

**SUR**  
**LA CONSTITUTION LITHOLOGIQUE**  
**DE QUELQUES CHARBONS**  
**DU BASSIN HOILLER D'ANDENNE**

**PAR**

**A. WÉRY**

# TABLE DES MATIÈRES

---

	Pages.
1. Introduction ... ..	231
2. Position stratigraphique et situation tectonique des charbons d'Andenne . ... ..	232
3. Méthode de polissage ... ..	235
4. Examen macroscopique ... ..	235
5. Examen roentgenographique ... ..	235
6. Distribution des sulfures de fer ... ..	236
7. Étude microscopique en lumière réfléchie ... ..	237
A. — Le charbon de la « Grande Veine » de Groyne .. ..	237
B. — Le charbon de la « Plateure de Rouvroy » ... ..	238
C. — La couche « Petit Charbon » de Rouvroy ... ..	239
D. — Conclusions et considérations amenées par l'étude microscopique ... ..	239
8. Analyses chimiques ... ..	240
9. Les enseignements de la microstructure des houilles ... ..	242
10. Ce que la teneur en matières volatiles nous révèle ... ..	243
11. L'interprétation d'un fait nouveau ... ..	244
12. Vers une tectonique d'écoulement et la conception de courants sous-jacents venant du Nord ... ..	245
13. Les matières volatiles des houilles et la tectogénèse ... ..	246
14. Pouvoir calorifique, densité et diagénèse ... ..	247
15. La composition centésimale du coke et la migration des matières volatiles ... ..	249
16. A propos de quelques analyses singulières ... ..	250
17. Constitution lithologique des houilles et géochimie .. ..	251
CONCLUSIONS GÉNÉRALES ... ..	254
BIBLIOGRAPHIE ... ..	256
EXPLICATIONS DES PLANCHES.	

---

# SUR LA CONSTITUTION LITHOLOGIQUE DE QUELQUES CHARBONS DU BASSIN HOUILLER D'ANDENNE

---

## 1. INTRODUCTION.

L'étude présentée ici a été entreprise en 1938-1939; suite aux circonstances de guerre ses résultats ne purent être publiés à l'époque, mais nous croyons qu'ils ont conservé suffisamment d'actualité pour qu'il y ait quelque intérêt à les faire connaître.

Les charbons étudiés appartiennent à la partie inférieure de l'ancienne assise d'Andenne ou Namurien moyen, zone de Sippenaken (*Nm2a* inf.); ils ont été prélevés dans le bassin d'Andenne.

Comme on le sait, le Houiller du sillon Haine-Sambre-Meuse forme le cœur du synclorium de Namur; son substratum présente un relèvement à quelque 9 km à l'Est de la ville de Namur, dans la région du Samson. Quant à la ville d'Andenne, elle est bâtie à environ 17 km à l'Est de Namur; la figure 1 ci-après montre les lieux de prélèvement des échantillons à Rouvroy et à Groynne.

Les digitations d'Andenne constituant la prolongation vers l'Ouest du bassin houiller de Huy, faisant lui-même suite à celui de Liège, c'est dans l'extrémité occidentale de ce dernier bassin qu'a eu lieu l'échantillonnage (1).

L'idée poursuivie lors de la présente étude des charbons d'Andenne était de trouver une confirmation éventuelle à la thèse de A. DUPARQUE, suivant laquelle le bord Nord du bassin de Namur devait montrer des charbons ligno-cellulosiques riches en ciment amorphe, tandis que le centre et le Sud feraient voir en ordre principal des houilles de cutine et subsidiairement des houilles ligneuses (2) (puisque cet auteur considère, avec P. LECOMPTE, que la forêt marécageuse s'est surtout développée au Nord de la lagune hypothétique).

Comme les terrains houillers d'Andenne constituent une fin de bassin au voisinage de l'anticlinal transversal du Samson, il semblait que les charbons prélevés en ce bassin devaient, à priori, faire voir une consti-

---

(1) L'échantillonnage devrait avoir lieu dans la région de Moresnet, si on voulait se placer dans des conditions similaires d'études à mener dans l'extrémité orientale du sillon liégeois, au droit du relèvement du bassin de Herve, en vue de vérifications théoriques analogues à celles qui ont été tentées ici.

(2) Il est à noter que dans son remarquable ouvrage fondamental A. DUPARQUE n'est pas exempt d'une certaine contradiction, à l'occasion du sujet qui nous occupe. En effet, page 412 (cf. Bibliographie), il insiste sur la symétrie dans la distribution des houilles — par rapport à un axe longitudinal de charbons de cutine — et notamment de celles de la veine Poissonnière, alors que cette notion n'est pas reprise dans l'explication de la planche D, page 472, où il fixe au Nord l'étendue de la forêt paludéenne, sans laisser entrevoir une disposition symétrique des dépôts; ce qui s'expliquerait en dernière analyse, page 515, par l'absence de symétrie, du relief et de la végétation, des rives Nord et Sud de la lagune malgré qu'on reparle de symétrie page 526. En fait, cela résulte d'un préjugé quant à l'ampleur du charriage du bassin de Dinant-Avesnes sur celui de Namur, et, à vrai dire, nos réserves ont pour causes des conceptions différentes de la tectonique de l'Ardenne (celle-ci entendue au sens de J. GOSSELET).

tution où domineraient les tissus ligneux plus ou moins gélifiés et le fusain, quel que soit le lieu de prélèvement des échantillons, en supposant bien entendu que le bassin d'Andenne possédât la régularité relative qui lui a été assignée jusqu'à ce jour.

Si nos observations, trop restreintes, ne permettent pas une confirmation définitive des thèses de A. DUPARQUE — et notamment que les houilles de cutine étaient relativement éloignées d'une aire continentale et se seraient déposées vers le centre de la zone de subsidence — elles s'accordent toutefois avec plusieurs des conclusions générales de cet auteur.

Il est possible, d'ailleurs, que nos échantillons méridionaux, ceux de Groyne, n'appartiennent pas au véritable bord Sud du synclinal de Namur. Celui-ci pourrait être caché sous le charriage du Condroz. Dans son entièreté le bassin d'Andenne pourrait n'être qu'une bordure septentrionale du bassin de Namur; il ne possè-

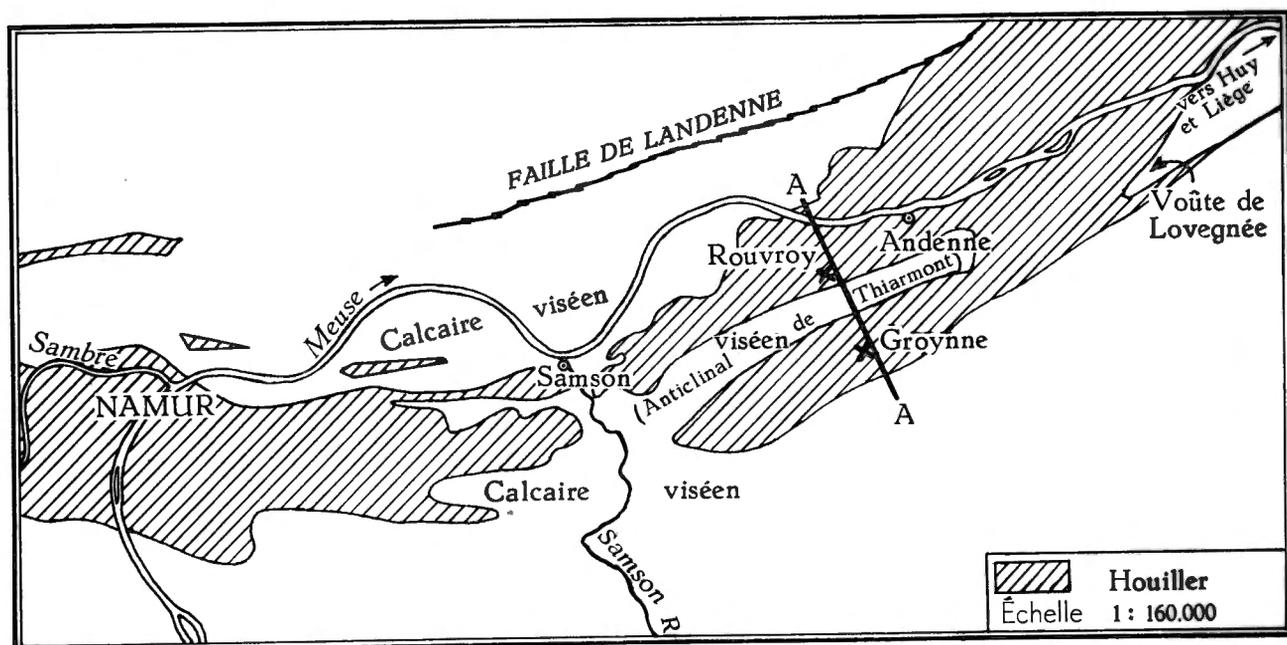


FIG. 1.

derait pas une structure aussi simple que celle que lui attribue X. STAINIER; suivant cette hypothèse un doute planerait sur la nature des houilles du véritable bord Sud, celles-ci pouvant être enfouies sous des massifs de recouvrement.

Au demeurant, nous n'aimons guère la conception d'une grande lagune, vulgarisée par l'éminent pétrographe français, et nous préférons comparer la situation du bassin franco-belge, à l'époque houillère, à l'actuelle configuration de la Finlande et de la Carélie avec leurs nombreux lacs, les golfes de la mer Blanche et de Botnie, et au loin la puissante chaîne des monts scandinaves. Toutes choses égales, cette comparaison nous paraît mieux rendre compte des procédés nuancés de la nature et de leurs conséquences quant à la diversité des dépôts originels d'un même horizon chronologique.

## 2. POSITION STRATIGRAPHIQUE ET SITUATION TECTONIQUE DES CHARBONS D'ANDENNE.

De nombreux travaux sur la stratigraphie du Houiller d'Andenne ont été publiés; ceux de X. STAINIER et de ses précurseurs attribuent un rôle important à l'horizon de grès et de poudingues dits *H1c* (Carte géologique), sous lequel se placent les charbons décrits ici, et qui appartiennent à un même niveau dénommé « Plateure de Rouvroy » au Nord de l'anticlinal calcaire viséen de Thiarmon et « Grande Veine de Groyne » au

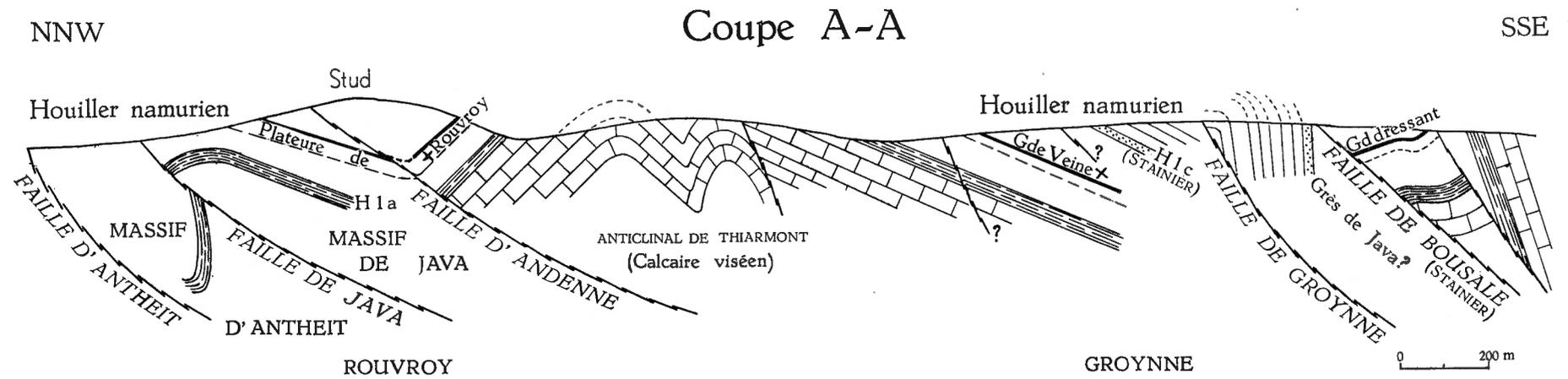


FIG. 2. — Essai sur la structure du bassin d'Andenne.  
 × = Lieux de prélèvement des houilles étudiées.  
 Coupe A-A, d'après les coupes nos 3 et 4 de HOCK (1878), n° 5 de X. STAINIER (1894)  
 et divers travaux sur le bassin de Huy.

Sud de ce pli (cf. fig. 2). Plus récemment (1947-1952) F. DEMANET, W. VAN LECKWIJCK, CH. ANCION, A. DELMER et M. SNEL ont précisé la stratigraphie d'Andenne. Sans que l'on puisse dire que le niveau précité soit encadré définitivement, sa position peut néanmoins être envisagée selon le schéma ci-dessous (le niveau étudié étant marqué ×) :

		BASSIN D'ANDENNE.			
		Ouest			Est
				Horizon à <i>Gastrioceras cumbriense</i> .	
				Grès de Java.	
				Grès de Gives.	
				Horizon à <i>Reticuloceras superbilingue</i> .	
	Chenevia	=		Petite Veine de Gives.	
	Dry Veine (de Hautebise)	=		Grande Veine de Gives.	
				Horizon à <i>Reticuloceras bilingue</i> .	
			Poudingue d'Andenne ( <i>H1c</i> , Carte géol.)	Horizon à <i>Reticuloceras reticulatum</i> .	
				Horizon à <i>Homoceratoides præreticulatum</i> .	
×	Plateure de Rouvroy Bienaufois	= Grande Veine de Groyne	= Pélémont	= Six Mai.	
		= Petit Dressant		= Dry Veine (de Gives).	
				Lamellibranches marins, Gastéropodes, Ammonoïdes, etc. de l'Assise de Chokier.	

Ce n'est pas le lieu de faire la critique de la structure tectonique proposée par X. STAINIER dans son mémoire sur le bassin d'Andenne. Afin de localiser les endroits de prise des échantillons, nous reproduisons dans la figure 2 la coupe NNO-SSE n° 5 de X. STAINIER (voir les deux ×) à travers les concessions des Charbonnages de Stud-Rouvroy (actuellement arrêtés) et de Groyne-Liégeois (en activité) du bassin andennais.

Cependant, sur la figure 2, nous avons dessiné le tracé hypothétique de failles dont nous suggérons l'existence, en conséquence à l'étude de X. STAINIER sur le bassin de Huy (étude postérieure à celle sur le Houiller d'Andenne, à l'occasion de laquelle cet auteur n'a pas réajusté ses conceptions antérieures, comme il aurait dû logiquement le faire); la figuration de la faille de Bousale, des schistes houillers *H1a* et des calcaires viséens ne s'écarte pas trop de celle de X. STAINIER.

Selon notre conception, il s'agit autant de failles de coulissement, dues au refoulement latéral dans une zone d'intense compression en relation avec l'accident de Landenne (au Nord) et la faille de Bousale (au Sud), que de grandes failles de chevauchement; de telles failles peuvent passer inaperçues par l'exploitant, car elles affectent des paquets de terrains de positions stratigraphiques voisines<sup>(3)</sup>. Les noms adoptés pour ces failles sont ceux utilisés par X. STAINIER dans son étude du bassin de Huy et le nom d'un massif déterminé est celui de la faille qui est sensée le limiter par le bas, sauf en ce qui concerne le massif de Groyne qu'on n'a pas cru devoir subdiviser, bien qu'il soit découpé en plusieurs écailles.

Comme on le constatera, pour nous le gisement de Stud n'est pas le massif du bord Nord des auteurs récents et l'anticlinal de Thiarfont ne serait pas le prolongement pur et simple de la voûte de Lovegnée; la structure d'ensemble du bassin d'Andenne serait bien plus compliquée que celle prévue par X. STAINIER, car elle devrait tenir compte d'efforts secondaires dirigés du Nord-Est vers le Sud-Ouest.

L'anticlinal viséen de Thiarfont ferait partie du massif d'Andenne, lequel se situe au Nord du massif de Wasimont-Groyne, auquel appartient le versant Sud de la voûte calcaire de Lovegnée qui ne reliairait pas, selon ces vues, l'anticlinal de Thiarfont mais en serait nettement séparée; cette voûte pourrait constituer une écaille flottant sur le Houiller de Huy à la faveur d'une des failles d'Andenne, de Java ou d'Antheit (cf. coupe de X. STAINIER relative au bassin de Huy).

<sup>(3)</sup> D'ailleurs X. STAINIER ne signale-t-il pas que la couche « Pélémont » est très irrégulière en certains endroits de la concession d'Andenne à cause d'une faille qui a la même inclinaison que cette couche ?

De même à l'extrémité Ouest de la digitation septentrionale du bassin d'Andenne, dans la concession de Chaudin (fermée), la « Plateure de Rouvroy » se dédoublerait de manière telle qu'il est difficile de ne pas voir là une action tectonique (principalement de coulissement).

Enfin, rappelons qu'il arrive à la « Grande Veine de Groynne » de prendre des allures en chapelet (« grands » suivies d'« étrointes »), dont l'origine sédimentaire semble mal établie, alors qu'une cause tectonique (flux du charbon à l'état plastique) pourrait tout expliquer.

### 3. MÉTHODE DE POLISSAGE.

Nous avons d'abord essayé la méthode de A. DUPARQUE par polissage direct de l'échantillon sur disque de cuir <sup>(4)</sup>. Cependant, malgré de multiples essais, nous n'avons pas pu polir d'échantillon de grandeur suffisante avec le charbon de Groynne; sa friabilité est telle que l'échantillon finit toujours par se fragmenter et encrasser la machine. Le charbon de Rouvroy, plus cohérent d'apparence, n'a guère donné de résultats plus satisfaisants.

