

Cette étude conduit à une conclusion très importante, nouvelle, et qu'on peut considérer comme fermement établie : c'est qu'il existe en Ardenne toute une série de niveaux de replats dont l'étude offre le plus haut intérêt au point de vue de l'évolution assez récente de la région. Elle montre d'autre part qu'il est possible d'émettre, au sujet de toute l'évolution postpaléozoïque de l'Ardenne une hypothèse simple, basée sur des données géomorphologiques objectives, cadrant bien avec les faits géologiques, et qui rend compte, non seulement de l'allure générale du relief, mais encore d'une grande quantité de détails de celui-ci.

(Université de Liège, Laboratoire de Géographie Physique).

Nomenclature nouvelle et dosage pratique des constituants des charbons ⁽¹⁾

par **ANDRÉ BERTRAND**

Ingénieur A. I. Lg.

Résumé. — *Un séjour de deux mois au Laboratoire de la « Forschungstelle für Angewandte Kohlenpetrographie » de l'École des Mineurs de Bochum, a permis à l'auteur de cette note de se mettre au courant de la nomenclature allemande et du dosage des constituants des charbons, ainsi que de leur emploi possible pour des fins d'ordres scientifique et pratique.*

1) *L'examen des charbons ne se conçoit plus guère sans usage de l'immersion, dont les avantages confèrent à la méthode des sections polies une réelle supériorité.*

2) *Grâce à une méthode d'investigation bien au point, on peut distinguer dans les charbons 5 zones types reconnaissables à des caractères bien nets : vitrite, clarite, durite, fusite et barrés, lesquelles sont chacune formées d'association d'éléments constituants : vitrinite, exinite, micrinite, semi-fusinite, fusinite, dont les caractères ont été décrits.*

3) *A chacune de ces zones-type, correspondent des propriétés chimiques, physiques et industrielles qui précisent leur rôle dans le*

(1) Introduction à des recherches effectuées avec l'aide des subsides du F. N. R. S., sur la pétrographie des charbons, par Maurice et André BERTRAND, A. I. Lg.

comportement du charbon au cours des différentes opérations qu'il subit.

4) *La technique des éprouvettes permet l'étude pétrographique de toute espèce de produit charbonnier, et garantit une valeur de moyenne aux résultats obtenus.*

5) *Le dosage par l'intégrateur de Leitz permet de caractériser un charbon brut ou un produit fini par sa composition centésimale en constituants bien définis. Cette composition centésimale rend possible des conclusions quant aux possibilités de traitement et de purification des houilles.*

Généralités. — L'hétérogénéité des charbons est connue depuis longtemps et le mineur a déjà su distinguer les trois sortes de houille qui l'ont frappé : houille brillante, houille mate, fusain. Dans la suite, de nombreux chercheurs de tous les pays se sont attachés à l'étude détaillée de ces constituants. On aura une idée du nombre et de l'ampleur des travaux de ce genre en consultant la remarquable annexe bibliographique du « Lehrbuch der Steinkohlenpetrographie » de E. Stach.

Deux techniques s'affrontent pour l'examen microscopique des charbons : la technique des *lames minces*, mise au point et développée aux Etats-Unis et en Angleterre (1) et celle de l'*étude en section polie* développée dans tous les pays, en France (2) comme en Allemagne, mais mise au point d'une façon remarquable dans ce dernier pays et utilisée de façon optimale grâce au développement d'un appareillage microscopique hors pair, à ressources multiples (3). Il nous paraît d'ailleurs que c'est ce dernier mode d'examen qui doit le plus retenir l'attention, car en plus de sa simplicité qui le rend accessible à tous, son champ d'application est beaucoup plus vaste et permet l'examen microscopique de toutes espèces de produits houillers, lavés de toutes catégories, fines, pulvérisés, poussières, schlamm, houilles d'un degré quelconque d'évolution. L'emploi judicieux de l'immersion, de la lumière polarisée, de l'éclairage oblique, de la corrosion, a amélioré de façon sensible le rendement de ce procédé, et le rend égal, sinon supérieur à l'examen en lame mince.

