

50376
1986
5

LILLE 1986 — n° d'ordre : 32

50376
1985
5

**THESE de DOCTORAT de l'UNIVERSITE des SCIENCES et
TECHNIQUES de LILLE FLANDRES-ARTOIS pour obtenir
le titre de DOCTEUR de l'UNIVERSITE dans la spécialité
SCIENCES de la TERRE (Géologie Houillère)**

présentée par Claudine BERQUER GABOREAU

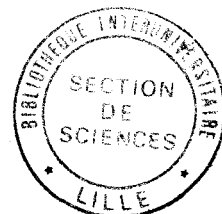
**PETROLOGIE DES CHARBONS DE DEUX BASSINS
LIMNIQUES DU MASSIF CENTRAL FRANCAIS**

(Blanzzy-Montceau et Messeix)

EXEMPLES D'HYPERTHERMIE LOCALE

soutenue le 28 02 1986 devant la Commission d'Examen

MM. J.P. LAVEINE	Président et Rapporteur
E. MERIAUX	Rapporteur
B. CLEMENT	} Examineurs
L. COUREL	
R. NOEL	
P. VETTER	



**Travail effectué à l'UFR des Sciences de la Terre de
l'Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres-Artois**



AVANT-PROPOS

Avant de présenter ce mémoire , je tiens à exprimer ma reconnaissance à M. E. MERIAUX, Professeur et Directeur de l'Institut Universitaire et Technologique d'Amiens, qui m'a proposé ce travail et qui, malgré ses lourdes charges administratives, l'a suivi avec intérêt et a toujours su m'encourager.

J'exprime ma plus profonde gratitude à M. B. CLEMENT, Maître de Conférences à l'U. F. R. des Sciences de la Terre de l'Université de Lille I. Son encadrement scientifique, ses nombreux conseils, ses qualités de formateur et d'homme m'ont grandement aidé dans le parcours qui s'achève par ce mémoire.

M. J.P. LAVEINE, Professeur à l'Université de Lille I, me fait l'honneur de présider mon jury ; il a accepté également d'être rapporteur de ce travail. Je l'en remercie très sincèrement.

Monsieur Ch. DELATTRE, qui a dirigé mon D. E. A., a été le premier à m'initier à la pétrologie des charbons ; qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

J'exprime ma profonde reconnaissance à MM. L. COUREL et P. VETTER, respectivement Professeur à l'Université de Dijon et Géologue honoraire des Charbonnages de France, et co-directeurs de la R. C. P. 642 (C. N. R. S.), pour leurs conseils, la documentation qu'ils m'ont fournie et pour avoir bien voulu accepter de juger ce travail.

M. R. NOEL, Professeur associé à l'Université de Lille I, a accepté de participer à mon jury. En tant que pétrographe des charbons, il m'apporte la critique d'un spécialiste et je l'en remercie.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à M. M. BRANCHET, Géologue aux Charbonnages de France, pour l'accueil qu'il m'a réservé lors de mes trop brefs passages à Blanzky et pour ses remarques éclairées.

Je dois à l'obligeance de MM. J. TUDO, Professeur à l'Université d'Amiens, et Y. CHAMPETIER, Professeur à l'Université de Nancy, d'avoir pu disposer du matériel de leur laboratoire ; qu'ils en soient ici remerciés.

Le Professeur M. WATERLOT m'a accueillie dans son laboratoire au sein duquel j'ai pu bénéficier d'une ambiance sympathique entretenue par C. BECK et J.M. DEGARDIN ; qu'ils reçoivent ici l'expression de tous mes remerciements.

Je tiens également à remercier :

- MM. Th. HOLTZAPFFEL, J.N. ROUSAUD, Mlles C. BROUSMICHE et A. BOUQUILLON, pour leur aide momentanée mais non moins efficace ;

- toutes les personnes qui, dans l'ombre, ont participé à la réalisation de ce mémoire et dont la gentillesse et la conscience professionnelle n'est plus à souligner : Mlle C. MULIER pour la dactylographie, Mme A. BREBION pour les tirages offset, Mme M. MASSINON pour tous les problèmes quotidiens qu'elle a su résoudre avec diligence, M. J. CARPENTIER pour les travaux photographiques et M. M. PLUQUIN pour la réalisation des surfaces polies ;

- tous mes camarades qui ont eux aussi directement ou indirectement participé à l'élaboration de ce travail : B. BLAISE, L. BRIQUET, H. COULON, F. GUILLOT, G. POREL, A. MASTRANGELO, P. ROBERT, G. SEVRIN, B. VALLE, et surtout E. HANTON dont l'amitié a été un appui précieux.

Enfin, je ne saurais terminer cet ouvrage sans remercier d'une part Jacques, pour son soutien moral efficace et ses encouragements, et d'autre part mes parents, sans lesquels je n'aurais pu mener à bien les études que je désirais.

ABSTRACT

This work is a petrographic study of two paleozoic limnic basins of the french Massif Central : the Blanzly-Montceau basin and the Messeix basin.

The Blanzly-Montceau basin constitutes the southern edge of the NE-SW Stephano-permian trough between the Morvan and the Charolais massives.

In an area of the basin, the grade of coalification (rank), measured by reflectance of coals, is not related to the present depth of coal beds. The reflectance increase is observed correlated to a depth decrease. This variation of coalification has been brought about by the action of a probably hydrothermal heat flow. This flow followed the formation of oligocene vertical faults.

These faults are responsible for the decrease of the heat flow intensity.

The Messeix basin makes up a small dissymmetric synclinal on the Grand Sillon Houiller. Its opening results from the occurrence of a "trans-tension" mechanism (P. ROBERT, 1985) in a compressive dynamic environment. Among all the small basins which stake out the Grand Sillon Houiller, the Messeix basin is the only one -with the Singles basin (to the South) and the Puy Saint Gulmier basin (to the North)- which contains anthracites. The carbonization of the Messeix coals seems in relation with high heat flow events occurred from during the Stephanian B phytogen sedimentation and stopped before Stephanian C when the basin was structured into a syncline.

INTRODUCTION

Ce mémoire entre dans le cadre des thèmes abordés par la R. C. P. 642 "Genèse des accumulations de charbons dans les bassins limniques du Massif Central" dirigée par L. COUREL et P. VETTER.

A) PRESENTATION DU SUJET

Ce travail porte plus particulièrement sur l'étude pétrologique des charbons de deux bassins nés au cours du Paléozoïque supérieur : Blanzy-Montceau et Messeix (fig. 1)

Pour le bassin de Blanzy-Montceau, on s'est aperçu, au cours de l'exploitation de la 2e couche de l'assise de Montceau, qu'à un endroit précis du gisement le puits Rozelay Sud, le charbon présente une augmentation de sa teneur en matières volatiles lors de l'augmentation de la profondeur. Or depuis plus d'un siècle, il a été établi que les teneurs en matières volatiles des charbons à l'intérieur d'une même couche décroissent lors de l'enfouissement. Ce phénomène est d'ailleurs décrit sous le principe de "Loi de Hilt" (1873). Il semblait donc intéressant de chercher la raison pour laquelle on constate qu'au puits Rozelay Sud, cette loi n'est pas vérifiée.

En ce qui concerne le bassin de Messeix-Singles, il constitue le seul bassin du grand sillon houiller (fig. 1), mis à part le petit gisement de Puy-Saint-Gulmier, où l'on trouve des anthracites. Là aussi il paraissait intéressant de chercher une explication à la présence de ce type de charbon.

Le mémoire se subdivise en quatre grandes parties :

- première partie : méthodes d'étude ;
- deuxième partie : étude des charbons de la 2e couche de l'assise de Montceau au puits Rozelay Sud ;
- troisième partie : étude des charbons de Messeix ;
- quatrième partie : conclusions générales.

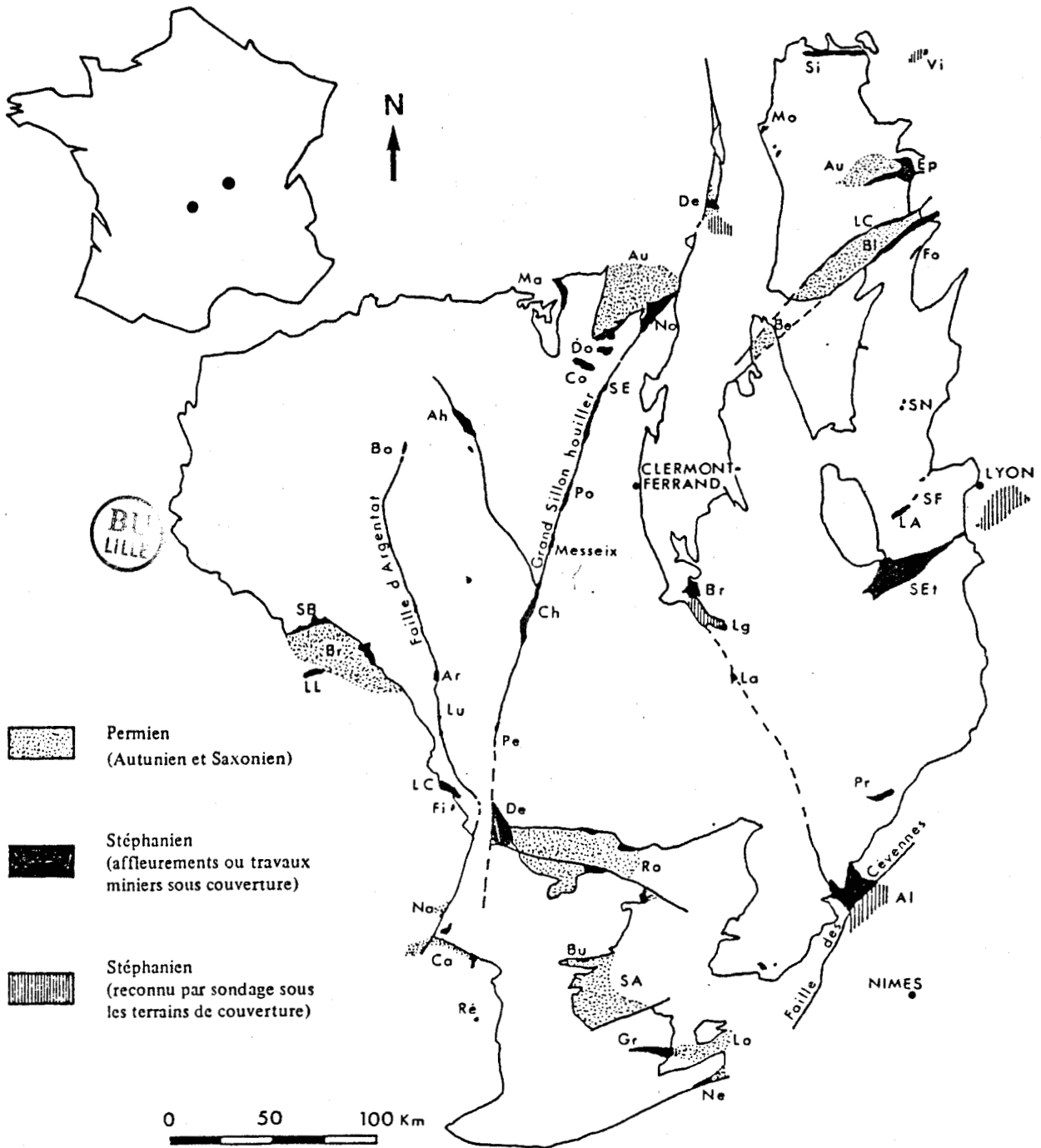


Fig.1- Les principaux bassins permo-carbonifères du Massif Central français.
Position du bassin de Messeix (d'après Vetter, 1971).

Si : Sincéy ; Vi : Vitteaux ; Mo : Montreuillon ; Au : Autur ; Ep : Epinac ; De : Decize ;
 LC : Le Creusot ; Bl : Blanzay ; Fo : Forge ; Ma : Maulne ; Au : Aumance ; No : Noyant ;
 Do : Doyet ; Co : Commentry ; Be : Bert ; SE : St Eloy ; Ah : Ahun ; Bo : Bosmoreau ;
 SN : St Nizier d'A ; SB : St Bonnet ; Br : Brive ; LL : Le Lardin ; Ar : Argentat ;
 LC : Luc ; Ch : Champagnac ; Br : Brassac ; Lg : Lugeac ; SEt : St Etienne ; LA : L'Argent ;
 SF : Ste Foy ; Pe : Pers ; La : Langeac ; LC : La Capelle ; Fi : Figeac ; De : Decazeville ;
 Ro : Rodez ; Pr : Prades ; Al : Alès ; Na : Najac ; Ca : Carmaux ; Bu : Brousse ;
 SA : St Affrique ; Ré : Réalmont ; Gr : Graissessac ; Lo : Lodève ; Ne : Neffiez.

B) LA TECTOROGENÈSE DES BASSINS HOUILLERS AU COURS DU PALEOZOÏQUE

Selon différents auteurs (P. VETTER, 1971 ; A. AUTRAN et J.M. PETER-LONGO, 1980 ; J.P. GELARD, 1983), au Paléozoïque, dans le Massif Central, la structuration et la sédimentation des bassins houillers limniques se déroulent selon trois périodes distinctes :

- période distensive anté-Stéphanien pendant laquelle naissent des dépressions allongées en forme de grabens. Elle se termine par une période de granitisation datée à 295 MA ;

- période de sédimentation s'étageant du Stéphanien à l'Autunien qui correspond à un comblement des grabens et à une activation de la subsidence. Cette période est caractérisée par une activité volcanique importante dans certains bassins donnant alors naissance à des gores ;

- période de tectorogenèse post-Stéphanien qui bloque la sédimentation et qui se traduit par :

- + des discordances angulaires de l'Autunien sur le Stéphanien ;

- + une phase de plissement (phase saalienne et phase post-stéphanienne-anté-saxonienne).

Deux hypothèses sont actuellement en présence :

- l'une, ancienne, qui interprète la structuration des bassins après leur sédimentation ;

- l'autre, plus récente, qui propose un continuum tectonique s'accomplissant de la création du bassin jusqu'à sa structuration fini-hercynienne.

PREMIERE PARTIE

METHODES D'ETUDES

I. DETERMINATION DU TYPE

II. DETERMINATION DU RANG

INTRODUCTION

"Le charbon est une roche sédimentaire formée à partir de débris végétaux se trouvant à différents stades de conservation et ayant subi un enfouissement puis une compaction dans des bassins peu profonds à l'origine" (I. C. C. P., 1963).

Le charbon s'est déposé soit dans des bassins paraliques, ouverts aux incursions marines, soit dans des bassins intracontinentaux, de type limnique. Actuellement, l'étude des charbons fait appel à un grand nombre de techniques qui permettent de déterminer d'une part le TYPE, c'est-à-dire la composition pétrographique, et d'autre part le RANG correspondant au stade atteint par le combustible au cours de la carbonification.

Le but essentiel vers lequel tendent les recherches est de préciser les rôles respectifs des phénomènes intervenus lors du dépôt et de reconstituer l'histoire géologique du bassin contenant un combustible de rang donné.

GROUPES DE MACERAUX	MACERAUX	TYPES DE MACERAUX
Vitrinite	Télinite Collinite Vitrodétrinite	Télocollinite Gélocollinite Desmocollinite Corpocollinite
Exinite	Sporinite Cutinite Résinite Alginite Liptodétrinite	
Inertinite	Micrinite Macrinite Semi-fusinite Fusinite Sclérotinite Inertodétrinite	Pyrofusinite Dégradofusinite

Tabl. I .- Macéraux et groupes de macéraux (I.C.C.P., 1963).

I. DETERMINATION DU TYPE

A) CHOIX D'UNE NOMENCLATURE

Avant de déterminer la composition pétrographique d'un charbon, il est important de choisir la nomenclature que l'on va utiliser. En effet, il existe actuellement quatre nomenclatures en vigueur dans le monde. Ce sont les systèmes :

- Stopes-Heerlen (Europe) ;
- Thiesen Bureau of Mines (U. S. A.) ;
- W. Spackman (U. S. A.) ;
- Institut de Géologie de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S.

Ces systèmes se différencient d'après les conditions d'études utilisées : lame mince, lame mince polie et bloc poli.

Dans le système européen retenu pour nos études, les observations et les mesures sont réalisées sur des blocs polis, de 5 cm sur 5 cm, taillés perpendiculairement à la stratification. Le mode de prélèvement des échantillons ainsi que les techniques de préparation de tels blocs ont été mis au point il y a quelques années (E. MERIAUX, 1969).

B) ETUDE EN LUMIERE REFLECHIE

L'examen des blocs polis en lumière réfléchie, naturelle ou polarisée, à immersion dans l'huile, permet d'identifier un certain nombre de composants végétaux microscopiques : les macéraux^(*) (1). Ces macéraux des houilles, actuellement répertoriés dans le lexique international de pétrographie des charbons, sont au nombre de 13 et répartis en trois groupes (tabl. I).

Les propriétés physiques, chimiques et technologiques d'un charbon sont directement liées à la composition macérale et au rang du combustible.

(1) Les mots marqués d'un (*) sont définis en annexe.

	Lumière REFLECHIE	FLUORESCENCE	Lumière TRANSMISE PALYNOLOGIE
CONSTITUANTS PRIMAIRES BIOLOGIQUEMENT "IDENTIFIABLES"	<p>INERTINITES Fusinite Sclérotinite</p> <p>VITRINITES (HUMINITES) Collinite Télinite</p> <p>EXINITES Sporinite Cutinite</p> <p>II macéraux carbonneux</p> <p>Résinite</p>	<p>except. Vitrinite fluorescente</p> <p>Sporinite Cutinite Fluorinite Terpenite Résinite</p> <p>Algues microscopiques</p>	<p>Débris ligneux, tracheides, fibres</p> <p>Charbons s.l. et débris végétaux</p> <p>Spores et pollens } Débris végét. cellulaires</p> <p>Résines</p> <p>Algues microscopiques</p>
MATIERES PRIMAIRES NON FIGUREES		<p>Alginite</p> <p>Matrices sapropéliques - lacustres - marines</p> <p>Bituminite</p> <p>Matrices Humiques</p>	<p>Matière amorphe grumeaux flocons pulvérulente</p> <p>M.O. amorphe végétale « destructurée »</p>
PRODUITS "SECONDAIRES"	<p>Micrinite</p> <p>BITUMES</p>	<p>Huile Exsudatinite</p> <p>Bitumes</p>	<p>Globules brun-rouge</p> <p>et gouttelettes</p>

Tabl. II.- Identification et classification microscopiques des matières organiques fossiles (P. ROBERT, 1979).

C) ETUDE DE LA FLUORESCENCE ET MACERAUX NOUVEAUX

La recherche de la fluorescence des macéraux des charbons de bas rang a été conduite systématiquement à partir des années 1970. Sous l'effet de l'irradiation par de courtes longueurs d'ondes, U. V. ou bleu, certaines matières organiques émettent un spectre lumineux de plus grande longueur d'onde qui s'étend à une partie du visible. En 1974, M. TEICHMULLER observant les charbons en lumière bleue a décrit trois nouveaux macéraux du groupe de l'exinite qui sont respectivement : la fluorinite, la bituminite, l'exudatinite.

Jusqu'à cette date, les plages noires en lumière naturelle avaient été assimilées soit à l'argile, soit à des trous dans la préparation. De plus, il est à remarquer que l'inertinite n'est jamais fluorescente, la vitrinite l'est parfois, l'exinite, par contre, présente une fluorescence très nette.

Les caractères morphologiques et la fluorescence des constituants organiques susceptibles d'être observés dans les charbons, en lumière transmise, en fluorescence ou en lumière réfléchie, sont regroupés dans le tableau II.

Grâce aux types d'observations cités précédemment, on reconnaît dans les charbons :

- des constituants dont l'origine botanique initiale est identifiable, tels que les spores, les cuticules de feuilles, les tissus végétaux, les sclérotés et hyphes de champignons, les algues ;
- des particules primaires non figurées, c'est-à-dire pour lesquelles on ne connaît pas l'origine végétale telle que des matières organiques destructurées ; elles sont dites primaires car elles se forment au cours de la sédimentation et la diagenèse précoce ;
- des produits dérivés des composants précédents, figurés ou non, tels que les exsudats.