Sur le conseil de M. DE BÉTHUNE nous avons enrobé — préalablement au polissage — tous nos échantillons dans du plâtre. Dans cette méthode le plâtre empêche la fragmentation de l'échantillon, même si celui-ci est très friable, car la pression exercée par la main se répartit plus uniformément. Toutefois nous avons dû abandonner le cuir pour le remplacer par du drap, car le plâtre en s'usant colmatait les pores du cuir.

Malgré leur enrobement dans le plâtre, certains de nos échantillons de charbon de Rouvroy s'effritaient et s'écaillaient lors du dégrossissage. La méthode décrite ci-avant permet le polissage d'échantillons très friables; elle procure en outre des échantillons plus propres, d'un maniement facile, très commodes pour l'examen roentgenographique et l'attaque éventuelle selon la méthode de JONGMANS.

### 4. EXAMEN MACROSCOPIQUE.

Le charbon de Groynne est très brillant avant polissage; parcouru par de nombreuses cassures (fig. 7 de la Pl. A) qui le rendent extrêmement friable, il est parfois plissé; la pyrite était apparente dans un échantillon prélevé près du toit. Il s'effrite sous la moindre pression des doigts. Après polissage les bandes de vitrain et de fusain (fig. 6 de la Pl. B) apparaissent nettement; des veinules sinueuses sont dues à des matières cendreses.

Le charbon de Rouvroy est plus consistant que le premier, bien qu'au polissage il se produise des éclats (taches noires des fig. 3 et 13 de la Pl. A); les bandes alternantes de vitrain et de fusain sont aisément reconnaissables (partie inférieure de la fig. 1 de la Pl. A) à l'œil nu; des noyaux isolés de fusain (fig. 1 et 3 de la Pl. A) se détachent du sein de la masse de xylovitrain.

### 5. EXAMEN ROENTGENOGRAPHIQUE.

Certains auteurs, tel M. LEGRAYE, préconisent pour l'examen aux rayons X que les échantillons de charbon soient découpés en tranches de quelques millimètres seulement, chaque tranche étant fixée sur un porte-objet en verre.

Les radiographies obtenues de cette manière sont très nettes; malheureusement le porte-objet, en suite à son opacité, produit une teinte de fond gênante qui risque de masquer les cendres les plus fines, surtout quand elles sont régulièrement diffusées dans la masse de l'échantillon.

Nous avons préféré ne pas recourir au porte-objet et nous avons renoncé aux tranches fines en radiographiant simplement nos échantillons enrobés dans le plâtre, aux faces bien aplanies, et d'une épaisseur de 10 à 13 mm; l'appareil de rayons X utilisé était un appareil médical ordinaire <sup>(5)</sup>.

Les radiographies de la planche A montrent que lorsqu'un charbon est peu cendré (fig. 4, 10 et 14), le cliché obtenu reste très net, malgré l'épaisseur relativement grande des échantillons.

La comparaison entre les radiographies et les photos réalisées en grandeur naturelle permet de constater que le fusain n'est pas plus riche en cendres que le vitrain, tout au moins dans les houilles d'Andenne.

C'est ainsi que la grosse lentille de fusain bien visible dans le quartier supérieur gauche de la photo figure 1, relative à un échantillon de Rouvroy, ne se laisse soupçonner qu'avec peine sur la radiographie qui lui correspond (fig. 2).

<sup>(4)</sup> Nous tenons à remercier MM. MERTENS et MASSINON qui ont bien voulu mettre à notre disposition la machine à polir de l'Institut de Chimie Industrielle d'Héverlée. Notre gratitude va également au Professeur P. DE BÉTHUNE, dans les laboratoires duquel les microphotographies, ci-après publiées, furent prises.

<sup>(5)</sup> Nous nous plaisons à remercier le R. F. MARCELLIN, de l'Institut Saint-Jean-Baptiste de la Salle, à Bruxelles, de l'aide qu'il nous a apportée en nous faisant bénéficier de son expérience et de son générateur de rayons X.

Par contre, ces deux mêmes figures 1 et 2 montrent le parallélisme entre les lits de cendres et les bandes de fusain, reflet du calme de la sédimentation.

La figure 8 nous fait voir une plage particulièrement blanche, exempte de cendres, entourée d'un halo dû à l'opacité du plâtre qui enrobe l'échantillon (cette absence de cendres n'eut pu être soulignée par la méthode du porte-objet).

Les radiographies des figures 4, 6, 10 et 14 montrent l'irrégularité de la distribution des cendres, bien que celles-ci se concentrent toujours en bandes stratifiées (exception faite pour la pyrite).

La figure 11 correspond à un échantillon de charbon plissé (anticlinal relatif, du toit de la Plateure de Rouvroy), d'une telle friabilité que le polissage en avait arraché les faces, le rendant inutilisable pour l'examen microscopique; cependant, la radiographie (fig. 11) reconstitue la structure plissée, alors que les petits points noirs, ponctués de gauche, signalent la présence de petits cristaux de pyrite.

La radiographie figure 12, quant à elle, montre une répartition très régulière des cendres dans la masse d'un échantillon de Rouvroy, sur lequel le ponctué, attribué à la pyrite, apparaît au sein des nuages d'argile diagénisée en menus schistes.

Le schiste semble responsable des grandes traînées noires de la figure 6, relative à un charbon de Rouvroy; elles soulignent la stratification.

La pyrite ne paraît pas concentrée par lits; elle est probablement tardive, en majeure partie déposée après la sédimentation primitive.

Par contre, les argiles ont été amenées par des eaux peu agitées en un milieu où elles se sont déposées en même temps que les tissus ligneux, sans que l'on puisse dire qu'elles les enrobaient ou pénétraient systématiquement, car il semble bien (cf. fig. 12) que les cendres argilo-schisteuses soient également distribuées au sein de la pâte amorphe.

Les zones (cf. fig. 8 et 14) particulièrement exemptes de cendres peuvent correspondre à des arrêts momentanés dans le dépôt des matières argilo-sableuses faute d'apport de ces substances dans le bassin de sédimentation. Ces zones bien blanches montrent, elles aussi, l'intérêt qu'il y avait à éviter la grisaille qu'aurait provoquée l'emploi d'un support de verre.

L'examen roentgenographique paraît indiquer que le charbon de Groyne (fig. 8 et 10) est plus propre que celui de Rouvroy.

Il apparaît comme un outil incomparable pour faire ressortir la stratification (fig. 14) ou le plissement (fig. 11 précitée) propres aux houilles.

## 6. DISTRIBUTION DES SULFURES DE FER.

Ainsi qu'en témoignent l'examen macroscopique et les analyses de la page 240, les charbons de Rouvroy et de Groyne contiennent beaucoup de sulfure de fer.

L'altération rapide de nos échantillons, de prime abord, nous avait fait songer à la prédominance de marcassite.

Toutefois, il est vraisemblable que le sulfure de fer contenu dans les houilles d'Andenne ait la même origine, pour une large part, que celui renfermé dans les grès houillers du synclinal de Namur, notamment dans ceux du poudingue *Hic*, niveau repère dans le bassin d'Andenne. Or l'examen en section polie de ces sulfures, en lumière réfléchie polarisée, montre leur isotropie; il s'agit donc bien de pyrite (\*).

Celle-ci, d'après la microphotographie de la figure 15, est répartie aussi bien dans le fusain que dans la pâte amorphe; de toute vraisemblance elle s'est déposée après la formation de la houille, et sa formation secondaire est probablement due au même processus métallogénique que celui qui est responsable de la pyrite des grès et conglomérats houillers précités.

L'âge de la pyrite des charbons d'Andenne est certainement post-namurien; il peut probablement être fixé à la fin de l'orogénèse hercynienne en cette région d'Andenne, où l'on compte un filon traversant le calcaire viséen de Thiarmon suivant une direction Nord-Sud. Minéralisé en Zn, Pb, Fe, ce filon n'a été suivi — à notre connaissance — que dans le Namurien inférieur (assise de Chokier), bien que sa mise en place soit vraisemblablement postérieure à la tectonique hercynienne qui n'aurait pas manqué, dans le cas contraire, de le disloquer (?).

(\*) Nous avons réalisé de 1937 à 1939 une étude microscopique, restée inédite, des conglomérats et grès d'Andenne; c'est à cette étude qu'il est fait référence ici.

(?) Ce filon est repéré sur les cartes géologiques officielles; actuellement dans la carrière des fours à chaux de Thiarmon (Andenne, à l'Est d'Andenne) on peut encore recueillir des carbonates et des sulfures de Zn, Pb et Fe. En août 1954, le laboratoire de chimie G. LAROCHEYMOND a confirmé la présence des dits métaux dans les échantillons que nous avions recueillis sur place.

Il convient de rappeler ici que X. STAINIER signale que l'abondance des rognons de pyrite à Groyne a été telle que la Grande Veine y aurait été exploitée comme minerai de fer (probablement s'agit-il d'un niveau situé à proximité de cette veine).

Par ailleurs, signalons que dans les débris du terril de Muache (charbonnage arrêté, qui était situé à l'Ouest de celui de Groyne, exploitant la même couche) nous avons observé des mouchetures de gypse (détermination R. VAN TASSEL).

En définitive, s'il convient de considérer que les sulfures de fer des charbons d'Andenne sont constitués avant tout de pyrite secondaire, on peut admettre la présence de marcassite. Il est également permis de considérer qu'une faible part du sulfure de fer date du dépôt initial des houilles; il correspondrait au soufre et au fer contenus dans les végétaux de la forêt paludéenne.

### 7. ÉTUDE MICROSCOPIQUE EN LUMIÈRE RÉFLÉCHIE.

La description de nos échantillons est donnée, en parcourant la veine étudiée, du toit au mur successivement dans les deux gisements de Groyne et de Rouvroy.

#### A. — Le charbon de la « Grande Veine » de Groyne.

Il s'agit d'une houille dont le caractère ligno-cellulosique apparaît suite aux observations décrites ci-dessous :

1. *Examen des échantillons prélevés près du toit.* — Le fusain, assez pulvérulent, déformé et faillé par endroits, paraît en veines au sein d'un vitrain dont les cassures ont parfois une allure courbe.

Si des plages de tissu ligneux, très peu déformé, laissent voir des structures cellulaires très bien conservées — les cellules étant souvent remplies par une matière noirâtre qui les envahit partiellement —, il en est qui montrent la déformation du tissu dite « structure en arc » (véritables arabesques).

Telle lentille de fusain, non parallèle à la stratification, évoque un flux au sein de la pâte amorphe, postérieurement au dépôt primitif; telle autre lentille de fusain est cassée et semble indiquer qu'elle est plus rigide que le vitrain qui l'enrobe.

On note l'existence de fentes qui ne paraissent pas dues au retrait, mais qui affectent le fusain, lequel semble entraîné par morceaux le long de microfailles (l'hypothèse d'un accolement de tronçons de fusain n'expliquerait pas la figure).

2. *Examen des échantillons prélevés au milieu de la veine.* — Si de nombreux restes de tissus ligneux déformés font voir une structure étoilée, passant au xylovitrain, le vitrain constitue la masse des échantillons; il lui arrive même d'être particulièrement brillant.

Un peu de pyrite est remarquée et quelques fentes sont visibles.

3. *Examen des échantillons prélevés près du mur* (Pl. B, fig. 1 et 2). — Dans l'ensemble le vitrain est abondant, et si le fusain apparaît souvent laminé, comprimé transversalement et fractionné, il est moins microfaiillé que celui du toit.

Tel échantillon, taillé suivant le plan des strates, montre une grande quantité de fusain de toute espèce (pulvérulent, en relief, en creux).

Des structures cellulaires sont observables; souvent elles paraissent écrasées comme sous l'influence de pressions transversales qui les auraient laminées; tel morceau de fusain est cisailé le long d'une microfaille.

La figure 2 de la planche B fait voir des dérangements dans une plage de tissu ligneux; on peut songer, ici, à deux interprétations : ou il s'agit de plusieurs lentilles de fusain qui se sont moulées les unes sur les autres par suite des pressions subies, ou il s'agit d'une lentille primitive unique qui s'est fractionnée grâce à un déplacement au sein du vitrain, les déformations étant alors consécutives aux résistances rencontrées; ces déplacements auraient eu lieu à la fois suivant le plan de la microphotographie et suivant une direction perpendiculaire. La seconde des deux éventualités nous semble la plus plausible.

En général, on emporte la conviction que le charbon est passé par l'état pseudo-plastique, responsable d'une manière de flux interne.

L'ensemble des cassures indique le double mouvement précité, parallèle et perpendiculaire à la direction de la couche, qui se produit dans une veine en chapelet (cf. semblable phénomène signalé par DINES dans une veine du bassin du Kent). On trouve à l'échelle microscopique tous les exemples de la tectonique de chevauchement et d'entraînement (poussée, étirement, laminage par le dessous).

#### B. — Le charbon de la « Plateure de Rouvroy ».

Il s'agit également d'une houille ligno-cellulosique, dont les échantillons suggèrent, tout comme ceux de Groyne, le déplacement relatif du fusain et du vitrain; on assiste au flux de la pâte amorphe entraînant le fusain qui se brise devant l'obstacle.

1. *Prélèvements à proximité du toit.* — Des débris de tissus ligneux, partiellement gélifiés, font voir des structures cellulaires au sein de la pâte amorphe; telle bande de fusain se montre sous un aspect étoilé.

Le vitrain est tout craquelé par endroits; il s'agit vraisemblablement de fentes de retrait précoces, dues à la dessiccation du milieu colloïdal primitif très aqueux; en cas de fentes produites après la consolidation du charbon et suite aux tensions tectoniques, lesdites craquelures devraient se prolonger à travers le fusain; ce qui n'apparaît pas.

Certaines plages renferment beaucoup de cendres et de pyrite, celle-ci, isolée ou en amas dans la pâte, se présentent souvent en traînées; telle traînée est sinueuse et formée de cristaux beaucoup plus petits que ceux de la moyenne, ce qui suggère une migration de ses composants atome par atome. Au fort grossissement, des anneaux de diffraction entourent les cristaux de pyrite, dont certains, très petits, sont groupés comme des œufs dans un nid, en sorte que la forme en amas prémentionnée serait bien cristalline, l'aspect amorphe n'étant qu'une illusion d'optique produite par lesdits anneaux qui se superposeraient à faible grossissement.

Il arrive à la pyrite d'être distribuée d'une manière quelconque.

Un élément pourrait être du cuticule.

2. *Prélèvements du milieu de la « Plateure ».* — De belles bandes de fusain font voir des réseaux cellulaires bien conservés; les lits de fusain sont de toutes espèces. Les cendres paraissent parfois remplir des espaces cellulaires dont les parois se seraient estompées au sein du vitrain; il s'agit en l'occurrence de xylovitrain constitué de tissus gélifiés.

Telle lentille de fusain semble dissociée en deux parties séparées par une étroite bande de vitrain. Peut-être cette séparation n'est-elle qu'apparente et s'effacerait-elle si une section était exécutée dans un plan plus profond de l'échantillon étudié. Il s'agirait alors d'une bande de ciment amorphe imprégnant le tissu ligneux dont on peut penser qu'il était en voie de gélification.

Le xylovitrain, passage des tissus ligneux au vitrain, s'observe très bien à divers stades d'altération des cellules par gélification.

Un élément de fusain montre une cassure sans rejet, ce qui prouve qu'elle n'est pas d'origine tectonique.

Une lentille de fusain pulvérulent est frangée de menus cristaux de pyrite.

En général, la pyrite apparaît, ici comme au toit, soit en traînées, soit en ponctués ou en amas hétérogènes.

Quand la pyrite paraît en relief, elle ressemble à de petits cailloux roulés. Aussi peut-on se demander « si une part de la pyrite n'était pas déposée avant le flux de la pâte amorphe qui aurait contribué à en émousser les cristaux »; à moins qu'il ne s'agisse que du phénomène optique signalé ci-avant au cours de la description des échantillons du toit.

Dans cette série d'échantillons les effets tectoniques ne sont guère apparents; cela tient à ce que la matière a pu fluer, semble-t-il, dans le milieu de la veine avec moins de dommages qu'au mur ou qu'au toit.

3. *Prélèvements à proximité du mur* (Pl. A, fig. 15; Pl. B, fig. 4-5). — Une lentille de fusain (fig. 4-5 de la Pl. B) évoque un avancement quasi dyapirique au sein de la pâte amorphe; à l'arrière de ladite lentille deux bandes de pyrite soulignent la structure fluidale du vitrain. Il n'est pas facile de décider de l'époque du dépôt de la pyrite. Est-elle venue se loger dans le vitrain après son laminage, ou existait-elle avant les mouvements relatifs dans la masse pseudo-plastique du charbon? En tout cas, les cellules du tissu ligneux paraissent déformées dans le sens du mouvement.

De part et d'autre de deux gros éléments de fusain, bien visibles sur la figure 1 de la planche A, s'étendent des plages de xylovitrain. Une belle structure tectonique, pareille à celles décrites par A. DUPARQUE, s'observe quand on suit la bande principale de fusain précitée; la lentille de gauche montre un réseau de cellules très bien conservées.

Divers types de fusain apparaissent en longues bandes étroites; on y voit des structures bien conservées et de fines traînées cendreuse de pyrite très menue (à fort grossissement l'aspect cristallin de la pyrite se discerne).

Par endroits, on a l'impression que les cendres se concentrent davantage dans le fusain.

Des fentes de retrait (? secondaire), de rejet nul, traversent le fusain aussi bien que le ciment amorphe.

Le xylovitrain montre des lits alternants, de largeur variable, de fusain et de vitrain, lequel est souvent sali par les traînées de polissage de la pyrite, qui est abondante et distribuée (fig. 15, Pl. A) aussi bien dans le vitrain que dans le fusain; les cendres se répartissent parallèlement aux strates, conformément aux radiographies (fig. 2, 4, 6).