On comprend difficilement qu'à l'heure actuelle, certains pétrographes négligent encore les avantages qu'offre l'examen des houilles par l'objectif à immersion. Sans doute, ce mode d'investi-

gation n'a pas été admis d'emblée, mais une comparaison des résultats obtenus a amené les pétrographes allemands, dont Stach et Kuhlwein (4) à en généraliser l'emploi. Par la substitution à l'air, d'un milieu à plus fort indice de réfraction, se rapprochant de l'indice des substances examinées (huile = 1,515; spores et cuticules = 1,63; vitrite = 1,71), les écarts relatifs entre les substances sont plus sensibles, et les oppositions plus marquées; les éléments sont d'autant plus foncés que leur indice est bas, mais l'écart de teinte dépend de l'écart des différences de cet indice à 1,515 et non à 1. Si l'avantage est moindre pour les spores, il apparaît surtout pour la micrinite, et en particulier dans les charbons évolués, où les éléments figurés ont des indices plus élevés, voisins de celui du ciment.

L'immersion diminue l'influence du reflet dû au poli, au profit des effets de diffusion qui indiquent une structure. De plus, le faisceau lumineux recueilli à la face supérieure de la lentille est plus fourni, donc l'image plus nette et plus claire.

Là où le vitrain ne présente pas de structure apparente, l'immersion montre nettement un réseau cellulaire; le ciment apparemment homogène se montre à base de vitrinite ou à base de micrinite et sépare ainsi les clarites des durites; chaque constituant prend un relief et une teinte caractéristiques, qui rend l'investigation beaucoup plus sûre et beaucoup plus indépendante du poli.

Même là où l'examen sous l'objectif ordinaire paraît ne rien laisser échapper, l'examen sous immersion rend la visibilité beaucoup meilleure en accentuant les contrastes. Sans exclure le procédé de la corrosion, l'objectif à immersion permet de pousser plus loin l'examen sans devoir recourir à cette méthode bien mise au point par Seyler (5), mais d'application trop délicate pour la pratique courante.

En tous cas, on n'a plus guère le droit aujourd'hui de négliger ni l'amélioration des conditions de travail ni le supplément d'information qu'assure ce dispositif.

L'école allemande pétrographique a introduit depuis 1935 une nomenclature conforme à des buts pratiques à réaliser par la pétrographie des charbons (6).

On sait, en effet, que les propriétés industrielles des charbons sont liées à leur composition, c'est-à-dire à leurs teneurs en

houille brillante, houille mate, fusain, ou mieux, en constituants mieux définis que ces zones macroscopiques.

Les éléments constituants des charbons. — Toutes les études microscopiques ont depuis longtemps mis en évidence que ces zones macroscopiques sont des groupements d'éléments caractéristiques, faciles à reconnaître sous l'objectif, tout comme les roches qui font l'objet de la minéralogie sont des groupements bien définis de minéraux. C'est dans le sens d'une classification analogue à celle des pétrographes que Mme Marie Stopes (7) a orienté ses essais, pour aboutir finalement à une nomenclature qui groupe en « minéraux » ces éléments caractéristiques désignés du vocable nouveau de « macerals ». Leur nature d'éléments constitutifs est marquée par la terminaison « inite » : vitrinite, micrinite ; les zones types ou roches qu'ils constituent par leurs groupements prennent la terminaison « ite », durite, etc... par analogie avec la nomenclature des roches : granite, dolérite, etc...

Le reproche immédiat que l'on a adressé à Mme Stopes a été le grand nombre de dénominations adoptées, qui se justifie pourtant par le nombre de constituants rencontrés. Cette classification d'apparence complexe a subi un remaniement de la part des pétrographes allemands, qui se sont surtout préoccupés de définir les groupements ou zones du charbon dont la fréquence est la plus grande, et dont les caractères chimiques et physiques apparaissent les plus constants et les plus valables pour permettre une utilisation pratique. Il importe peu, en effet, pour la pratique que la substance « enrobante » soit dérivée d'écorce plutôt que de périderme, si ses propriétés industrielles n'en varient point. L'essentiel est que la substance enrobante soit définie d'une façon non équivoque, suffisamment générale pour englober toutes les variations de facies sans influence sur les propriétés générales de l'élément dosé.

L'intérêt de la subdivision très détaillée de Mme Stopes est essentiellement d'ordre scientifique et on peut toujours y avoir recours en cas d'étude plus poussée. Le but poursuivi par les pétrographes allemands a été de permettre une analyse rapide, suffisamment précise, portant sur un petit nombre de types bien définis et telle qu'on puisse en déduire les propriétés possibles du produit étudié, par le groupement réalisé de zones étudiées séparément par ailleurs.

La nomenclature telle qu'elle est adoptée généralement en Allemagne (8) dans les centres de pétrographie annexés aux écoles et utilisée dans les laboratoires de nombreuses sociétés charbonnières, l'a été après les séances du Congrès International pour l'étude du Carbonifère, tenu à Heerlen en 1935 ; au cours de ce Congrès ont été discutées diverses propositions, et admises quelques-unes d'entre elles. En l'absence de représentants d'autres nations qui eussent pu défendre d'autres point de vue, les congressistes se sont ralliés au point de vue allemand, soutenu par Bode, Kuhlwein, Hoffmann, Jongmans, Koopmans, Seyler entre autres (9).