D) ETUDE DES ECHANTILLONS APRES ATTAQUE AU FOUR A PLASMA

Dans des échantillons de haut rang comme les anthracites, il est très difficile de reconnaître la nature des débris végétaux. Seuls les macéraux du groupe de la vitrinite sont encore observables sous forme de collinite

très homogène ou parfois de télinite. Une attaque des blocs polis par calcination électronique à basse température dans un four à plasma permet de reconstituer, par exemple, les structures ligneuses originelles. Par ailleurs, les particules minérales microscopiques dispersées dans la collinite sont préservées par l'attaque. Elles peuvent être très rapidement déterminées et cette collinite impure est appelée desmocollinite. Le four à plasma (pl. 1) est constitué par un oscillateur H. F. monté en "push-pull" dont la bobine inductrice du circuit oscillant entoure un tube en pyrex constituant le four proprement dit. L'oscillateur fonctionne à une fréquence de 10 MHz environ et sa puissance est de 100 W. Une pompe à vide et une alimentation d'oxygène entretiennent dans le tube une atmosphère oxydante sous la pression de 2 mm de mercure. La pompe assure aussi l'élimination du gaz carbonique formé lors de l'oxydation de l'échantillon. L'oxygène arrive bulle à bulle à travers un tube de Maquenne avec un débit d'une bulle toutes les deux secondes environ. Le four s'illumine comme un tube à décharge. La température atteinte par l'échantillon dépend de ses caractéristiques diélectriques. Elle est de l'ordre de 120 à 150°C. Celle du plasma est évidemment beaucoup plus élevée, l'oxygène étant alors ionisé (C. DELATTRE *et al.*, 1970).

E) ANALYSES ET REPRESENTATIONS DES RESULTATS

L'analyse macérale quantitative d'un échantillon s'effectue au microscope à réflexion en balayant la surface selon deux directions perpendiculaires de 0,5 en 0,5 millimètre. On enregistre 500 plages situées à la croisée des fils du réticule. Les proportions macérales ainsi obtenues sont représentées sur des diagrammes triangulaires ou des histogrammes. Ces histogrammes ont quelquefois permis de confirmer l'existence de corrélation entre des veines de houille. Le diagramme triangulaire V. E. I. (Vitrinite, Exinite, Inertite) permet de suivre les variations de composition des veines selon le lieu de prélèvement dans le gisement. Ces modes de représentation facilitent grandement l'étude des variations latérales et verticales de faciès des dépôts phytogènes.

II. DETERMINATION DU RANG

On a coutume de rattacher l'acquisition du rang d'un combustible à deux phases de carbonification ou houillification :

- la première est désignée sous le nom de carbonification bio-chimique. Au cours de cette phase, les bactéries anaérobies transforment le matériel végétal en un combustible peu évolué comme la tourbe et le lignite tendre ;

- la seconde phase de carbonification est dite géochimique. Les facteurs intervenant ici sont essentiellement la température et la pression. Les combustibles obtenus sont de plus en plus évolués : ce sont le lignite brillant, les houilles et l'anhracite. Depuis 1960, le paramètre universellement utilisé dans la détermination du rang est le pouvoir réflecteur.

A) ETUDE DU POUVOIR REFLECTEUR

Le pouvoir réflecteur correspond au rapport entre l'intensité de la lumière réfléchie et celle de la lumière incidente. Le pouvoir réflecteur d'un composant est déterminé par comparaison avec celui d'une substance prise comme étalon.

La détermination du pouvoir réflecteur est toujours réalisée sur les plages de vitrinite car ce groupe de macéraux est présent dans tous les charbons. Par ailleurs, le pouvoir réflecteur de la vitrinite croît régulièrement au cours de la carbonification, ce qui n'est pas le cas des autres groupes (fig. 2).

L'appareil utilisé consiste en un microscope à réflexion, un photomultiplicateur, un système stabilisateur de courant et un système d'affichage digital. Le pouvoir réflecteur R est donné par l'équation de Fresnel-Beer (B. ALPERN, 1976) :

$$R = \frac{(n - N)^2 + n^2 K^2}{(n + N)^2 + n^2 K^2}$$

n= indice de la réfraction de la substance mesurée;
N= indice du milieu d'immersion (N pour huile : 1,518) ;
K= indice d'absorption de la substance mesurée.

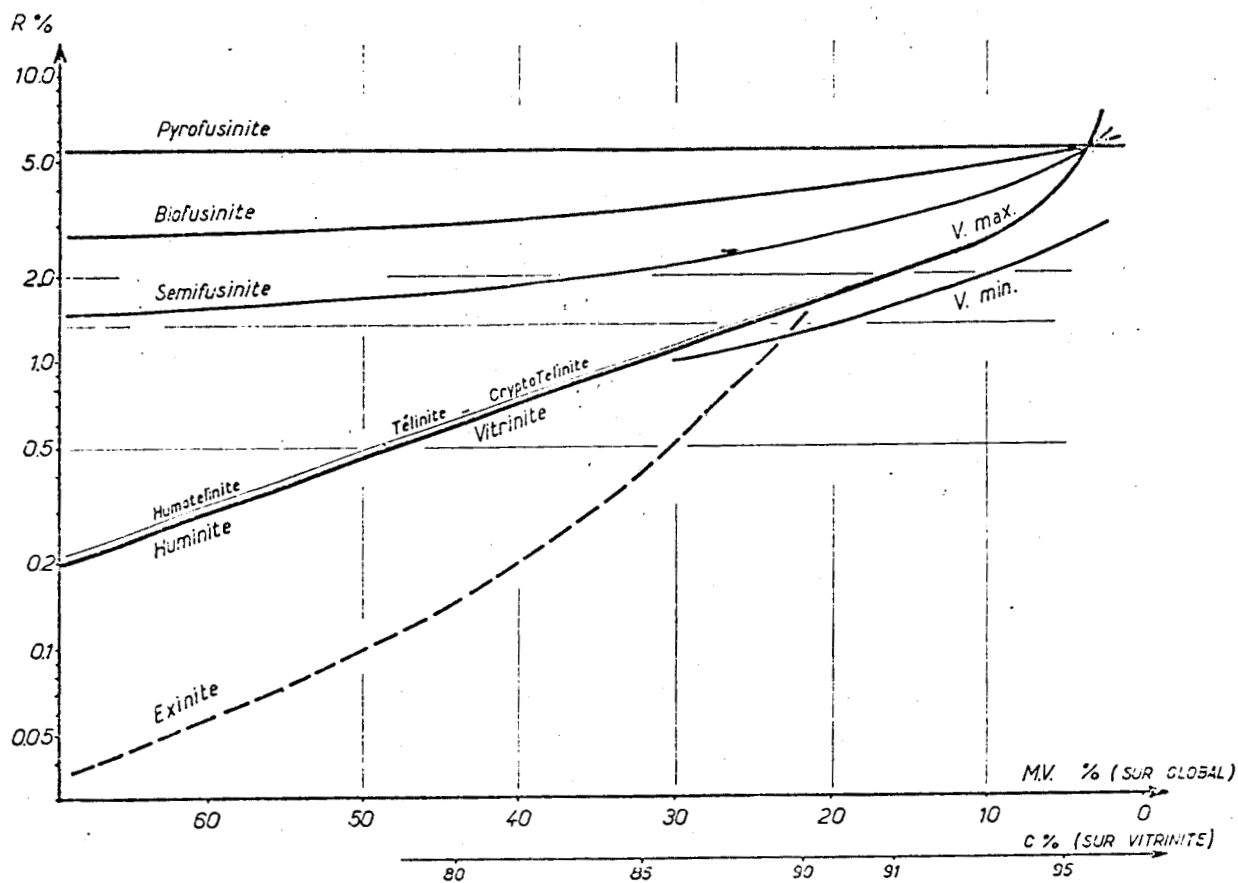


Fig. 2. - Evolution diagénétique des macéraux (B. ALPERN, 1970 : modifiée).

R%: pouvoir réflecteur; MV%: teneur en matières volatiles; C%: teneur en carbone; V max: pouvoir réflecteur maximum de la vitrinite; V min: pouvoir réflecteur minimum de la vitrinite.

Généralement, la vitrinite est assimilée à un uniaxe négatif ayant son axe optique perpendiculaire à la stratification. De ce fait, les plages de vitrinite prises au hasard sur un échantillon présentent, selon la direction, un pouvoir réflecteur maximum (P. R. max.) et un pouvoir réflecteur minimum (P. R. min.). Le pouvoir réflecteur moyen (P. R. m.) est égal à :

$$P. R. m. = \frac{P. R. max. + P. R. min.}{2}$$

(J.M. LEMOS DE SOUSA, 1972).

50 à 100 plages de vitrinite sont mesurées et le pouvoir réflecteur moyen d'un charbon correspond à la valeur moyenne des pouvoirs réflecteurs moyens de chaque plage. La dispersion du pouvoir réflecteur est exprimée par l'écart-type à la moyenne. D'après R. NOEL (1976), la dispersion augmente

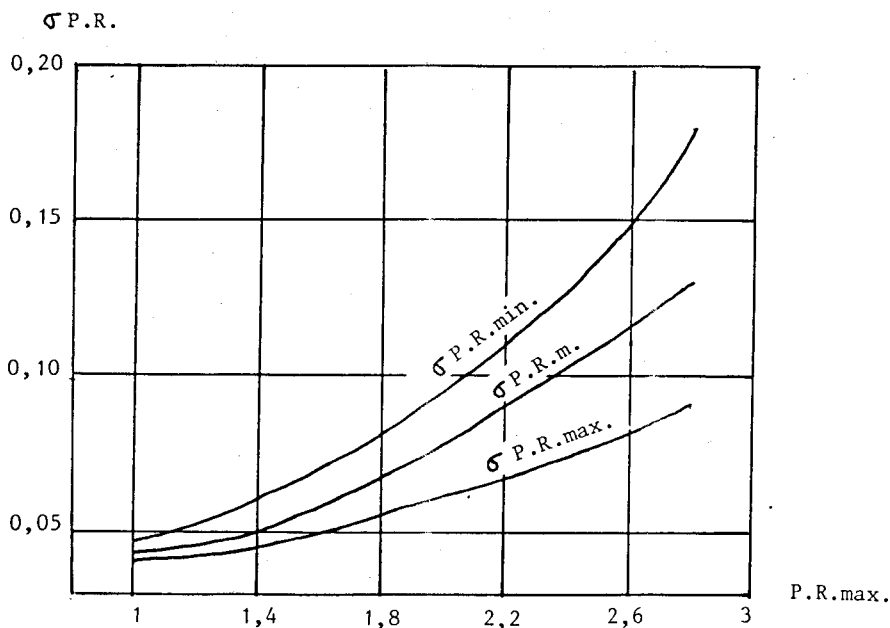


Fig. 3 .- Evolution de la dispersion du pouvoir réflecteur (σ P. R.) en fonction du rang (R. NOEL, 1976).

avec le rang et pour un charbon de rang donné, la plus petite dispersion correspond à celle du pouvoir réflecteur maximum (fig. 3).

B) LES PARAMETRES CHIMIQUES

1) L'indice de matières volatiles

Pendant longtemps, cet indice a été le plus utilisé pour déterminer le rang des charbons. Les mesures de teneur en matières volatiles s'effectuent dans les laboratoires des houillères selon des normes précises.

Dans un premier temps, on détermine le taux d'humidité contenu dans le charbon :

$$h = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

m_1 = masse en grammes de l'échantillon réduit en poudre ;

m_2 = perte de poids en grammes après chauffage à 150°C sous vide ;

h = taux d'humidité.

On recherche ensuite la teneur en cendres contenues dans l'échantillon; celle-ci correspond au pourcentage en matières minérales présent dans le charbon (NF. M 03-003, 1962). On porte tout d'abord l'échantillon de la température ambiante à 500°C pendant 30 minutes puis pendant 30 autres minutes

de 500°C à 815°C. Cette dernière température est maintenue jusqu'à ce que le résidu ait une masse constante :

$$C_S = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

M_1 = masse en grammes de l'échantillon en poudre ;

M_2 = masse en grammes du résidu.

On passe ensuite aux mesures de teneur en matières volatiles (NF. M 03-004, 1967) :

$$MV = \frac{Y \times 100}{X} - h$$

X = masse en grammes de l'échantillon réduit en poudre ;

Y = perte de poids en grammes de l'échantillon après chauffage sous vide pendant 20 mn à 910°C ;

MV = matières volatiles de l'échantillon humide.

$$MV' = \frac{MV \times 100}{100 - h}$$

MV' = matières volatiles de l'échantillon sec.

$$IMV = \frac{MV' \times 100}{100 - C_S}$$

IMV = indice de matières volatiles.

Toutes ces manipulations sont faites de préférence sur des charbons "lavés" pour éliminer un maximum de matières minérales. En effet, ces matières minérales peuvent elles aussi, au cours de l'incinération, subir des réactions de transformation et la mesure des cendres obtenues finalement ne correspond pas aux matières minérales initiales, particulièrement quand les échantillons en sont riches. Le lavage d'un charbon se fait par flottation en liqueur dense (mélange de benzène et de tétrachlorure de carbone). On récupère la fraction légère dans un récipient contenant du benzène que l'on élimine ensuite par chauffage à 60°C durant 6 heures dans une étuve à vide.

2) Les autres paramètres chimiques

Ce sont les teneurs en carbone (C), hydrogène (H), oxygène (O). Les relations entre le pouvoir réflecteur moyen et les paramètres chimiques, matières volatiles, carbone, hydrogène sont regroupés dans la figure 4.

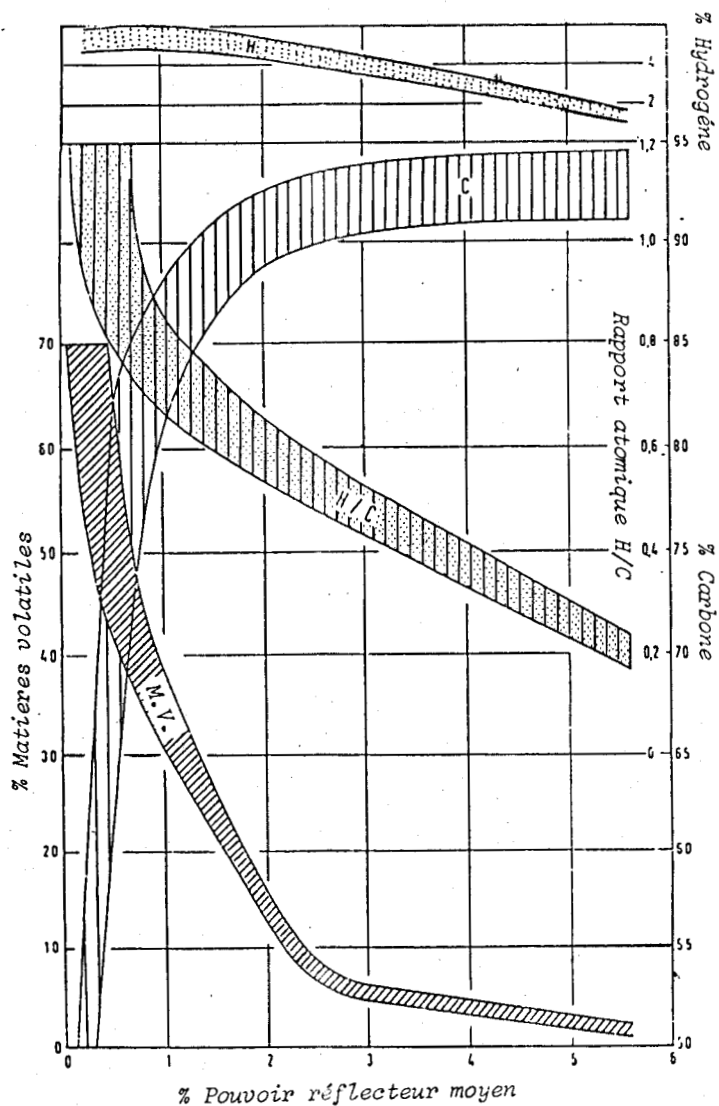


Fig. 4 .- Relations entre le pouvoir réflecteur moyen de la vitrinite et les paramètres chimiques de rang (M. TEICHMULLER, 1971).

Quand le rang du charbon augmente, sa teneur en carbone croît ainsi que son pouvoir réflecteur moyen, tandis que sa teneur en matières volatiles et sa teneur en hydrogène baissent. Le taux d'hydrogène est utilisé pour des charbons de rang très élevé (P. ROBERT, 1985).

C) LA FLUORESCENCE DE LA SPORINITE

Depuis les travaux de P. VAN GITZEL (1971), on peut effectuer l'analyse spectrale photométrique qui caractérise les matières organiques. Il est permis d'analyser le déplacement spectral du vert au rouge qui accompagne la progression du rang pour la plupart des matières organiques figurées.

RANG DES CHARBONS	M.V. %	P.R. %	C. %	FLUO. max. mn	PROF. STAT. PR
TOURBES	70	0,20 0,25		500 600	
LIGNITES	60	0,30	60		
	TENDRE				
	56				1.750
	MAT		0,40		2.000
	50				
HOUILLES	46	0,50	71	580	3.000
	BRILLANT				
	44	0,60	77		3.500
	FLAMBANT				
	40	0,70		590	4.000
	FLAMBANT			630	
	37	0,80			
	A GAZ				
	33	1,00	87	660	
	28	1,23		675	
22	1,50				
19	1,60				
14	1,90				
13	2,00				
12	2,10				
10	2,30				
ANTHRACITE	8	2,60	91		
	6	2,90			
		3,00			
	5				
META-ANTHRACITE	4	3,50	93,5		
	3	4,00			
	2	5,00			

M.V. : Matières volatiles sur pur et sec

P.R. : Pouvoir réflecteur de la Vitrinite (à l'huile)

C. : carbone

FLUO : fluorescence spectrale - longueur d'onde du maximum (sporinites)

Profondeur pour degré géothermique moyen (statistique PR/profondeur)

Tabl. III.- Principaux paramètres de diagenèse organique. Rang des charbons (P. ROBERT, 1980 : modifié).

Le fluorescence des sporinites (K. OTTENJAMN *et al.*, 1974) varie régulièrement du vert au jaune puis au brun-rouge : sa mesure constitue un bon paramètre du rang pour des combustibles peu évolués allant des tourbes aux charbons gras dont le pouvoir réflecteur moyen avoisine 1,30 %. Au-delà de cette valeur (1,30 %) du pouvoir réflecteur, la fluorescence des sporinites disparaît.

L'examen du tableau III permet de comparer les principaux paramètres du rang des charbons.