#### C. — La couche « Petit Charbon » de Rouvroy.

Sous la couche « Plateure de Rouvroy » d'une épaisseur d'environ 0,50 m, jadis exploitée et donnant le « gros », se situait un sillon de charbon fin, cendreuse, dénommé « Petit Charbon » par l'exploitant.

Cette houille fait voir, à côté de pseudo-spores et de pseudo-cuticules, une grande quantité de débris de fusain faillés ou légèrement plissés. On y observe également de beaux témoins de tissus ligneux non déformés; la pyrite y forme une part des cendres.

#### D. — Conclusions et considérations amenées par l'étude microscopique.

L'étude microscopique montre clairement que les houilles de Groyne et de Rouvroy sont à classer parmi les charbons ligno-cellulosiques; elles constituent une roche de texture fine, parfaitement stratifiée. Comme les accidents qu'on y observe se passent à une échelle microscopique, il est difficile de prouver qu'ils sont en relation avec la tectonique macroscopique de la région d'Andenne, encore qu'il soit plausible d'admettre que le flux pseudo-plastique décrit ci-avant a été causé par les poussées orogéniques.

La pyrite semble bien secondaire, malgré qu'en majeure partie les cendres se soient déposées de façon précoce, ainsi qu'en témoigne leur distribution nettement stratifiée.

Dans la perspective des thèses de A. DUPARQUE, l'absence de cutine nous permet de supposer que l'aire de sédimentation n'était pas proche du large (lac ou mer), mais devait se situer non loin d'un continent; de même la présence d'un mur ne nous empêche pas d'admettre que le sol de végétation associé à la couche étudiée<sup>(8)</sup> puisse être plus ancien que le dépôt primitif, lequel serait transgressif.

Il n'est pas sans intérêt de noter que la transgression ici évoquée semble comme annoncer le niveau marin à *Homocerotoides præreticulatum*, qui n'en est séparé que par 10 m de stampe environ; les murs de cette stampe intermédiaire seraient dus à la subsidence du bassin.

D'ailleurs, le même phénomène se reproduit sous l'horizon marin à *Reticuloceras superbilingue*, que 5 m de stampe seulement séparent de la veine exploitée sous le nom de Petite Veine de Gives — à l'Est de Groyne — et qui elle aussi représenterait une houille transgressive.

Les deux grandes phases transgressives précitées sont séparées par le grès d'Andenne, encadré lui-même par les horizons marins à *Reticuloceras reticulatum* et *R. bilingue*. Ces grès renferment un niveau de poudingue à Radiolaires qui montre la proximité du milieu aqueux, cependant que les troncs debout, observables à Salzennes à ce niveau, les feraient ranger à première vue parmi les dépôts régressifs, si A. DUPARQUE ne nous avait appris à nous méfier de l'interprétation à donner à la position verticale de tels troncs. Les végétaux hachés et macérés, les témoins charbonneux associés ou voisins de ce niveau (*H1c*) n'évoquent-ils pas la possibilité de la destruction d'un dépôt charbonnier peu après sa formation ?

A ce propos rappelons que, selon P. FOURMARIER, l'assise d'Andenne renfermerait seulement 0,4 % de houille, alors que l'assise inférieure (celle de Chokier) n'en contient pratiquement pas et que les assises supérieures contiendraient respectivement : Châtelet : 0,5 %; Charleroi : 2,3 %; Flénu : 3,5 %. Cette pauvreté relative de l'assise d'Andenne pourrait être due aux incursions marines relativement fréquentes à cette époque; elles auraient été destructrices de dépôts charbonniers déjà formés (comme il a été suggéré ci-avant au niveau *H1c*).

(8) On peut aisément observer le mur de la veine étudiée, ainsi que son toit, en fouillant dans les terrils des anciennes fosses de Muache, à l'Ouest de Groyne.

Quant aux tissus ligneux observés dans les sections polies des charbons d'Andenne, ils proviennent de toute vraisemblance des espèces végétales récoltées et déterminées par M. et M<sup>me</sup> STOCKMANS-WILLIÈRE et dont l'énumération des genres est reprise ci-dessous :

*Siège de Groyne* (faisceau de la « Grande Veine ») : *Lepidophloios*, *Lepidodendron*, *Lepidostrobus*, *Lepidophyllum*, *Cantheliophorus*, *Calamites*, *Annularia*, *Pecopteris*, *Neuropteris* et *Mariopteris*.

*Siège de Rouvroy* (faisceau de la « Plateure ») : *Lepidophyllum*, *Mariopteris* et *Neuropteris*.

Cette flore appartient à la zone de Sippenaken inférieure (Namurien moyen).

La flore associée à la veine Chenevia qui surmonte le grès d'Andenne, dont il vient d'être question, est plus riche et comporte les espèces décrites à Groyne avec apparition notamment de *Cordaites*, *Ulodendron*, *Sphenopteris*, *Sigillaria*, de spores, etc. Les savants paléobotanistes précités nous avertissent que la flore namurienne du bassin de Dinant, généralement un peu plus ancienne, dont ils poursuivent l'étude, diffère assez bien de celle du synclinal de Namur. On peut tirer argument, semble-t-il, de cette observation afin de soutenir l'hypothèse que la faille de Bousale, ou une de ses homologues, doit offrir un rejet d'une grande importance.

On sait que pour C. BERTRAND, la gélose serait le produit de la sécrétion d'algues; en ce qui concerne les houilles d'Andenne, il n'est pas possible d'affirmer quoi que ce soit à cet égard, et l'origine de leur pâte ou gelée fondamentale doit encore être précisée.

Si nous avons effectué le rapprochement entre l'étude microscopique des houilles d'Andenne et la description de la flore de cette région, c'est avec l'espoir qu'il sera un jour possible, en multipliant de tels rapprochements, de serrer de plus près le problème de l'origine des constituants de la houille et de ses produits volatils, et, qui sait, d'accroître les chances de découvrir des hydrocarbures liquides sous les massifs charriés méridionaux de la Belgique et du Nord de la France (9).

## 8. ANALYSES CHIMIQUES.

La houille étudiée, de par sa situation fort basse dans l'échelle stratigraphique du Houiller, devait correspondre, à priori, à un faible pourcentage en matières volatiles. En fait, l'analyse nous révèle un charbon anthraciteux qui serait à classer à la limite des « quart-gras » si ce n'était sa haute teneur en soufre.

Les analyses ci-dessous ont été effectuées par M. Georges LAROCRAYMOND Fils, sur des échantillons prélevés le 16 avril 1955 (10).

Échantillon	M. V.	Cendres	Teneurs en soufre
	%		
1. Prélevé à Groyne, type « tout-venant » de la Grande Veine .. ... ..	10,70	16,89	5,03
2. Prélevé à Groyne, type « tout-venant » de la Grande Veine .. ... ..	10,92	17,36	4,35

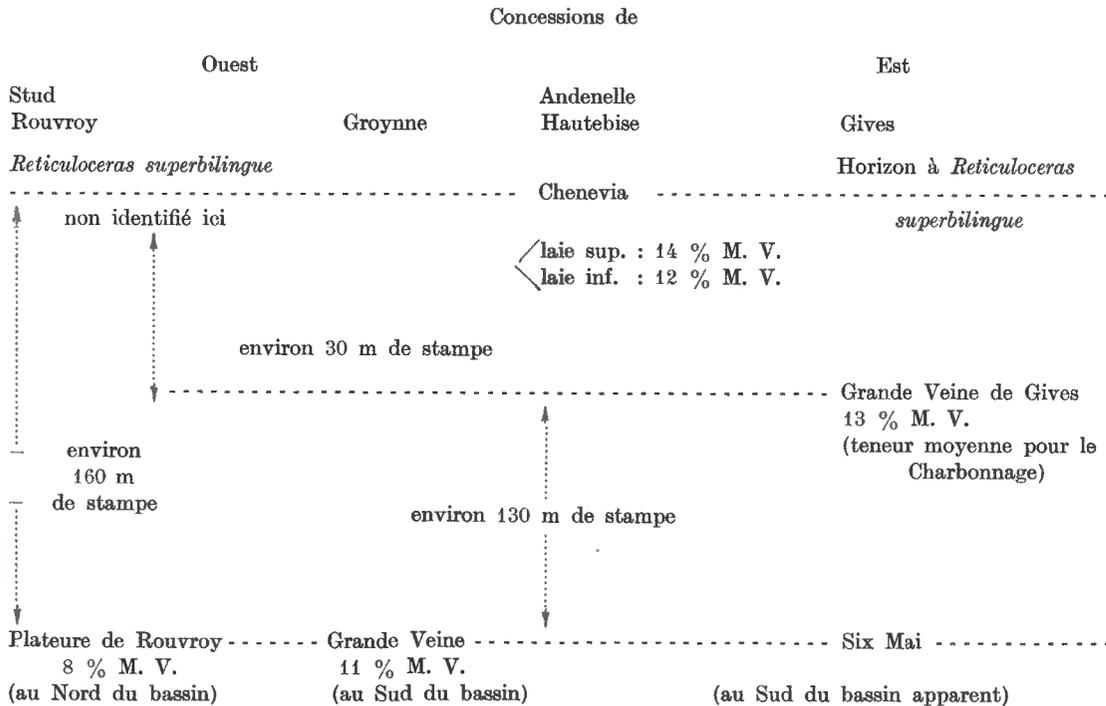
(9) A cet égard, on trouvera particulièrement suggestives ces lignes de A. DUPARQUE :

« Enfin, dans les zones plus profondes de la lagune houillère située au Sud des précédentes et où n'arrivaient plus les débris des grands végétaux vasculaires, les spores elles-mêmes devenant rares, les dépouilles d'un plancton où abondaient surtout les *algues gélosiques et huileuses* ont donné naissance à des boues très riches en huile qui sont devenues les points de départ des *Bogheads* ou *charbons d'algues* qui peuvent être considérés comme une forme de passage entre les houilles et les roches-mères des pétroles » (cf. Bibliographie, p. 529).

C'est pourquoi, on songera à forer en Belgique dans le Sud du Hainaut et en France dans l'Avesnois.

(10) La méthode appliquée pour déterminer les M. V. fut celle du double creuset (plus précise que la méthode standard).

Ces résultats sont à rapprocher de ceux publiés par Ch. ANCIEN et M. SNEL à l'occasion du Congrès 1947 de l'A.I.Lg, et que l'on peut présenter comme suit :



Les teneurs en matières volatiles des charbons d'Andenne se répartissent, verticalement, conformément à la loi de HILT.

Quant au fait que le charbon de la Plateure de Rouvroy est plus anthraciteux que celui de Groyne, lequel correspond au même horizon stratigraphique mais est géographiquement situé plus au Sud, il cadre bien avec de nombreuses constatations effectuées dans des conditions similaires du synclinal de Namur, à savoir : l'anthracitisation d'une même couche de houille va en croissant lorsqu'on la suit du Sud au Nord, même si son enfouissement actuel diminue (11). Ces faits ne sont pas en contradiction avec la loi de HILT; nous nous efforcerons d'en donner une interprétation dans les paragraphes suivants.

Par ailleurs, il est à souhaiter que les analyses chimiques des houilles soient multipliées de part et d'autre du Samson, de manière à ce que l'on puisse suivre systématiquement les variations en matières volatiles d'un horizon déterminé du Namurien, non seulement en direction Nord-Sud mais également en direction Est-Ouest, et de façon à faire ressortir la composante verticale des mouvements relatifs des ondulations du substratum du synclinal de Namur, depuis le Pas de Calais jusqu'aux environs d'Aix-la-Chapelle (Eschweiler).

(11) X. STAINIER signale que dans la concession des Liégeois, partie Ouest du gisement de Groyne, une couche à charbon collant reposerait presque sur *Hic*. A notre connaissance elle n'est plus exploitée et semble même avoir été oubliée des géologues. Nous formulons, d'ailleurs, de nettes réserves. S'agit-il du grès d'Andenne ? Ou y a-t-il confusion avec un des nombreux autres grès houillers supérieurs à cet horizon ? Et que doit-on entendre par charbon collant ? S'agit-il d'une houille riche en matières volatiles ?

La chose mériterait d'être tirée de l'oubli. Aussi des recherches stratigraphiques sont-elles entreprises en vue de fixer le niveau de la veine appelée « Vieille Muache », qui pour X. STAINIER est l'équivalent du « Grand Dressant », dont il convient de définir également la place dans l'échelle stratigraphique. Une fois cette place déterminée avec clarté, le fait signalé ci-avant pourra recevoir une interprétation judicieuse. Sur la figure 2 (voir p. 233) nous avons conservé au « Grand Dressant » la position assignée par X. STAINIER, afin de fixer les idées et malgré les réserves ci-dessus, dont les conséquences apparaissent aisément sur le plan tectonique.

## 9. LES ENSEIGNEMENTS DE LA MICROSTRUCTURE DES HOUILLES.

Nous allons tenter de tirer quelques conséquences des observations microscopiques des houilles étudiées, en plaçant dans leur cadre de géologie générale les faits recensés.

1. *Indicateur de température et de profondeur.* — Le fait que des alvéoles cellulaires sont parfaitement bien conservées au sein de la pâte amorphe nous permet de fixer approximativement la limite supérieure de température du charbon au cours de son évolution (enfouissement et tectogénèse).

Aux environs de 350° et à la pression atmosphérique, la transformation de la houille en semi-coke provoque la destruction de l'édifice cellulaire; cette température représente donc une première limite. Certes, la pression subie par la houille, enfouie dans la zone de subsidence, pourrait contrecarrer l'action destructrice de la chaleur; cependant, celle-ci doit rendre très instables les longues chaînes moléculaires carbonées suite à leurs vibrations intenses; aussi peut-on croire que la pression serait impuissante à empêcher la dislocation des cellules sous l'influence d'une température excédant 350°.

Nous poserons, dès lors, de façon légitime que les houilles d'Andenne n'ont jamais été portées à une température dépassant 350° (13), d'autant plus que les tissus ligneux bien conservés y sont largement représentés.

Les récentes mesures du degré géothermique montrent sa variabilité dans de larges limites; il paraît raisonnable de l'estimer entre 20 à 40 m. Comme on vient de fixer à 350° le maximum de température auquel nos houilles ont pu être portées, on voit que l'enfouissement maximum n'a guère pu dépasser 12.000 m. Le drame tectonique du Houiller n'intéresse donc qu'une faible pellicule de l'écorce terrestre et, ici, nous rejoignons feu Félix KAISIN.

Les problèmes de la dérive des continents, des courants de convection bathiaux sont d'un autre ordre de grandeur, bien que leur répercussion soit à envisager quant à la tectogénèse hercynienne.

Des études du bassin du Kent et du tableau précédent, on peut évaluer l'enfouissement nécessaire pour faire tomber de 10 % la teneur en matières volatiles des couches de houille à 700 ou 1.000 m. En sorte que nos charbons andennais auraient été recouverts d'une épaisseur de terrain allant de 2.800 à 4.000 m (13). Ce qui nous conduit à envisager pour le Houiller de la région du Samson une intense érosion ou une épigénèse — vers le haut — d'environ 3.400 m (suivie d'une érosion de même importance).

Par ailleurs, un tel enfouissement fixerait à 170° la température atteinte par les charbons étudiés, ce qui semble très raisonnable si on considère l'état de conservation de certains réseaux cellulaires.

2. *Indicateur de pression.* — Si l'on retient les mesures de l'enfouissement proposées ci-avant pour le Namurien du bassin d'Andenne, on doit donc admettre que le charbon étudié a été recouvert de 3.400 m de terrains houillers (formés de 20 % environ de grès de densité 2,5 et de 80 % de schistes et psammites de densité 1,7), qui causeraient — en son temps — une pression de l'ordre de 630 atmosphères (dans les bassins où existent de véritables anthracites, voire du graphite, on pourrait admettre que ces roches subissent des pressions atteignant 2.200 atmosphères). Bien que ces pressions soient fortes au regard de notre expérience journalière, elles ne nous surprennent plus depuis que les laboratoires les ont considérablement dépassées et que les géophysiciens nous ont habitué à des nombres beaucoup plus impressionnants.

Quoi qu'il en soit, le rôle des fortes pressions (14), joint à celui de la longue durée de l'enfouissement, est certainement considérable dans l'évolution des charbons.

Il y a lieu d'ouvrir ici une parenthèse.

Comment se fait-il que des structures cellulaires ont pu être conservées au sein des houilles, malgré l'action de pressions atteignant le millier d'atmosphères ? Alors que nous admettons qu'une température de 350° détruirait déjà l'arrangement des cellules, pourquoi les fortes pressions ne parviendraient-elles pas à provoquer l'effondrement et la compénétration des réseaux cellulaires ?

(13) Seuls les véritables anthracites, comme ceux du Houiller des Alpes, pourraient avoir atteint une telle température.

(13) L'estimation est établie en supposant que les bois paludéens faisaient 50 % en matières volatiles, les charbons d'Andenne ayant actuellement 10 % de M. V.; en outre, il y aurait lieu de se souvenir que l'épaisseur précitée se réfère à des terrains diagénisés, bien tassés, alors que le dépôt primitif ne l'était pas.

(14) Pour estimer de manière sérieuse ces pressions, on voit tout l'intérêt qu'offrent des échelles stratigraphiques relevées avec précision — telles celles publiées par M. W. VAN LICKWIJCK — permettant de chiffrer le pourcentage de grès, psammites et schistes aux densités largement étalées.

Autrefois, il semble que l'on ait songé à faire intervenir des phénomènes de tension superficielle, afin de rendre compte de la résistance à la compression des cellules, mais on limitait, alors, l'enfouissement à une profondeur moyenne assez timide de 200 m environ.

