %).

Dans les échantillons 205 à 207, les filets de houille deviennent fréquents et alternent régulièrement avec les filets schisteux, circonstance qui explique la décroissance des teneurs en cendres (23,90, 19,05, 39,45 et 35,58 %) et l'agglutination des résidus de la cokéfaction. Cette agglutination peut aussi être attribuée, dans certains cas, à la présence dans les lits schisteux eux-mêmes de nombreuses macrospores.

L'échantillon 208 est formé par deux lits épais de houille mate (Durain), très riches en microspores, mais contenant seulement quelques rares macrospores, que sépare un lit de houille brillante (Vitrain) dont la substance amorphe contient un petit nombre de microspores. La houille mate et la houille brillante contiennent de nombreux granules pyriteux, fait qui explique la haute teneur en cendres de cet échantillon (15,58 %); ces granules s'observent encore à la partie supérieure de l'échantillon 209.

C'est à la partie inférieure de l'échantillon 209 que l'on commence à observer la houille normale non surchargée de particules minérales.

Dans toute l'épaisseur de la veine située sous ce niveau, la teneur brute en matières volatiles oscille (tableau III) entre 30,33 et 27,13 % et la teneur en matières volatiles, cendres déduites, entre 32,45 et 29,18 %, de sorte que l'on a encore affaire à une houille bitumineuse se rangeant parmi les houilles grasses à gaz de Grüner.

Dans cette houille s'observent surtout des lits de houille mate (Durain), souvent très riches en microspores, mais où les macrospores sont très nombreuses en certains points. Ces macrospores sont des différents types décrits, les macrospores à parois minces étant cependant les plus fréquentes. Les microspores sont souvent bien conservées (Pl. I, fig. 6).

Les lits de houille semi-brillante (Clarain) sont relativement rares, mais se rencontrent notamment au sommet du sillon du mur (éch. n° 220), où ils contiennent des cuticules assez nombreuses et des sections de feuilles.

La houille brillante (Vitrain) se rencontre surtout à l'état de minces filets interstratifiés dans la houille mate et, plus rarement, en lits plus importants.

Le Fusain et les tissus ligneux gélifiés ne s'observent que par places, de même que les corps résineux qui ne sont abondants que dans le schiste de l'échantillon 204.

Les cuticules et les sections de feuilles peu abondantes s'observent en quelques points, notamment dans l'échantillon 213 (Pl. I, fig. 9), où elles forment quelques empilements, et dans les échantillons 217 et 220. Sous ce dernier, au contact du mur, l'échantillon 221 ne contient plus que des macrospores et des microspores.

En résumé, les houilles proprement dites de la veine n° 53 se révèlent à l'examen microscopique comme étant surtout caractérisées par l'abondance des microspores et des macrospores et par la fréquence de lits de houille mate (Durain), où les microspores existent parfois seules.

Dans cette veine comme dans les deux veines précédentes, les teneurs en matières volatiles nettement supérieures à 26 % semblent liées à l'abondance des débris végétaux cutinisés et plus particulièrement des macrospores et des microspores qui ont joué un rôle nettement prépondérant dans la genèse des dépôts initiaux qui étaient sensiblement contemporains, puisque les échantillons prélevés représentent, en trois points différents d'un même gisement, toute l'épaisseur d'une même couche de houille.

\* \* \*

#### B) Les houilles ligno-cellulosiques.

(Houille à coke et combustibles maigres, M.V. < 26 %.)

(Planches III et IV.)

C'est dans ce type pétrographique de houille, caractérisé par la présence presque exclusive des tissus ligneux, comme débris végétaux fréquents, que se classent la quasi-totalité des charbons du Bassin houiller belgo-français qui contiennent moins de 26 % de matières volatiles.

C'est à ce groupe qu'il faut rapporter les houilles campinoises de :

- 1°) la veine I des Charbonnages André Dumont;
- 2°) la veine St-Louis des Charbonnages Limbourg-Meuse.

#### 1°) La veine I des Charbonnages André-Dumont.

A Waterschei, où elle a été étudiée, cette veine, parfois désignée « Veine de 1<sup>m</sup>.20 », possède une ouverture de 1<sup>m</sup>.30 représentée presque exclusivement par du charbon, dont l'épaisseur totale atteint 1<sup>m</sup>.29. Elle est divisée en de nombreux sillons qu'indique clairement le tableau V.

La teneur en cendres est, en règle générale, beaucoup plus basse que celle des veines de houille décrites précédemment. Les écarts observés sont compris entre 22.69 et 17.98 % ou 23.93 et 19.40 %, cendres déduites.

Tous nos échantillons se rangent donc sans exception parmi les houilles à coke (18 % > M.V. > 26 %) de la classification de Grüner.

L'étude pétrographique nous a révélé l'identité des caractères microscopiques de tous les échantillons prélevés dans cette veine où les seuls débris végétaux fréquents sont représentés par des fragments de tissus ligneux.

Les plus grands de ces débris de tissus ligneux sont généralement à l'état de Fusain (Pl. IV, fig. 27 et 29) et affectent l'allure de lames ou de masses lenticulaires où la structure cellulaire est souvent très nette et visible même à faible grossissement. Le Fusain, toujours fréquent, est très abondant à certains niveaux, notamment dans l'échantillon 171 où il forme un lit assez épais constitué par des lames ou des masses lenticulaires de dimensions assez exigües (quelques centimètres de longueur) stratifiées dans un ciment amorphe très réduit. Le Fusain se rencontre également à l'état de fragments plus petits (fig. 29, F).

Les tissus ligneux gélifiés s'observent parfois sous forme de fragments assez grands de mêmes dimensions que les lames ou lentilles de Fusain dont il est question ci-dessus. Le plus souvent, ils se présentent en lames ou masses lenticulaires plus petites (Pl. IV, fig. 31), où la structure cellulaire est nettement visible. Ils abondent à l'état de menus fragments dans les pulpes végétales (Pl. III, fig. 26, *clt*, *cll*, *d*), où les débris les plus gélifiés (*d*<sub>1</sub>) sont à peine visibles dans la masse du ciment amorphe (*P*).

Dans ces houilles, les corps résineux sont rares et aucune spore n'a pu être observée.

Le ciment amorphe, ou pâte, est généralement abondant; il forme à lui seul de nombreux lits de houille brillante (Vitrain), parfois

assez épais (7 millimètres), qui alternent avec des lits plus épais (ordinairement quelques centimètres) de *houille semi-brillante* (Clairain), où les débris de tissus ligneux peuvent être plus ou moins nombreux. Plus rarement, les lits alternants sont d'épaisseur à peu près égale, ne dépassant guère quelques millimètres. Le *Fusain* s'observent soit à la limite des lits précédents, soit dans la masse des lits de *houille semi-brillante*.