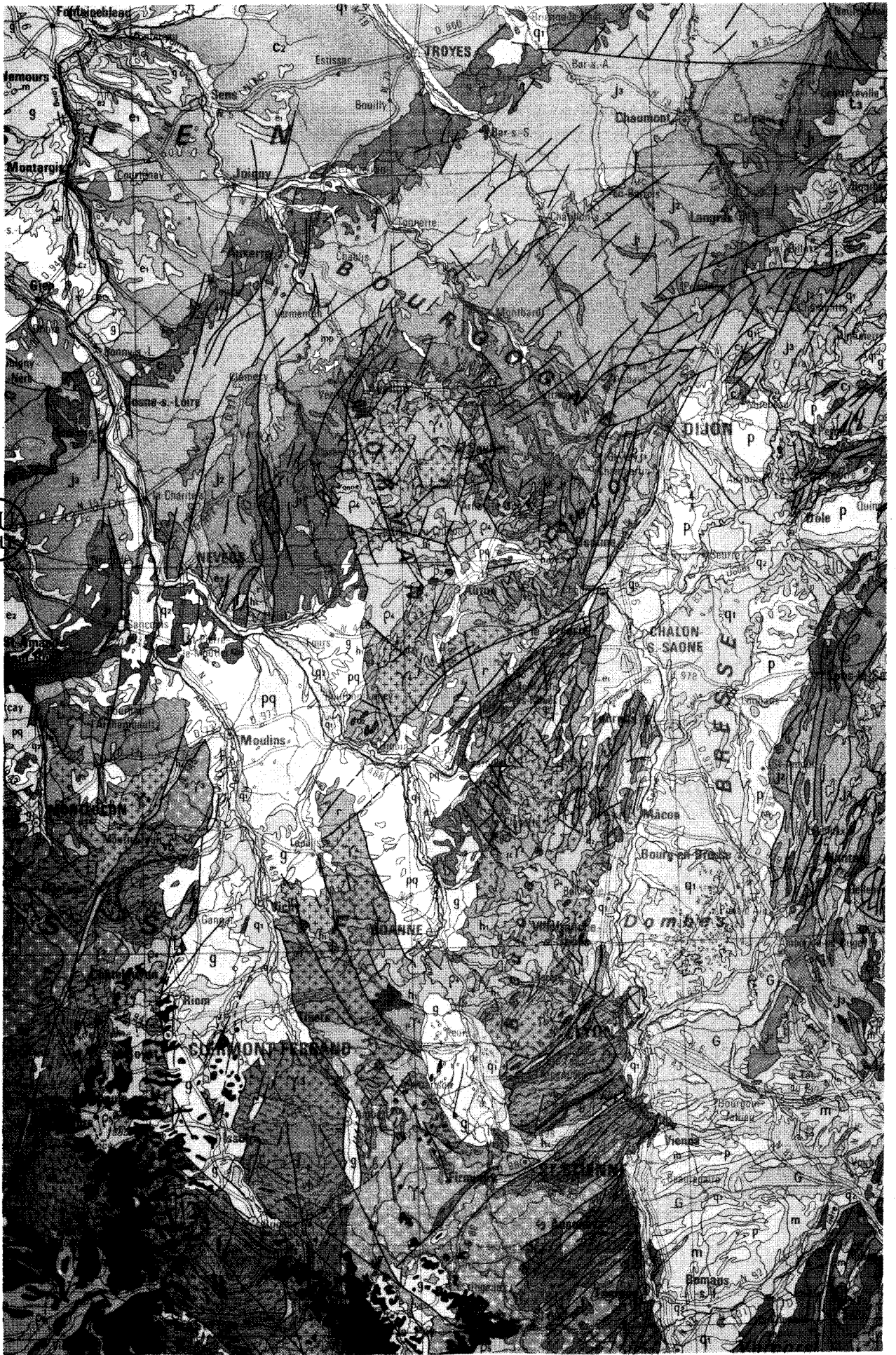
DEUXIEME PARTIE

LES CHARBONS DE LA 2^o COUCHE

DE L'ASSISE DE MONTCEAU (BASSIN DE BLANZY)

- I. CADRE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE BLANZY
- II. PRINCIPAUX CARACTERES DE LA DEUXIEME COUCHE AU PUIITS ROZELAY SUD
- III. ETUDE DU POUVOIR REFLECTEUR
- IV. HYPOTHESE SUR LA CARBONIFICATION DE LA 2^o COUCHE AU PUIITS ROZELAY SUD





BU
LIL

I. CADRE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE BLANZY

A) SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le gisement de Blanzly - le Creusot - Bert (fig. 5) est situé entre les massifs anciens du Morvan et du Charolais. Il occupe une vaste dépression allongée suivant une direction NE-SW et s'étend sur près de 100 kilomètres de long et une dizaine de kilomètres de large. Le Houiller est connu sur les deux bords du gisement :

- à l'Est, il forme une bande continue, de Charrecey à Perrecy (fig. 6), de plusieurs centaines de mètres de large sur une quarantaine de kilomètres de long. Il se prolonge ensuite sous les morts-terrains de la plaine de la Loire et réapparaît à Bert ;

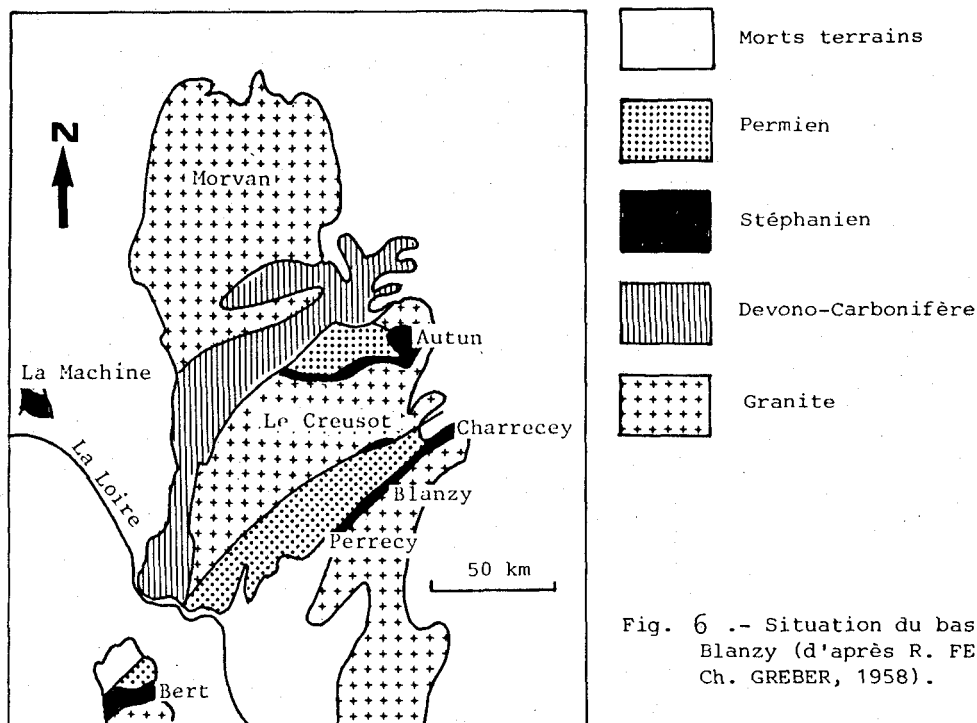


Fig. 6 .- Situation du bassin de Blanzly (d'après R. FEYS et Ch. GREBER, 1958).

- au Nord-Ouest, il affleure sous la forme de petites cuvettes (fig. 7), isolées, alignées le long de la limite du massif cristallin du Morvan. Le plus important de ces petits gisements est celui du Creusot. Les

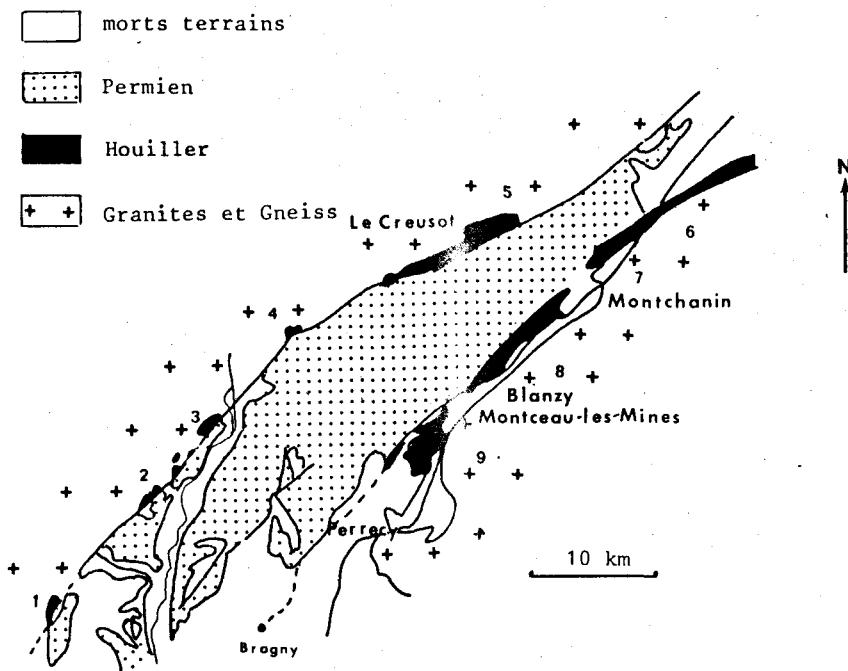


Fig. 7 Bassin houiller de Blanzay et du Creusot (d'après R. FEYS et Ch. GREBER, 1958).

1 : Neuvy-Grandchamp ; 2 : Pully ; 3 : Bois de Toulon ; 4 : Petits-Chateaux ; 5 : Le Creusot ; 6 : Saint-Berain sur Deühne ; 7 : Montchanin-Longpendu-Les Fauches ; 8 : Le Ragny ; 9 : Blanzay.

terrains y sont généralement très tectonisés, provoquant un relèvement des couches de charbons à la verticale ;

- le centre du bassin est occupé par des formations d'âge permien ;

- aussi bien au Nord-Ouest qu'au Sud-Est, les terrains houillers sont limités par une faille bordière qui les amène au contact du granite. Une zone de fractures complexes, appelée faille de l'Est ou faille permienne, les sépare du Permien (fig. 8).

B) STRATIGRAPHIE DU GISEMENT DANS LA REGION EXPLOITEE DE BLANZY

De nombreux auteurs ont proposé différentes échelles stratigraphiques pour le remplissage stéphanopermien du bassin de Blanzay (W. MANE, 1844 ; R. ZEILLER, 1906 ; P. CORSIN, 1948 et J. LOUIS, 1954). Depuis les travaux de R. FEYS et Ch. GREBER (1958), seules quelques modifications de détails ont été introduites.

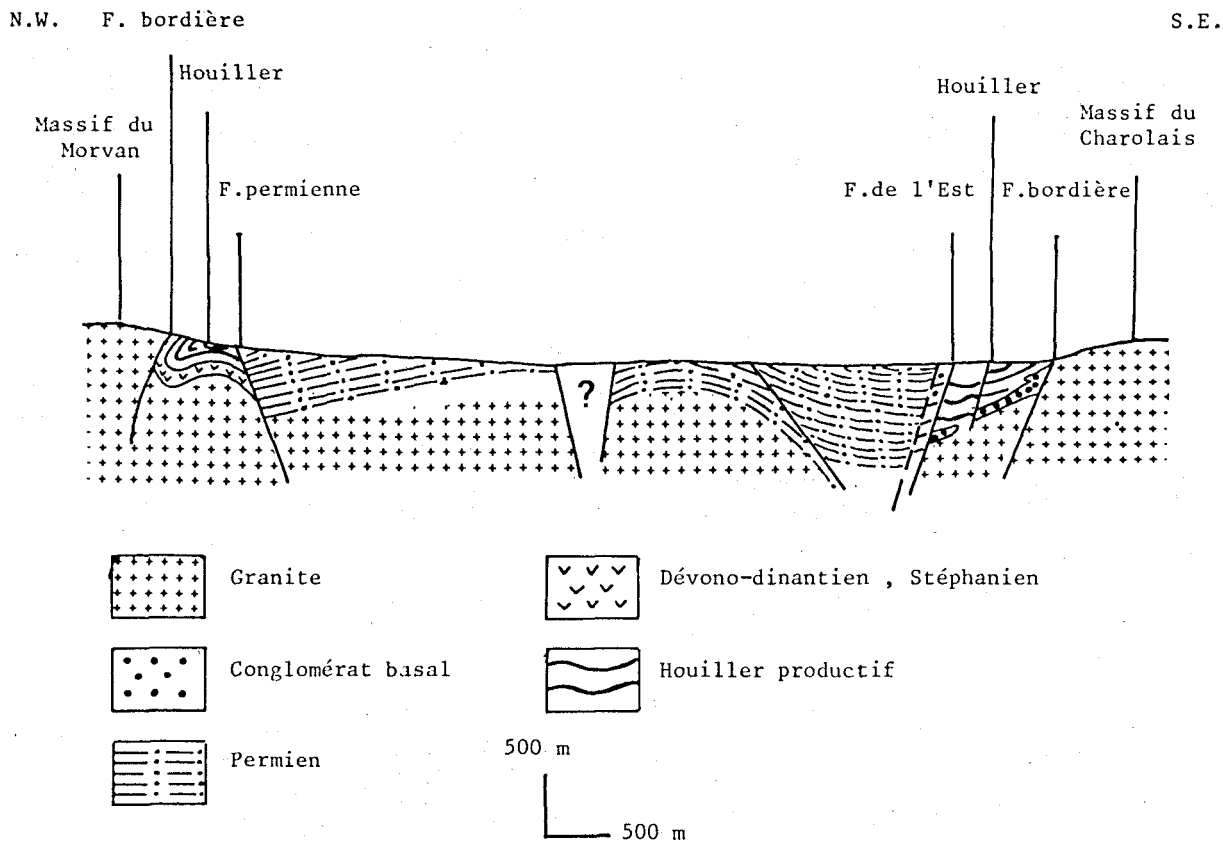


Fig. 8 : Coupe transversale schématique du fossé Stéphano-permien de Blanzay (d'après B.VALLE , 1984)

1) Le socle cristallin

Il n'a été atteint en sondage qu'en de rares endroits. Il est constitué de granite, gneiss et de chlorito-schistes.

2) Le Stéphanien B (fig. 9)

Il est constitué de deux assises : l'assise de Montceau également appelée faisceau des grandes couches, puissante de 500 à 700 m et l'assise des Carrières, ou faisceau des couches supérieures, dont l'épaisseur varie de 250, à 350 m.

a) L'assise de Montceau

Elle débute par un conglomérat de base très important qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Il est constitué de blocs plurimétriques formés de roches cristallines (gneiss et granite) peu altérées. On distingue

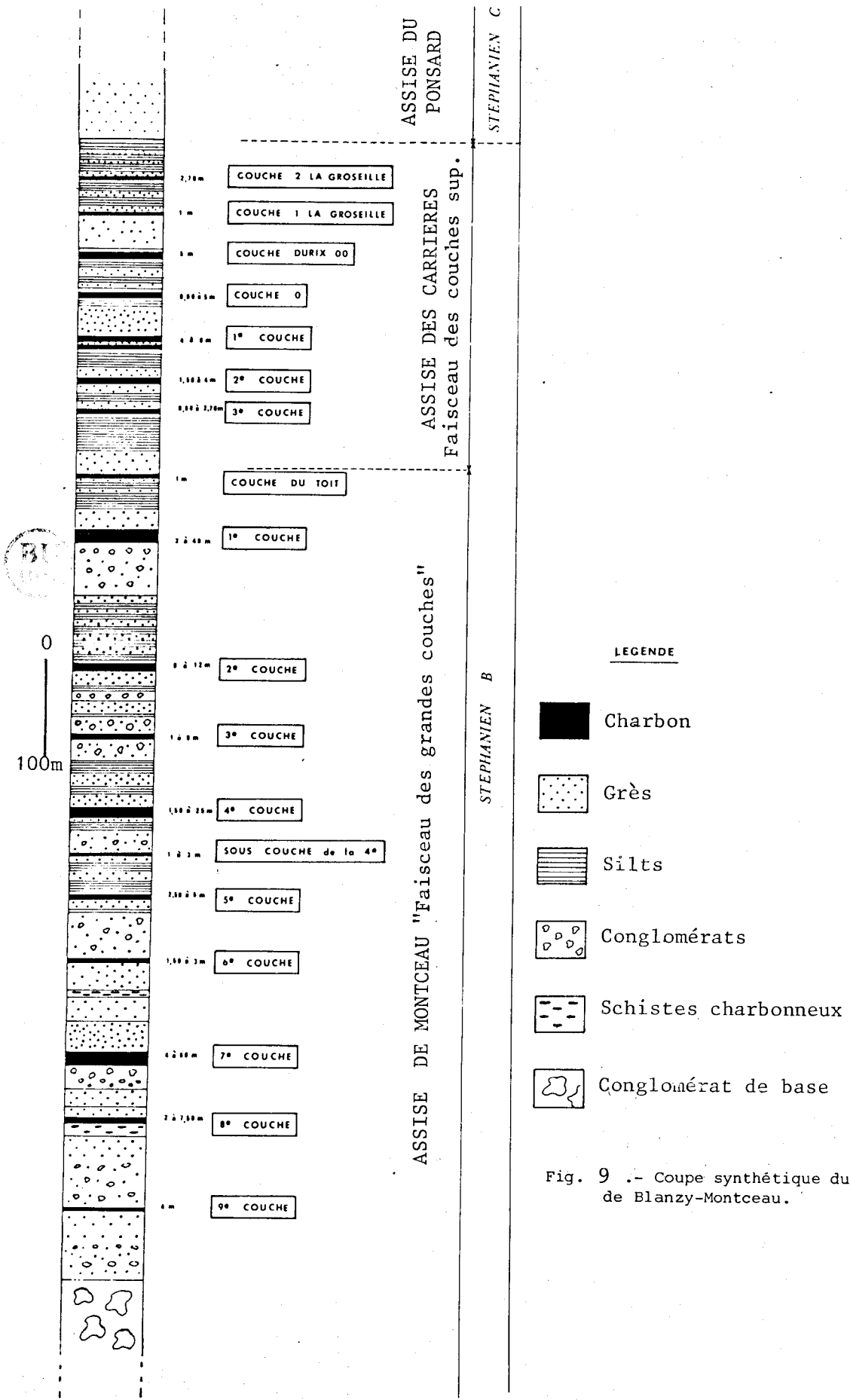


Fig. 9 .- Coupe synthétique du Stéphanien B de Blazy-Montceau.

ensuite 9 niveaux charbonneux de 1 à 60 m d'épaisseur, séparés par des terrains stériles composés de :

- siltites et grès fins noirs, micacés, riches en flore ;
- arkoses blanchâtres, à feldspaths blancs altérés ;
- grès grossiers plus ou moins conglomératiques, à galets de gneiss et de granites ;
- grès noirs à points blancs et conglomérats "grès nougat", dont la matrice silto-argileuse est très abondante.

On note également la présence de nombreux gores* et des niveaux bitumineux à restes de poissons.

Cette assise contient une flore abondante composée d'*Odontopteris minor zeilleri*, de *Callipteridium pteridium* et d'*Alethopteris zeilleri*. Le passage à la deuxième assise du Stéphanien B s'effectue progressivement.

b) L'assise des Carrières

Dans cette assise, on trouve 7 couches de charbon de 1 à 8 m d'épaisseur. Les terrains stériles se composent de :

- siltites grisâtres homogènes pouvant passer à des niveaux d'argilites ;
- grès fins gris-blanchâtre, micacés ;
- arkoses et grès grossiers à matrice noire, à feldspaths rose pâle et à plagioclases altérés ;
- schistes charbonneux.

On note également la présence de plusieurs niveaux riches en écailles de poisson d'une part, et l'intercalation de nombreux gores beige-blanchâtre d'autre part.

3) Le Stéphanien C (fig.10)

Il est constitué de deux assises : l'assise du Ponsard et l'assise bariolée.

a) L'assise du Ponsard

De 200 à 300 m d'épaisseur, les terrains formant cette assise comprennent des :

- conglomérats à galets de granite et de gneiss à grosses orthoses couleur saumon très souvent maclées et à petits galets verdâtres ;
- arkoses à feldspaths roses ;
- siltites et grès fins homogènes verdâtres, dépourvus de fossiles ;
- niveaux de silts grisâtres à flore peu abondante.

La flore rencontrée est à *Callipteridium gigas*, *Neuropteris planchar-di*, *Odontopteris subcrenulata*.

b) L'assise bariolée

Elle est mal caractérisée, sans fossile, formée de conglomérats polygéniques souvent à ciment d'argilolite chocolat, riches en galets de gneiss et de granite peu altérés à phénocristaux de feldspaths saumon .

4) L'Autunien

De puissance variable, l'Autunien atteint par endroit plus de 1 000 m d'épaisseur. Il se compose de :

- schistes bitumineux parfois riches en écailles et débris de poissons ;
- grès ;
- arkoses parfois à ciment dolomitique ;
- conglomérats.

La flore est essentiellement représentée par des *Walchia* sp. et *Callipteris conferta*.

5) Le Saxonien

Cette série, puissante de 1 000 m d'épaisseur, possède un faciès monotone renfermant des grès et conglomérats rouges.