Des suggestions de divers pétrographes, ont été retenues finalement les suivantes relatives aux *éléments isolés*, constitutifs des zones types dans les charbons et désignés par la terminaison « inite » :

La **fusinite** (*fusain* des mineurs, « mother of coal » des Anglais, « faser Kohle » des Allemands) lentilles ou fragments à caractère ligneux, à structure cellulaire parfaitement reconnaissable, sans remplissage organique ; sous l'objectif elle se caractérise par son relief fort, sa teinte blanc à jaune doré. A côté de ces fragments bien conservés, on trouve des bandes ou des lentilles, macroscopiquement non visibles, de structure cellulaire plus altérée encore que reconnaissable, à vides cellulaires exempts de remplissage ; on leur a donné le nom de **semi-fusinite** ; microscopiquement, elle se caractérise par sa structure cellulaire, un relief moyen, une teinte gris blanchâtre.

Cet élément joue le rôle de transition entre la fusinite et la masse colloïdale amorphe, sans structure apparente quel que soit le procédé d'investigation employé (Seyler). Il existe évidemment toute une série d'intermédiaires, les uns à relief net rattachés à la semifusinite, les autres d'aspect absolument comparable à celui de la substance amorphe, les parois cellulaires s'étant complètement altérées, les vides n'ayant conservé leur volume et leur position que grâce à un remplissage organique résistant constitué le plus fréquemment par de la résine. A ce genre d'élément qui se rattache par son état de conservation plus à la masse colloïdale qu'à la fusinite, le pétrographe hollandais Jongmans a donné le nom de « **Telinite** ». Le ciment de remplissage peut être la

substance des parois elle-même, ou un gel de même composition, et dans ce cas la structure n'est plus que très faiblement visible ; on arrive cependant, sous l'objectif à immersion, à distinguer parfois le réseau cellulaire initial. A cette substance d'aspect colloïdal, qui constitue d'ailleurs les bandes de vitrain ou houille brillante, Stopes avait donné les nom de « **Collinite** ». Pour les besoins de la pratique, ces deux formes de la houille brillante se groupent sous le nom de **vitrinite**.

Depuis longtemps déjà les pétrographes anglais avaient constaté dans les lames minces la présence d'une *substance opaque*, isolée en amas ou constituant un véritable ciment entre les constituants des charbons mats. Aucun polissage, si perfectionné soit-il, n'est capable de la mettre en évidence, car son relief est celui du vitrain. Seul l'emploi de l'objectif à immersion a permis de faire apparaître dans les sections polies cet élément caractéristique qui se montre soit en amas ou fétus blanc nacré, soit comme liant à l'exclusion de tout autre. Son origine est encore incertaine (10), mais son rôle comparable à celui du fusain justifie qu'on en tienne compte. Mme Stopes l'a désignée sous le nom de **micrinite** et c'est le nom qu'a adopté le Congrès de Heerlen.

A côté de ces éléments d'origine ligneuse, à un état plus ou moins altéré, un rôle considérable dans la formation des charbons mats est dévolu aux éléments figurés, spores et cuticules. Il est inutile de détailler ici l'aspect de ces éléments, dont les études magistrales de Duparque (2) entr' autres ont bien montré les différents caractères. La similitude de leur constitution chimique et de leur rôle a permis de les grouper sous le nom d'**exinite**, se présentant sous des formes caractéristiques, avec un relief fort et une teinte variant, sous l'objectif, du brun au violacé.

Dans la catégorie des éléments figurés, peuvent rentrer les algues de bogheads et cannel-coals, dont le rôle est assez identique. Le peu d'extension de ces charbons, particulièrement en Belgique, permet d'ailleurs de ne les citer que pour mémoire.

Enfin, encore que certains charbons en contiennent assez abondamment, les résines qui constituent un élément très accessoire des charbons, sont groupées sous le nom de **résinite** ; elles se rencontrent comme il a été dit plus haut dans les vides cellulaires de tissus ligneux, dont elles dessinent ainsi le réseau, et plus rarement en bandes ou lentilles dans la stratification.