En quelques points (éch. 183 et 187), les lits de *houille brillante* prédominent et alternent avec des lits très minces de *houille semi-brillante*, se réduisant parfois à de minces jonchées de petits débris ligneux.

Certains lits de *houille semi-brillante* plus ternes peuvent être rapportés à la *houille mate* (Durain).

En résumé, toutes les houilles de la veine I sont des charbons ligno-cellulosiques, moins compacts, plus fendillés et plus fragiles que les houilles des veines précédentes dont les propriétés chimiques particulières sont en rapport avec la nature des dépôts initiaux riches en débris de tissus ligneux et en produits de désintégration de ces mêmes tissus et des substances celluloses.

\* \* \*

## 2°) La veine St-Louis des Charbonnages Limbourg-Meuse.

A Eysden, où ont été effectués les prélèvements, cette veine comprend à la base un mince sillon de Gayet (0<sup>m</sup>07) surmonté d'une couche de charbon de 0<sup>m</sup>68.

Le Gayet du sillon du mur est en réalité un *pseudo-cannel coal* où nous n'avons pu observer comme débris végétaux que des fragments de tissus ligneux.

La teneur en cendres des échantillons de *houille* est très basse (tableau VI), mais presque toujours inférieure à l'unité. Les écarts entre la teneur en matières volatiles des différents échantillons sont également peu importants, les teneurs brutes en matières volatiles oscillant entre 22,60 et 19,05 % et les teneurs en matières volatiles, cendres déduites, étant comprises entre 22,70 et 19,20 %.

Tous les échantillons prélevés appartiennent donc à la catégorie des *houilles à coke* (18 %  $\approx$  M.V.  $\approx$  26 %) de Grüner.

Toutes ces houilles présentent des caractères microscopiques très voisins de ceux des charbons de la veine I du Charbonnage André Dumont. Les seuls débris végétaux fréquents sont des fragments de

tissus ligneux. Le *Fusain*, très fréquent, montre souvent de belles structures ligneuses (Pl. III, fig. 20 et 21) qui s'observent également dans les *lames de tissus ligneux gélifiés* (fig. 25).

Dans certaines régions, la gélification des lames ligneuses est très accentuée (Pl. IV, fig. 50) et les lits de *houille semi-brillante* présentent un aspect (fig. 28) rappelant celui que l'on observe surtout dans les combustibles moins riches en matières volatiles que les houilles à coke.

Des *pulpes végétales* s'observent à différents niveaux.

Les aspects macroscopiques sont aussi très voisins de ceux des houilles de la veine I. Seuls les lits de *houille brillante* (Vitrain) sont moins nombreux et moins épais.

En résumé, l'étude microscopique des houilles des *veines I et St-Louis* nous a permis de mettre en évidence que les caractères particuliers (teneurs en matières volatiles voisines de 20 %, propriété de donner un coke de bonne qualité) sont liés à la nature des dépôts initiaux où dominaient surtout les débris ligneux et les produits de désintégration de la cellulose et de ces mêmes tissus ligneux. C'est également cette composition des accumulations végétales qui expliquent les faibles teneurs en cendres des houilles en question, les tissus ligneux et les tissus celluloses des plantes vivantes étant eux-mêmes très pauvres en cendres (18).

\* \* \*

## C) Les houilles mixtes.

(Planches II, III et IV.)

Une étude pétrographique d'ensemble des houilles du gisement franco-belge a permis à l'un de nous de montrer que, sauf de rares exceptions, les charbons exploités en France appartiennent à l'une des deux grandes catégories pétrographiques où nous avons été naturellement amenés à classer les houilles des veines du Bassin houiller de la Campine dont nous avons parlé jusqu'ici (19).

(18) Consulter à ce sujet: *Mém. Soc. Géol. Nord, loc. cit.*, t. XI.

(19) La même remarque peut être formulée en ce qui concerne les houilles belges du gisement belgo-français. Voir à ce sujet:

Nelly FORTIER et André DUPARQUE. — Structure microscopique des différents types de houilles belges du synclinal de Namur. *Congrès Int. des Mines, de la Métall. et de la Géologie appliquée, VIIe Session, Paris, 1935. Section de géologie appliquée; t. I, p. 249 à 275, 6 planches in-4°, Paris, 1936.*

## ERRATA

Page 304, 4<sup>e</sup> ligne :

Au lieu de « cutines cellulosiques », lire « intines cellulosiques ».

Page 306, 24<sup>e</sup> ligne :

Au lieu de « soixante-quinze », lire « vingt-cinq ».

Page 306, 33 ligne :

Au lieu d'« assises externes », lire « peaux externes ».

Page 313, 6<sup>e</sup> ligne : *et 27<sup>e</sup>*

Au lieu de « lites », lire « lits ».

Page 324, 4<sup>e</sup> ligne par le bas :

Au lieu de « 18 % > M. V. > 26 % »,

lire « 18 % < M. V. < 26 % ».

Cette même étude l'a également amené à signaler l'existence, entre ces deux catégories des houilles ligno-cellulosiques et des houilles de cutine, d'un type mixte intermédiaire où s'observent des débris végétaux cutinisés associés à des débris ligneux très abondants, type mixte qui est relativement rare, puisqu'il n'a été rencontré qu'un petit nombre de fois au cours de recherches qui ont porté sur l'ensemble des couches exploitées dans le Nord et le Pas-de-Calais (20).

C'est à cette catégorie des houilles mixtes qu'appartiennent certains lits de la veine de 1<sup>m</sup>,27 des Charbonnages André Dumont, dont l'étude nous a permis de préciser les caractères et le mode de gisement de ce type de combustible assez rarement observé jusqu'ici dans nos bassins houillers, où les veines de charbon conservent ordinairement les mêmes caractères pétrographiques dans toute leur épaisseur.

\* \* \*

1<sup>o</sup>) La veine de 1<sup>m</sup>,27 des Charbonnages André Dumont.

A Waterschei, cette couche de houille comprend un seul sillon de charbon où la teneur brute en matières volatiles oscille (tableau IV) entre 28,57 et 19,96 %, le plus souvent entre 24,32 et 21,74 %. De même, si la différence entre les teneurs extrêmes en matières volatiles, cendres déduites, est importante (31,15—20,11 %), celle-ci se trouve considérablement réduite si l'on écarte les termes extrêmes. Cette différence est alors comprise entre 25,41 et 20,16 %.