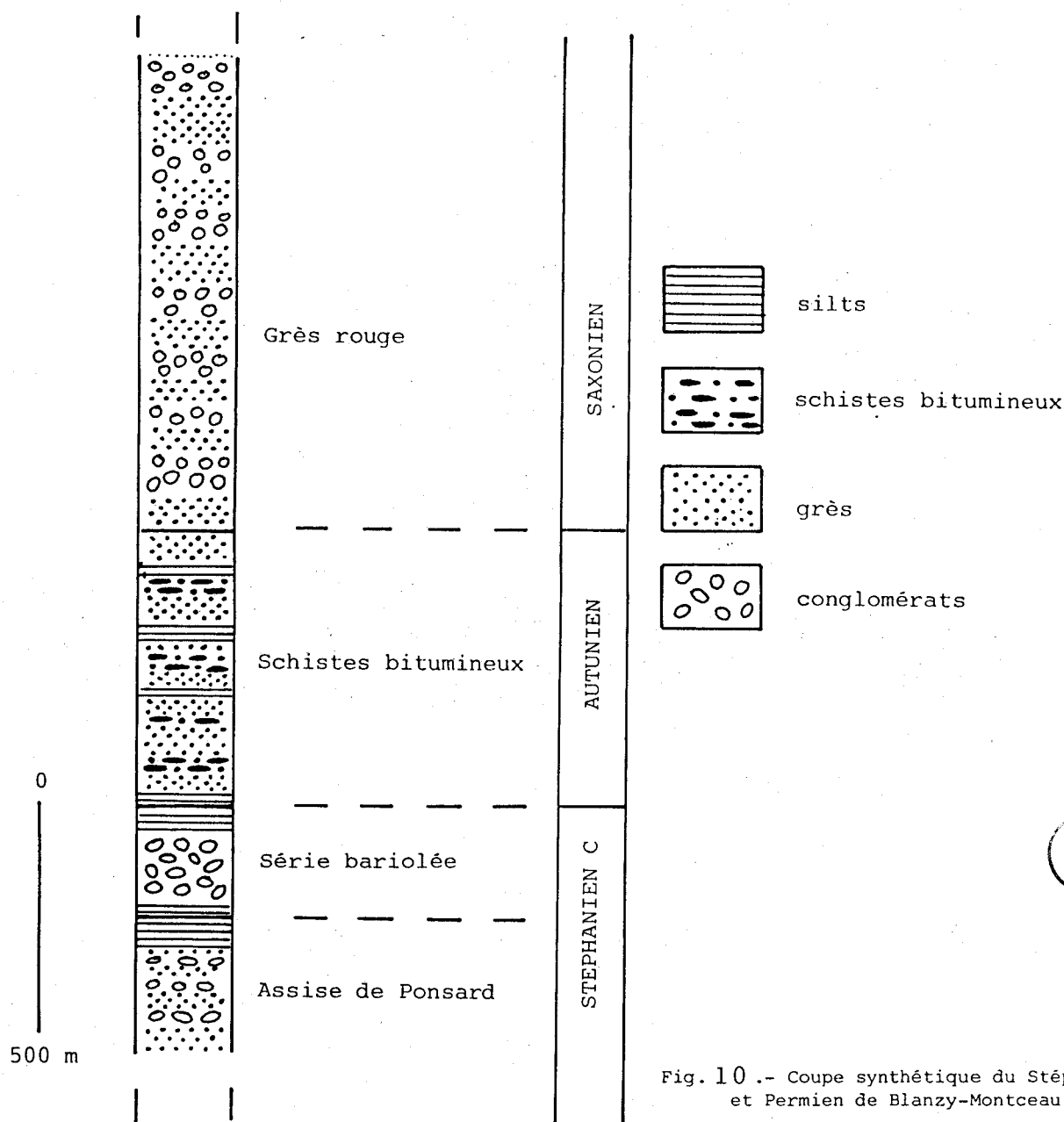


Fig. 10.- Coupe synthétique du Stéphanién C et Permien de Blanzly-Montceau.

6) Le Trias

Il est transgressif sur le Houillier vers le Sud Ouest ; il comporte de bas en haut des :

- argiles vertes ;
- grès moyens quartzo-feldspathiques mal cimentés ;
- grès fins quartzeux bien classés.

Depuis les travaux de J. DOUBINGER *et al.* (1979), R. FEYS et M. LANGIAUX (1980), J. DOUBINGER et M. LANGIAUX (1982), COUREL *et al.* (1984) et M. LANGIAUX

(1984), des nuances doivent être apportées aux attributions stratigraphiques de ces diverses assises. C'est ainsi que les couches les plus élevées de l'assise de Montceau et l'assise des Carrières seraient datées, d'après les fossiles, du Stéphanien B et C, voire D.

C) DONNEES SEDIMENTOLOGIQUES:

Paléogéographiquement, la région considérée se trouve à la limite du domaine continental et du domaine palustre ; elle peut être schématisée par une plaine de piémont sur laquelle débouchaient de nombreuses vallées torrentielles à larges cônes de déjection (fig.11) comme en témoignent :

- d'une part, les dépôts détritiques très souvent mal classés et hétérométriques. Selon M. BRANCHET *et al.* (1979), certains grès à matrice argilo-silteuse auraient été transportés par des coulées boueuses. Ils ont proposé un tel processus de mise en place en s'appuyant sur des observations effectuées dans la première couche de l'assise de Montceau. En effet, ces

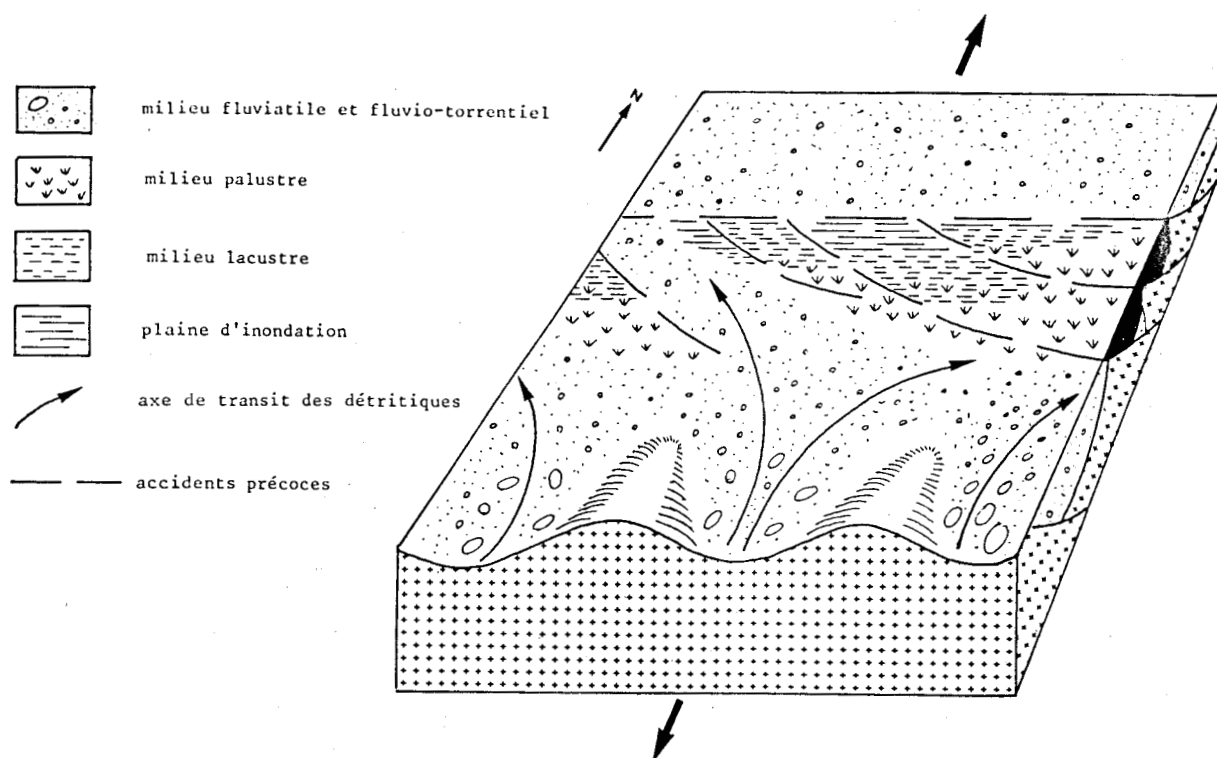


Fig. 11 .- Organisation des paléoenvironnements de l'assise de Montceau (d'après B. VALLE, 1984 : modifiée).

auteurs considèrent les niveaux de grès intercalés dans les veines de charbon (fig.12) comme des venues allochtones ayant interrompu la sédimentation carbonée. L. COUREL (1983) indique que la sédimentation carbonneuse s'est développée dans des domaines à l'abri des apports détritiques dont le transit est orienté par des accidents précoces. Episodiquement, les coulées boueuses "polluent" la couche ;

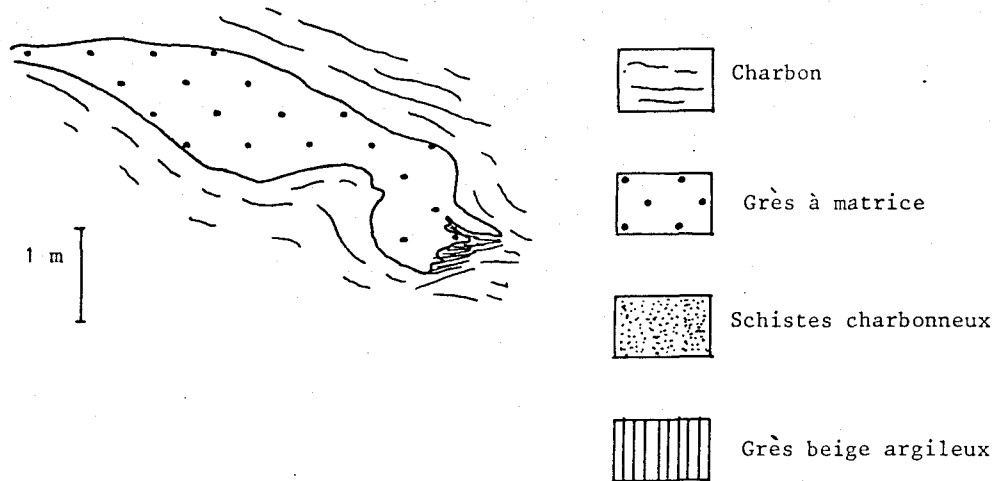
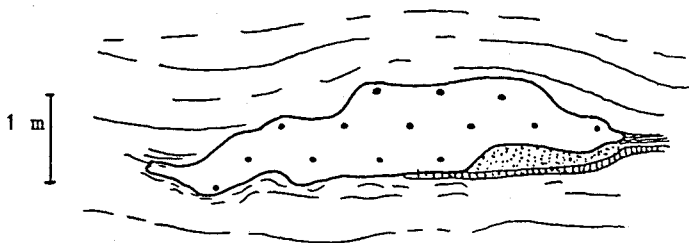


Fig.12 : lentilles de grès à matrice interstratifiées dans la couche de charbon : découverte Sainte-Hélène, (d'après M.BRANCHET 1979).



- d'autre part, la présence dans le secteur de Blanzky-Montceau d'énormes blocs de grès. Ceux-ci ont été signalés par R. FEYS *et al.* (1970) et plus récemment, par M. BRANCHET (1983) qui notent également la présence de chenaux gréseux.

D'après les variations d'épaisseurs des stériles et les variations brutales de granulométrie, B. VALLE (1984) définit dans le bassin, deux aires plus subsidentes, riches en charbon, séparées par une zone peu subsidente où les stériles sont riches en éléments grossiers et les veines de charbon minces ou absentes (fig.13).

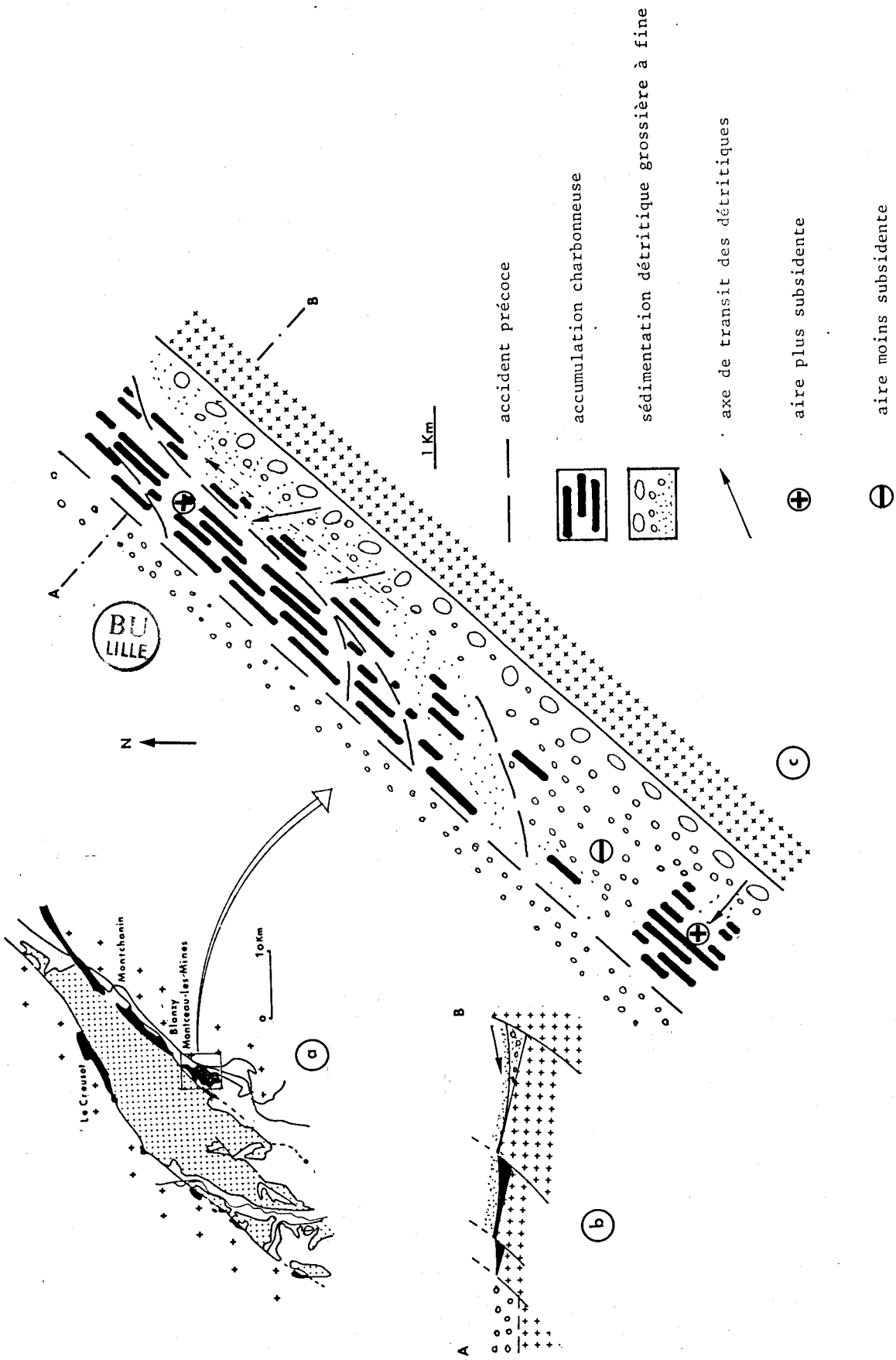


Fig. 13.- Répartition des faciès dans l'assise de Montceau (d'après B. VALLE, 1984 : modifiée).
 a : schéma de localisation ; b : coupé schématique interprétative NW-SE ; c : vue en plan.

D) DONNEES TECTONIQUES

Du point de vue tectonique, le bassin de Blanzly est limité au Nord par une zone broyée de 50 à 100 m de large : zone de la faille de l'Est. D'après R. FEYS et Ch. GREBER (1958), cette faille serait née d'une zone de fracture située à la limite de deux secteurs subsidents ayant des vitesses d'enfouissements différentes. Au Stéphanien moyen (fig. 14 a), les dépôts de charbon ont été limités à la marge continentale du bassin alors que la région centrale est le siège d'une importante sédimentation détritique terrigène. Ce type de sédimentation se poursuit dans la partie centrale, au Stéphanien supérieur (fig. 14 b) et au Stéphanien terminal et Autunien (fig. 14 c). La

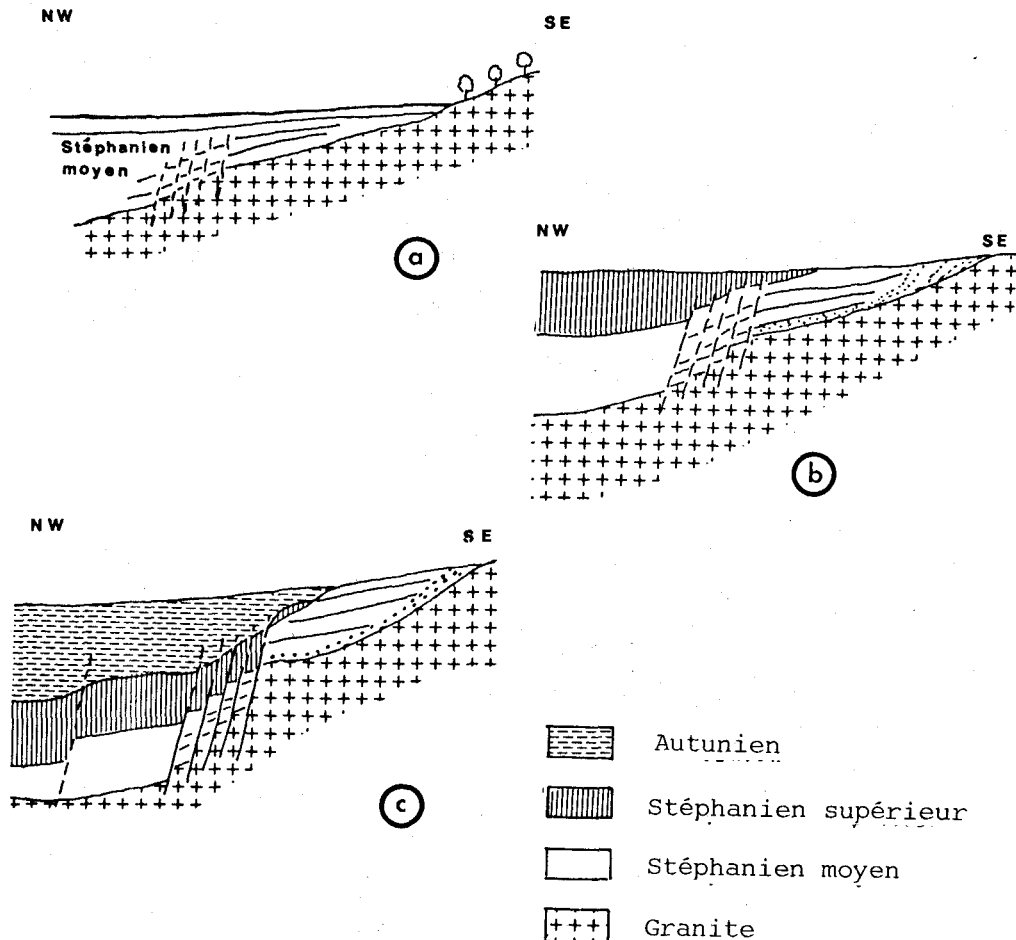


Fig. 14 .- Représentation du bassin de Blanzly (d'après R. FEYS et Ch. GREBER, 1958).
a : au Stéphanien moyen ; b : au Stéphanien supérieur ; c : à l'Autunien.