Les zones types. — Ayant ainsi décrit les *éléments constitutifs* des charbons, les pétrographes allemands ont fixé quatre zones types, dont la composition est suffisamment bien définie pour qu'on puisse leur faire correspondre des propriétés physiques et chimiques bien déterminées, et telles que leur dosage microscopique permette de prévoir les propriétés du charbon étudié (8).

Ce sont :

La **vitrite**, correspondant au vitrain ou charbon brillant, composée presque exclusivement de vitrinite ; elle se présente en lits d'épaisseurs variables et de grande extension horizontale. C'est le constituant du charbon présentant le plus d'homogénéité, généralement le plus pur, le plus intéressant au point de vue de l'abaissement de la teneur en cendres. Son aspect est trop connu pour qu'il soit utile d'insister. Comme éléments accessoires, de nature à en diminuer la pureté, il peut contenir de la fusinite et de la semi-fusinite en éclats ou en lentilles de dimensions réduites, des inclusions résineuses en réseaux. Il peut aussi être souillé d'inclusions minérales (en veinules ou en imprégnations).

Très accessoirement, on y rencontre des éléments figurés, spores ou cuticules. Mais l'accroissement de sa teneur en ces derniers le fera désigner sous le nom de **clarite**, qui est essentiellement un agrégat sédimentaire de spores et cuticules dans un liant constitué presque exclusivement de vitrinite.

La clarite ne présente pas le caractère d'homogénéité de la vitrite ; sa teneur en éléments figurés est très variable ; on passe d'un semis de spores ou de cuticules à un véritable empilement compact de ces derniers, le ciment jouant un rôle accessoire. L'hétérogénéité s'accroît du fait de l'apparition fréquente de bandes ou de fragments de fusinite et semi-fusinite, ainsi que par l'apparition de macules de micrinite, celles-ci restant toutefois absolument accessoires.

Si ces éléments prennent une grande importance dans la constitution d'une zone, celle-ci sera définie comme **durite** et non plus comme clarite ; la substitution à la vitrinite de matières plus carbonées comme la fusinite, la semi-fusinite et la micrinite lui confère des propriétés différentes dont il convient de tenir compte. On voit ainsi dans les durites la vitrinite faire place à un agrégat de semi-fusinite et de micrinite, caractéristiques sous le microscope par leur aspect blanc nacré ; dans le terme extrême,

les spores sont cimentés par de la micrinite, à l'exclusion de tout autre liant.

Clarite et durite sont les deux aspects des charbons mats dont l'aspect macroscopique est suffisamment connu. Cette subdivision proposée par Stopes et reprise en Allemagne n'a pas rencontré l'approbation générale, à cause de l'imprécision d'une subdivision entre les charbons à spores. Certains auteurs, comme Stach (11) intègrent les clarites dans les durites, sous le nom d'humodurite. Cependant, il y a lieu de distinguer entre les clarites et les durites, étant donné l'influence de la nature du ciment sur les propriétés du charbon. On sait notamment que la micrinite et la semi-fusinite diminuent le pouvoir cokéfiant, modifient le pouvoir calorifique ; de plus, les essais de séparation du D^r Kuhlwein ont montré que ces éléments sont plus riches en cendres ; ce qui se vérifie aussi lors de l'analyse pétrographique des tranches flottées d'un même charbon : les plus denses, c'est-à-dire les plus cendreuses sont aussi les plus riches en durite. Un argument supplémentaire à cette distinction nous a été fourni par l'examen des résidus de dissolution des charbons dans divers essais effectués par M. le Prof. Gillet. La vitrinite est dissoute, et on ne trouve plus trace de clarite, sauf sous forme d'agrégat de spores ; au contraire, la durite subsiste intégralement. Les minces intercalations de vitrinite qu'elle contient parfois ont disparu, tandis que la micrinite subsiste inaltérée. Ces dernières recherches feront l'objet d'un mémoire spécial.

L'existence de tous les états intermédiaires entre clarite et durite types maintient dans cette subdivision un élément d'imprécision que l'on constate à ses dépens lors des analyses pétrographiques. Mais l'habitude permet de la lever en partie.

La quatrième zone est la **fusite**, dans laquelle on groupe tous les éléments ligneux à structure conservée, constituant le charbon mat. C'est l'élément cendreux par excellence, nuisible à la purification du charbon, inerte ou nocif dans la cokéfaction : fusinite et semifusinite, où se retrouvent des intercalations de vitrinite, en bandes ou en plages d'extension limitée.