Cette élimination de certains échantillons paraît d'autant plus s'imposer que, dans les quatre cas où la teneur brute en matières volatiles (25,80, 23,90, 24,28 et 28,37 %) ou, cendres déduites (28,04, 26,97, 29,14 et 31,15 %), sont anormalement élevées, le pourcentage de cendres important (11,43, 16,70 %) ou tout au moins bien supérieur à la teneur normale (8 et 8,98 %) s'explique par la présence, constatée à l'examen microscopique, de nombreux nodules carbonatés ou sulfurés dont la décomposition par la chaleur peut augmenter sensiblement la teneur en matières volatiles.

Abstraction faite de ces cas particuliers, la teneur en cendres est généralement basse, parfois inférieure à l'unité.

Par leur composition chimique, les houilles de la veine de 1<sup>m</sup>,27

(20) Consulter à ce sujet: *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. XI, p. 382 et suivantes, tableau XXXIX.

se classent donc dans la catégorie des houilles à coke (18 % > M.V. > 26 %) de la classification de Gruner.

Par leurs caractères macroscopiques et surtout par leurs caractéristiques microscopiques, ces houilles sont très voisines des charbons ligno-cellulosiques que nous avons étudiés, leurs débris végétaux les plus fréquents étant des tissus ligneux gélifiés ou transformés en Fusain.

Par contre, elles se différencient nettement des dites houilles ligno-cellulosiques normales par l'existence à différents niveaux de macrospores et de débris de cuticules associés à des vestiges de tissus ligneux nombreux et parfois de grande taille. Ces macrospores peuvent être disséminées dans la houille semi-brillante (Pl. II, fig. 15, Ms) ou se trouver groupées en plus ou moins grand nombre.

Les débris de cuticules sont beaucoup moins fréquents que les macrospores.

D'autre part, ces lits de houilles mixtes se différencient des houilles de cutine normales par l'absence quasi-totale des microspores. Cette absence, qui, pour un œil exercé, est déjà visible sur la figure 13 (Pl. II) où les aspects des menus débris de tissus ligneux sont différents de ceux des microspores des figures 10 à 12 et des figures 1 et 2 (Pl. I), s'observe surtout à plus fort grossissement. La figure 14, notamment, nous permet d'observer une seule microspore (ms) dans la pulpe végétale, riche en débris ligneux, qui contient la macrospore Ms. La comparaison de cette figure 14 et de la figure 3 (Pl. I) permet de se rendre compte facilement de l'abondance des microspores dans les houilles de cutine (fig. 3) et leur absence quasi-totale (fig. 14) dans les houilles à caractères mixtes.

Là où les macrospores n'existent pas, les houilles de la veine de 1<sup>m</sup>,27 présentent tous les caractères des houilles ligno-cellulosiques normales (fig. 32 et 33, Pl. IV).

En dernière analyse, dans la veine en question, les houilles du type mixte présentent donc des caractères microscopiques nettement intermédiaires entre ceux des houilles de cutine et des houilles ligno-cellulosiques. Cette particularité doit être rapprochée du fait que l'ensemble de leurs caractéristiques chimiques conduit à les considérer également comme représentant un type de combustible intermédiaire entre les houilles bitumineuses et les houilles à coke étudiées d'autre part.

\* \* \*

2°) *Importance pétrographique de l'existence des houilles de type mixte.*

Bien que les lits de houilles de type mixte représentent jusqu'ici des variétés de combustibles beaucoup plus rares que les houilles de cutine ou les houilles ligno-cellulosiques, leur existence présente, au point de vue pétrographique, un certain intérêt du fait qu'elles nous permettent de préciser nos connaissances sur le mode de formation des houilles et d'apporter de nouveaux arguments en faveur des théories proposées par l'un de nous pour expliquer la genèse de ces roches combustibles.

A la notion de la différenciation des accumulations végétales initiales résultant de phénomènes de classement mécanique et de diagenèse précoce, proposée par l'un de nous, s'oppose l'idée, maintes fois émise, que la disparition des spores et d'une façon générale des débris cutinisés dans les houilles considérées comme évoluées serait due, en réalité, à une diagénèse tardive ou à des actions métamorphiques (pressions orogéniques, évolution sous charge, etc.).

Plus récemment, cette même idée s'est exprimée de façon différente, certains auteurs ayant affirmé, sans du reste apporter en faveur de leur thèse l'argument de la publication de microphotographies suffisamment probantes, que l'absence des spores dans les combustibles évolués devrait simplement être interprétée comme preuve de l'impuissance des procédés de simple polissage ou d'utilisation des objectifs à sec à mettre en évidence dans lesdites houilles ces débris organisés.

A cette manière de voir (21), l'étude microscopique des houilles de la veine de 1<sup>m</sup>,27 des Charbonnages André Dumont nous permet d'opposer des faits d'observation nets et précis que nous résumerons brièvement.

a) Nous avons pu mettre en évidence, dans une même veine de houille, l'existence en quantités sensiblement égales de lits de houilles ligno-cellulosiques complètement dépourvus de macrospores et de

(21) A cette idée, qui dans certains cas semble s'appuyer sur des généralisations hâtives et sur certaines confusions, s'opposent de nombreux arguments qu'il serait trop long d'exposer dans cette monographie. Le lecteur que ces questions intéresseraient voudra bien se reporter au livre deuxième du tome XI des *Mémoires de la Société Géologique du Nord* où la discussion de l'idée en question a fait l'objet de certains développements.

lits à caractères généraux semblables, mais renfermant des macrospores parfois très nombreuses et toujours parfaitement conservées (Pl. II, fig. 13 et 14);

b) En utilisant uniquement des surfaces de houille simplement polies et des objectifs à sec, nous avons pu non seulement observer lesdites macrospores, mais encore montrer que les lits qui les entourent sont des pulpes végétales riches en débris de tissus ligneux (fig. 13 et 14, Pl. II) toutes différentes des accumulations de microspores qui s'observent dans les houilles de cutine (fig. 3, 4 et 6, Pl. I).

Comme il paraît bien difficile d'admettre que, dans l'épaisseur d'une veine de houille, les actions d'ordre général (diagenèse tardive ou métamorphisme) invoquées par les partisans de l'évolution posthume d'un seul type de dépôt aient pu déterminer la disparition des débris cutinisés dans certains lits sans nuire à la conservation de ces mêmes débris dans certains autres, adjacents aux premiers, ces faits d'observation viennent infirmer la théorie de la différenciation des divers types de houilles par évolution graduelle d'accumulations végétales primitivement semblables.