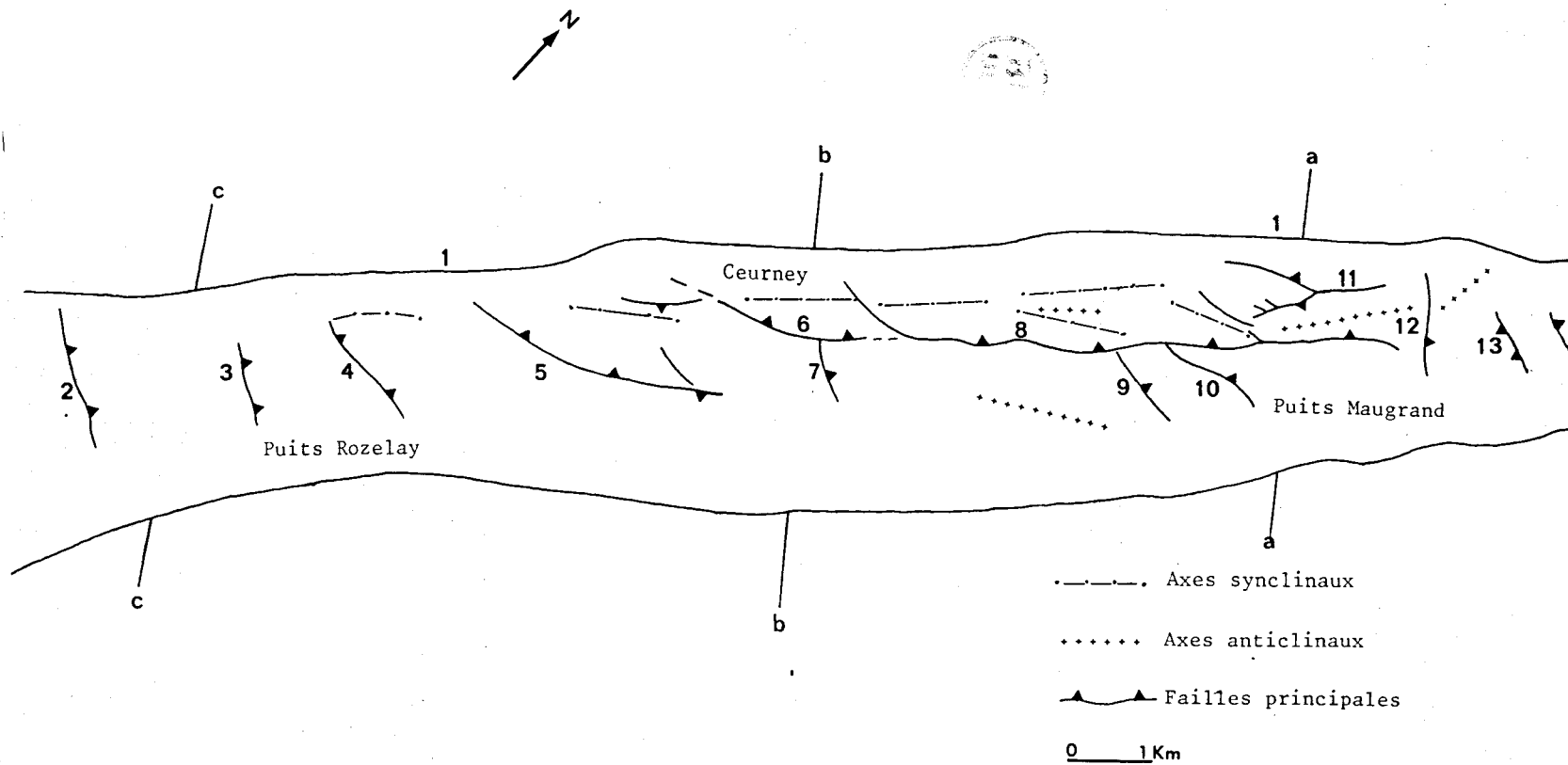


Fig. 15 .- Bassin de Blanzay : schéma structural et position des coupes (d'après M. BRANCHET, 1982).

1 : Faille de l'Est ; 2 : Faille du Nord de Perrecy ; 3 : Faille de Rozelay ; 4 : Faille des Porrots ; 5 : Faille des Essarts ;
 6 : Faille Drouhin ; 7 : Faille de l'Essertot ; 8 : Faille du Piedroit ; 9 : Faille de Barrat ; 10 : Faille de 211 ; 11 : Faille
 du versant Nord ; 12 : Faille de Blanzay ; 13 : Faille des Toits.

a, b, c, coupes en fig. 16

zone faillée constitue la limite à l'extension vers le Nord Ouest des veines de charbon.

Pour B. VALLE (1984), la faille de l'Est apparaît comme une limite sédimentaire qui marque l'augmentation d'épaisseur de l'Autunien, la stérilisation des couches vers le centre du bassin et la diminution latéralement des faciès typiques de la série stéphanienne. Elle serait également une limite tectonique plongeant vers le NW ; elle aurait subi plusieurs rejeux décrochants : senestre à l'Eocène et dextre au Miocène supérieur.

Le bassin est également limité au Sud Est par une faille bordière qui est masquée par d'importantes formations récentes. Cette faille sépare le bassin du socle ; son orientation est comprise entre N 45 et N 50, et son rejet, évalué par sondage, est supérieur à 850 m. B. VALLE (1984) indique que la faille bordière aurait aussi subi des rejeux décrochants senestre et dextre aux mêmes époques (Eocène et Miocène supérieur).

Dans le Stéphanien productif (fig. 15), on constate que les séries décrites précédemment (Cf. § B) ne se rencontrent pas toutes sur une même verticale. De nombreuses failles transverses et obliques compartimentent en effet le bassin d'exploitation. Ces failles viennent se bloquer en arêtes ou se disposent en épis sur l'accident tectonique majeur constitué par la faille de l'Est.

On distingue trois grandes familles d'accidents (M. BRANCHET, 1982) :

- des grandes failles, de direction NW-SE :
 - + du versant Nord ;
 - + du Piedroit ;
 - + des Essarts ;
- les accidents obliques, de direction E-W :
 - + des Toits ;
 - + de Blanzay ;
 - + de Barrat ;
 - + des Porrots ;
- les accidents transverses, de direction NW-SE :
 - + de l'Ouche ;
 - + de l'Essertot ;
 - + de Rozelay ;
 - + du Nord de Perrecy ;
 - + du Sud Ouest de Perrecy.

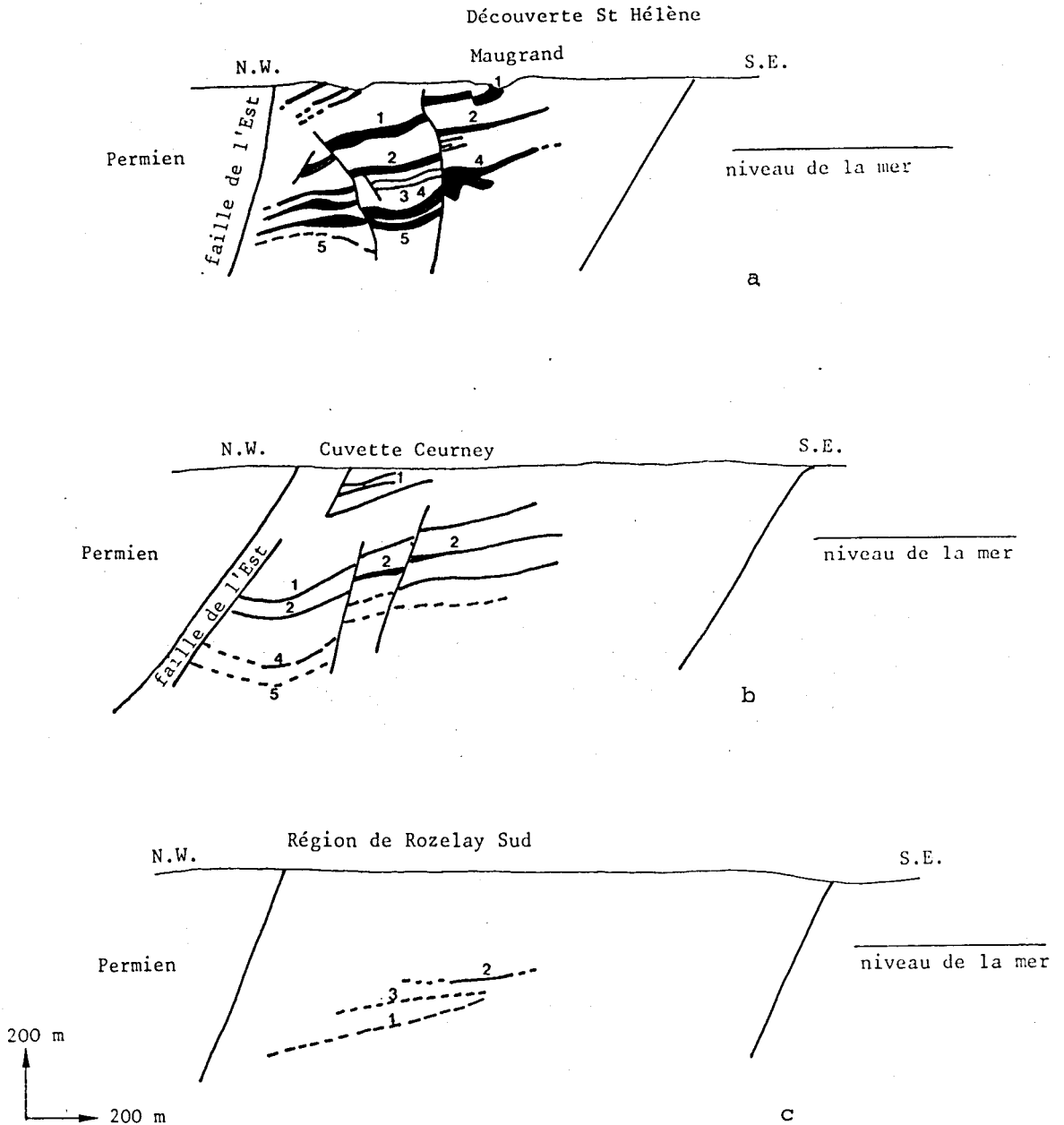


Fig.16 .- Gisement de Blanzay ; coupes transversales NW-SE (d'après M. BRANCHET, 1982).
a : au niveau de la découverte Maugrand ; b : au niveau de la cuvette Ceurney ; c : dans la région de Rozelay Sud.

Les séries à l'intérieur de chaque compartiment sont affectées de nombreuses petites failles à faible rejet, de direction NW-SE, et sont également déformées par de petits plissements et irrégularités de détail (fig. 16 a, b, c).

Selon B. VALLE (1984), le calendrier des événements tectoniques serait le suivant (fig.17) :

- au Stéphanien, il existe une fracturation précoce, contemporaine de la sédimentation et de la diagenèse, responsable de la formation de la faille de l'Est;

- à la limite Stéphanien-Permien, phase de compression N-S à NNW-SSE, qui est responsable d'amas charbonneux comme ceux de Montchanin ;

- au Permien, phase de distension entraînant l'apparition de failles majeures obliques, de direction N 45-60 ;

- à l'Eocène, phase de compression N-S qui provoque le rejeu en décrochement senestre de la faille de l'Est ;

- à l'Oligocène, phase distensive ; elle serait responsable de la formation d'accidents transversaux de direction N 100-135 ;

- au Miocène supérieur, phase de compression E-W, qui entraîne le rejeu en décrochement dextre de la faille de l'Est.

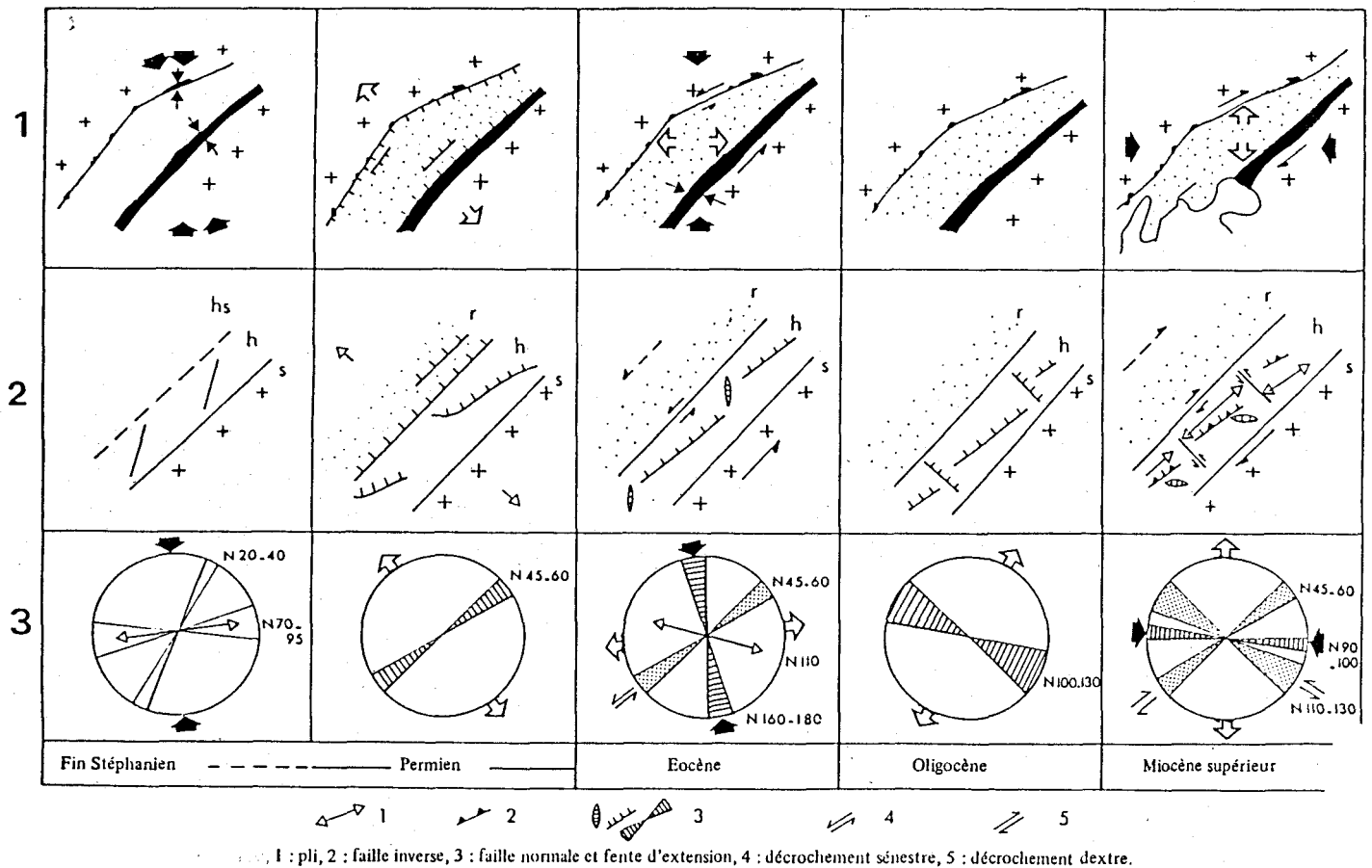
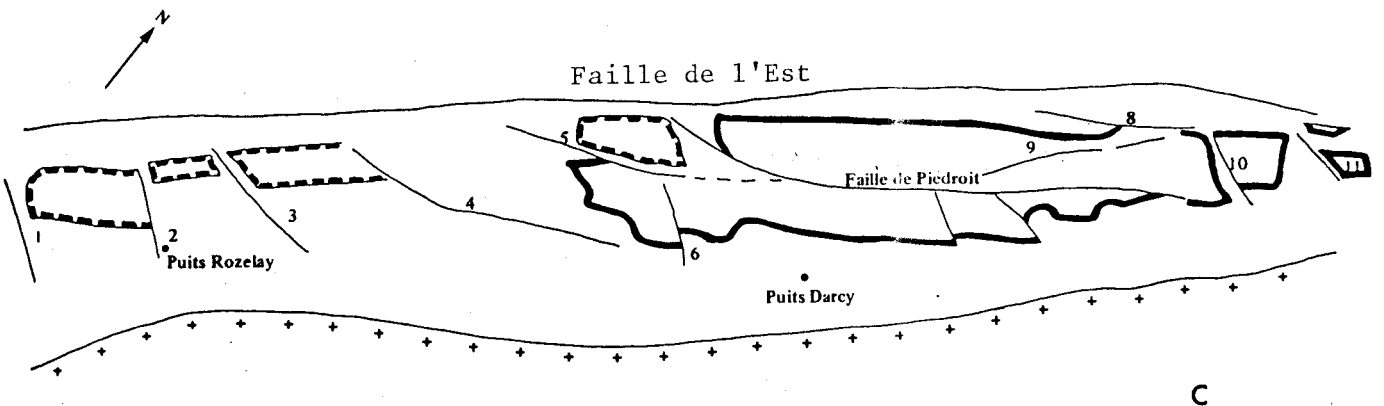
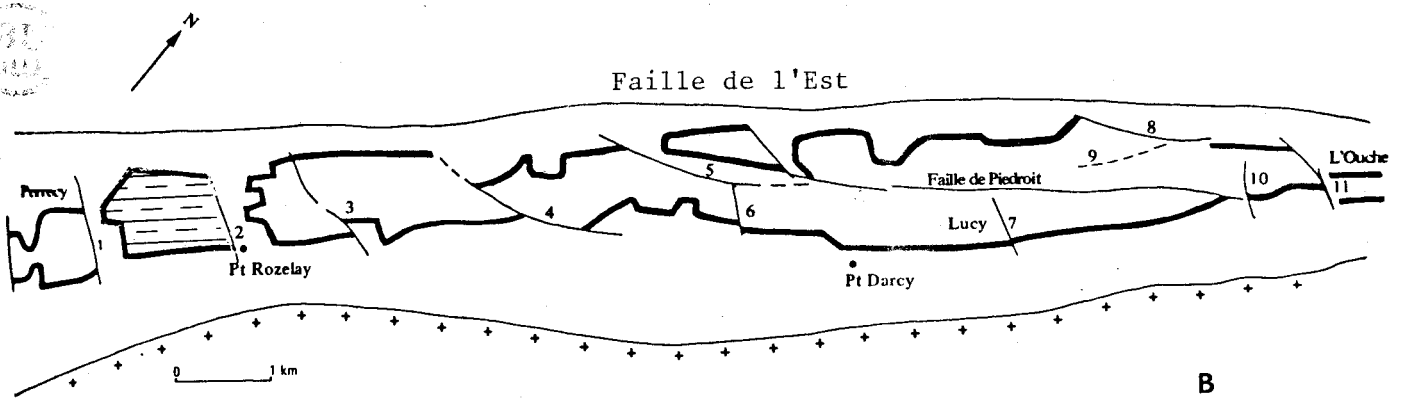
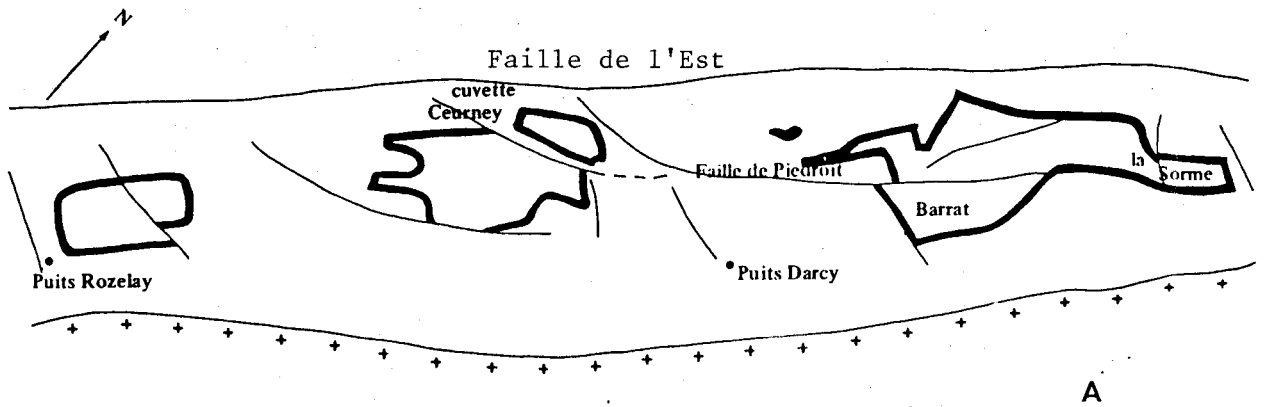


Fig. 17.- Evolution structurale post-stéphanienne de Blanzay (1) ; de Blanzay-Montceau (2) et systèmes de fracturation et de plissements induits (3) (d'après B. VALLE, 1984).