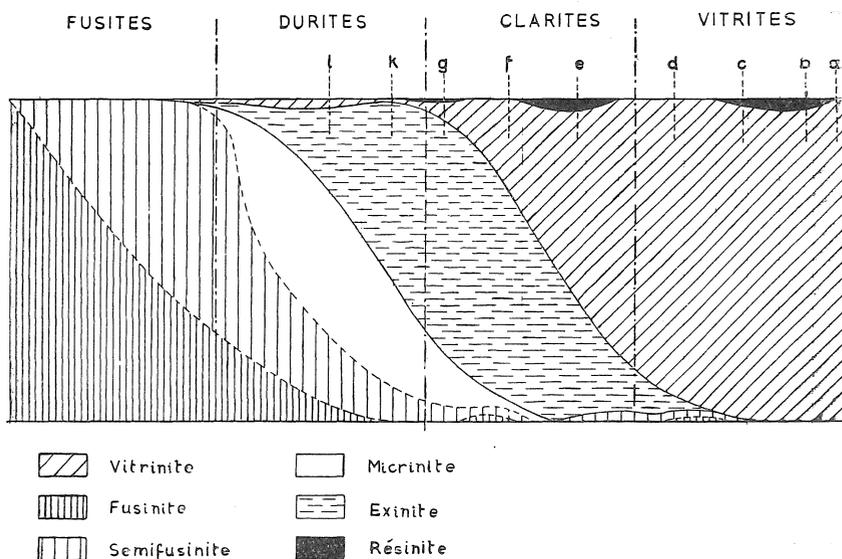
Enfin, comme dernière zone constitutive des charbons, les Allemands identifient les schistes charbonneux (Brandschiefer) auxquels il convient peut être mieux de conserver le nom de **barrés**. Ces barrés sont des strates très fortement souillées de

matière minérale, caractéristiques par leur teinte, d'autant plus sombre que cette matière minérale est plus abondante. Il en existe une grande variété de types, depuis les simples amas alignés suivant la stratification jusqu'au schiste proprement dit; ils sont généralement constitués d'une alternance de lits charbonneux et argileux très finement stratifiés, soit régulièrement parallèles à la stratification, soit très fortement plissés et affectés d'accidents tectoniques : plis et failles de toute espèce.

L'extrême ténuité de ces lits les rend difficilement séparables et il en subsiste parfois dans les concentrés les plus purs des charbons flottés. C'est ce qui explique leur importance dans les possibilités de purification d'une houille.

La matière charbonneuse peut être de type quelconque. On pourra les désigner sous les noms de barrés vitritiques, duritiques, etc.

Citons comme impureté minérale assez fréquente la sidérose, que l'on rencontre souvent en nodules englobant des débris végétaux, ou en strates où ne subsistent que de minces parois cellulaires.



J'ai tenté de résumer, dans le schéma annexé, cette conception de la composition des charbons, sans vouloir y introduire aucune notion quantitative, en essayant toutefois d'y rassembler les cas possibles.

La zone des fusites présente tous les cas possibles de mélange fusinite-semifusinite; le passage à la vitrite est progressif; celle-ci pourra contenir plus ou moins de ces éléments (*a*) ou ne montrer que des inclusions de résinite (*b*) ou contenir tous ces éléments en proportion toujours réduite (*c*), et même être légèrement parsemée de spores, dont le faible développement n'influe pas sur ses propriétés (*d*). Avec le développement des corps figurés, on passe aux clarites types avec ou sans résinite (*e* et *f*), qui se souillent progressivement de micrinite, semifusinite et fusinite, en gardant leur caractère claritique (*g*). Leur hétérogénéité croissante les classe comme *durite* (*h*), dont le type le plus fréquent comporte un mélange de tous les éléments (*i*), le type extrême, à l'opposé de la clarite (*f*) ne comporte que spores et micrinite (*k*).

Si on compare cette classification avec la plus intéressante proposée en Belgique, dont M. Legraye a fait l'exposé dans son ouvrage « **Les constituants du charbon** » (12) on voit que l'équivalence est totale en ce qui concerne la vitrite et le charbon zoné brillant ou vitrain, la fusite et le charbon zoné mat ou fusain; la différenciation est plus nette entre clarite et durite qu'entre gayets de type divers, la séparation portant sur la nature du ciment et non sur la nature des éléments figurés. Cette discrimination essentielle n'était pas possible sans le secours de l'objectif à immersion.

Comme toute classification de produits naturels, cette nomenclature est obligée de grouper en zones distinctes des états transitoires d'un type à l'autre. Elle porte en elle-même, comme toute subdivision, une incertitude qu'on ne peut supprimer sans devoir entrer dans des détails de classement qui importent peu au but poursuivi. Pour une caractérisation rapide d'un charbon, elle suffit cependant, si on se limite à ces types généraux, et si, au cours de l'examen, on se souvient qu'une zone transitoire se range dans celle dont elle se rapproche le plus au point de vue des propriétés industrielles.