Par contre, ces faits d'observation sont parfaitement compatibles avec la théorie du classement mécanique par transport des débris végétaux des houilles proposée par l'un de nous, classement mécanique dont les effets pouvaient être complétés ou contrariés par le jeu d'un déséquilibre biologique entre les débris végétaux et les microorganismes destructeurs (22).

Ces faits d'observation attestent, en outre, de l'existence des houilles ligno-cellulosiques dépourvues de spores et de cuticules et démontrent clairement que dans l'état actuel de nos connaissances, tel qu'il ressort des microphotographies publiées, l'emploi exclusif de surfaces simplement polies et d'objectifs à secs permet de pousser beaucoup plus loin l'analyse des fins détails de structure des houilles que l'usage plus compliqué des procédés d'attaque et des objectifs à immersion.

(22) Consulter à ce sujet:  
*Mém. Soc. Géol. Nord*, t. XI, ch. 28 à 30.

## V. — CONCLUSIONS

La coordination des résultats acquis dans les études chimiques et microscopiques des houilles de Campine qui ont été exposés dans les trois chapitres de la présente monographie nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

1<sup>o</sup>) De même que les analyses immédiates (tableaux I à VI) nous ont montré la persistance des caractères chimiques dans toute l'épaisseur de chacune des veines étudiées, l'étude microscopique nous a permis de mettre en évidence l'identité des caractères pétrographiques de tous les lits de houille compris entre le toit et le mur d'une couche de charbon en un point donné.

2<sup>o</sup>) Les variations de composition chimique que révèlent les analyses immédiates et qui permettent de classer les veines étudiées dans deux types de houille bien distincts (houilles bitumineuses [M.V. > 26 %] d'une part et houilles à coke [18 % < M.V. < 26 %] d'autre part) trouvent leur explication dans les différences de nature des dépôts initiaux. Toutes les houilles dont les teneurs en matières volatiles dépassent nettement 26 % sont des charbons de cutine, tandis que celles dont le pourcentage de matières volatiles est inférieur à cette même valeur sont des charbons ligno-cellulosiques ou des charbons mixtes très voisins de ces derniers.

3<sup>o</sup>) Les analyses immédiates des constituants macroscopiques des veines étudiées (tableau VIII à XI) ont montré que seul le Fusain présente dans l'ensemble des dites couches des caractères chimiques constants, dont les principaux sont des pourcentages de matières volatiles faibles (moins de 16 %) nettement inférieures à ceux des houilles adjacentes, une inaptitude quasi-totale à la cokéfaction et des teneurs en cendres qui, ordinairement assez élevées (7 à 11 %), peuvent être dans certains cas très faibles (1,94 %).

Ces propriétés s'expliquent par la nature même du Fusain que révèle l'étude microscopique, ce constituant représentant toujours le mode de fossilisation des tissus ligneux sous la forme de houille mate fibreuse, tissus ligneux très pauvres en cendres à l'origine, mais qui sont susceptibles d'avoir subi par la suite des minéralisations plus ou moins importantes par le fait de substances carbonatées ou sulfurées.

4<sup>o</sup>) Ces mêmes analyses immédiates (tableau VIII à XI) montrent, au contraire, que les constituants macroscopiques autres que le Fusain,

qui forment les lits de houille mate (h. mate compacte = Durain), de houille semi-brillante (Clairain) et de houille brillante (Vitrain), présentent dans chacune des houilles données des compositions chimiques très voisines qui sont précisément celles qui caractérisent en ce point l'ensemble de la veine de houille. Ceci s'explique par le fait que dans les constituants macroscopiques des houilles, comme du reste dans les houilles brutes (conclusion 2<sup>o</sup>), ces compositions chimiques sont toujours liées à la nature des débris végétaux caractéristiques des lits hétérogènes (h. mate et h. semi-brillante) qui s'observent du reste accidentellement dans les lits homogènes (h. brillante).

La propriété de donner des cokes généralement boursoufflés qui caractérise les différents types chimiques de houille brillante étudiées (Vitrain) est en rapport avec les caractères amorphes et homogènes que révèlent les examens microscopiques de ce constituant formé uniquement de ciment colloïdal (25).

5<sup>o</sup>) L'étude des caractéristiques de semi-cokéfaction nous montre (tableaux XII à XVII et fig. 1 à 7 du texte) que l'on peut distinguer parmi les houilles des veines étudiées, en se basant sur le « retrait caractéristique », trois types distincts qui correspondent exactement aux types pétrographiques que révèle l'examen microscopique. Dans les essais de semi-cokéfaction :

a) les houilles de cutine se révèlent comme étant très fusibles, leur retrait caractéristique pouvant atteindre 89,5 % et ne descendant pas au dessous de 75 %, cette dernière valeur étant presque toujours largement dépassée;

b) les houilles ligno-cellulosiques se rangent, au contraire, parmi les houilles moyennement fusibles, leur retrait caractéristique pouvant être nul ou voisin de 10 % et n'atteignant que dans trois cas 20,4, 25,5 et 35,6 %;

c) les houilles mixtes se comportent tantôt comme des houilles très fusibles (retrait caractéristique compris entre 75 et 50 %) et tantôt comme des houilles moyennement fusibles (retraits caractéristiques de 24,6 à 7,9 %).

(23) Ces conclusions, comme les précédentes (3<sup>o</sup>), viennent confirmer ce qui a été dit par l'un de nous sur les constituants macroscopiques des houilles. Consulter en plus du mémoire cité :

*Annales de la Société Géologique du Nord*. t. LII, p. 261 à 272. — *ibid.* p. 273 à 279. — t. LIII, p. 55 à 72, Lille, 1927 et 1928.



Dans ces conditions, la valeur élevée du « *retrait caractéristique* » et la propriété des houilles d'être très fusibles semblent surtout liés à l'abondance des débris cutinisés (spores, cuticules) dans les charbons correspondants.

6°) Les houilles mixtes, qui aux points de vue chimique et pétrographique semblent très voisines des houilles ligno-cellulosiques, sont, au contraire, très proches des houilles de cutine quant aux caractéristiques de semi-cokéfaction. Dans leur cas, les quantités de macrospores observées semblent surtout, en l'absence de microspores, beaucoup trop faibles pour pouvoir expliquer la grande fusibilité de certains échantillons. En ce qui les concerne, il est probable que l'on se trouve en présence d'un de ces cas particuliers, envisagés déjà par l'un de nous, où un déséquilibre biologique favorisant la destruction des substances cutinisées a permis la genèse de ciment amorphe (pâte ou substance fondamentale), riche en produits de désintégration de ces substances.