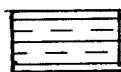
 Zone étudiée

Fig. 18 .- Bassin de Blanzay : zone exploitée (d'après M. BRANCHET, 1982).

A : 1re couche ; B : 2e couche ; C : 4e couche ; 1 : Faille du Nord de Perrecy ; 2 : Faille de Rozelay ; 3 : Faille des Porrots ; 4 : Faille des Essarts ; 5 : Faille Drouhin ; 6 : Faille de l'Essertot ; 7 : Faille de Barrat ; 8 : Faille du versant Nord ; 9 : Faille Jules-Chagot ; 10 : Faille de Blanzay ; 11 : Faille des toits.

II. PRINCIPAUX CARACTERES DE LA DEUXIEME COUCHE AU Puits ROZELAY SUD

La deuxième couche de l'assise de Montceau est la plus régulière et la plus étendue du gisement (fig. 18). Au cours de l'exploitation de cette couche au puits Rozelay Sud, situé entre la faille du Nord de Perrecy et la faille Rozelay (fig. 18), on s'est aperçu qu'il y avait un enrichissement des matières volatiles lorsque la profondeur augmentait. A cet endroit, la loi de Hilt n'est donc pas respectée puisque celle-ci traduit au contraire une diminution de la teneur en matières volatiles avec l'approfondissement (C. HILT, 1873 ; A. WERY, 1958 ; J. TRICOT et A. WERY, 1959).

Ce phénomène est également observé dans le secteur de Rozelay Sud dans la 4e couche, au niveau du panneau central situé entre la faille Rozelay et la faille des Porrots dans la 1re, 2e et 4e couches et on le retrouve, mais de façon très atténuée, entre la faille des Porrots et la faille des Essarts dans la 2e couche (M. BRANCHET, communication orale).

Il était donc intéressant de connaître les causes de cette anomalie. D'ores et déjà, on peut supposer qu'elles peuvent être d'ordre tectonique, thermique, pétrographique, ou encore une combinaison de ces trois possibilités.

A) NATURE DU TOIT ET DU MUR

Au puits Rozelay, la 2e couche (fig. 19) se caractérise par :

- un mur formé de schistes et siltites pouvant passer localement à des grès noirs à points blancs souvent très fins. Dans ce mur, à 15-20 m de cette couche, on trouve un gore beige grisâtre, épais de 30 cm qui localement se dédouble en deux niveaux distincts ;

- l'existence d'une part de nombreuses intercalations gréseuses et carbonatées dans la formation charbonneuse et d'autre part, de deux gores servant de niveaux repères. Ces gores sont distants de 1,5 m, le gore inférieur peu épais (5 cm) montre des lentilles beiges dolomitiques sur un fond chocolat, le gore supérieur de 15 cm d'épaisseur est plus homogène, argileux et de couleur marron ;

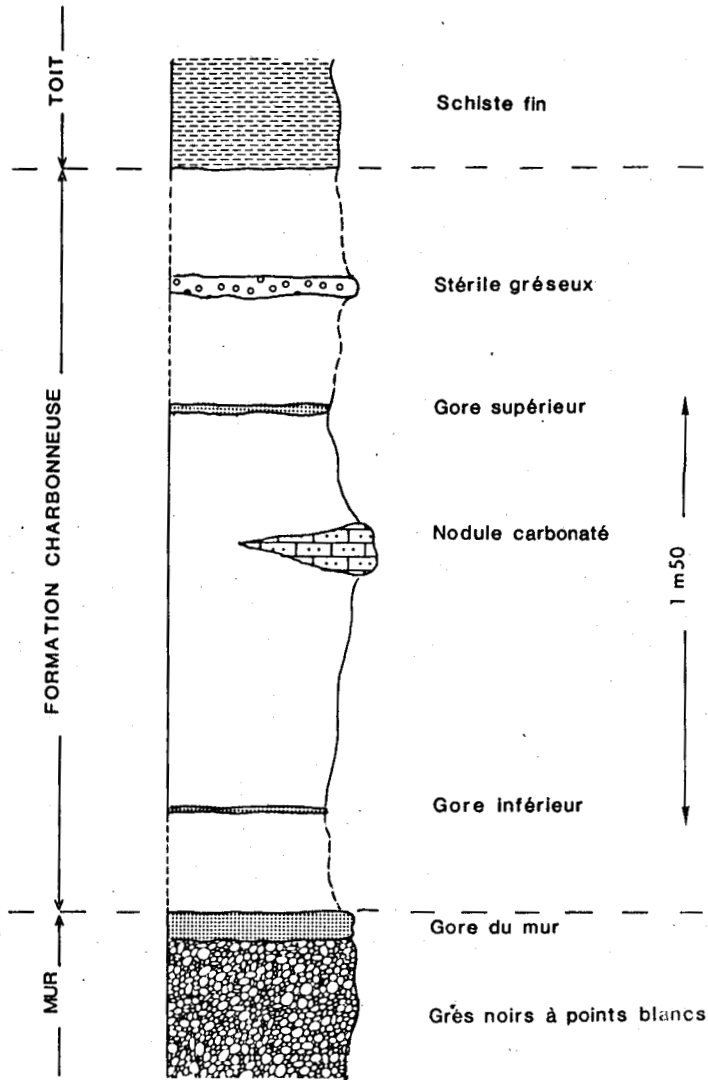


Fig. 19 .- Nature du toit et du mur de la 2e couche (simplifiée).

- un toit constitué généralement de schistes fins. Ils sont parfois remplacés par des grès arkosiques ou des grès gris à points blancs rapportés à des phases d'érosion partielle de la couche.

B) LOCALISATION DES ECHANTILLONS

10 échantillonnages, notés de I à X, ont été effectués dans les voies BROCHET, EPAGNEUL et FOX (tabl.IV, fig.20 et 21). Les lieux extrêmes de

SITES	X	Y	Z
I	7475	-6796	-423
II	7510	-6730	-444
III	7675	-6675	
IV	7579	-6603	-461
V	7622	-6512	
VI	7632	-6505	-465
VII	7623	-6430	
VIII	7668	-6354	
IX	7720	-6254	-478
X	7880	-6296	-523

Tabl. IV .- Coordonnées en X,Y,Z, des sites de prélèvements.

prélèvements sont distants de 600 m. Le site I est proche de la faille bordière et de la faille du Nord de Perrecy, le site X proche de la faille de l'Est.

Aux sites I, IV, VI, VII, VIII, IX, trois échantillons ont été prélevés :

- un au-dessous du gore inférieur (noté 1.3, 4.3, 6.3...)

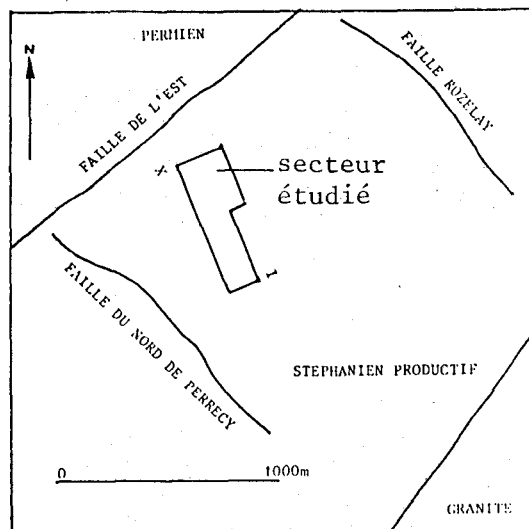


Fig. 20 .- Localisation des sites de prélèvements au puits Rozelay Sud.

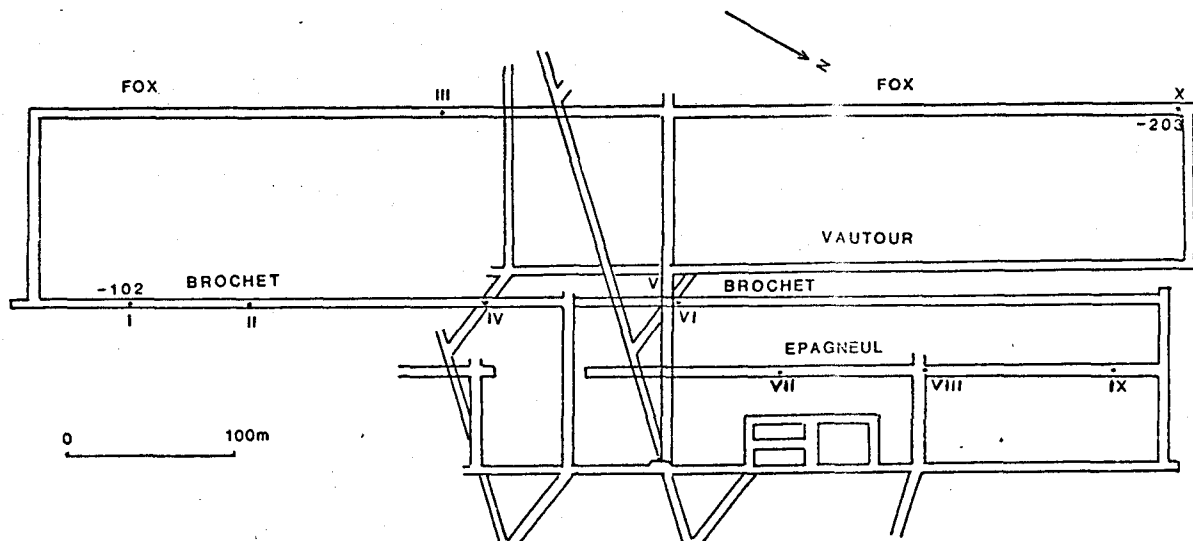


Fig. 21 .- Localisation des sites de prélèvements dans la taille 66 à la cote - 320.

- un entre les deux gores (noté 1.2, 4.2, 6.2...)
- un au-dessus du gore supérieur (noté 1.1, 4.1, 6.1...).

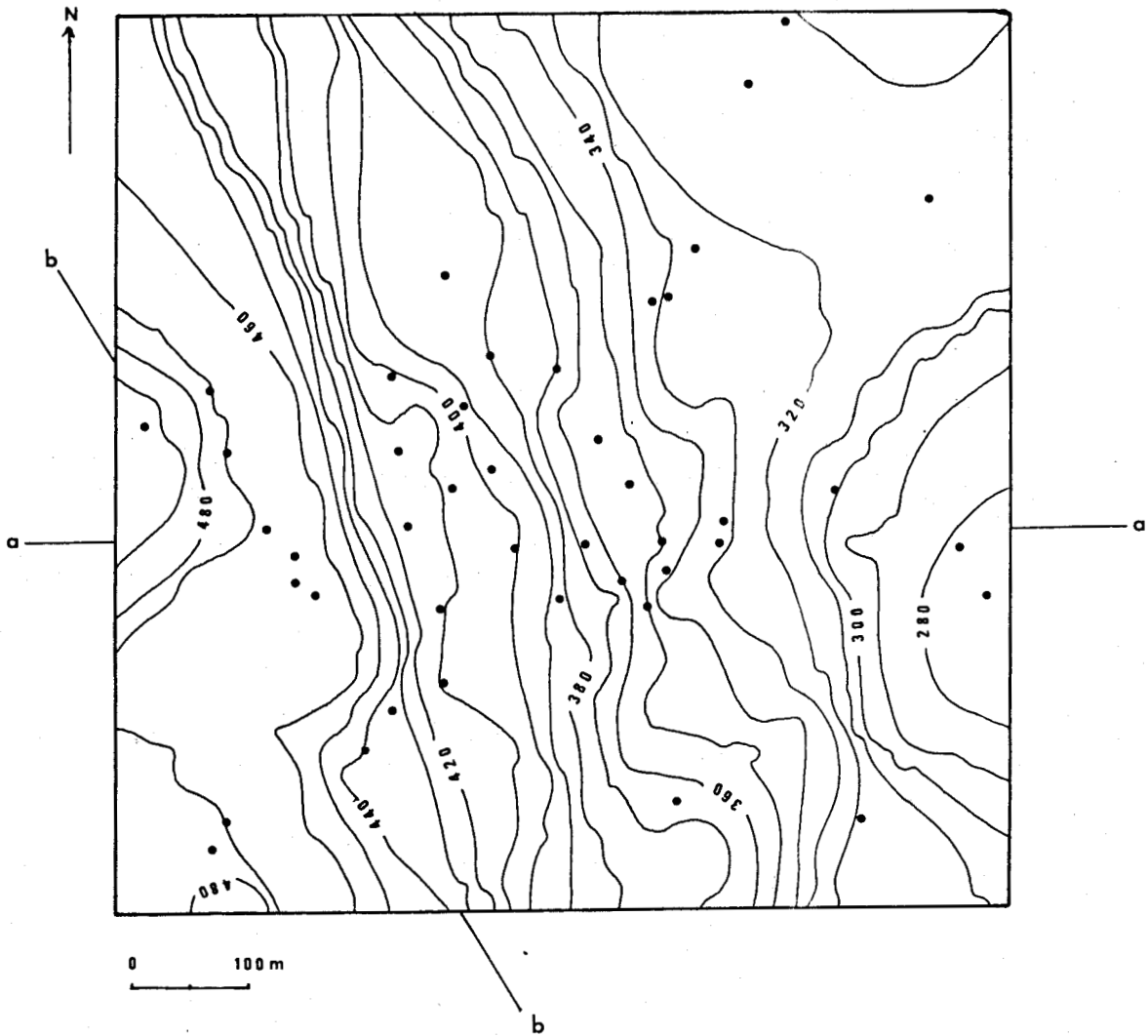
Au site II, le gore inférieur n'était pas visible en galerie ; de ce fait, deux échantillons seulement y ont été prélevés :

- un à 50 cm sous le gore supérieur (2.2) ;
- un au-dessus du gore supérieur (2.1).

Aux sites III, V, X, on a prélevé une colonne continue de charbon entre les deux gores, soit respectivement 11 échantillons au site III, 14 échantillons aux sites V et X.

C) EPAISSEUR DE LA COUVERTURE

Aux environs du puits Rozelay Sud, l'altitude au sol atteint en moyenne 295 m. En relevant la cote du toit de la 2e couche à partir d'une quarantaine de sondages, j'ai déduit l'épaisseur de la couverture actuelle. Un programme disponible sur l'ordinateur de l'Ecole Nationale de Géologie Appliquée et de Prospection de Nancy m'a permis d'en représenter les variations



● : sondages

a- -a et b- -b: position des coupes de la figure 23.

Fig. 22 .- Variations d'épaisseur de la couverture au puits Rozelay Sud.

d'épaisseur (fig.22). Ces dernières sont importantes. En effet à l'Est, la puissance de la couverture est inférieure à 280 m et seulement 750 m plus à l'Ouest elle est supérieure à 490 m.

Sur la coupe E-W (fig. 23 a), l'augmentation d'épaisseur vers l'Ouest est régulière ; dans cette direction, la couche présente une pente de 15° environ.

La figure 23 b montre une coupe suivant approximativement les sites de prélèvements. La couche est ici inclinée vers le N-NW d'environ 10°.

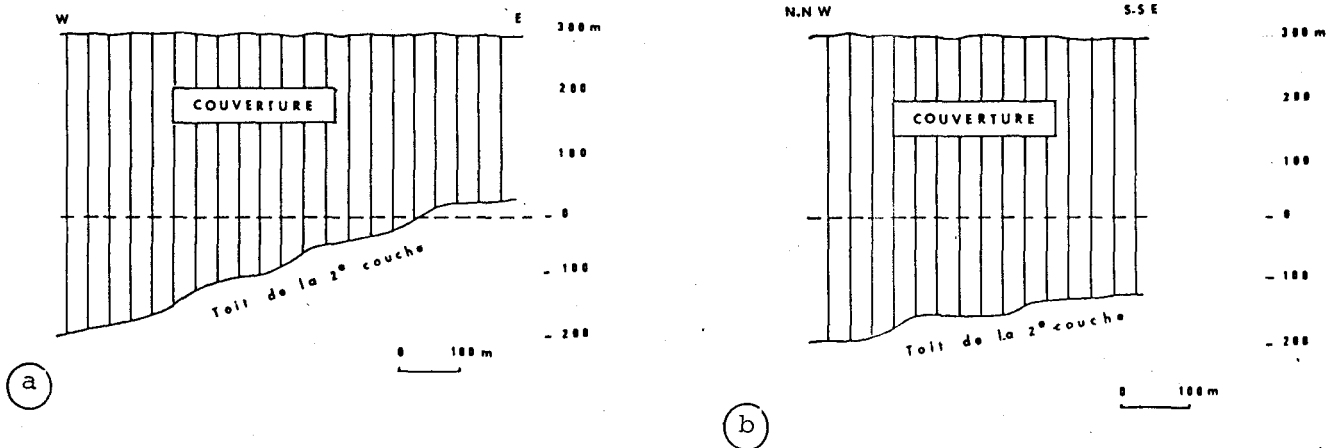


Fig. 23 :- Coupe a: variation d'épaisseur de la couverture d'E en W.
Coupe b: variation d'épaisseur de la couverture du N.N.W au S.S.E.

D) EPAISSEUR DE LA COUCHE

A l'aide des relevés de sondages, j'ai également dressé la carte des isopaques de la formation carbonneuse (fig.24). Cette carte montre deux régions situées de part et d'autre d'une ligne imaginaire notée X.Y, de direction ENE-WSW. Au-dessus de cette ligne, la 2e couche de Montceau présente peu de variations d'épaisseur ; elle passe à cet endroit de 4 à 7 m : le bassin à cet endroit possédait vraisemblablement, lors du dépôt de la couche, un substratum plat. Par contre, dans la région située sous cette ligne, la 2e couche de Montceau présente de fortes variations d'épaisseur : de moins de 3 m à plus de 10 m sur une distance d'environ 100 m. Dans cette région de bassin, il semblerait que le substratum ait été irrégulier.