M. LEGRAYE		HEERLEN 1935		
Charbon	Brillant	Substance brillante sans structure avec rares débris végétaux etc	Substance brillante (vitrinite) avec ou sans structure, avec débris, résinite, spores rares.	Vitrinite
	Mat	Empilement de grands débris végétaux dans la substance brillante.	Débris à structure cellulaire intacte (fusinite) ou altérée (semifusinite) avec <i>Vitrinite</i> .	Fusite
Gayet	d'algues	Prédominance d'algues microscopiques dans une pâte brillante.	Éléments figurés (Exinite) dans de la <i>vitrinite</i> prédominante	Clarite et clarite d'algues
	de spores	Prédominance de spores dans la pâte brillante.	Éléments figurés (Exinite et Algues) dans de la <i>micrinite</i> avec fusite.	Durite et durite d'algues
	de débris	Prédominance de microscopiques fragments de végétaux.	Fusite ?

On serait tenté de grouper les constituants des charbons d'une façon plus simple encore, et plus précise, par exemple sous la forme connue des pétrographes, à savoir comme les trois coordonnées d'un diagramme triangulaire :

a) Vitrinite + Résinite

b) Exinite

c) Éléments inertes (Semifusinite + Fusinite + Micrinite) chacun de ces trois éléments intervenant différemment dans les propriétés des charbons. Cette représentation séduisante nécessite cependant:

1) la mise au point d'une méthode de mesure de ces constituants, le dosage devant s'effectuer à de plus forts grossissements qui en réduisent la simplicité ;

2) la détermination exacte des propriétés individuelles d'éléments difficilement séparables par nos procédés actuels.

Influence du métamorphisme. — La nomenclature des constituants des charbons, décrite ci-dessus, a sa signification

complète pour les charbons peu évolués ; elle se simplifie pour les plus évolués. En effet, un facteur non négligeable de l'aspect microscopique des charbons est leur degré de *métamorphisme*, dont l'effet le plus sensible est d'estomper et même de faire disparaître tout aspect de structure. A l'exception de la fusinite et de ses dérivés, qui se modifient peu, les zones du charbon sont de moins en moins différenciables à mesure que le métamorphisme s'accroît. Les spores si visibles dans les charbons gras, par leur relief fort et leur teinte foncée, échappent rapidement à l'observation et il faut le secours de l'immersion pour déceler leur présence. Au delà d'un certain degré de métamorphisme, il n'est plus question de durite ou de clarite dans la houille ; on peut encore cependant distinguer des zones de houille brillante et mate, celle-ci se montrant sous l'objectif comme une vitrite souillée de traînées et de bandes blanches sans traces reconnaissables de spores ; c'est ce que Stach a appelé « métadurite » ou durite métamorphique. La clarite éventuelle ne se distingue plus en rien de la vitrite de la houille brillante. La lumière polarisée parvient toutefois à faire ressortir encore des éléments figurés et des restes de structure ; au delà, seule la corrosion peut déceler des différenciations. L'application de la classification ci-dessus reste encore possible, car en fait, ce que le microscope révèle comme vitrite, se comporte comme telle, quelle que puisse être sa constitution intime, et ce qui est définissable comme zone duritique présente, à l'échelle du degré de métamorphisme, les propriétés des durites de charbons gras. La méthode ne perd pas de son intérêt.

L'examen sous immersion et la lumière polarisée rendent déjà compte de la disparition progressive des éléments figurés, et sont de nature à infirmer certaines théories émises sur une relation entre la teneur en matières volatiles et la constitution élémentaire originelle des charbons (2, 13). Que les charbons maigres et anthracitiques ne montrent pas de spores ne prouve en aucune façon que leur origine soit différente de celle des charbons où on les trouve encore. L'amélioration des procédés d'investigation ne permet plus une classification aussi absolue. Il en va pour les charbons comme pour les autres roches, où l'investigation et les théories génétiques sont de plus en plus ardues à mesure qu'on aborde des séries plus anciennes. Le manque de fossiles dans un micaschiste ou un gneiss n'a jamais

suggéré l'idée que leur mode de formation pourrait être différent de celui d'un schiste ou d'un grès fossilifère.