Il paraît bien qu'il faille trouver une autre explication, bien moins limitative quant aux profondeurs et aux pressions admissibles, montrant que les réseaux cellulaires ne sont pas obligés de disparaître, par diffusion de leurs parois, sous l'action de la pesanteur ou des efforts tectoniques.

Pour nous, un réseau cellulaire conservé a été mis sous pression à la manière des réservoirs du flotteur du bathyscaphe du professeur PICCARD. Les tissus ligneux furent imprégnés d'eau dès leur sédimentation initiale, alors des effondrements de parois eurent déjà lieu notamment au cours de leur transport. Cependant, les alvéoles chargées de lignine, pour autant qu'elles étaient en communication avec le milieu extérieur qui les imprégnait (la pâte amorphe), purent être conservées puisqu'elles n'avaient à subir que de très faibles écarts de tensions internes. Ce sont surtout les coupes longitudinales à travers les tissus, montrant les stomates, qui peuvent nous aider à saisir le phénomène.

Lorsqu'un groupe de cellules n'était pas imprégné de lignine, ou avait rompu sa communication avec le milieu ambiant, il ne pouvait que se disloquer, incapable de résister à l'augmentation continue de la pression à mesure que le bassin de subsidence s'approfondissait et était mis en charge <sup>(15)</sup>.

Le fait qu'une notable proportion de tissus est conservée nous amène à conclure que leur imprégnation par la lignine était très poussée dès la mise en charge, dès la lente descente épirogénétique du sédiment houiller.

Ceci est d'autant plus facile à accepter que plusieurs auteurs admettent que les espèces végétales du Houiller devaient être principalement constituées de lignine, le rôle joué par la cellulose étant secondaire.

Certes, nous ne voulons pas avancer que toutes les destructions de cellules apparaissant au microscope peuvent s'expliquer par le processus exposé ci-avant, et nous laissons une part à l'action des solvants que pouvait contenir le milieu imprégnant les tissus; toutefois, nous avons voulu souligner la possibilité pour les tissus d'être soumis à de fortes pressions sans subir d'altérations graves <sup>(16)</sup>.

#### 10. CE QUE LA TENEUR EN MATIÈRES VOLATILES NOUS RÉVÈLE.

La seule activité biochimique (posthume) semble impuissante à nous expliquer l'évolution des tissus végétaux primitifs en charbon, car elle ne permet pas de comprendre les variations en matières volatiles observées en un même niveau stratigraphique <sup>(17)</sup>.

Pour obtenir des houilles ayant 10 % de matières volatiles, pour les recueillir près de la surface topographique, comme c'est le cas à Andenne (moins de 150 m), il faut admettre que la diagénèse a dû s'exercer sur les dépôts primitifs grâce à un enfouissement que nous venons d'estimer à 3.400 m, ce qui impliquerait que les sédiments d'Andenne sont remontés vers la surface de cette quantité, quelles que puissent être les théories proposées.

<sup>(15)</sup> Au fond, pour ces cellules il se passait ce qu'il adviendrait aux réservoirs du flotteur du bathyscaphe, au cas où l'essence les remplissant ne communiquerait plus avec l'extérieur; ce serait la catastrophe!

<sup>(16)</sup> On pourrait nous faire observer qu'il n'est pas besoin de faire appel à une image aussi complexe que celle du bathyscaphe pour expliquer la conservation des structures cellulaires des houilles, puisque les divers calcaires paléozoïques coralliens font voir, eux aussi, des structures alvéolaires très bien conservées. Nous pensons que le phénomène, dans ce cas, diffère quelque peu du précédent à cause des recristallisations qui ont figé les structures dans le carbonate de calcium, lequel offre une cohésion lui permettant d'être soumis à d'intenses compressions.

De même les empreintes végétales trouvées dans les schistes et les grès houillers peuvent être conservées en suite à la résistance des réseaux cristallins des minéraux constitutifs des matériaux imprimés.

Toutefois, le cas des tissus ligneux aux minces et fragiles parois n'est comparable à aucun de ces deux exemples. C'est pourquoi nous avons tenté une explication à la fois simple et suggestive de la conservation des cellules de ces tissus nonobstant les énormes pressions régnant dans le milieu dans lequel ils étaient plongés.

<sup>(17)</sup> La théorie de la variation d'épaisseur de la lame d'eau du dépôt primitif, ainsi que celle de la diversité de nature des tissus déposés, paraît se heurter aux faits observés dans le bassin du Kent; elle a, en outre, l'inconvénient de mettre en doute le caractère général de la loi de HILT.

Pour échapper à une telle conclusion, il faudrait admettre que les sédiments primitifs ont évolué sous l'influence de la chaleur d'un magma mis en place après le dépôt des houilles.

Cette hypothèse ne peut être retenue à Andenne. D'abord, parce que l'influence d'un tel magma serait très localisée et incapable de rendre compte d'un abaissement, supérieur à quelques pourcents, de la teneur primitive en matières volatiles. Ensuite, parce que pour admettre un abaissement plus important, il faudrait voir au sein du gisement de vrais sills, ce qui n'a jamais été constaté. Le Carboniférien d'Andenne, en effet, ne laisse voir aucune trace d'action magmatique, et s'il existe, ainsi qu'on l'a vu plus haut, des filons hydrothermaux transversaux à l'Est de l'anticlinal viséen de Thiarmon, leur pouvoir thermique n'a pu s'exercer jusqu'à Groyne et Rouvroy, loin de leur gîte <sup>(18)</sup>.

Reste à voir si les dépôts charbonniers d'Andenne n'ont pas été recouverts par des nappes venant du Sud et qui seraient aujourd'hui érodées ? Mais alors, comment ces montagnes, relativement hautes, empilement d'écaillés charriées, n'ont-elles laissé aucune trace au Nord-Est d'Andenne jusqu'en Campine ?

Par ailleurs, il semble bien — ainsi qu'il a été écrit au § 8 — que dans le bassin d'Andenne comme dans celui de Charleroi (cf. les travaux de M. LEGRAYE et de J. MASSINON), la teneur en matières volatiles décroît du Sud vers le Nord pour une même couche de houille, ce qui laisse supposer un enfouissement plus important à la fin de l'époque houillère des couches du bord Nord du synclinal de Namur que celui des formations du bord Sud. On déduit de même que l'anticlinal transversal du Samson est de formation tardive.

Là où la loi de HILT semble en défaut aux yeux de certains, nous lui conservons toute sa généralité, et nous faisons intervenir l'épirogénèse pour expliquer une part des anomalies apparentes dans la répartition des matières volatiles. Vue sous un tel angle, cette loi devient un des fondements d'une tectonique rationnelle des terrains houillers.

Au demeurant, il n'est pas inutile de rappeler que la loi de HILT est établie sur de solides bases dans les terrains peu plissés, grâce notamment aux travaux de M. LEGRAYE en Campine, et à ceux des géologues anglais dans le Kent (cf. DINES), où l'allure des lignes isovolatiles est conforme à l'allure en cuvette du bassin, celle-ci ayant été mise en évidence par de nombreux sondages.

C'est donc en toute sécurité que l'on peut avancer l'hypothèse précitée, suivant laquelle toute la bordure Nord du synclinorium de Namur a subi un mouvement de bas en haut qui a dû affecter l'anticlinal du Brabant sur lequel elle repose, mouvement qui a touché également une part importante des couches anthraciteuses du bassin houiller de Liège, ainsi que l'Est de la Campine.

## 11. L'INTERPRÉTATION D'UN FAIT NOUVEAU.

Afin d'avancer davantage dans la voie des conséquences que l'on peut tirer des divers travaux, menés en Belgique, sur la constitution lithologique des charbons, nous devons ouvrir, ici, une parenthèse au sujet de l'interprétation d'une découverte récente : celle des grottes de Wépion (Sud de Namur), mises en évidence par 1.000 m de fond, lors d'un sondage effectué sous l'égide du « Service géologique de Belgique » au droit de la bande silurienne du Condroz, charriée sur la bordure Sud du synclinal de Namur de telle manière qu'elle couvre le calcaire viséen dans lequel furent creusées ces grottes, qui sont actuellement remplies d'eau.

L'examen des carottes remontées suggère inévitablement l'existence de stalactites ou de stalagmites formées dans des grottes parcourues par des eaux vadeuses. C'est pourquoi, M. GRAULICH est d'avis que les grottes de Wépion se sont formées près de la surface.

Toutefois, certains géologues, pensant que l'acide carbonique est plus actif sous pression, envisagent la possibilité de larges dissolutions au sein des calcaires à grande profondeur. Par après, l'équilibre étant modifié,

<sup>(18)</sup> Ces filons sont peut-être à mettre en relation chronologique avec une des phases magmatiques qui a affecté les calcaires viséens d'Irlande, où l'on voit des basaltes, etc. au sein des calcaires (cf. Mgr G. DELÉPINE). A moins qu'ils ne soient corrélatifs à la remonte du bord Nord du synclinal de Namur, dont il est question ici. Les filons de Vedrin (Nord de Namur) pourraient avoir la même origine.

il se déposerait dans le vide préalablement formé des concrétions analogues à celles des grottes proches de la surface topographique <sup>(19)</sup>.

Nous ne pensons pas qu'une telle hypothèse puisse être retenue en ce qui concerne Wépion. En effet, les concrétions trouvées se sont formées en un temps qui a dû excéder plusieurs siècles. Or, il nous paraît impossible qu'en ce laps de temps le vide primitif, condition sine qua non de leur formation, ait pu se maintenir en vertu même du phénomène du flux pseudo-plastique des roches soumises à de hautes pressions et bien connu de nos mineurs.

Dans le bassin du Centre, il nous a été donné de constater des cas remarquables de flux pseudo-plastique de psammites gréseux, entre les étages de 675 et 835 m, où des voies de niveau devaient être creusées à nouveau (« rabasnées ») en suite au soufflage du mur dans des quartiers en exploitation, donc soumis à d'intenses efforts.

Pourquoi les calcaires, qui se comportent de façon pseudo-plastique lorsqu'ils sont mis sous tension <sup>(20)</sup> échapperaient-ils au phénomène du « soufflage » ? Et comment veut-on dès lors que les concrétions de Wépion se soient formées autrement que dans les conditions admises par M. GRAULICH <sup>(21)</sup> ?

Par voie de conséquence, il faut concevoir que la bordure Sud du synclinorium de Namur a participé dans la région de Wépion à un important réaffaissement quelle qu'en puisse être l'explication.

On peut avancer également avec vraisemblance que les grottes de Wépion étaient recouvertes d'une certaine épaisseur de terrain au moment de leur formation. Peut-être cette considération serait-elle de nature à ne point nous faire accepter, sans contrôle, les idées selon lesquelles la chaîne hercynienne n'aurait jamais atteint de grandes altitudes ? L'essentiel des déformations (plis et failles) ne se serait pas produit au cours de la subsidence des dépôts houillers.

## 12. VERS UNE TECTONIQUE D'ÉCOULEMENT ET LA CONCEPTION DE COURANTS SOUS-JACENTS VENANT DU NORD.

Des deux paragraphes précédents, il résulte qu'il n'est pas contraire aux faits d'observation d'admettre qu'après le dépôt des terrains namuriens et westphaliens au sein du synclinal de Namur, celui-ci s'est déformé de manière telle que sa bordure Sud s'enfonçait considérablement alors que son bord Nord, et avec lui la fraction Sud du massif du Brabant, se relevait, portant les terrains de l'étage westphalien à des altitudes qui allaient permettre une tectonique d'écoulement de certaines sections de terrains. Celles-ci, massifs supérieurs détachés du Nord, glissaient vers le Sud à mesure que se refermait l'étau dans lequel ledit synclinal était pris.

Il n'est presque pas possible d'affirmer l'existence de mouvements tectoniques, de part et d'autre du synclinal de Namur, dont le sens est de bas en haut au Nord (épirogénèse) et de haut en bas au Sud (réaffaissement), sans évoquer l'existence d'une composante

<sup>(19)</sup> Au Charbonnage de Ressaix, nous avons recueilli à l'étage de 835 m du siège Sainte-Marguerite, un échantillon de filonnet de calcite au sein des grès westphaliens. Comme il n'y a guère de possibilité d'un dépôt au départ d'eaux venant des craies mésozoïques des morts-terrains (la mine étant particulièrement sèche sous l'étage de 675 m), nous avons cru à un dépôt hydrothermal en relation avec les calcaires viséens du substratum. Cette cristallisation est nettement différente de celle des concrétions de Wépion. Nous en concluons que ces dernières ne peuvent avoir eu lieu qu'en présence d'un vide important.

<sup>(20)</sup> Cf. à ce sujet les plis de l'anticlinal de Thiarmontré reproduits sur notre coupe A-A de la figure 2 et les travaux de F. J. KAISIN sur les calcaires de Goyet.

<sup>(21)</sup> Certes, des excavations pratiquées à plus de 800 m dans des grès peuvent se maintenir en l'absence de soutènement important dans des zones non exploitées, comme les zones de protection des puits, si l'allure du plissement des terrains permet aux tensions de ne point s'exercer normalement. Mais il s'agit là d'équilibres instables qui ne peuvent, vraisemblablement, se prolonger durant des millénaires.

Pour s'expliquer que les grottes de Wépion ne se soient jamais refermées, malgré 1.000 m de terrains incombants, il suffit de se souvenir qu'elles sont gorgées d'eau, laquelle peut compenser l'effet des pressions. Au cours de la tectogénèse l'eau a dû jouer un rôle de préservation, quand bien même elle se serait renouvelée.

Par ailleurs, le cas des grottes dont la profondeur dépasse 600 m, telles celles des Pyrénées, ne paraît pas comparable à celui de Wépion quant à la mise en charge, en suite au dégagement des terrains que causent les vallées aux flancs des montagnes.

tangentielle — courants sous-jacents du niveau de l'Hyporhœon — dirigée du Nord vers le Sud et ayant entraîné, en une tectonique plus profonde que celle d'écoulement, des sections de terrains dont les plis ne peuvent être que déversés au Nord conformément à leur relevé.

En vue de fermer le cycle, une tectogénèse plus profonde encore, relative à des états plastiques fluidales de la matière, pourra se concevoir en faisant appel à des courants du niveau du Bathyrhœon, dirigés du Sud vers le Nord.

Il sort du cadre de la présente note de montrer que l'allure de certaines failles du Houiller du bassin de Namur n'est pas en contradiction avec les hypothèses émises ci-avant. Celles-ci cadrent avec certaines propositions que nous avons formulées dès 1951, avant que les faits de Wépion fussent connus, puisque ce forage est postérieur à leur publication.

Au demeurant, il ne s'agit pas de vouloir rejeter en bloc les autres formes de tectogénèse, notamment les résistances exercées au midi du bassin de Dinant, engendrant des poussées tangentielles orientées du Sud vers le Nord, par réaction, et agissant sur des sections davantage rigides parce que moins profondes que celles sur lesquelles s'exerce l'action des courants sous-jacents.

### 13. LES MATIÈRES VOLATILES DES HOUILLES ET LA TECTOGENÈSE.

L'examen de la carte des teneurs en matières volatiles du bassin de Charleroi due à A. DELMER, de celle de M. LEGRAYE relative à Liège et de la coupe Est-Ouest de A. RENIER le long du sillon Haine-Sambre-Meuse, permet de penser que ce sillon s'est comporté de façon assez variable au cours des temps post-westphaliens. La région du Samson aurait subi le plus grand relèvement transversal<sup>(22)</sup>, pendant que le bassin oriental (au sens de A. RENIER) ou de Liège se serait relevé plus que le bassin occidental ou de Charleroi-Centre-Borinage (dont le gradient de la remontée croît, d'ailleurs, de Mons au Samson).

Les figures isovolatiles publiées par les deux premiers auteurs suggèrent le fait bien connu que les failles du Midi et Eifélienne cachent la bordure Sud du Houiller du synclorium de Namur, dans une proportion définie par A. RENIER comme passant du double au triple, puis au quintuple, en allant d'Est en Ouest.

Il s'agit là d'un véritable mouvement en éventail, dont la charnière se situerait vers l'extrémité Nord-Est du bassin de Dinant, et qui serait en relation avec des courants sous-jacents venant du Nord-Est et du Nord.

Il n'est pas aisé de fixer le gradient des variations horizontales des matières volatiles suivant un méridien<sup>(23)</sup>; il est des endroits où il faut parcourir vers le Nord 1,4 km pour voir les matières volatiles tomber de 1 %. Sur ces chiffres, en l'occurrence d'une certaine symétrie du synclinal de Namur par rapport à un axe hypothétique de houilles sèches à longues flammes, on pourrait calculer une première approximation de l'ampleur du chevauchement du bassin de Dinant — compte tenu du rétrécissement tectonique<sup>(24)</sup> — de manière à ne pas placer trop au Sud d'éventuels forages.

L'étude des relations entre les teneurs en matières volatiles des charbons et les pétroles ayant montré que ceux-ci se tiennent dans les terrains comportant les faisceaux de couches les plus riches en matières volatiles, il s'en suit que les chances maxima de trouver des hydrocarbures liquides, chez nous, se situent au Sud de la Sambre et de la Haine, sous les massifs charriés du bassin de Dinant.

Cependant, les effets dus à la charge des écailles surincombantes doivent avoir modifié dans le sens d'une anthracitisation les couches de houille recouvertes; ils doivent avoir également provoqué une certaine migration des huiles oclusives du terrain houiller sans qu'il s'en suive nécessairement qu'elles se soient échappées au cours de la tectogénèse, pas plus d'ailleurs que les produits volatils dégagés lors du surcroît de carbonisation des houilles et dont le méthane serait le témoin, généralement associé au charbon lui-même.