Le ciment amorphe abondant de ces houilles mixtes aurait des origines semblables à celles des pâtes ou ciments des houilles de cutine, circonstance qui expliquerait alors leur façon de se comporter à la semi-cokéfaction telle qu'elle a été indiquée ci-dessus.

7°) En ce qui concerne les résultats des extractions par les solvants (tableau XVIII), seule l'action de la pyridine permet de caractériser nettement les divers types de houilles examinés.

Alors que dans les houilles de cutine, le pourcentage d'extrait pyridique est normalement élevé et oscille entre 18,96 et 28,91 %, il est beaucoup plus faible dans les houilles ligno-cellulosiques et les houilles mixtes, où il ne dépasse pas 9,95 % et est le plus souvent au dessous de 5 %, les pourcentages inférieurs à 5 % étant assez fréquents.

Si l'on tient compte que dans les houilles de cutine, le pourcentage relativement faible de l'échantillon 168 (tableau XVIII, 10,26 %) semble lié à la présence anormale à ce niveau de nombreux débris ligneux, que le fléchissement du pourcentage de l'échantillon 158 (20,15 %) coïncide avec un appauvrissement en spores, tandis que celui de l'échantillon 220 (18,96 %) correspond à une augmentation du pourcentage de ciment amorphe, l'on arrive à cette conclusion que la pyridine agit principalement sur les débris cutinisés (spores, cuticules) ayant conservé leurs caractères organisés.

Le cas des houilles mixtes, qui se comportent à l'extraction à la pyridine à peu près de la même façon que les houilles ligno-cellu-

losiques, alors qu'elles se différencient nettement de ces dernières dans les essais de semi-cokéfaction, semble confirmer cette manière de voir.

8°) Au point de vue de la répartition des constituants inorganiques ou cendres (tableau XIX), l'étude microscopique nous a permis de déceler dans certains cas leur mode de distribution dans les houilles et les roches voisines et d'expliquer certaines anomalies constatées dans les essais ou analyses chimiques. Sans revenir ici sur les cas cités au cours de cette étude, nous signalerons que le pourcentage très bas d'extrait pyridique de l'échantillon 205 (tableau XVIII, 1,89 %) s'explique par la présence de nombreuses paillettes d'argile dans cette roche, qui est un véritable schiste (cendres, 55,48 %).

9°) Quant aux bitumes, nous nous bornerons à signaler que leurs pourcentages sont à peine supérieurs dans les houilles de cutine (houilles bitumineuses, tableau XX) où elles sont respectivement égales à 1,55, 1,72 et 1,46 %, que dans les houilles ligno-cellulosiques (1,25 et 1,55 %) ou les houilles mixtes (1,26 %).

10°) En ce qui concerne les teneurs en acides humiques, il nous paraît intéressant d'insister sur le fait mis en évidence par le tableau XXI qu'elles peuvent être supérieures dans les houilles de cutine (veine n° 16, 4,01 %; veine n° 53, 5,51 %) à celles des houilles ligno-cellulosiques (veine I, 3,42 %; veine St-Louis, 3,86 %) ou des houilles mixtes (veine de 1<sup>m</sup>, 27, 3,29 %), ces teneurs restant du reste comprises entre des limites assez étroites (4,01 et 3,29 %).

11°) Au point de vue géologique, il nous paraît intéressant de signaler la grande analogie de structure des houilles campinoises avec les charbons de mêmes types chimiques du gisement belgo-français.

Ces houilles proviennent, en effet, d'une région du grand gisement westphalien qui a pu échapper grâce à la présence du massif du Brabant, aux plissements et aux dislocations qui ont affecté le bassin belgo-français au cours du mouvement hercynien.

Or, les houilles de cutine campinoises semblent avoir subi un amaigrissement plus important que celui qui affecte beaucoup de charbons du même type dans le gisement belgo-français, leurs teneurs en matières volatiles étant souvent voisines de 26 %.

Ces faits d'observation, déjà signalés par l'un de nous (24), semblent bien infirmer la théorie de l'évolution et de la différenciation des houilles par actions mécaniques (dynamométamorphisme ou actions similaires) au cours des mouvements orogéniques et apporter des arguments en faveur de la théorie de la différenciation des dépôts initiaux et de la diagenèse précocose des accumulations végétales.

12°) Enfin, l'étude systématique d'une couche de houille à caractères mixtes, intermédiaire entre les houilles de cutine et les houilles ligno-cellulosiques, nous a apporté de nouveaux arguments en faveur des théories générales émises par l'un de nous en mettant en évidence de nouvelles preuves de la réalité des phénomènes de transport des débris végétaux dans les eaux des lagunes houillères, phénomènes de transport au cours desquels pouvait se réaliser le classement des dits débris végétaux qui a déterminé la formation des accumulations végétales essentiellement différentes, à partir desquelles se sont différenciées les grandes catégories pétrographiques et chimiques de houilles dont nous avons démontré l'existence dans le bassin de la Campine.

## EXPLICATION DES PLANCHES

### PLANCHE I

#### Houilles de Cutine.

(Houilles bitumineuses, M.V. > 26 %.)

Fig. 1. — Charbonnages André Dumont, Veine A ou de 0,85 m. — Echantillon n° 165 (M.V. = 29,05 %).

Lit de houille mate (Durain) très riche en macrospores de types différents.

*Ms.* — Macrospore de grande taille à parois minces.

*Ms*<sub>1</sub> — Macrospore de petite taille à cavité réduite.

*Ms*<sub>2</sub> — Macrospore du même type que la précédente, mais à cavité vaste contenant des microspores.

(24) A. DUPARQUE. — Les caractères pétrographiques des houilles belges et néerlandaises. *C. R. du Congrès de l'Ass. française pour l'avancement des Sciences, 8<sup>me</sup> Section, Géol. et Min., 56<sup>me</sup> Session, Bruxelles 1932*, p. 216 à 223, Paris 1932.

*Ms*<sub>3</sub> — Macrospore de petite taille à parois ornées de tubercules.

*Ms*<sub>4</sub> — Fragments de macrospores.

*ms.* — Microspores très nombreuses bien stratifiées dans le ciment amorphe colloïdal.