Sur la figure 25, j'ai différencié les zones à forte accumulation (plus de 6,50 m) et les zones à faible accumulation (moins de 5,50 m), liées à des taux de sédimentation très différents. Entre ces zones, il est possible de tracer des directions de failles ou flexures synsédimentaires limitant les différents compartiments. Dans les encarts, j'ai indiqué les zones où la couche a plus de 4 m, 5 m, etc... On voit qu'à partir de 6 m d'épaisseur,

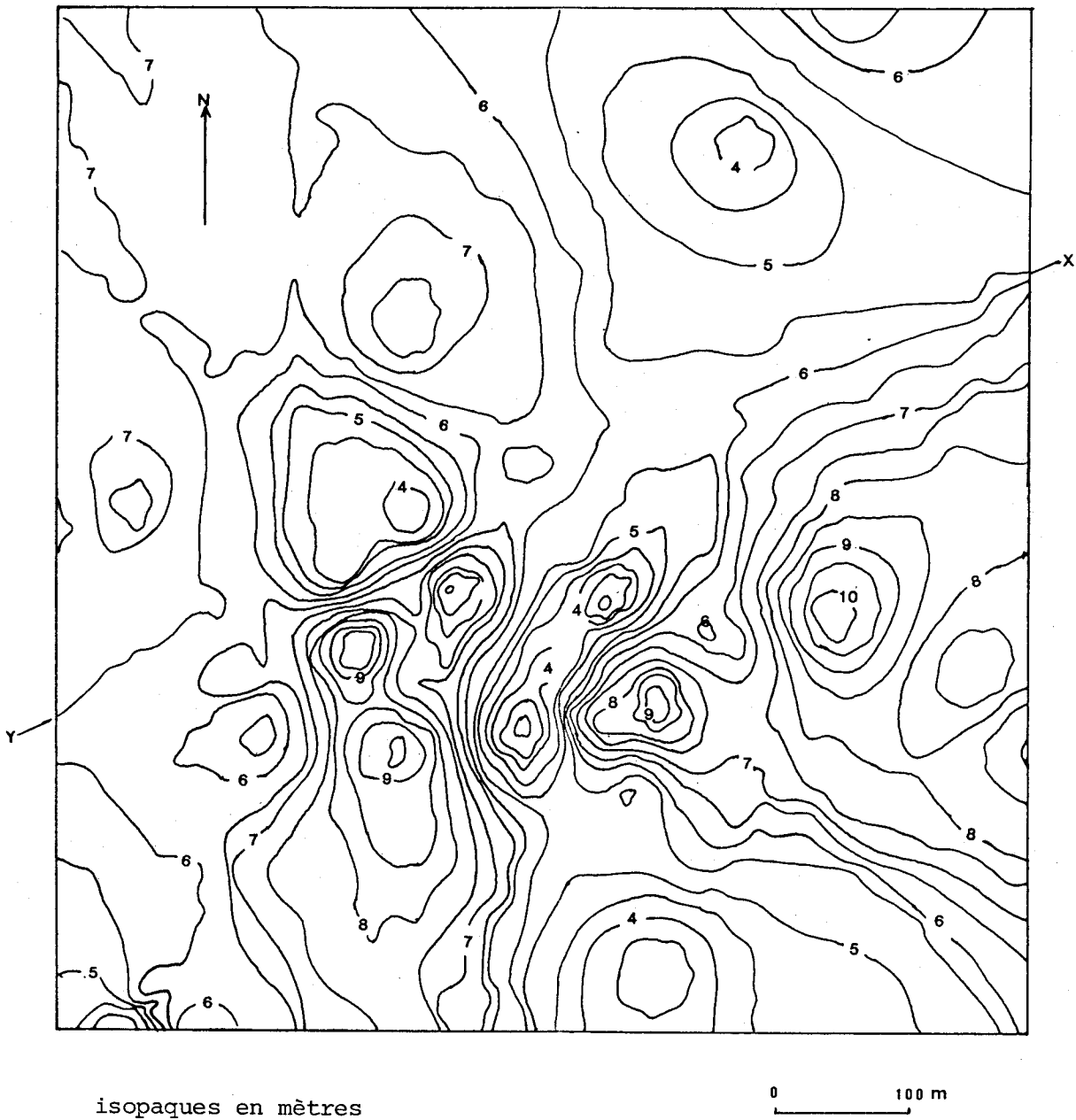
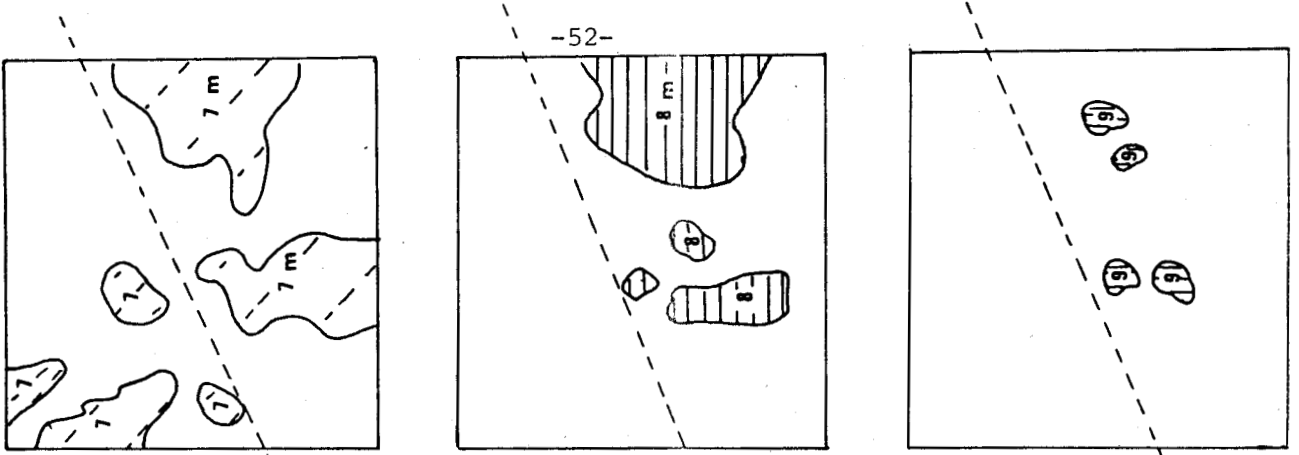
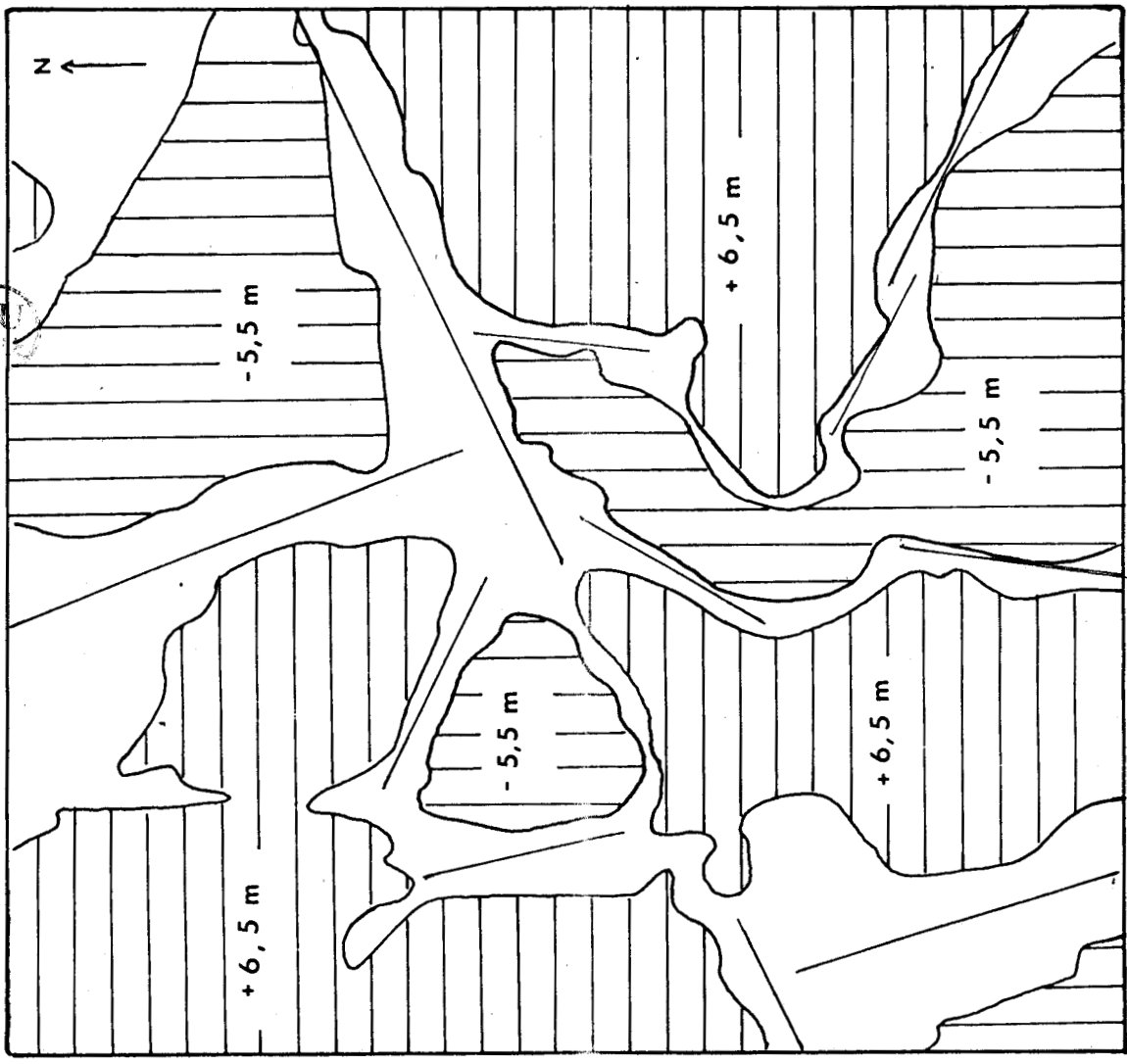


Fig. 24 .- Variations d'épaisseur de la formation carbonneuse.

il est possible de tracer la limite de direction ENE, WSW et à partir de 8 m, la couche est représentée seulement dans la région située sous cette limite. Il est possible que cette direction représente la trace d'un petit décrochement qui limiterait deux secteurs différents.

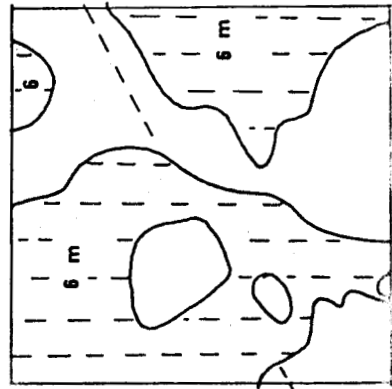
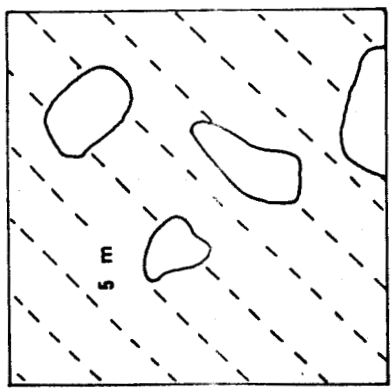
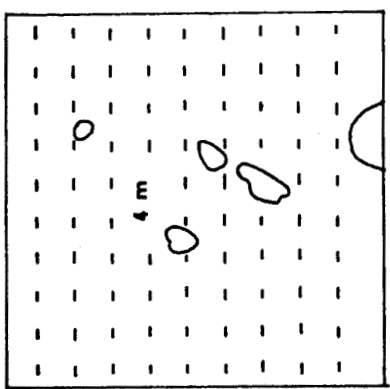


0 100 m



0 100 m

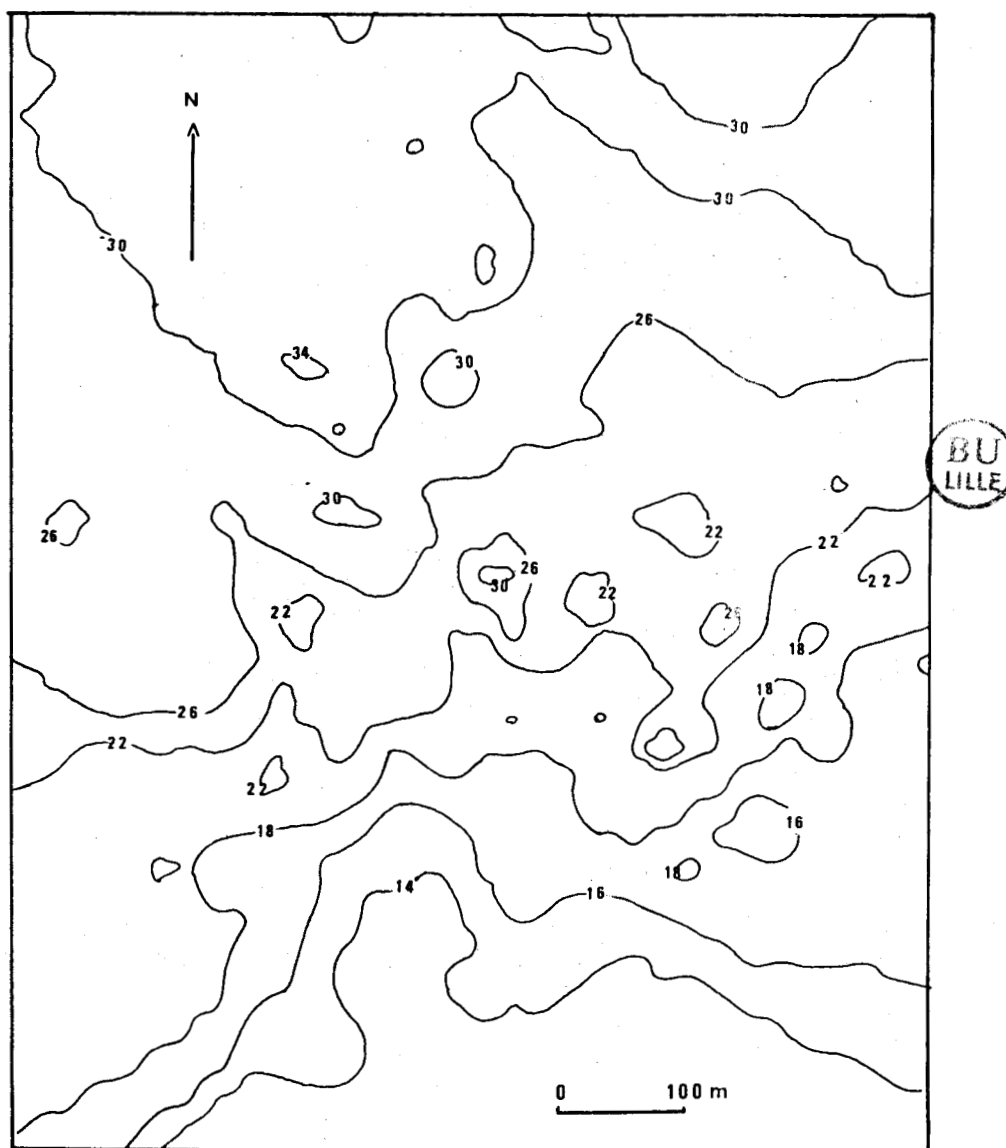
Fig. 25.- Zone d'accumulation du charbon.



0 100 m

E) VARIATIONS DES TENEURS EN MATIERES VOLATILES

La carte des isovolatiles a été tracée à partir des résultats de 150 analyses faites au puits Rozelay par les Houillères de Blanzky (fig.26). Cette carte montre que les teneurs en matières volatiles augmentent vers le Nord. Si nous comparons la carte des variations des matières volatiles avec celle des isobathes du toit de la deuxième couche nous constatons



- lignes d'isovaleur en % de matières volatiles.

Fig. 26.- Variations des matières volatiles au puits Rozelay Sud.

une totale indépendance (fig.27). La première carte montre un accroissement des valeurs du Sud vers le Nord, tandis que la profondeur s'accroît de l'Est vers l'Ouest. En conséquence, au puits Rozelay, la loi de Hilt est donc bien mise en défaut (Cf. introduction du chapitre II de la 2e partie). Il est à noter que selon la direction des prélèvements (NNW-SSW) l'augmentation des teneurs en matières volatiles est confirmée.

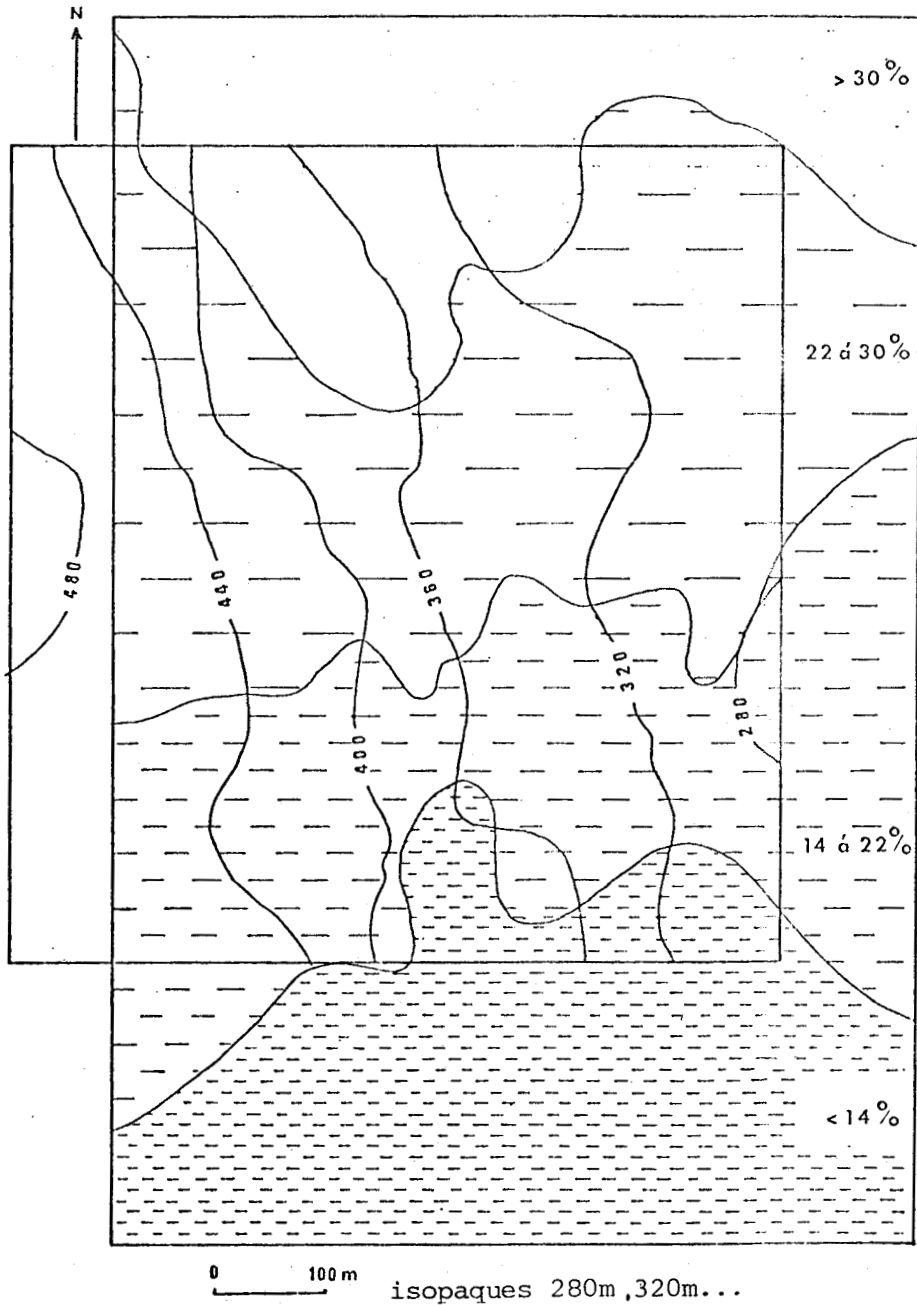


Fig. 27 .- Variations des matières volatiles en fonction de la profondeur au puits Rozelay Sud.

En remplaçant la carte des isovolatiles dans son contexte géologique actuel (fig.28), on remarque que l'augmentation des teneurs en matières volatiles s'opère à partir d'une zone située entre la "Bordure du Bassin" et la faille du Nord de Perrecy. Il semble bien que c'est à cet endroit qu'il faille rechercher les causes de l'évolution anormale des teneurs en matières volatiles.

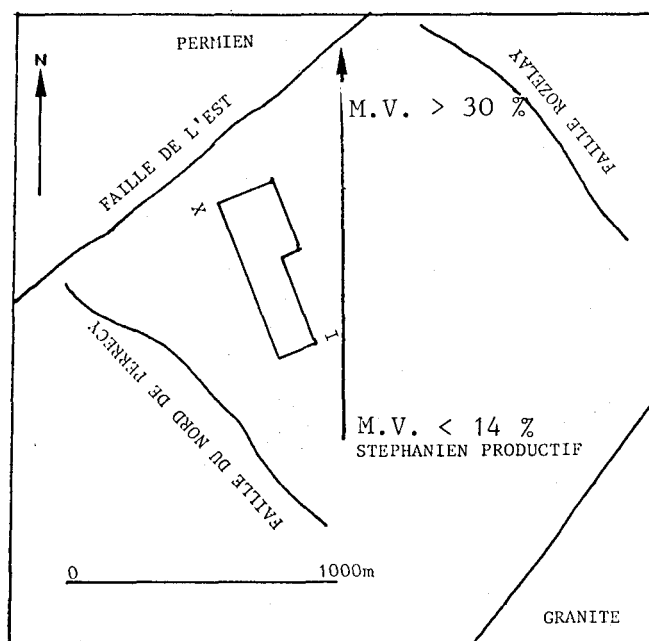


Fig.28 .- Evolution des matières volatiles au puits Rozelay Sud.