(22) Avec la région de Moresnet.

(23) Ou mieux une projection orthogonale au sillon charbonnier.

(24) L'étendue des terrains houillers, par-delà les failles limitrophes, serait raisonnablement évaluée à 60 km; comme les massifs inférieurs sont moins plissés que ceux du dessus, un coefficient de sécurité de 2, permettrait de porter à 30 km la largeur d'une première zone de recherches.

Le plissement en soi ne développe pas une chaleur telle qu'il puisse beaucoup modifier la teneur en matières volatiles d'un faisceau déterminé de couches.

C'est ainsi que le massif de Masse dans le bassin du Centre — région de Binche — est intensément plissé tout en ayant des houilles à hautes teneurs en matières volatiles.

Quant aux failles, elles ne développent pas une chaleur très durable — pas plus que les plis —, aussi la teneur en matières volatiles d'une couche accidentée ne varie que de quelques pourcents de part et d'autre du dérangement, comme l'ont montré les patientes et minutieuses recherches de M. LÉGRAYE pour les bassins de Liège et de Herve.

C'est donc bien l'enfouissement important qui modifie considérablement la composition en matières volatiles des veines de charbon. Aussi y a-t-il tout lieu de penser que la masse de terrains du bassin de Dinant, charriés sur le bord Sud du synclinal de Namur, a provoqué un effet géothermique analogue à celui de l'enfouissement de subsidence, c'est-à-dire qu'elle a agi dans le sens d'un appauvrissement en matières volatiles des couches recouvertes.

Pour bien saisir la différence d'ordre de grandeur entre les effets de la chaleur produite lors de la tectogénèse (plis, failles, magmas) et ceux dus à la chaleur interne, il suffit de se souvenir que la durée des phénomènes tectoniques est extrêmement faible par rapport à celle de l'irradiation géothermique <sup>(25)</sup>.

Quand les géophysiciens, tel J. VERHOOGEN, nous rappellent que l'essentiel, du point de vue énergétique, dans l'évolution du globe, c'est avant tout ce dégagement géothermique, nous sommes déconcertés à première vue; cependant, leur remarque paraît capitale en ce qui nous occupe.

Ce qui provoque la lente mais inexorable évolution des végétaux primitifs au cours de leur enfouissement, c'est pour une bonne part l'action continue de cette chaleur interne, quand bien même elle ne porterait les sédiments qu'à des températures relativement modérées de l'ordre de 170°, comme celle estimée pour les charbons d'Andenne.

On peut comparer l'action de la chaleur interne sur les dépôts ligneux, toutes choses égales, à la cuisson des aliments; ces derniers ne doivent pas seulement être portés à une température déterminée, mais doivent y être maintenus pendant un temps suffisamment long.

L'action non moins continue du poids considérable des terrains incombants a joué un rôle non moins important que celui de la chaleur, encore qu'il soit malaisé, dans l'état de nos connaissances, de déterminer dans quel sens elle s'est exercée: polymérisation, dissociation ou les deux à la fois suivant les profondeurs.

Au demeurant, les conditions de température et de pression agissant sur telle veine de charbon ont subi de grandes variations durant son évolution: enfouissement et épirogénèse.

L'action de la gravité et de la chaleur interne, étant toujours actives, on peut affirmer que l'évolution des houilles continue sous nos yeux, bien que l'ordre des variations soit infime à l'échelle humaine.

#### 14. POUVOIR CALORIFIQUE, DENSITÉ ET DIAGÉNÈSE.

Le pouvoir calorifique supérieur du charbon tout-venant de la Grande Veine de Groyne s'élève à 6.993 calories <sup>(26)</sup>.

Ch. ANCIEN et M. SNEL ont publié le nombre de 7.000 calories pour le charbon de la Plateure de Rouvroy, de même niveau stratigraphique, mais situé à 2,5 km au Nord du premier. (Cendres déduites, des houilles analogues font de 8.600 à 8.300 calories.)

Si on se souvient que le bois sec possède un pouvoir calorifique d'environ 3.900 calories, on se pose immédiatement la question: « Comment les charbons anthraciteux se sont-ils enrichis au point de vue énergétique ? ».

Poser cette question revient à aborder tout le problème de la carbonisation, lequel ne trouve pas sa place dans cette note; néanmoins nous voudrions placer à son sujet quelques réflexions de géologie générale.

Remarquons, d'abord, qu'en moyenne le pouvoir calorifique atteint dans les tourbes 5.200 calories et qu'il monte, déjà, à 6.000 calories dans les lignites, nonobstant un très faible enfouissement eu égard à celui des anthraciteux.

<sup>(25)</sup> Le drame tectonique de l'Ardenne se situe à la fin du Westphalien; il était accompli au Stéphanien puisqu'il n'a pas affecté le bassin de la Sarre, qui fut plissé par après. Comme la durée totale des temps primaires est estimée à quelque 310 millions d'années, les plissements ardennais ne peuvent avoir eu qu'une courte durée relative. Les 190 millions d'années qui nous séparent du début du secondaire représentent à eux seuls des possibilités thermiques considérables eu égard à la chaleur de tectogénèse.

<sup>(26)</sup> Par rapport au charbon anhydre (l'humidité était de 0,80 %); déterminations: pouvoir calorifique et analyses centésimales (cf. § 15) par " Institut Meurice "; densité par G. LAROCHEYMOND fils.

Le bois, les tourbes et les lignites ayant approximativement 55 % de matières volatiles, on voit que pour une diminution de 45 % de matières volatiles on n'obtient qu'une augmentation du pouvoir calorifique, respectivement de 4.550, 3.250 et 2.450 calories quand on passe — par la pensée — du bois, de la tourbe et du lignite au charbon maigre. Ceci serait décevant sur le plan de l'évolution diagénétique, si on ne se rendait compte que les matières volatiles, à mesure de l'enfouissement, emportent des produits combustibles.

On retiendra donc que l'enfouissement n'agit pas uniquement dans le sens d'un accroissement du pouvoir calorifique, lequel passe, d'ailleurs, par un maximum, pour M.V. = 22 % <sup>(27)</sup>, ce qui montre bien la complexité des réactions géochimiques au cours de la carbonisation.

Pour rester fidèle aux hypothèses émises dans les chapitres précédents, il faut donc admettre la migration des matières volatiles. Comment peut-on l'envisager?

De prime abord, on serait tenté de croire que les matières volatiles se sont échappées au fur et à mesure de l'approfondissement du bassin de subsidence, sans qu'on puisse jamais espérer les récupérer, parce que les terrains non encore diagénisés étaient poreux et perméables, permettant la fuite des fractions légères dans l'atmosphère.

En fin de notre analyse microscopique, rejoignant en cela les thèses de A. DUPARQUE étayées pour le bassin du Nord de la France, nous avons admis que les charbons d'Andenne étaient de vraies roches.

Si les charbons sont de véritables roches, ils ne peuvent avoir échappé au phénomène général de la diagénèse, tout comme les sables et les craies qui ne passent à l'état de grès ou de calcaires que grâce à ce phénomène. Dès lors, on peut poser que les houilles ont connu un état prédiagénétique dans lequel elles avaient déjà une certaine consistance, mais auquel correspondait un pouvoir calorifique peu élevé, de l'ordre de celui des lignites. Comme ces dernières se rencontrent en Campine jusqu'à plus de 360 m de profondeur, on est en droit de supposer que l'enfouissement des dépôts primitifs des houilles a déjà dû dépasser les 1.000 mètres pour les flénus gras et qu'il n'est pas la seule cause de la diagénèse.

Les schistes avant leur diagénèse formaient des argiles imperméables à l'eau. Ces argiles étaient-elles perméables aux hydrocarbures, produits lors de l'évolution des houilles ? Il est probable qu'elles ont laissé filtrer une certaine quantité de matières volatiles, qu'elles en ont retenu quelque peu (schistes bitumineux), tandis qu'une part migrerait le long des strates peu perméables, les fractions les plus légères s'évadant vers le haut et les produits lourds descendant vers les calcaires viséens du substratum.

On sait que la diagénèse est la résultante de l'augmentation de pression et de température, ainsi que de l'apport des solutions. Aussi, de même qu'il y a des recristallisations au sein de roches, doit-on s'attendre à des réarrangements moléculaires au sein des chaînes carbonées des dépôts en voie de houillification, d'autant plus que les matières volatiles en migration pouvaient rencontrer des eaux captives, réagir avec elles pour se déposer ensuite au sein d'une couche supérieure en la modifiant.

Reste à déterminer les facteurs énergétiques qui ont permis de porter à plus de 8.000 calories le pouvoir calorifique des charbons anthraciteux.

Aux temps houillers, la photosynthèse chlorophyllienne absorbait de la chaleur solaire à mesure qu'elle concentrait le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère dans les végétaux; l'activité biochimique de putréfaction fixait, elle aussi, la même forme d'énergie durant la phase prédiagénétique de formation des houilles. Toutefois il ne s'ensuit pas que les charbons représentent uniquement de l'énergie solaire en conserve, car si l'énergie de tectogénèse fut faible, ainsi que nous l'avons vu, c'est l'énergie interne du globe lui-même qui semble principalement responsable de l'accroissement diagénétique du pouvoir calorifique des houilles.

Étant donné le peu d'épaisseur des formations houillères, au regard du rayon terrestre, on peut croire que le flux de chaleur reçu par les couches supérieures équivaldrait celui des couches inférieures, s'il n'y avait pas d'absorption. Là est le nœud du problème; chaque tranche de terrain retient une part de chaleur, de telle manière que les couches supérieures à haute teneur en matières volatiles sont finalement portées à une température plus basse que les couches anthraciteuses du fond, en sorte que la réaction d'anthracitisation est endothermique, comme toutes les réactions de diagénèse. Après des millions d'années, l'écart entre les quantités de chaleur reçue par ces diverses couches est considérable. Ici se pose un gros problème de thermodynamique à l'échelle du globe, qui dépasse le cadre de cette note, qui semble être assez négligé, et dont un des aspects cruciaux est celui des énergies d'activation.

On sait que la densité des houilles varie de 1,75 pour les anthracites à 1,25 pour les houilles sèches à longue flamme. La densité du charbon de la Grande Veine de Groyne s'élève à 1,41.

<sup>(27)</sup> Cf. SIBENALER, N.

On peut regretter que cette grandeur physique facile à mesurer, qu'est la densité, ne soit pas plus souvent mentionnée dans les études lithologiques des charbons. Car il semble bien qu'il existe une loi de croissance de la densité des houilles, corollaire de leur anthracitisation, qui fait écho à la loi de HILL.

Cette loi traduirait l'augmentation de la densité à mesure de l'enfouissement; on peut estimer à environ 0,1 l'accroissement de densité pour 1.000 m. (L'épirogénèse subséquente peut, évidemment, perturber cet accroissement.)

### 15. LA COMPOSITION CENTÉSIMALE DU COKE ET LA MIGRATION DES MATIÈRES VOLATILES.

Les beaux travaux du Professeur A. GILLET et de J. WILLEMME ont montré les variations de la composition en C, O, H des coques obtenus à diverses températures, depuis les houilles grasses jusqu'aux houilles anthraciteuses.

A cette occasion la houillification a été comparée à la distillation en laboratoire. Cependant, il convient de ne voir là qu'une simple analogie, car les pressions qui ont présidé à la diagénèse sont de loin supérieures à celles qui régnaient lors des expériences précitées; de même la durée du phénomène de la houillification ne peut se comparer aux très courtes expériences de laboratoire.

Quoi qu'il en soit, le Professeur A. GILLET pose le problème de la migration des matières volatiles au cours de l'évolution des charbons en voie d'anthracitisation; selon lui, ces matières volatiles seraient passées dans le mur ou dans le toit de la veine mère, ou auraient tout simplement migré latéralement au sein d'une même couche.

D'après ce que nous avons dit dans les paragraphes précédents, la migration vers le toit ou vers le mur n'a pu se faire que lorsque les terrains n'étaient pas encore diagénisés, car une fois la diagénèse accomplie, la porosité diminuant, ce genre de migration devient de moins en moins probable.

De plus, si la migration latérale a eu lieu, on ne peut l'envisager, dans le synclinal de Namur, que du Nord vers le Sud (la migration latérale de direction Est-Ouest qui paraît secondaire n'étant pas retenue ici) <sup>(28)</sup>.

Une migration du Sud vers le Nord conduirait à un enrichissement en matières volatiles des veines de la bordure septentrionale du dit synclinal, ce qui est contraire aux faits.

Comme les produits légers, occlus dans les couches de charbon, sont condamnés à monter, en vertu du principe d'Archimède, on ne peut concevoir leur migration latérale que du Nord vers le Sud, et ce avant la remontée épirogénétique du bord Nord du bassin de Namur.

On voit, dès lors, que les idées de A. GILLET ne sont aucunement en contradiction avec notre thèse fondamentale : les hydrocarbures, gazeux ou liquides, sont à chercher au Sud de la limite actuellement connue du Houiller franco-belge.

Dans la situation tectonique actuelle du synclinal de Namur, seuls les produits lourds pourraient migrer latéralement, sous l'influence de la gravité, vers le Sud; on est porté à croire qu'il s'agit là d'un phénomène réduit, à cause des hautes résistances que rencontreraient ces produits au cours d'un long cheminement dans des terrains compacts fortement diagénisés.

Enfin, notons la composition centésimale des résidus mélangés (coques pulvérulents) du charbon de la Grande Veine de Groyne obtenus après 30 et 60 minutes de pyrolyse (cendres déduites) :

à 400° : C = 85,50; H = 3,63; O [+N+S] = 10,87  
à 600° : C = 89,13; H = 3,13; O [+N+S] = 7,74

<sup>(28)</sup> De son côté, le Professeur M. LEGRAYE envisage que c'est l'énergie tectonique d'efforts orientés du Sud vers le Nord qui a causé l'anthracitisation des charbons du bord Nord du bassin de Liège. Nous ne pouvons partager cette hypothèse, car de tels efforts auraient laissé des traces de déformations importantes dans ces terrains, qui apparaîtraient davantage plissés et qui offriraient des témoins de dynamétagénèse, notamment dans les calcaires viséens sous-jacents au Houiller. D'ailleurs, de tels efforts n'auraient-ils pas dû provoquer la migration des matières volatiles vers le Nord ? Et ne devrait-on pas y trouver des charbons gras ?

Il envisage, par ailleurs, l'action d'un batholyte sous le Massif du Brabant; comme vu plus haut, nous considérons que l'effet thermique d'un tel batholyte eut été de trop courte durée pour expliquer l'anthracitisation en cause, laquelle a nécessité un très grand nombre de calories.

L'échantillon analysé faisait 12,85 % de M. V. à 975°;

à 400°, après 30 minutes de chauffe la perte de poids est de 1,35 %, après 60 min. de 1,48 %;

à 600°, après 30 minutes de chauffe la perte de poids est de 6, %, après 60 min. de 6,20 %.

Le charbon de Groyne renfermant en moyenne 4,69% de soufre, si on en déduit 4%, on obtient pour la pyrolyse à 600° :

$$C = 93,94; \quad H = 3,30; \quad O [+N] = 2,76;$$

ces résultats cadrent bien avec les expériences de A. GILLET. (cf. le charbon d'Abhooz).

#### 16. A PROPOS DE QUELQUES ANALYSES SINGULIÈRES.

Des publications de J. MASSINON, relatives aux charbons du bassin de Charleroi, il ressort de manière frappante que, si les teneurs en matières volatiles (cendres déduites) de la Veine 10 Paumes oscillent autour des mêmes nombres, pour des échantillons prélevés du mur au toit d'un gîte déterminé, les mêmes teneurs de la Veine 8 Paumes offrent de sérieux écarts dans des conditions analogues de prélèvement.

C'est ainsi qu'aux Charbonnages de Marcinelle-Nord, à 704 m, dans 8 Paumes, dont la houille titre 11 à 15 % de matières volatiles, il existe un lit pour lequel les matières volatiles dépassent 25 %; de même aux Charbonnages du Bois du Cazier, dans le massif surplombant la faille du Carabinier, à 907 m, où 8 Paumes montre trois sillons<sup>(29)</sup>, dont les deux inférieurs font de 13 à 16,5 % en matières volatiles, on voit que les teneurs en matières volatiles de la gaillette du toit varient de 28 à 51 % pour des teneurs en cendres comprises entre 30 et 41 %, cette gaillette étant séparée par une intercalation schisteuse du restant de la veine.

A première vue, on pourrait croire que de telles analyses infirment les hypothèses posées dans les paragraphes précédents parce qu'elles semblent mettre en doute la loi de HILT. Comme il est bien évident que les charbons des divers sillons de la Veine 8 Paumes ont été soumis aux mêmes variations de pression et de température au cours d'un même enfouissement, on serait tenté d'admettre que les écarts signalés, dans la répartition des matières volatiles, justifient la thèse d'une différenciation originelle et précoce des sédiments (nature différente des végétaux déposés, action biochimique diversifiée).

Cependant, J. MASSINON signale que la gaillette en cause est formée de tissus ligneux et de ciment, tout comme le charbon des deux autres sillons de la veine, et il ajoute qu'on aperçoit dans des particules d'argile « de nombreuses infiltrations de pâte amorphe ». En outre, il publie une microphotographie suggestive à cet égard; en sorte que s'il s'agissait d'une différenciation originelle au sein du dépôt on devrait s'attendre à un sédiment parfaitement stratifié et non à une manifeste introduction de pâte au sein du schiste (argile diagénisée).

Des faits décrits, il semble légitime de conclure qu'il y a eu migration de vitrain<sup>(30)</sup> probablement avant la diagénèse de la houille, ou quelque peu au cours de celle-ci, et la loi de Hilt est sauve.