*P.* — Ciment amorphe colloïdal (Pâte ou substance fondamentale).

Grossissement: × 45.

FIG. 2. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine n° 16. — Echantillon n° 137, (M.V. = 27,48 %).

Lit de houille semi-brillante (clairain) où les macrospores sont fréquentes et les microspores très nombreuses.

*Ms.* — Macrospore à parois minces, à cavité vaste et largement ouverte, la paroi inférieure porte un prolongement plein.

*Ms*<sub>1</sub> — Macrospores de taille moyenne. La cavité ou lumière de la macrospore supérieure est vaste et contient des microspores, tandis que celle de la macrospore inférieure est très réduite.

*Ms*<sub>2</sub> — Macrospore de petite taille à un seul prolongement. Immédiatement à sa droite s'observe une macrospore semblable à exine repliée en Y couché.

*Ms*<sub>2</sub> — Macrospore de taille moyenne présentant une section en Y couché.

*Ms*<sub>3</sub> — Macrospore en section très courte (suivant une corde, assez voisine du bord de la spore).

*ms.* — Microspores stratifiées comme les macrospores dans le ciment amorphe *P.*

Grossissement: × 55.

FIG. 3. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine n° 16. — Echantillon n° 132, (M.V. = 28,18 %).

Aspects à fort grossissement des macrospores et des microspores.

*Ms.* — Extrémité d'une macrospore à cavité visible et dont l'exine présente un prolongement plein *p.*

*ms.* — Microspores.

*P.* — Ciment amorphe dans lequel la macrospore, les microspores et les fragments de microspores sont très bien stratifiés.

Grossissement: × 780.

FIG. 4. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine n° 16. — Echantillon n° 142 (M.V. = 21,28 %).

Lame de tissu ligneux (*Tl*) à cavités cellulaires (*cc*) remplies par une substance carbonatée et reposant sur un lit où s'observent deux macrospores (*Ms*, *Ms*<sub>1</sub>), de très nombreuses microspores (*ms*) remplissant, notamment, les cavités des macrospores et un corps résineux (*R*). Tous ces éléments figurés sont bien stratifiés dans le ciment amorphe (*P*).

Grossissement: × 250.

FIG. 5. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine n° 16. — Echantillon n° 133, (M.V. = 28,21 %).

Microspore (*ms*) fortement grossie et montrant sa cavité remplie par le ciment amorphe (*P*) de la houille encaissante.

Grossissement:  $\times 780$ .

FIG. 6. — Charbonnage des Liégeois, Veine n° 33. — Echantillon 209, (M.V. = 31,69 %).

Microphotographie à fort grossissement montrant des microspores à cavités visibles (*ms*, *ms*<sub>1</sub>) et des fragments de microspores (*ms*<sub>2</sub>, *ms*<sub>3</sub>) bien stratifiés dans le ciment amorphe (*P*) où s'observent des débris de tissus ligneux très altérés (*d*).

Grossissement:  $\times 1.020$ .

FIG. 7. — Charbonnages André Dumont, Veine A. — Echantillon n° 165, (M.V. = 29,05 %).

Lit de houille semi-brillante (clarain) montrant deux sections de feuilles où les tissus internes gélifiés (*I*) s'observent entre les cuticules supérieures (*Cts*) et inférieures (*Cti*). L'une de ces feuilles contient des vestiges de la nervure (*N*).

De nombreuses microspores (*ms*) sont bien stratifiées dans le ciment amorphe (*P*).

V — vide et fente de retrait.

Grossissement:  $\times 45$ .

FIG. 8. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine n° 16. — Echantillon n° 137, (M.V. = 27,48 %).

Lit de houille semi-brillante (clarain) contenant un lambeau de cuticule à section fusiforme (*Ct*), un autre lambeau de cuticule plus petit (*Ct*<sub>1</sub>), des petites lames de Fusain (*F*) et de nombreuses microspores (*ms*) bien stratifiées dans le ciment amorphe (*P*).

Grossissement:  $\times 55$ .

FIG. 9. — Charbonnage des Liégeois, Veine n° 33 — Echantillon n° 213 (M.V. = 30,25 %).

Extrémité d'une feuille entière où les cuticules supérieure (*Cts*) et inférieure (*Cti*) s'observent de part et d'autre des tissus internes complètement gélifiés (*I*). Le ciment amorphe contient des fragments de cuticules (*Ct*) et un corps résineux (*R*).

Grossissement:  $\times 440$ .

## PLANCHE II

### Houilles de Cutine

(Houilles bitumineuses, M.V. > 26 %.)  
et houilles à caractères mixtes.

FIG. 10 à 12. — Charbonnages André-Dumont, Veine A. — Echantillon n° 164, (M.V. = 30,38 %).

FIG. 10. — Grandes macrospores à parois épaisses, dont l'une (*Ms*) montre nettement sa cavité ou lumière (*l*) remplie par le ciment amorphe, tandis que l'autre (*Ms*) dont la cavité contient des microspores présente un prolongement de l'exine (*p*). De nombreuses microspores (*ms*) sont bien stratifiées dans le ciment amorphe.

FIG. 11. — Macrospores de taille moyenne (*Ms*) à cavités ou lumières (*l*) bien visibles et stratifiées dans un lit riche en microspores et contenant deux microspores de plus petite taille et de dimensions différentes (*Ms*<sub>1</sub> et *Ms*<sub>2</sub>).

FIG. 12. — Grande macrospore à parois épaisses (*Ms*) séparée de la petite lame de fusain (*F*) par une petite macrospore à parois minces qu'elle déforme. Cette houille bien stratifiée contient de très nombreuses microspores (*ms*), plusieurs lames de tissus ligneux gélifiés (*Tl*, *Tl*<sub>1</sub>) et une petite macrospore dont l'exine mince présente un prolongement.

Tous ces débris organisés sont bien stratifiés dans le ciment amorphe (*P*).

Grossissement commun aux figures 10 à 12:  $\times 55$ .

FIG. 13. — Charbonnages André Dumont, Veine de 1 m. 27. — Echantillon n° 122, (M.V. = 21,95 %).

Houille à caractères mixtes montrant l'existence de deux macrospores de taille moyenne (*Ms*) bien stratifiées dans un lit contenant des lames de Fusain (*F*) ou de tissus ligneux gélifiés (*Tl*) et de nombreux menus débris de tissus ligneux (*d*) qui, même à ce grossissement faible, apparaissent comme étant nettement différents des microspores des figures 1, 2, (Pl. I) et 10 à 12 (Pl. II).