Utilisation de la nouvelle nomenclature. — Cette classification définissant avec plus de précision, à notre avis, les zones constitutives des charbons, nous en adopterons la terminologie. On pourra objecter qu'il n'est pas nécessaire d'introduire de nouvelles dénominations, ni de modifier les termes connus « vitrain, clarain, durain, fusain ». Il nous semble qu'il serait intéressant d'adopter pour la *désignation macroscopique* des constituants les termes « *charbon zoné brillant, charbon zoné mat* » et « *gayet* » de M. Legraye, par lesquels sont désignés des types bien définis pour l'observation à l'œil nu ; pour l'examen microscopique, les dénominations allemandes nous paraissent préférables parce que plus exactes, mieux en rapport avec les différenciations que permet l'examen détaillé.

Ainsi définies, ces zones constitutives sont suffisantes pour entreprendre des travaux de pétrographie descriptive. Cependant, plus on voudra pousser l'étude, plus il faudra avoir recours à des termes supplémentaires pour caractériser les états de transition, dire par exemple Vitro-Clarite, Duro-Clarite ou Claro-Durite, voire même, recourir aux définitions de Mme Stopes(7).

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que la nomenclature décrite ci-dessus doit remplir un autre but que celui d'établir simplement des monographies de couches. L'évaluation de la teneur d'un charbon en constituants doit donner une idée de ses propriétés possibles, l'examen détaillé d'une couche doit permettre d'expliquer certaines particularités d'abatage, de prévoir certaines possibilités dans les traitements ultérieurs. Les possibilités de purification d'une couche sont liées à sa composition pétrographique. Le meilleur degré d'utilisation des fines s'estimera sous le microscope (14).

Pour cela, il importe que l'étude d'une couche soit possible sur autre chose qu'une série de morceaux, dont l'examen ne donnera après tout qu'une composition momentanée, et non la moyenne d'une production quotidienne ou hebdomadaire, seule donnée dont on puisse tirer des conclusions valables. C'est dans le but de rendre possible une telle étude moyenne que Stach et Kuhlwein ont mis au point, depuis 1928 (15), la technique des éprouvettes pétrographiques, puis une méthode de dosage au microscope, en collaboration avec la maison E. Leitz de Wetzlar.

Technique. — Résumons rapidement cette technique : quelques grammes d'un échantillon moyen de charbon, broyés avec précaution pour éviter la formation de fines, sont incorporés à une quantité choisie d'un ciment fondu (ordinairement le mélange connu de Schneiderhöhn), convenablement mélangé ; le tout est coulé à chaud dans des moules en bois graissés, de façon à donner des éprouvettes carrées, de maniement facile. Le charbon se sédimente à la base du moule ; c'est cette base qui est polie et soumise à l'examen microscopique. Il y a avantage à préparer de cette façon des charbons broyés assez fins, de 0,5 à 1 mm., de façon à réduire le volume de l'échantillon, et par là les dimensions de l'éprouvette. On conçoit aisément que plus le calibre est fort, plus l'échantillon devient volumineux, et on est obligé d'employer de trop grandes éprouvettes, où la sédimentation devient inégale, les plus petits grains n'atteignant pas la base du moule, ce qui est de nature à fausser la mesure.

Pour de plus amples détails, nous renvoyons à l'article de Kuhlwein et Stach. Soulignons cependant de nouveau l'intérêt de cette méthode qui permet, par le prélèvement d'échantillons, leur réduction et leur préparation, d'étudier les tranches d'une couche, tous les produits bruts ou lavés ; rappelons l'importance primordiale de l'étude d'un produit moyen pour les déductions d'ordre pratique. Les problèmes d'intérêt plus théorique peuvent être, pensons-nous, résolus par cette voie ; on peut prévoir une confirmation des raccords stratigraphiques par l'étude pétrographique d'échantillons moyens, et peut-être la solution de raccords douteux entre couches.

L'analyse pétrographique d'un échantillon préparé comme décrit ci-dessus s'effectue dans les meilleures conditions avec la platine intégratrice de Leitz, spécialement conçue à cet usage (16). Le déplacement longitudinal sous le réticule du microscope est assuré par six broches munies d'une graduation et d'un vernier permettant la lecture au 100^e de millimètre. Chacune de ces broches est affectée au parcours d'une des zones types : vitrite, clarite, durite, fusite (généralement décomposée en fusinite et semifusinite), barrés. Le déplacement sur la matière enrobante s'effectue par une vis spéciale commandant un chariot libre sur le bâti. On couvre l'éprouvette d'un réseau de lignes parallèles équidistantes, réparties entre les deux arêtes. Les lectures à

chaque broche indiquent la longueur totale parcourue sur chaque élément en fin d'analyse.