C'est le moment de se souvenir d'une remarque d'un très haut intérêt, exprimée dans les travaux de H. HARDY, dès 1933 : les schistes associés aux « fines » sont aussi riches en matières volatiles que les charbons dont ils représentent les laies (intercalations) ou des éléments du toit. En d'autres termes, ce sont des schistes bitumineux dont les matières volatiles pourraient provenir de l'évolution des couches les plus proches; aussi peut-on croire que plus d'un schiste bitumineux est passé inaperçu dans les terrains houillers du synclinal de Namur.

(29) Du toit au mur, on observe :

Toit.		
	Charbon ... ..	0,08 m.
	Intercalation schisteuse.	
	Charbon ... ..	0,38 m.
	Intercalation schisteuse.	
	Charbon ... ..	0,42 m.
Mur.		

(30) Le vitrain est reconnu, par le même auteur, comme étant un peu plus riche en matières volatiles — environ 3 % — que le fusain; pour expliquer les écarts précités, il faudrait donc envisager une migration assez importante, dépassant peut-être le cadre du site le plus proche.

Il peut d'ailleurs arriver que certains schistes bitumineux, tels qu'on en rencontre dans le bassin de Stanleyville, ne se distinguent macroscopiquement en rien de ceux qui sont stériles. Une étude attentive des schistes les plus directement associés aux couches de charbon s'impose donc <sup>(31)</sup>; elle pourrait nous éclairer sur le problème de la migration des substances volatiles.

Certes, la possibilité d'une formation *in situ* des hydrocarbures renfermés dans les schistes mentionnés par H. HARDY n'est pas à rejeter à priori.

Des schistes riches en matières volatiles, on en vient facilement à penser au pétrole et à se demander si son absence des travaux entamés dans le synclinal de Namur empêche d'espérer que la partie cachée de ce bassin puisse révéler quelques agréables surprises. Par ailleurs, la migration des hydrocarbures vers le bas ayant été constatée à Pechelbroon, il n'est pas interdit de suggérer qu'elle a pu s'effectuer également de cette manière dans le bassin de Namur. Là où celui-ci n'a pas été découvert par l'érosion, il semble bien qu'il faille retrouver d'une façon ou d'une autre les hydrocarbures liquides mobiles, qui ont quitté leur site d'origine pour migrer vers l'une ou l'autre des nombreuses roches-magasins qui s'offraient à eux <sup>(32)</sup>.

Les nappes charriées du Sud de l'Ardenne ont pu protéger les plus légers de ces produits que l'érosion a fait impitoyablement disparaître dans le Nord, où le Houiller affleure actuellement.

Une telle thèse offre un caractère général; elle s'applique logiquement à toute formation qui présenterait des conditions analogues de gisement, notamment au Sud du Pays de Galles, en Irlande et dans les Appalaches.

## 17. CONSTITUTION LITHOLOGIQUE DES HOUILLES ET GÉOCHIMIE.

Sans vouloir aborder ici les problèmes de la physico-géochimie des houilles, nous voudrions nous attarder encore à quelques traits suggérés à l'occasion de l'étude lithologique des charbons d'Andenne.

Ceux-ci, comme on l'a vu, font voir au sein de leur vitrain de nombreuses fentes de retrait, dont les unes ne paraissent pas troubler les tissus ligneux proprement dits, tandis que les autres les recourent en traversant tout le champ du microscope.

Comment peut-on concevoir la production de ces deux espèces de fentes et leur conservation ?

Avec A. DUPARQUE, nous admettons volontiers qu'une part des fentes, qui ne traversent pas les tissus ligneux, sont précoces, dues à un retrait — peut-être de dessiccation — qui a affecté la gelée primitive des dépôts charbonniers; ceux-ci n'auraient, d'ailleurs, jamais subi cette contraction énorme que leur attribuent certains auteurs. Cependant, en ce qui concerne les autres fentes, nous pensons qu'il convient de songer à autre chose.

Au cours de l'enfouissement et de la descente lente des houilles, dans la première grande phase diagenétique de leur évolution, elles furent soumises à deux facteurs qui semblent se contrecarrer : d'une part, la pression croissante tend à comprimer de plus en plus la matière (pâte et fusain), d'autre part, la température en s'élevant tend à augmenter le volume des matériaux par dilatation; les vides interstitiels disparaissent.

Lors de la seconde phase, celle de la remontée et de l'érosion consécutive des massifs de couverture, il se produit une détente, la pression diminue, les matériaux pourraient quelque peu augmenter de volume, mais ils sont devenus pseudo-plastiques, très peu élastiques, et c'est l'effet de la diminution de température qui l'em-

<sup>(31)</sup> On sait que les grandes centrales électriques belges rachètent les vieux terrils qu'elles brûlent sous forme de pulvérisé; on peut se demander si le succès de ces vieux terrils est dû seulement au fait qu'ils contiennent encore beaucoup de charbon, en suite d'un lavage imparfait du tout-venant traité dans les laveriers. Si H. HARDY a raison, le pouvoir calorifique des terrils tiendrait également au fait qu'ils renferment, à côté des schistes charbonneux et des charbons, de véritables schistes bitumineux passés inaperçus, qui peuvent, d'autre part, avoir joué leur rôle dans les incendies de terrils, nonobstant les causes habituellement retenues.

Ceci serait surtout vrai pour les vieux terrils, car la méthode du foudroyage oblige à rejeter sur les terrils récents de grandes quantités de grès, vraisemblablement stériles en matières volatiles, et qui en diminuent la valeur.

<sup>(32)</sup> Le temps nous a manqué pour analyser aux rayons ultra-violettes les schistes voisins des charbons prélevés à Andenne; on sait en effet que H. BRIGGS a montré que les schistes bitumineux apparaissent « chocolat » à cette lumière, alors que les schistes ordinaires et les charbons restent noirs. Il y aurait ici matière à investigation.

porte : la pâte amorphe et le fusain se contractent et se fendillent, toutefois le tissu ligneux forcément enrobé serait moins affecté que le vitrain <sup>(33)</sup>.

Comme les charbons subissent encore, à notre époque, le poids d'une certaine quantité de terrains de couverture, il faut admettre que si ces fentes ne se referment pas, ce doit être parce qu'elles sont remplies de gaz produits durant le cycle de l'évolution géochimique, notamment du CH<sub>4</sub>.

C'est ici que se place une conception d'ensemble de l'évolution des diverses couches de charbon d'un bassin houiller déterminé. Est-il besoin de rappeler qu'au laboratoire on étudie un échantillon précis provenant d'une veine donnée, alors que la nature met en œuvre la totalité des couches et des produits de leur évolution.

Aussi faut-il concevoir l'interaction des diverses couches de houille lors de leur évolution géochimique, dans des conditions de quantité et de catalyse qu'il est quasi impossible de reproduire en laboratoire, mais dont on peut essayer de décrire quelques traits.

Selon H. HARDY, à une température donnée le gonflement de la houille facilite certaines réactions, notamment l'hydrogénation; aussi est-on amené à envisager que les couches inférieures, d'un gisement en voie d'antracitisation, cèdent des hydrocarbures <sup>(34)</sup> aux couches supérieures, lors de la subsidence et de l'ascension durant les deux phases du cycle prémentionné, contribuant ainsi aux polymérisations nécessaires à la houillification.

De même que la théorie des coefficients de similitude, en tectonique, apprend à reconnaître des états paradoxaux de la matière, vue à l'échelle géologique (durée et grandeur), la géochimie des gisements houillers doit posséder ses propres lois, pouvant s'appuyer sur des éléments évolutifs aux effets contradictoires, tels ceux évoqués ci-devant (température et pression).

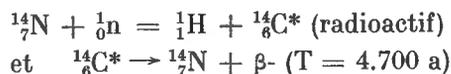
En géochimie, il ne faudrait jamais que le principe des causes actuelles soit pris trop à la lettre. L'évolution cosmologique de l'Univers permet-elle, d'ailleurs, d'affirmer que les liaisons moléculaires, reflets de l'agitation nucléaire, ont eu des modalités constantes dans le temps ? En d'autres termes, tel type de réaction n'a-t-il pas été plus facile à telle époque de l'histoire de la Terre ? <sup>(35)</sup>.

Quoi d'étonnant dès lors que la genèse de la constitution chimique et lithologique des houilles, comme celle de la pâte amorphe, reste mystérieuse, puisqu'il s'agit là d'un problème géochimique dans toute l'acception du terme, dont les facteurs se situent sur le plan de la physico-chimie cosmologique.

A cet égard se pose le problème de l'étude isotopique des principaux constituants des houilles : C, O, H, N, S. Sa solution apportera bien des précisions, non seulement quant à l'évolution chimique des charbons mais également quant à leur position stratigraphique; les isotopes de l'azote notamment, par la connaissance du rapport N<sup>14</sup>/N<sup>15</sup>, nous renseigneront sur l'état de l'atmosphère au moment de la croissance des végétaux constitutifs et peut-être pourront-ils nous aider à déterminer l'âge absolu des charbons, puisqu'aussi bien la composition de cette atmosphère varie dans le temps et suivant les latitudes.

La figure 3 montre, pour une latitude donnée, les divers facteurs intéressant la formation des végétaux; que ce soient des forêts de plaine ou de plateau, les écarts dans la proportion isotopique des éléments essentiels doivent être faibles. Toutefois, comme POISSON nous a appris que la densité de l'atmosphère n'a fait que diminuer au cours des temps géologiques <sup>(36)</sup>, il est vraisemblable que le rapport N<sup>14</sup>/N<sup>15</sup> a varié lui aussi et nous offre des possibilités chronologiques.

Il est également possible que l'hydrogène se révèle d'un grand recours. En effet, il y a eu enrichissement en hydrogène léger sous l'influence du rayonnement cosmique dont les neutrons provoquent les transformations suivantes :



en sorte, que le seul bombardement cosmique ne modifie guère le rapport N<sup>14</sup>/N<sup>15</sup>, puisqu'il y a restitution de N<sup>14</sup>, en un temps géologiquement court, pendant que l'enrichissement en <sup>1</sup>H est certain. Il y a donc lieu d'étudier les variations du rapport <sup>1</sup>H/<sup>2</sup>H (hydrogène/deuterium) des houilles dans l'espoir de le voir servir à des fins

<sup>(33)</sup> Les charbons qui n'ont parcouru qu'une phase du cycle, la descente, voient probablement leur densité passer de 1,25 (houille sèche à longue flamme) à 1,75 (anthracite). La densité peut diminuer à nouveau pour les charbons qui parcourent la seconde phase du cycle. En effet, la remontée provoque une multitude de microfentes qui abaissent la valeur de la densité. Ces fentes expliqueraient la valeur moyenne de la densité du charbon de la Grande Veine de Groyne à Andenne; ce charbon ayant parcouru tout le cycle envisagé ici.

<sup>(34)</sup> Par migration à l'état très divisé, quasi moléculaire, comme une infiltration d'eau dans des sables.

<sup>(35)</sup> De même que les corps radioactifs passent par des états irréversibles, certaines réactions chimiques ne pourraient plus être reproduites en laboratoire en suite à l'évolution irrévocable de l'Univers.

<sup>(36)</sup> Les plantes recevaient donc moins de rayons ultra-violet au Carboniférien que de nos jours et ce facteur a pu être favorable à la croissance de certains types de végétaux.

SCHEMA montrant la possibilité  
de l'emploi des ISOTOPES en  
STRATIGRAPHIE

BASSIN  
DEL'AMAZONE

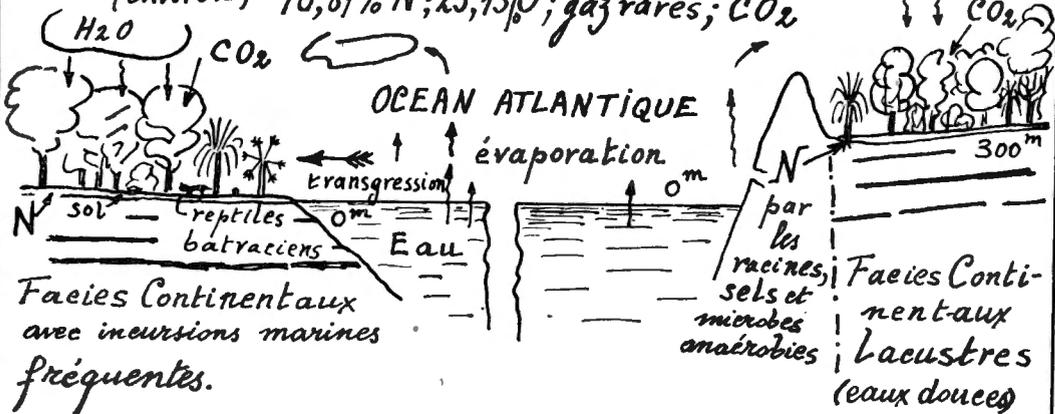
Exemple actuel

BASSIN  
DU CONGO

Pour une époque déterminée, suite à son

brassage, identique composition de l'AIR:

(environ) 76,87% N; 23,13% O; gaz rares; CO<sub>2</sub>



Faies Continentaux  
avec incursions marines  
fréquentes.

par  
les  
racines,  
sels et  
microbes  
anaérobies  
Faies Conti-  
nentaux  
Lacustres  
(eaux douces)  
incursions  
marines très  
rares.

Rappel des éléments d'une houille:

1% - N = N<sup>14</sup>: 99,62% ; N<sup>15</sup>: 0,38%.

10% - O = O<sup>16</sup>: 99,757% ; O<sup>17</sup>: 0,039% ; O<sup>18</sup>: 0,204%.

± 80% - C = C<sup>12</sup>: 98,9% ; C<sup>13</sup>: 1,1%.

5% - H = H<sup>1</sup>: 99,98% ; (H<sup>2</sup>) ou D: 0,02%.

1% - S = S<sup>32</sup>: 95,1% ; S<sup>33</sup>: 0,74% ; S<sup>34</sup>: 4,2%.

Fig. 3.

stratigraphiques. Toutefois, ceci postule que l'intensité du rayonnement cosmique n'a que très peu varié depuis le début des temps houillers. Cette hypothèse paraît légitime parce que l'Univers avait déjà acquis une expansion considérable au Carboniférien <sup>(37)</sup>.

Au demeurant, l'interprétation des écarts enregistrés dans les pourcentages isotopiques des éléments constitutifs des charbons ne sera pas toujours aisée, car diverses causes interfèrent. C'est ainsi que le grandiose cycle orogénétique, dont il a été question dans ces pages, a certainement marqué son empreinte sur la répartition isotopique des éléments des roches du Houiller, ouvrant l'espoir de départager celles d'entre elles qui ont accompli une ou deux des phases précédemment discernées.

Si l'on considère le continent houiller du Nord de l'Europe, c'est-à-dire le bassin franco-belge, la Campine, la Ruhr et les divers bassins britanniques, on se trouve devant un ensemble suffisamment vaste pour qu'on puisse lui appliquer les notions d'isostasie <sup>(38)</sup>. Celle-ci n'entre pas en jeu pour des aires sédimentaires trop limitées, car elle se compare à l'iceberg flottant sur l'océan et non aux cailloux posés sur l'iceberg comme le notait WEGNER lui-même.

La fixation de l'âge absolu des houilles, jointe aux données sur leurs matières volatiles, permettrait au géochimiste de tenter de mettre en évidence la réalité de l'isostasie au Westphalien, et, qui sait, de justifier l'existence de déformations plus récentes analogues à celles du Mésozoïque du Golfe du Luxembourg et du Limbourg néerlandais et d'assoir ainsi les idées de J. CORNET et de Ch. STEVENS par analyse des diverses unités mises en mouvement, et par comparaison avec des entités n'ayant pas été affectées par des déformations identiques.

L'existence de lignites, datant du Carboniférien, dans le bassin de Moscou, à faible profondeur, oblige à considérer que le temps seul est incapable de transformer en houille un dépôt donné de végétaux. Il faut pour ce faire que la diagénèse agisse quel qu'en soit le mode. L'étude géochimique et isotopique de ces lignites serait infiniment précieuse, en suite aux comparaisons qu'elle permettrait entre les pourcentages de leurs éléments fondamentaux avec ceux de divers charbons.

## CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

L'étude lithologique des charbons de Groyne et de Rouvroy, à Andenne, permet de les définir comme étant des houilles ligno-cellulosiques, anthraciteuses, de forte densité, à tissus ligneux souvent bien conservés et qui auraient subi un enfouissement de subsidence de l'ordre de 3.400 m, au cours duquel la température n'aurait guère dépassé 170°, pour une pression estimée à 630 atmosphères.

A cet enfouissement aurait succédé une remontée des dits charbons, de même ampleur que leur descente, corrélative au relèvement général du substratum de la région comprise entre le Samson et Andenne; durant ce relèvement, de nombreuses microfentes seraient apparues au sein des houilles étudiées en même temps que des hydrocarbures légers continuaient à s'échapper et à migrer vers des roches-magasins aujourd'hui érodées.

Entre ces deux grandes phases se situerait une période pendant laquelle les matières volatiles primitives de la couche analysée auraient pu migrer vers le Sud en des sites actuellement couverts par les nappes charriées du Condroz.

Au cours de ces divers mouvements, les houilles d'Andenne auraient été l'objet de flux pseudo-plastiques internes, dont les traces se retrouvent au sein du vitrain et dont le fusain porte les marques.

Ces houilles auraient reçu, à une époque antémésozoïque, un apport de pyrite.

<sup>(37)</sup> Car le temps écoulé depuis le début du Carboniférien jusqu'à nos jours représente à peine le dixième de l'âge du Cosmos.