La grande lame de Fusain (*F*) marque la limite d'un lit de houille brillante (vitain), formé de ciment pur (*P*), surmontant le lit de houille semi-brillante (clarain) contenant tous les débris végétaux décrits ci-dessus et riche lui-même en ciment amorphe (*P*<sub>1</sub>).

Grossissement:  $\times ?$

FIG. 14. — Charbonnages André Dumont, Veine de 1 m. 27. — Echantillon n° 121, (M.V. = 20,11 %).

Aspect à fort grossissement d'une houille identique à celle de la fig. 13.

Ms. — Section d'une macrospore à cavité ou lumière (*l*) bien visible.  
e, e<sub>1</sub>. — Fragments de tissu ligneux à aspects étoilés formant avec les débris de bois (*d*) et le ciment amorphe (*P*) une pulpe végétale ne contenant qu'une seule microspore (*ms*).

La pulpe végétale de cette houille à caractères mixtes est toute différente de la houille qui enrobe la macrospore d'une houille de cutine (Fig. 3) ou les microspores sont, au contraire, nombreuses, et ces débris ligneux faisant complètement défaut.

Grossissement: × 780.

FIG. 15 et 16. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine n° 16. — Echantillon n° 142, (M.V. = 21,28 %).

FIG. 15. — Houille pauvre en spores et en matières volatiles, contenant de nombreux vestiges des tissus sécréteurs.

Cr. — Canal résineux.

R. — Gros amas de résine.

R<sub>1</sub>. — Granule résineux plus petit.

F. — Lame de fusain coudée et recourbée.

P. — Ciment amorphe.

Grossissement: × 55.

FIG. 16. — Aspect à plus fort grossissement du canal résineux (CR) de la figure 15 et de granules résineux altérés (R) ou mieux conservés (R<sub>1</sub>).

Grossissement: × 250.

FIG. 17 à 18. — Charbonnages André Dumont, Veine A. — Echantillon n° 158, (M.V. = 30,53 %).

Lits riches en paillettes argileuses (A) et contenant des corps résineux unicellulaires entiers (R, R<sub>1</sub>) ou morcelés (R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>).

FIG. 17. — Un lit de houille brillante (vitrain) (Hb) formé de ciment pur et contenant deux fentes de retrait obliques (V) à allure triangulaire sépare deux lits riches en particules argileuses (A). A la base du lit supérieur, presque au contact du lit (Hb), se trouvent deux corps résineux dont l'un (R) est entier, tandis que l'autre est fracturé (R<sub>2</sub>).

Dans le lit inférieur qui contient des filets de ciment amorphe (P) et où les particules argileuses sont bien stratifiées, l'on remarque un corps résineux entier (R<sub>1</sub>) et un grand fragment d'un granule résineux fracturé identique à (R<sub>2</sub>).

Grossissement: × 55.

FIG. 18. — Aspect à plus fort grossissement du corps résineux R de la figure 17. Cette figure montre les identités d'aspect des substances amorphes du lit de houille brillante (P) et du ciment colloïdal (P<sub>1</sub>) du lit hétérogène, elle montre, en outre, la disposition fluidale des particules argileuses autour du granule résineux (R).

Grossissement: × 250.

FIG. 19. — Disposition fluidale des lits de particules argileuses (A) et des lits de ciment pur (P) autour de granules résineux (R, R<sub>1</sub>) de dimensions différentes présentant comme les corps résineux des fig. 15 à 18 des aspects globuleux prouvant qu'ils ont résisté à l'aplatissement.

Grossissement: × 250.

### PLANCHE III

#### Houilles ligno-cellulosiques

(Houilles à coke, 18 % < M.V. < 26 %.)  
et houilles à caractères mixtes (25).

FIG. 20 et 21. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine Saint-Louis. — Echantillon n° 152, (M.V. = 22,76 %).

FIG. 20. — Masses de Fusain à structure cellulaire nette (F) et lames plus minces de Fusain (F, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>) où la structure des tissus ligneux est moins bien conservée.

La houille encaissante très riche en ciment amorphe (P) est pauvre en menus débris ligneux (*d*) et contient des vides de retrait importants (V).

Grossissement: × 45.

FIG. 21. — Aspect à plus fort grossissement des lames de Fusain F, F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> de la fig. 20. — A ce grossissement l'on constate que le ciment amorphe P contient dans le voisinage des lames de Fusain de nombreux petits débris de tissus ligneux et forme avec eux une pulpe végétale.

Grossissement: × 250.

FIG. 22. — Charbonnages André Dumont, Veine A. — Echantillon n° 168, (M.V. = 28,03 %).

Lit très riche en débris ligneux d'un lit très pauvre en spores d'un charbon de cutine.

(25) La figure 22 de cette planche représente les tissus ligneux abondants d'un lit de houille de cutine pauvre en spores.

Le fragment de Fusain (*F*) à structure cellulaire nette se trouve en contact avec deux masses de tissus ligneux gélifiés (*Tl* et *Tl*<sub>1</sub>).

Entre les débris ligneux s'observent des plages de ciment pur (*P*) et d'autres plages où ce même ciment amorphe contient des débris de tissus ligneux de dimensions variables (*d*, *d*<sub>1</sub>).

Grossissement: × 55.

FIG. 23 et 24. — Charbonnages André Dumont, Veine de 1 m. 27. — Echantillon n° 121, (M.V. = 20,11 %).

FIG. 23. — Extrémité d'une masse de tissu ligneux (*Tl*) où les cellules se présentent en coupe longitudinale et affectent l'allure de tubes allongés. La houille encaissante représente un bel exemple de pulpe végétale où le ciment amorphe (*P*) contient de nombreux débris de tissus ligneux allongés (*d*) ou en forme d'étoiles (*e*).

Grossissement: × 250.

FIG. 24. — Aspect à plus fort grossissement d'un tissu ligneux analogue à celui de la figure 23. L'on peut distinguer sur cette microphotographie les membranes moyennes (*mm*), les cavités cellulaires et par places, les ornements alvéolés (*oa*) des vaisseaux ligneux. Le ciment amorphe (*P*) contient des menus débris de tissus ligneux.

Grossissement: × 780.

FIG. 25. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine Saint-Louis. — Echantillon n° 148, (M.V. = 22,76 %).

Cette microphotographie permet de comparer une lame ligneuse gélifiée à structure cellulaire bien conservée (*Tl*) à une lame plus mince, plus gélifiée (*Tl*<sub>1</sub>) où la désintégration des tissus ligneux en corps étoilés est nettement indiquée.