Pour passer aux proportions gravimétriques, les longueurs lues sont multipliées par des coefficients spécifiques appropriés. Les densités moyennes adoptées par le Dr Kuhlwein sont :

- 1,3 pour la vitrite et la clarite
- 1,35 pour la durite et la semifusinite
- 1,50 pour la fusinite
- 1,55 pour les barrés.

Ces coefficients sont difficilement applicables à tous les charbons ; en appliquant le flottage différentiel en liqueurs denses à divers charbons, on constate par exemple que les concentrés les plus purs (les plus riches en vitrite) ont des densités très variables, 1,27, 1,33, 1,50. Il semble que les coefficients ci-dessus sont trop généraux et qu'il convient en réalité de leur donner des valeurs calculées d'après les densités de séparation. C'est ce que nous nous occupons de vérifier actuellement. Le total des poids ainsi obtenus est ramené à 100. On arrive ainsi à caractériser un charbon par sa composition pétrographique centésimale.

Les résultats seront comparables entre charbons d'un même degré d'évolution, si on travaille au même grossissement. On opère généralement à 200 grossissements, sous immersion.

Nous donnons ci-dessous quelques exemples d'analyses pétrographiques réalisées suivant cette méthode :

Références	Vitrite	Clarite	Durite	Semi-fusinite	Fusinite	Barrés	Pierres D > 1,60
Echantillon de 20 T ; Charbon maigre 5/10 à 10% cendres ; 11,8 mat. Vol.	50,10	—	24,35	5,15	4,95	5,05	10,40
Concentré à 0,32% cendres grenailles 0,5/5.	30,5	—	13,5	4,5	1,4	—	—
Charbon gras à 32% mat. Vol. 7,5% cendres.	39,40	29,65	13,25	3,8	3,85	3,95	6,10
Concentré à 0,8% de cendres	56,20	36,60	3,65	1,90	1,65	—	—

BIBLIOGRAPHIE

1. LOMAX. — The preparation of transparent section of coal. *Fuel in Sc. and Pr.*, 1,79. 1922.
2. DUPARQUE. — Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Soc. Géol. du Nord*. Tome XX. Lille 1933.
3. KUHLWEIN, E. HOFFMANN, E. KRUPPE. — Stand der mikroskopischen Untersuchung. *Glückauf* Bd. 34 (pp. 787 à 794); Bd 35 (pp. 805-810), 1934.
4. E. STACH. — L'emploi de l'objectif à immersion dans l'étude microscopique des houilles. *Glückauf*, n° 15 avril 1937.
5. S. SEYLER. — The microscopical examination of coal. *Fuel Research Board* n° 16.
6. LEHMANN, STACH. — Die praktische Bedeutung der Ruhrkohlen petrographie. *Glückauf*, Bd. 66. 1930.
7. M. STOPES. — On the petrology of banded bituminous coals. *Fuel Sc. and Pr.* 14 (4), 1935.
8. E. HOFMANN. — Bezeichnungsweise und Erscheinungsformen in der Steinkohlen petrographie. *Brennstoff Chemie*, Band 17, pp. 341 à 351, 1936.
9. L. KUHLWEIN. — Der 2. Kongress für Karbonstratigraphie in Heerlen :Petrographie der Kohlen. *Glückauf*, Bd. 52, pp. 1266-77, 1935.
10. E. STACH-JENKNER. — Die opakschubstanz in der Steinkohlen. *Sitzungsber der. Preuss. Geol. Anst.*, 11-7-1932.
11. E. STACH. — Lehrbuch der Steinkohlen petrographie. Bernträger, Berlin 1935.
12. M. LEGRAYE. — Les Constituants du Charbon. *Bibliothèque Scientifique Belge*, n° 15. G. Thône, Liège, 1932.
13. J. MASSINON. — La structure microscopique des houilles et la genèse des roches combustibles. *Revue des questions scientifiques*. 4^e série, tome XXX, fasc. 1. Louvain 1936.
14. KUHLWEIN, E. HOFFMANN, E. KRUPPE. — Durchführung und praktische Bedeutung planmässiger kohlenpetrographischer Flözprofiluntersuchungen. *Glückauf* n°s 1 et 2. Janvier 1934.
15. STACH et KUHLWEIN. — The microscopical examination of fine coal cleaning products by the method of relief-polishing. *Fuel in Science Practice*, vol. VIII, n° 4, avril 1929.
16. L. KUHLWEIN. — Grundsätzliche Schwierigkeiten bei der quantitativen kohlenpetrographischen Analyse. *Glückauf*, Bd 35, pp. 1124-1126, 1935.