<sup>(38)</sup> Quand nous avons dit plus haut que la tectonique du Houiller était un phénomène d'un ordre de grandeur inférieur à celui de l'isostasie, cela s'applique aux bassins plissés; les régions houillères peu ou pas plissées sont d'une telle étendue qu'il est possible qu'on puisse y mettre en évidence, en les considérant dans leur ensemble, des phénomènes isostatiques.

On relève que le charbon d'Andenne se présente comme un sédiment bien stratifié, dont les argiles originelles furent déposées dans une eau calme, ainsi que l'attestent les radiographies.

Les espèces végétales nourricières des dépôts primitifs auraient été particulièrement riches en lignine; les toits et les murs retrouvés dans les terrils des anciennes exploitations permettent aux paléobotanistes de les définir; aussi leur étude se poursuit-elle en vue de préciser l'importance des failles de chevauchement et de coulissement qui affectent le gisement.

Il est à souhaiter que l'étude lithologique des charbons de la Basse-Sambre et de Huy puisse être entreprise de manière à ce que notre information sur la zone de relèvement transversal du Samson soit complète.

En ce qui concerne le bassin occidental (*sensu* A. RENIER) il y aurait lieu d'y reprendre les études poursuivies jadis par J. MASSINON, aujourd'hui abandonnées; il conviendrait également de parachever l'œuvre menée avec tant de ténacité par le Professeur M. LEGRAYE dans le bassin oriental et en Campine <sup>(39)</sup>.

C'est dans les régions relativement calmes du point de vue tectonique, comme la Campine, que l'on pourra continuer à mettre en évidence la loi de HILT et les phénomènes qui s'y rattachent (densité, cohésion), de façon à pouvoir baser sur cette importante loi des déductions inespérées dans les régions présentant de nombreux chevauchements.

En définitive, la houille apparaît comme une des meilleures sources d'information dont puissent disposer le stratigraphe et le géochimiste pour retracer la genèse et l'évolution du Terrain houiller; il serait impardonnable de la négliger, d'autant plus qu'elle ouvre, de par l'étude du problème des migrations des substances volatiles, des perspectives pétrolifères.

L'histoire des houilles permet également de mieux saisir le rôle que pourrait jouer la pression dans la transformation des charbons industriels (gras ou demi-gras) en charbons anthraciteux en vue de leur valorisation <sup>(40)</sup>.

C'est pourquoi on forme le vœu de voir s'intensifier l'étude lithologique des charbons de notre Pays.

---

<sup>(39)</sup> A. RENIER partageait le sillon houiller Haine-Sambre-Meuse par rapport au Samson (à l'Ouest le bassin occidental, à l'Est le bassin oriental).

<sup>(40)</sup> Au fond, il s'agirait de reproduire artificiellement un processus analogue à celui que la nature a mis en œuvre au cours de l'évolution des houilles et ce de manière économique.

---

## BIBLIOGRAPHIE.

- ANCION, CH. et SNEL, M., 1947, *Le Bassin houiller d'Andenne*. (Publ. Congrès Centenaire Ass. Ing. École Liège, t. II : Géologie, pp. 43-47, 2 fig.)
- ANCION, CH. et VAN LECKWIJCK, W., 1947, *Étude du Namurien et du Westphalien inférieur du Bassin de Huy recoupés par la Galerie de Java (Couthuin, Belgique)*. (Publ. Ass. Étud. Paléont., Bruxelles, n° 1, 79 p., 11 pl.)
- AUDIBERT, E., 1930, *Contribution à l'étude de la carbonisation de la houille*. (Rev. Industr. min., Saint-Étienne, n° 217, Mém. pp. 1-24, 9 fig.)
- VAN BEMMELEN, R. W., 1955, *Tectogenèse par gravité*. (Bull. Soc. Belge. Géol., LXIV, pp. 95-123.)
- BERTRAND, C. EG., 1905, *Ce que les coupes minces de charbon de terre nous ont appris sur leur mode de formation*. (Congrès intern. Mines, Métal. Géol. appl., Sect. Géol. appl., Liège, pp. 349-390.)
- DE BETHUNE, P., 1955, *Maurice LUGEON* (cf. notamment p. 340 : *Les Préalpes romandes et la tectonique d'écoulement*). (Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr., Bruxelles, t. LXIII, pp. 319-359, 3 fig., 1 pl.)
- BRIGGS, H., 1929, *The appearance of coals, oil shales, and other mineral substances in ultra-violet rays*. (Colliery Guardian, London, pp. 643-644.)
- 1935, *Alteration of Coal seams in the vicinity of igneous intrusions and associated problems*. (Ibid., p. 1174.)
- BRIGGS, H., OWEN, A. L. S. and WILSON, J., 1924, *The heat due to strata Movements and its effect on certain coal seams*. (Trans. Inst. Min. Eng., London, vol. LXVII, Part 4, pp. 355-373.)
- CALEMBERT, L. et VAN LECKWIJCK, W., 1941, *Sur des phénomènes de dissolution au contact des terrains viséens et namuriens dans la région de Samson*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LXV, pp. B 41-46.)
- COPPENS, L., NOEL, R. et VENTER, J., 1955, *Quelques déterminations relatives aux propriétés cokéfiantes des houilles*. (Bull. techn. Inichar, Houille et Dérivés, Liège, n° 8; cf. microphotographies de divers cokes.)
- DANIEL, J., 1899, *Application des rayons de Rontgen à l'examen des combustibles minéraux*. (Ann. Mines Belg., Bruxelles, t. IV, pp. 3-16, 8 pl.)
- DELEPINE, G., 1949, *Le Carbonifère d'Irlande et ses faciès waulsortiens*. (Livre jubilaire Ch. JACOB, in Ann. HEBERT et HAUG, Paris, pp. 143-159.)
- DELMER, A. et GRAULICH, J. M., 1954, *Tableau synoptique des échelles stratigraphiques des gisements houillers de Belgique et des régions voisines. Commentaires de la Planche. Annexe in : Prodrôme d'une description géologique de la Belgique*. (Liège, Vailant-Carmanné.)
- DEMANET, F., 1941, *Faune et Stratigraphie de l'Étage namurien de la Belgique*. (Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg., Bruxelles, n° 97, 324 p., 18 pl.)
- DEMANET, F. et BIOT, A., 1951, *La Galerie d'Hordin à Spy*. (Ibid., n° 119, 36 p., 4 fig., 2 pl.)

- DINES, H. G., 1933, *The Sequence and Structure of the Kent Coalfield. Part I* in : *Contributions to the Geology of the Kent Coalfield*. (Sum. Progr. geol. Surv. for 1932, London, Part II, pp. 15-43, 12 fig., pl. II-IV.)
- DUPARQUE, A., 1933, *Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais*. (Mém. Soc. géol. Nord, Lille, t. XI, texte 756 p., atlas 66 pl.)
- FOURMARIER, P., 1947, *La Géologie et les richesses minérales du sol de la Belgique*. (Publ. Congrès Centenaire Ass. Ing. École Liège, t. II : Géologie, pp. 3-19, 1 pl.)
- FOURMARIER, P. et LESPINEUX, G., 1908, *Compte rendu de l'excursion du dimanche 28 juin 1908 aux environs de Huy*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. XXXV, pp. B 301-314, 6 fig.)
- GILLET, A., 1946, *Carbonisation graduée et pyrolyse graduée des houilles*. (Rev. univ. Mines, Liège, 9<sup>e</sup> série, t. II, n<sup>o</sup> 4.)
- GRAULICH, J. M., 1954, *Une grotte traversée par le sondage de Wépion à 1.000 m de profondeur*. (Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr., Bruxelles, t. LXIII, pp. 113-118, 1 fig.)
- GROSJEAN, A., 1954, *Mesures de température aux profondeurs de 2.185 et 2.225 m dans le sondage de Turnhout (Campine belge)*. (Ibid., pp. 193-201.)
- GUION, CL., 1928, *Sur l'existence d'une faille à Groyne (Andenne)*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LII, pp. B 34-37, 1 fig.)
- HARDY, H., 1933, *Précision sur de nouveaux procédés de traitement du charbon*. (Bull. Soc. belge Ing. et Ind., fasc. 6 et 7.)
- HOCK, G., 1878, *Sur l'horizon du Poudingue houiller dans le Nord-Est de la province de Namur*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. V, Mém. pp. 111-126, 1 fig.)
- JONGMANS, W. J. en KOOPMANS, R. G., 1932, *Petrographie der Nederlandsche kolenlagen*. (Geol. Bureau Ned. Mijngb., jaarverslag 1931, Heerlen, pp. 21-34, 8 pl.)
- KAISIN, F., 1937, *Le problème tectonique de l'Ardenne*. (Mém. Inst. géol. Univ. Louvain, t. XI, 368 p., 16 pl.)
- 1942, *Les théories générales de la tectonique et les réalités*. (Bull. tech. Ing. Ec. Louvain, Bruxelles, pp. 3-33.)
- KAISIN, F. Jr, 1935, *Structure de la bordure Sud du bassin houiller de la Basse-Sambre entre Franière et le Samson*. (Mém. Inst. géol. Univ. Louvain, t. VIII, pp. 161-219, pl. IX-XII.)
- 1939, *Un nouveau gisement de végétaux conservés dans le bassin houiller de Charleroi (Hainaut)*. (Ann. Soc. sci. Brux., Louvain, t. LIX, série II, pp. 5-7.)
- KEMP, C. N., 1928, *The X-Ray Examination of Coal Sections*. (Preliminary Note). (Proc. roy. Soc. Edinb., Edinburgh, vol. XLVIII, Part II, pp. 167-179, 7 pl.)
- KRAUS, E., 1955. *Théorie de la genèse de l'écorce terrestre*. (Traduct. de l'allemand par C. CARDOT; « Scientia », Asso, Como, Italie.)
- VAN LECKWIJCK, W., 1952, *Étude géologique du Gisement houiller d'Andenne-Huy. Le Namurien dans le bassin d'Andenne*. (Publ. Ass. Étud. Paléont., Bruxelles, n<sup>o</sup> 11, 107 p., 12 pl.)
- LECLERCQ, S., 1927, *Observations sur la sédimentation dans la grande forêt équatoriale. Analogie avec les formations houillères*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. XLIX, pp. B 288-296, 6 fig.)
- LEGRAND, R. et TAVERNIER, R., 1951, *Les morts-terrains au sondage du Camp de Bourg-Léopold. (Sondage houiller n<sup>o</sup> 118)*. (Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr., Bruxelles, t. LIX, pp. 17-24, 2 pl.)

- LEGRAYE, M., 1928, *Note sur certains constituants microscopiques des charbons*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LI, pp. B 145-146, 3 fig.)
- 1928, *Observations sur les constituants : vitrain, xylovitrain et durain de la houille*. (Ibid., pp. B 316-317, 3 fig.)
- 1929, *La structure microscopique de la houille*. (Rev. univ. Mines, Liège, 8<sup>e</sup> série, t. I, pp. 17-21.)
- 1930, *Relation entre la teneur en matières volatiles et la teneur en cendres des charbons*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LIII, pp. B 28-33, 55-57, 2 fig.)
- 1930, *Anthracitisation par métamorphisme de contact (lignite provenant de Meisner, Hesse)*. (Ibid., pp. B 76-77, 2 pl.)
- 1931, *Étude détaillée d'une couche d'anthracite du bassin houiller de Liège*. (Ibid., t. LIV, pp. B 128-135.)
- 1931, *Le rôle de l'étude microscopique des charbons*. (Ibid., pp. B 216-218.)
- 1931, *A propos de quelques types de concrétions des couches de houille*. (Ibid., pp. B 331-338, 4 fig.)
- 1932, *Remarques sur l'anthracitisation*. (Ibid., t. LV, pp. B 203-205.)
- 1934, *Conceptions actuelles sur l'origine du charbon brillant (vitrain)*. (Rev. univ. Mines, Liège, 8<sup>e</sup> série, t. X, pp. 352-354.)
- 1935, *L'examen de la répartition des cendres dans les charbons par les rayons X; résultats de quelques essais sur des tranches minces*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LVIII, pp. B 165-170, 1 pl.)
- 1936, *Étude des charbons du bassin houiller du Nord de la Belgique*. (Rev. univ. Mines, Liège, 8<sup>e</sup> série, t. XII, pp. 49-59, 4 fig.)
- 1942, *Étude du charbon de la couche n° 16 au charbonnage d'Ans Rocour*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LXV, pp. B 127-132.)
- 1943, *Quelques études relatives aux charbons du bassin houiller de Liège*. (Rev. univ. Mines, Liège, 8<sup>e</sup> série, t. XIX, pp. 165-168.)
- 1943, *Le rôle des failles dans la répartition des qualités des charbons du bassin houiller de Liège*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LXVI, pp. M 205-260, 22 fig.)
- 1947, *Répartition des charbons belges suivant leur teneur en matières volatiles et leur utilisation industrielle*. (Publ. Congrès Centenaire Ass. Ing. École Liège, t. II : Géologie, pp. 59-65, 4 fig.)
- LEGRAYE, M. et COHEUR, P., 1944, *Étude spectrographique de charbons du bassin de Charleroi*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LXVIII, pp. B 63-67.)
- LUGEON, M., 1940, *Sur la formation des Alpes franco-suissees*. (C. R. Soc. géol. Fr., Paris, 5<sup>e</sup> série, t. X, pp. 7-11.)
- MASSINON, J., 1935, *Quelques possibilités de valorisation des poussières de houille*. (Bull. tech. Ing. Ec. Louvain, Bruxelles.)
- 1938, *Étude microscopique et chimique des charbons de la veine X Paumes dans le bassin de Charleroi*. (Bull. Soc. belge Ing. et Ind., fasc. 4 et 5.)
- MERTENS, E. et MASSINON, J., 1936-1939, *Les grands problèmes actuels de la chimie de la houille*. (Bull. tech. Ing. Ec. Louvain, Bruxelles.)
- PICCARD, A., 1954, *Au fond des mers en bathyscaphe*. (Paris, Arthaud.)
- PICCIOTTO, E. E., 1951, *Les phénomènes radioactifs en géologie*. (Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr., Bruxelles, t. LIX, pp. 102-135.)

- RENAULT, B., 1899-1900, *Sur quelques microorganismes des combustibles fossiles*. (Bull. Soc. Industr. min., Saint-Étienne, 3<sup>e</sup> série, t. XIII, pp. 865-1169, fig. 1-34; t. XIV, pp. 5-159, fig. 35-66; atlas 25 pl.)
- RENIER, A., 1928, *Un nouveau tableau synoptique des échelles stratigraphiques des bassins houillers de la Belgique*. (C. R. I<sup>er</sup> Congr. Étud. Strat. carbon. Heerlen 1927, Liège, pp. 571-593, pl. XV.)
- 1929, *Considérations diverses sur la fossilisation des houilles*. (Rev. Quest. sci., Louvain, 4<sup>e</sup> série, t. XVI, pp. 220-230.)
- 1929, *La Belgique aux temps houillers*. (Bull. Acad. Belg., Cl. Sci., Bruxelles, 5<sup>e</sup> série, t. XIV, pp. 706-737.)
- 1936, *La coupe longitudinale du sillon houiller de Haine-Sambre-Meuse*. (Inst. grand-ducal de Luxembourg, t. XIV, p. xxv.)
- 1943, *Comparaison stratigraphique du Houiller de Liège et du Hainaut*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LXVI, pp. M 261-298, 1 fig.)
- ROBERTS, J., 1928, *The origin of Anthracite. The carbonisation theory*. (Congr. géol. intern., C. R. XIV<sup>e</sup> Session Espagne 1926, Madrid, 4<sup>e</sup> fasc., pp. 1855-1882.)
- ROUBAULT, M., 1949, *La genèse des montagnes*. (Paris, Presses univ. France.)
- SCHNAEBELE, R., HAAS, J. O. et HOFFMANN, C. R., 1948, *Monographie géologique du champ pétrolifère de Pechelbronn*. (Mém. Carte géol. Als.-Lorr., Strasbourg, n<sup>o</sup> 7, 254 p., 39 fig., 17 pl.)
- SIBENALER, N., 1927, *Cours de Physique industrielle*. (Louvain, Uytspuyt.)
- SPRUNK, G. C., ODE, W. H., SELVIG, W. A. and O'DONNELL, H. J., 1940, *Splint coals of the Appalachian region : their occurrence, petrography, and comparison of chemical and physical properties with associated brights coals*. (Tech. Pap. U. S. Dep. Inter. Bureau Mines, Washington, n<sup>o</sup> 615.)
- STAINIER, X., 1894, *Étude sur le bassin houiller d'Andenne*. (Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr., Bruxelles, t. VIII, Mém. pp. 3-22, pl. I-III.)
- 1922, *Matériaux pour l'étude du bassin de Namur. Structure et stratigraphie du bassin houiller de Huy*. (Ibid., t. XXXII, pp. 162-212, 6 fig., pl. II.)
- 1931, *Structures remarquables de charbons belges*. (Ann. Soc. sci. Brux., Louvain, t. LI, série B, pp. 208-221.)
- 1940, *Veines de houille d'origine marine*. (Ibid., t. LX, série B, pp. 37-45.)
- STOCKMANS, F. et WILLIÈRE, Y., 1952-1953, *Végétaux namuriens de la Belgique*. (Publ. Ass. Étud. Paléont., Bruxelles, n<sup>o</sup> 13, xi-382 p., atlas, 57 pl.)
- 1954, *Flores namuriennes de la Belgique. Incertitudes et Hypothèses de travail*. (Vol. Jubil. V. VAN STRAELEN, Bruxelles, t. I, pp. 117-132, 3 pl., 6 tabl.)
- STUART, M., 1926, *The geology of Oil, Oil-Shale, and Coal*. (Mining Public., London, 104 p., 3 fig.)
- WALTON, J., 1926, *A Note on the Structure of the Plant Cuticles in the Paper-Coal from Toula in Central Russia*. (Mem. Manchester lit. phil. Soc., vol. LXX, pp. 119-123, 2 fig.)
- WHITE, D., 1927, *Quelques relations entre les charbons de différentes espèces et la composition des dépôts sédimentaires originels* (traduit de l'anglais par M. LEGRAYE). (Mém. Soc. géol. Belg., Vol. Jubil., Liège, t. I, fasc. II, pp. 365-378, 1 pl.)