Le ciment amorphe (*P*) contient par place des débris de tissus ligneux de formes variées (*d*, *d*<sub>1</sub>, *d*<sub>2</sub>) et des granules micrococcoïdes (*mic*) (microbes).

Grossissement: × 440.

FIG. 26. — Charbonnages André Dumont, Veine I. — Echantillon n° 180, (M.V. = 21,38 %).

Pulpe végétale caractérisée par la présence dans le ciment amorphe (*P*) de débris ligneux (*d*<sub>1</sub>, *d*<sub>2</sub>) plus altérés et à contours moins nets que ceux des cellules ligneuses coupées en long (*cll*) ou en travers (*clt*) et du lambeau (*d*'') correspondant à des vestiges de plusieurs cellules adjacentes.

En *Cf* s'observe une substance carbonatée à aspect granuleux.

Grossissement: × 780.

## PLANCHE IV

## Houilles ligno-cellulosiques

(Houilles à coke, 18 % < M.V. < 26 %.)  
et houilles à caractères mixtes (26).

FIG. 27. — Charbonnages André Dumont, Veine I. — Echantillon n° 176, (M.V. = 21,98 %).

Une lame de Fusain recourbée (*F*<sub>1</sub>) sépare un lit de houille brillante (Vitrain) où le ciment amorphe (*P*) ne contient que de rares débris végétaux, d'un lit de houille semi-brillante (Clarain) contenant une épaisse lentille de fusain (*F*) et de nombreux débris de tissus ligneux (*d*) disséminés dans un ciment amorphe bien développé.

Un système de fentes de retrait (*V*) traverse obliquement tout le champ où il respecte les lames de fusain *F* et *F*<sub>1</sub>. Ces fentes sont plus importantes dans la houille brillante qu'entre les deux lames de Fusain.

Grossissement: × 55.

FIG. 28. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine Saint-Louis. — Echantillon n° 150, (M.V. = 22,50 %).

Lit de houille semi-brillante (clarain) où se trouvent parfaitement stratifiées une lame de tissus ligneux gélifiés (*Tl*<sub>1</sub>), des lames semblables, mais beaucoup plus minces (*Tl*<sub>1</sub>), deux lames de Fusain (*F*), des menus débris de Fusain (*d*) et d'innombrables fragments de bois gélifiés (*d*<sub>1</sub>) disséminés dans le ciment amorphe (*P*).

*V*. — Vide de retrait et de décollement.

Grossissement: × 55.

FIG. 29. — Charbonnages André Dumont, Veine I. — Echantillon n° 181, (M.V. = 21,38 %).

Superposition de deux lames lenticulaires de Fusain (*F*<sub>1</sub> et *F*<sub>2</sub>) entre lesquelles s'observe une intercalation de ciment amorphe (*P*) contenant des menus débris de tissus ligneux.

De part et d'autre de ces deux lames la houille encaissante riche en ciment amorphe (*P*) contient également des débris de tissus ligneux (*d*) et un fragment de Fusain (*F*).

Grossissement: × 55.

FIG. 30. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine Saint-Louis. — Echantillon n° 147, (M.V. = 19,20 %).

(26) La figure 34 de cette planche représente un fragment de tissu ligneux d'une houille de cutine montrant des aspects fréquemment observés dans les houilles ligno-cellulosiques.

Lame ligneuse fortement gélifiée ( $Tl$ ) où des lacunes situées à mi-hauteur sont remplies par des substances carbonatées et dont se détache une lame ligneuse gélifiée plus mince ( $Tl_1$ ). Le ciment amorphe de la houille encaissante ( $P$ ) contient des menus débris de tissus ligneux ( $d$ ).

Grossissement:  $\times 250$ .

FIG. 31. — Charbonnages André Dumont, Veine I. — Echantillon n° 170, (M.V. = 22,20 %).

Dans la lame ligneuse gélifiée  $Tl$  les cellules sont coupées en long et montrent par place des structures étoilées, tandis que dans la lame plus mince  $Tl_1$  le tissu gélifié se présente en coupe transversale.

Le ciment amorphe ( $P$ ) forme avec les menus débris de tissu ligneux ( $e$ ) à allure d'étoile ou de bandelettes et les lames ligneuses plus gélifiées ( $Tl_2$ ) une véritable pulpe végétale.

Grossissement:  $\times 250$ .

FIG. 32 et 33. — Charbonnages André Dumont, Veine de 1 m. 27. — Echantillon n° 121. (M.V. = 20,11 %) (houille à caractères mixtes).

FIG. 32. — Lame de tissu ligneux gélifié en coupe longitudinale ( $Tl$ ) montrant des cellules allongées en forme de tube et dans certaines régions des structures étoilées.

Le ciment amorphe ( $P$ ) de la houille encaissante contient des débris ligneux en forme d'étoile ( $e$ ).

Grossissement:  $\times 440$ .

FIG. 33. — Extrémité d'une lame ligneuse ( $Tl$ ), présentant de belles structures étoilées ou des cavités cellulaires allongées ( $cc$ ) et dont se détache une masse complexe ( $e$ ) de lambeaux de cellules.

Sous cette lame ligneuse la houille encaissante est constituée par du ciment pur ( $P$ ) contenant seulement des granules micrococcoïdes, tandis qu'au-dessus de cette même lame, elle est formée par une pulpe végétale ( $Pv$ ) où l'on distingue nettement des menus débris de bois gélifiés.

Grossissement:  $\times 440$ .

FIG. 34. — Charbonnages Limbourg-Meuse, Veine n° 16. — Echantillon n° 132, (M.V. = 28,18 %).

Tissu ligneux d'une houille de cutine montrant de belles structures étoilées ( $e$ ) où l'on distingue les membranes moyennes des cellules ( $mm$ ) et le remplissage des vides par une substance carbonatée contenant des granules brillants de Pyrite.

$P$ . — ciment amorphe de la houille encaissante.

Grossissement:  $\times 1.020$

## JURISPRUDENCE

DU

# CONSEIL DES MINES

DE BELGIQUE

RECUEILLIE ET MISE EN ORDRE

PAR

**Léon JOLY**

PRÉSIDENT DU CONSEIL DES MINES

ET

**Albert HOCEDEZ**

CONSEILLER AU CONSEIL DES MINES

TOME QUINZIÈME

1934 à ...

4<sup>me</sup> Partie — 1937.