**PLANCHE A**

## EXPLICATION DE LA PLANCHE A.

---

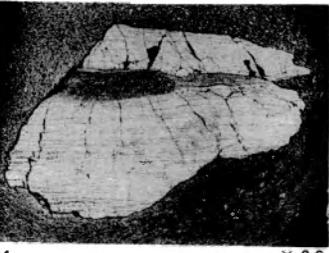
### Étude des houilles de Groyne et de Rouvroy (Andenne).

- FIG. 1. — Photographie (1) d'un échantillon prélevé à proximité du mur de la Plateure de Rouvroy; nombreuses belles bandes de fusain dans le vitrain; fentes obliques coupant toute la masse.
- FIG. 2. — Radiographie de l'échantillon précité; répartition des cendres en lits parallèles aux bandes de fusain régulièrement stratifiées.
- FIG. 3. — Photographie d'un échantillon prélevé près du mur de la Plateure de Rouvroy; noyau de fusain vers le centre du cliché (cf. fig. 4 et 5 de la Pl. B).
- FIG. 4. — Radiographie de l'échantillon précité; les cendres sont réparties en bandes nettement stratifiées.
- FIG. 5. — Photographie d'un échantillon prélevé au mur de la Plateure de Rouvroy, montrant la grande friabilité de la houille.
- FIG. 6. — Radiographie de l'échantillon précité; les cendres sont réparties en lits bien stratifiés mais particulièrement chargés.
- FIG. 7. — Photographie d'un échantillon du toit de la Grande Veine de Groyne faisant apparaître l'extrême friabilité de la houille.
- FIG. 8. — Radiographie de l'échantillon précité, montrant une large plage blanche, exempte de cendres (fait assez compréhensible près du toit de la veine); le halo est dû au plâtre.
- FIG. 9. — Photographie d'un échantillon prélevé près du mur de la Grande Veine de Groyne.
- FIG. 10. — Radiographie de l'échantillon précité; cendres réparties en très fines strates sinueuses.
- FIG. 11. — Radiographie d'un échantillon prélevé près du toit de la Plateure de Rouvroy; les cendres soulignent un pli (anticlinal relatif) au sein de la houille; ponctué de fine pyrite sur le flanc gauche.
- FIG. 12. — Radiographie d'un autre échantillon prélevé au toit de la Plateure de Rouvroy; répartition régulière des cendres suivant la surface de sédimentation; ponctué de fine pyrite.
- FIG. 13. — Photographie d'un échantillon prélevé au milieu de la Plateure de Rouvroy, montrant de belles plages de vitrain, malheureusement très effrité.
- FIG. 14. — Radiographie de l'échantillon précité; cendres finement stratifiées; zone inférieure très pure.
- FIG. 15. — Microphotographie en lumière réfléchie donnant la répartition des cristaux de pyrite dans le vitrain, le xylovitrain et le fusain d'un échantillon du mur de la Plateure de Rouvroy (cf. fig. 5 et 6); pyrite déposée vraisemblablement après la formation de la houille.
- FIG. 16. — Microphotographie d'une houille du niveau de la Plateure de Rouvroy, Grande Veine de Groyne, montrant une structure cellulaire polygonale très bien conservée (partie de droite); dans la moitié gauche les cellules sont coupées obliquement.

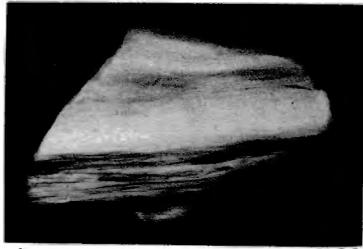
---

(1) Toutes les photographies ont été prises à l'aide d'un faisceau de lumière réfléchie.

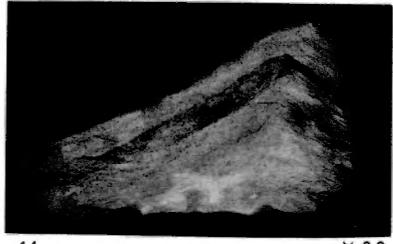
---



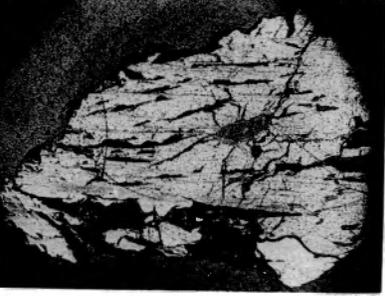
1 × 0,9



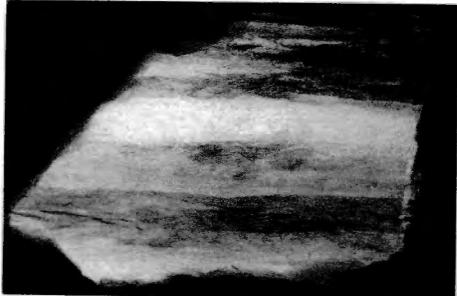
2 × 0,9



11 × 0,9



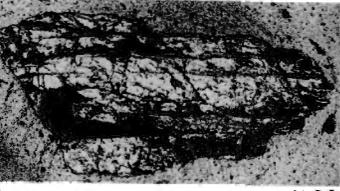
3 × 0,9



4 × 0,9



12 × 0,9



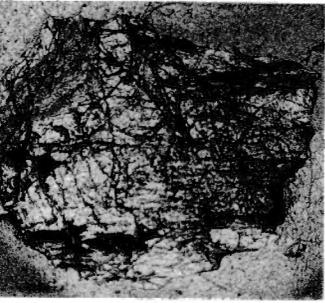
5 × 0,9



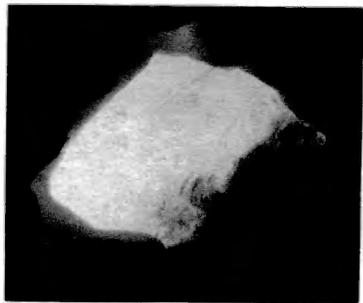
6 × 0,9



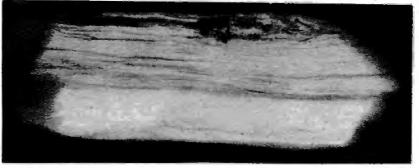
13 × 0,9



7 × 0,9



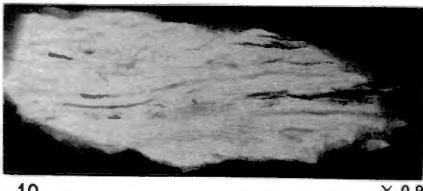
8 × 0,9



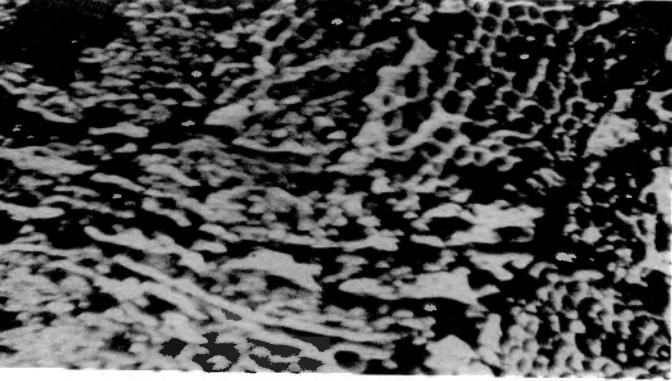
14 × 0,9



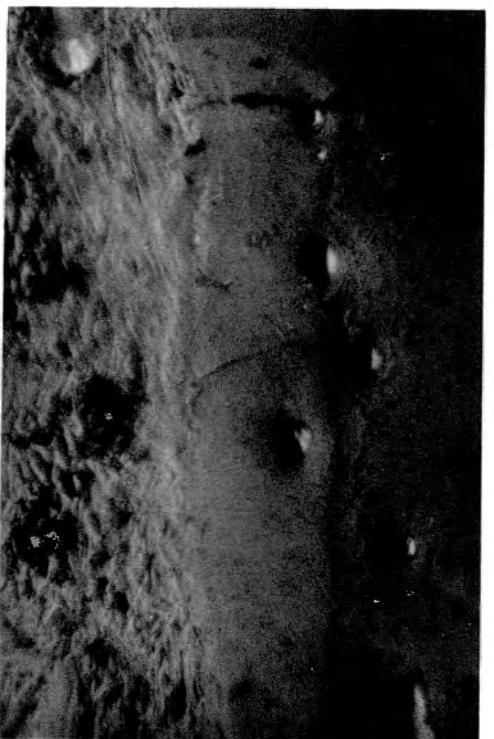
9 × 0,9



10 × 0,9

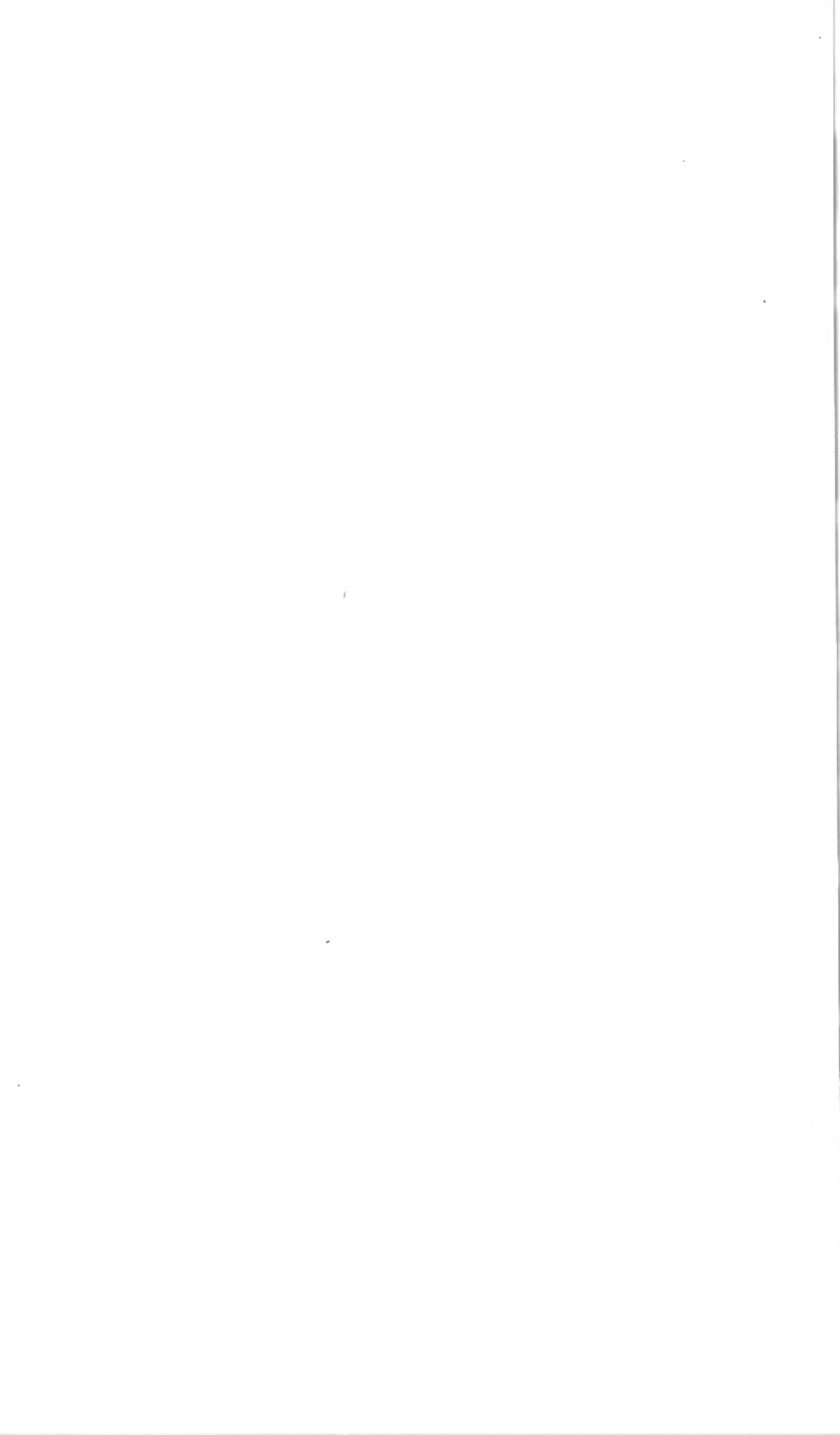


16



15

A. WÉRY. — Constitution lithologique de quelques charbons du bassin houiller d'Andenne.



**PLANCHE B**

## EXPLICATION DE LA PLANCHE B.

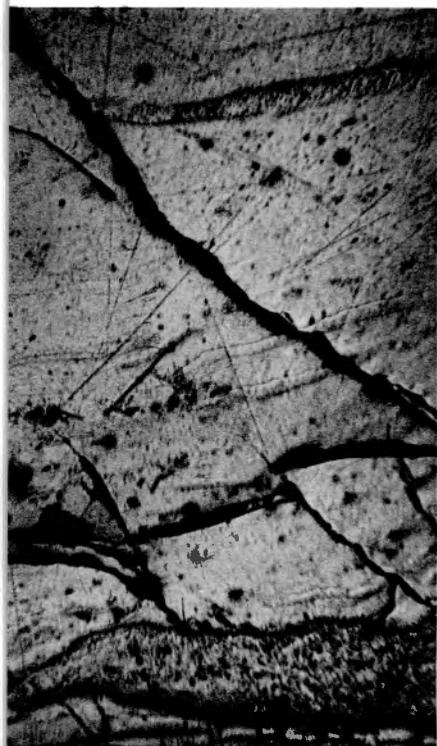
---

### Étude des houilles de Groyne et de Rouvroy (Andenne).

- FIG. 1. — Microphotographie d'un échantillon prélevé près du mur de la Grande Veine de Groyne; dans la moitié inférieure de la photo, les fentes qui traversent le vitrain ne se prolongent pas dans le fusain du bas de l'image; ses microfentes ne sont donc pas d'origine tectonique; divers fragments ligneux gélifiés (haut et bas de l'image); grande fente oblique dans le xylovitrain.
- FIG. 2. — Autre microphotographie de l'échantillon précité, montrant des plages de fusain découpées par des microfailles vraisemblablement postérieures à la sédimentation; parois cellulaires longitudinales comprimées dans le coin droit; tissus altérés incurvés vers la gauche à proximité d'une microfaille, ce qui tend à souligner une relation microtectonique.
- FIG. 3. — Microphotographie d'un échantillon prélevé près du mur de la Plateure de Rouvroy, montrant des microfentes de retrait au sein du vitrain et qui ne traversent pas les bandes de tissus ligneux partiellement gélifiés; au centre, traînée de microcristaux de pyrite; pseudo-corps figuré (vers le centre du tiers supérieur).
- FIG. 4. — Microphotographie d'un autre échantillon, situé comme le précédent au mur de la Plateure de Rouvroy, faisant voir une grande lentille de fusain à structure cellulaire bien conservée, mais déformée suite au mouvement pseudo-dyapirique de cette lentille au sein du vitrain; amas de pyrite dans le vitrain du coin supérieur gauche (cf. fig. 3 et 4 de Pl. A).
- FIG. 5. — Microphotographie de la partie postérieure du fragment de fusain, dont la figure 4 représente la partie antérieure; l'allure des traînées au sein du vitrain évoque un déplacement que l'on qualifierait de dyapirique si ce n'était l'échelle microscopique du phénomène qui a dû se produire alors que le vitrain était relativement fluide, à moins qu'il ne fût pseudo-plastique corrélatif à un déplacement très lent; des traînées de pyrite jalonnent le sillage du noyau de fusain.
- FIG. 6. — Photographie <sup>(1)</sup> d'un échantillon prélevé près du toit de la Grande Veine de Groyne, montrant une craquelure traversant obliquement les bandes alternantes de charbons brillants et mats.
- 

<sup>(1)</sup> Voir note au bas de l'explication de la planche A.

---



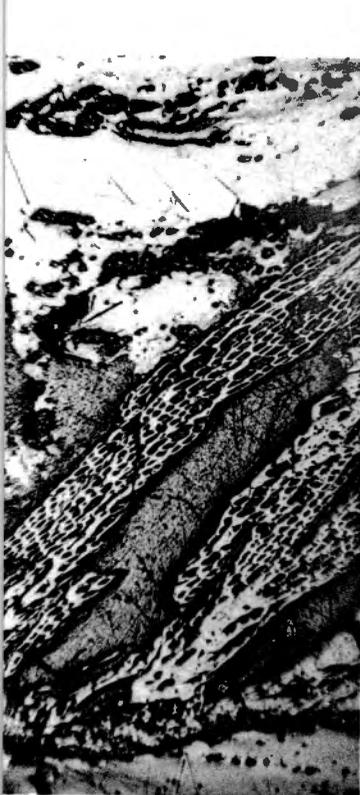
1



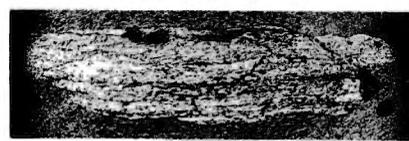
2



3



4



6

× 0,9



5

A. WÉRY. — Constitution lithologique de quelques charbons du bassin houiller d'Andenne.