F) ANALYSES MACERALES

1) Etudes des échantillons moyens (*) en lumière réfléchie

L'analyse macérale des échantillons en lumière réfléchie effectuée précédemment (C. BERQUER, 1982) a donné les principaux résultats suivants :

Quel que soit le site de prélèvement, on a observé une grande homogénéité de faciès. Les charbons de la deuxième couche de Montceau au puits

Rozelay Sud sont caractérisés par :

- l'absence totale de macéraux du groupe de l'exinite ;
- un très fort pourcentage de macéraux du groupe de la vitrinite souvent supérieur à 80 % ;
- un pourcentage d'inertinite faible, la semifusinite et la fusinite dépassent rarement les 3 % ;
- un pourcentage de matières minérales compris entre 10 et 60 %, constitué en particulier de pyrite framboïdale, de pyrite disséminée dans la collinite, d'argile et de carbonate.

La vitrinite est formée, soit par des plages très homogènes de collinite, soit par des plages de teinte identique à la collinite mais ponctuées de nombreux petits trous rappelant des restes de vides cellulaires. Ces dernières plages ont été appelées "télinite" et correspondraient à la télinite 2 définie par M.J. LEMOS DE SOUSAS (1978).

Les diagrammes horizontaux en groupes de macéraux des échantillons prélevés aux sites III, V, X indiquent (fig. 29) que la base des sites de prélèvements est constituée uniquement de vitrinite ; on ne voit apparaître les macéraux du groupe de l'inertinite qu'au milieu des colonnes.

Il semble que ces variations de faciès traduisent un changement des conditions de dépôt. Le milieu devenant de plus en plus oxydant aurait permis ainsi la conservation des macéraux du type fusinite et semifusinite.

2) Etude des échantillons après une attaque oxydante au four à plasma

a) Méthodologie

Les charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud ont, rappelons-le, une composition macérale très homogène où domine la vitrinite et cela quel que soit le lieu de prélèvement. La méthode d'attaque au four à plasma (cf. première partie, chapitre I; § D) est rapide et permet de restituer les structures végétales originelles. J'ai donc décidé d'étudier systématiquement tous les échantillons ainsi traités.

Afin de suivre les transformations du charbon par oxydation en fonction de la durée d'attaque, j'ai procédé de façon progressive pour la série d'échantillons prélevés au site V. C'est ainsi que T.J. CHEONG (1985) a récemment montré que, selon le rang du charbon, la durée d'attaque nécessaire

III

ECH.	VITRINITE					INERTINITE		MINERAUX				
	2.0	4.0	6.0	8.0	%	5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	%
3.1	_____					_____		_____				
3.2	_____					_____		_____				
3.3	_____					_____		_____				
3.4	_____					_____		_____				
3.5	_____					_____		_____				
3.6	_____					_____		_____				
3.7	_____					_____		_____				
3.8	_____					_____		_____				
3.9	_____					_____		_____				
3.10	_____					_____		_____				
3.11	_____					_____		_____				

V

ECH.	VITRINITE					INERTINITE		MINERAUX				
	2.0	4.0	6.0	8.0	%	5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	%
5.1	_____					_____		_____				
5.2	_____					_____		_____				
5.3	_____					_____		_____				
5.4	_____					_____		_____				
5.5	_____					_____		_____				
5.6	_____					_____		_____				
5.7	_____					_____		_____				
5.8	_____					_____		_____				
5.9	_____					_____		_____				
5.10	_____					_____		_____				
5.11	_____					_____		_____				
5.12	_____					_____		_____				
5.13	_____					_____		_____				
5.14	_____					_____		_____				



X

ECH.	VITRINITE					INERTINITE		MINERAUX				
	2.0	4.0	6.0	8.0	%	5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	%
10.1	_____					_____		_____				
10.2	_____					_____		_____				
10.3	_____					_____		_____				
10.4	_____					_____		_____				
10.5	_____					_____		_____				
10.6	_____					_____		_____				
10.7	_____					_____		_____				
10.8	_____					_____		_____				
10.9	_____					_____		_____				
10.10	_____					_____		_____				
10.11	_____					_____		_____				
10.12	_____					_____		_____				
10.13	_____					_____		_____				
10.14	_____					_____		_____				

Fig. 29 .- Diagrammes horizontaux en groupe de macéraux des échantillons des sites III, V et X.

à l'obtention des bonnes images augmente avec celui-ci. Il était donc important de procéder à des essais d'attaque progressive avant d'entreprendre une analyse systématique.

Les échantillons des sites I à IV et VI à X ont été placés dans le four à plasma pendant 16 minutes.

b) Résultats de l'attaque progressive (site V)

L'échantillon 5.1 a subi une attaque de 2 minutes. Au microscope par réflexion et à immersion dans l'huile, on n'observe aucune différence entre la partie oxydée et la partie protégée de l'oxydation par une feuille d'aluminium.

L'échantillon 5.2, trop friable, n'a pu être poli.

L'échantillon 5.3 a été traité pendant 4 minutes. Là encore, peu de différences ont été constatées entre la partie de l'échantillon oxydée et celle protégée de l'attaque. La collinite est restée homogène et la "télinité", de teinte semblable à celle de la collinite et présentant des "trous" que j'ai assimilés à des vides cellulaires (C. BERQUER, 1982), montre après attaque, un pourcentage de "trous" légèrement plus élevé. La matière minérale prend généralement une teinte brune.

L'échantillon 5.4 a été placé pendant 6 minutes dans le four à plasma. T.J. CHEONG (1985) a montré qu'il existait deux types de collinite qui réagissent différemment à l'oxydation. Certains lits, plus sensibles à l'oxydation, donnent rapidement des filets noirs. D'après cet auteur, cette collinite correspondrait à de la gélocollinite. Dans l'échantillon 5.4 est apparu un tel macéral. De fins filets de teinte foncée ont été rattachés à la gélocollinite alors que dans les autres lits de collinite, sont apparus de façon très ténue les premiers contours cellulaires.

Dans les lits de "télinité", le pourcentage de "trous" a ici encore augmenté. Il existe dans cet échantillon de la fusinite et de la semifusinite dont l'attaque n'a pas modifié l'aspect.

Pour l'échantillon 5.5, l'attaque au four à plasma a duré 8 minutes. La gélocollinite est bien entendu de plus en plus oxydée. Dans le second type de collinite, apparaissent cette fois nettement des contours cellulaires. La disposition des cellules rappelle la structure d'un tissu ligneux. Par leur contour plus ou moins anguleux, leur taille de 2 à 4 micromètres, ces cellules s'apparentent à un xylème primaire. La "télinité" évolue tou-

jours de la même façon avec une augmentation très importante du nombre de "trous". La fusinite semble se détériorer légèrement, ses contours sont moins nets et des espaces sombres apparaissent. La semifusinite, par contre, ne subit pas de transformation.

L'échantillon 5.6 a subi un traitement de 10 minutes. Les filets de gélocollinite oxydée s'élargissent. Quelques macrospores y ont été décelées et le contour des cellules de xylème primaire est maintenant très net. Les lits de "télinite" montrent à ce stade de l'attaque un grand nombre de petites cellules à paroi très fine, sans forme caractéristique et à l'arrangement désordonné. Cette disposition rappelle celle d'un tissu parenchymateux. La fusinite disparaît presque totalement ; il ne subsiste que de rares traces.

L'échantillon 5.7 traité 12 minutes montre uniquement des tissus parenchymateux interstratifiés dans la gélocollinite totalement oxydée.

L'échantillon 5.8 trop friable n'a pu être poli. L'enrobage dans de la résine est à proscrire car elle éclate dans le tube du four en raison de ses caractéristiques diélectriques.

L'échantillon 5.9, oxydé pendant 14 minutes, a révélé une composition identique à celle de l'échantillon 5.7.

Les 16 minutes d'attaque de l'échantillon 5.10 ont permis de mettre en évidence quelques plages de semifusinite résistant très bien à l'oxydation, l'abondance des tissus parenchymateux bien conservés et la totale oxydation de la gélocollinite. Les lits sombres de gélocollinite oxydée ont montré des débris de xylème primaire, des cuticules et quelques microspores.

J'ai pu suivre dans les échantillons 5.11, 5.12, 5.13, 5.15, respectivement attaqués 18, 20, 22, 24 minutes, la destruction progressive des tissus parenchymateux marquée par une rupture des parois cellulaires. Par ailleurs, les plages sombres totalement oxydées occupent une surface de plus en plus développée.

c) Résultats obtenus après l'attaque au four à plasma des échantillons des sites I, II, III, IV, VI, VII, VIII, IX, X

Tous les échantillons à l'exception de ceux du site V ayant fait l'objet d'une attaque progressive* ont été oxydés pendant 16 minutes. J'ai choisi de décrire les échantillons du site III où le prélèvement fut, rappelons-le,

continu du gore inférieur au gore supérieur. Les résultats obtenus dans les autres sites sont regroupés dans la figure 30.

L'échantillon 3.11, situé sous le gore inférieur contient :

- de nombreux tissus parenchymateux ;
- un peu de gélocollinite renfermant de nombreux sclérotés et de fines cuticules ;
- très peu de xylème en petits amas de quelques cellules.

L'échantillon 3.10 se caractérise par de très larges lits de parenchymes séparés par de fins filets de gélocollinite contenant des cuticules et quelques microspores.

L'échantillon 3.9 est essentiellement composé de macéraux du groupe de la vitrinite qui après attaque se sont révélés être des tissus parenchymateux.

L'échantillon 3.8 a éclaté au cours de l'attaque et a été totalement pulvérisé.

L'échantillon 3.7 présente :

- de la gélocollinite abondante et contenant des corpocollinites et quelques cellules de xylème séparées les unes des autres ;
- de larges bandes de parenchyme.

L'échantillon 3.6 renferme :

- une grande quantité de parenchyme ;
- des lits de fusinite quasiment détruits au cours de l'attaque ;
- un peu de gélocollinite contenant des microspores.

L'échantillon 3.5 contient :

- quelques lits de xylème ;
- de la gélocollinite contenant des cellules de xylème et des sclérotés ;
- des tissus parenchymateux abondants.

	I	II	III	IV	VI	VII	VIII	IX	X
Gore sup.	● ● ○ ☆	● ● ○ ☆	● ● ○ ☆	● ● ○ ☆	● ● ○ ☆		● ● ○ ☆	● ● ○ ☆	● ● ○ ☆
			● ● ○ ☆						● ● ○ ☆
			● ● ○ ☆						● ● ○ ☆
Gore inf.	● ○ ○	● ● ○	● ● ○ ☆	● ● ○ ☆	● ● ○ ☆	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
			● ● ○ ☆						● ● ○ ☆
			● ● ○ ☆						● ● ○ ☆

● ● ● 1
● ● 2
● 3
□ □ □ 1
□ □ 2
□ 3
○ ○ ○ 1
○ ○ 2
○ 3
★ ★
X
G
T
E
I



X: xylème, G: gélocollinite, T: "télinite", E: exinite (spore, cuticule), I: inertinite (sclérote, semifusinite).

1: très abondant, 2: abondant 3: peu abondant.

Fig. 30.- Variations de la composition pétrographique des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud : après attaque au four à plasma.

L'échantillon 3.4 se caractérise par :

- la prédominance de xylème ;
- la persistance après attaque de quelques lits de semifusinite ;
- de la gélocollinite contenant des microspores, des macrospores, des cuticules épaisses ;
- la présence de quelques tissus parenchymateux.

L'échantillon 3.3 montre :

- une prédominance de gélocollinite renfermant des microspores, des sclérotés et des cellules de xylème non agencées en tissus ;
- de larges bandes de tissus parenchymateux.

L'échantillon 3.2 présente :

- une très nette prédominance de tissus du type xylème ;
- quelques microspores dans les lits de gélocollinite ;
- très peu de tissus parenchymateux.

L'échantillon 3.1, situé au-dessus du gore supérieur, se caractérise par :

- une abondance de xylème ;
- de larges lits de gélocollinite dans lesquels on reconnaît quelques cuticules épaisses, des microspores ainsi que de nombreux sclérotés ;
- quelques restes de fusinite fortement oxydés ;
- très peu de parenchyme.

d) Conclusion

d1) Méthode d'attaque : observations

La technique d'attaque au four à plasma permet de restituer très rapidement la structure originelle des charbons. Il est apparu qu'un temps très faible d'exposition des échantillons dans le four à plasma, était

suffisant. La durée d'attaque augmente avec le rang des charbons (T.J. CHEONG, 1985) ; pour les échantillons de Rozelay Sud, d'une teneur moyenne en matières volatiles variant de 15 à 25 %, elle est de l'ordre d'une quinzaine de minutes. Un temps d'exposition très inférieur ne permet pas d'exhumer les différents tissus constitutifs du charbon. Au contraire une exposition trop longue dans le four à plasma détruit les différents tissus.

Ce type d'attaque peut être utilisé un grand nombre de fois sur un même échantillon puisque seule la partie superficielle de l'échantillon subit l'érosion de l'oxygène ionisé. Dans les cas où l'attaque est insuffisante ou trop poussée, la possibilité reste offerte de repolir l'échantillon avant de l'exposer une nouvelle fois dans le four à plasma.

La protection d'une partie de l'échantillon par du papier aluminium permet l'observation simultanée de lits non attaqués et des mêmes lits oxydés.

Il existe pourtant quelques inconvénients liés surtout à la structure même du charbon. En effet, il est parfois difficile d'obtenir de petits blocs polis de charbon très friable ; de plus certains échantillons éclatent brutalement au cours de l'attaque.

d2) Interprétation des différents résultats

Les analyses ont montré que les charbons de la deuxième couche de Rozelay Sud présentent après attaque oxydante un faciès homogène. C'est ainsi que les macéraux du groupe de l'exinite sont très peu abondants. Par ailleurs, la base des sites de prélèvements est caractérisée par la prédominance de tissus parenchymateux, alors que le sommet renferme de nombreux tissus de type xylème. Cette variation verticale des tissus végétaux dans les charbons de Rozelay Sud peut être expliquée de la façon suivante. Au cours de la carbonification, les tissus parenchymateux sont très rapidement détruits, sauf dans le cas où le milieu de dépôt est très acide, oxydant. Inversement, les tissus ligneux sont plus résistants à l'humification, sauf précisément dans le cas où le milieu est oxygéné, ils se transforment alors en acide humique par l'action de bactéries aérobies (P. ROBERT, 1985).

Il est donc possible qu'au cours du dépôt des végétaux dans le bassin, il se soit opéré un changement dans les conditions de milieu, se traduisant par une faible profondeur donc plus acide et plus oxydant avant le dépôt du gore inférieur, puis on aurait un approfondissement du milieu avant le dépôt du gore supérieur.

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
1.1	1,86	2,58	2,22	0,051	0,72	1,38
1.2	1,88	2,71	2,30	0,031	0,83	1,44
1.3	1,49	2,63	2,06	0,056	1,14	1,72

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
2.1	1,90	2,48	2,19	0,092	0,58	1,30
2.2	1,72	2,39	2,06	0,044	0,67	1,38

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
3.1	1,64	2,50	2,07	0,040	0,86	1,52
3.2	1,39	2,99	2,16	0,037	1,60	2,15
3.3	1,67	2,40	2,03	0,052	0,73	1,43
3.4	1,78	2,46	2,11	0,033	0,68	1,38
3.5	1,77	2,40	2,09	0,040	0,63	1,35
3.6	1,61	2,83	2,22	0,036	1,22	1,75
3.7	1,69	2,41	2,05	0,040	0,72	1,42
3.8	1,67	2,42	2,04	0,032	0,75	1,44
3.9	1,64	2,74	2,19	0,030	1,11	1,67
3.10	1,77	2,50	2,14	0,030	0,73	1,41
3.11	1,76	2,38	2,07	0,020	0,62	1,35

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
4.1	1,78	2,10	1,94	0,029	0,32	1,17
4.2	1,80	2,27	2,03	0,030	0,47	1,26
4.3	1,78	2,28	2,03	0,040	0,50	1,28

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
5.1	1,66	2,06	1,86	0,022	0,40	1,24
5.2	1,64	2,03	1,83	0,050	0,39	1,23
5.3	1,55	1,90	1,77	0,028	0,35	1,22
5.4	1,75	1,92	1,78	0,043	0,27	1,16
5.5	1,65	1,96	1,80	0,045	0,31	1,18
5.6	1,67	2,08	1,87	0,034	0,41	1,24
5.7	1,69	2,16	1,93	0,023	0,47	1,27
5.8	1,64	2,10	1,87	0,040	0,46	1,28
5.9	1,55	2,08	1,81	0,033	0,53	1,34
5.10	1,65	1,97	1,81	0,048	0,32	1,19
5.11	1,56	2,19	1,88	0,017	0,63	1,40
5.12	1,68	2,05	1,87	0,028	0,37	1,22
5.13	1,53	2,09	1,81	0,039	0,56	1,36
5.14	1,60	2,19	1,90	0,030	0,59	1,36

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
6.1	1,64	2,00	1,81	0,031	0,36	1,21
6.2	1,66	1,98	1,82	0,037	0,32	1,19
6.3	1,74	2,08	1,91	0,024	0,34	1,19

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
7.1	1,29	1,68	1,48	0,040	0,39	1,30
7.2	1,33	1,64	1,49	0,013	0,31	1,23
7.3	1,35	1,66	1,51	0,031	0,31	1,21

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
8.1	1,23	1,57	1,40	0,029	0,34	1,27
8.2	1,10	1,59	1,35	0,029	0,49	1,44
8.3	1,21	1,67	1,45	0,039	0,43	1,34

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
9.1	1,20	1,50	1,35	0,052	0,30	1,25
9.2	1,27	1,60	1,43	0,032	0,33	1,25
9.3	1,36	1,61	1,42	0,025	0,25	1,18

n°ech	RR.min.	RR.max.	RR.m.	σ	Bir.	ρ
10.1	1,07	1,47	1,27	0,026	0,30	1,37
10.2	1,28	1,47	1,38	0,020	0,19	1,14
10.3	1,12	1,37	1,24	0,043	0,25	1,22
10.4	1,21	1,38	1,30	0,039	0,17	1,14
10.5	1,25	1,49	1,37	0,030	0,24	1,19
10.6	1,14	1,32	1,23	0,028	0,18	1,15
10.7	1,20	1,40	1,30	0,052	0,20	1,16
10.8	1,18	1,38	1,28	0,053	0,20	1,16
10.9	1,23	1,46	1,34	0,034	0,23	1,18
10.10	1,26	1,46	1,36	0,059	0,20	1,15
10.11	1,31	1,52	1,42	0,037	0,21	1,16
10.12	1,26	1,54	1,40	0,029	0,28	1,22
10.13	1,29	1,51	1,41	0,017	0,22	1,17
10.14	1,29	1,49	1,39	0,020	0,20	1,15
10.15	1,22	1,58	1,40	0,024	0,36	1,29
10.16	1,31	1,54	1,42	0,017	0,23	1,17
10.17	1,31	1,53	1,42	0,039	0,22	1,16
10.18	1,29	1,51	1,40	0,040	0,22	1,17
10.19	1,30	1,58	1,44	0,033	0,28	1,21

Tabl. V à XIV- Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des échantillons des sites I à X.

P.R.min.: pouvoir réflecteur minimum; P.R.max.: pouvoir réflecteur maximum;

P.R.m.: pouvoir réflecteur moyen; σ : écart type; Bir.: birélectance;

ρ .: rapport d'anisotropie.

III. ETUDE DU POUVOIR REFLECTEUR

Les mesures du pouvoir réflecteur des charbons de la deuxième couche de Montceau au puits Rozelay Sud ont été effectuées sur des blocs polis. Les résultats sont regroupés dans les tableaux V à XIV et les histogrammes correspondants ont été rassemblés en annexe 2.

Remarque : dans tous le mémoire, j'utiliserai les abréviations suivantes :

- P. R. min. : pouvoir réflecteur minimum ;
- P. R. m. : pouvoir réflecteur moyen ;
- P. R. max. : pouvoir réflecteur maximum.

A) RESULTATS DES MESURES

L'examen des tableaux de résultats montre une nette diminution du P. R. m. du site I au site X. A proximité de la faille du Nord de Perrecy et de la faille bordière, les charbons possèdent un P. R. m. variant de 2,06 à 2,30 %, alors que les combustibles proches de la faille de l'Est montrent un P. R. m. oscillant entre 1,23 et 1,40 %. On observe donc une différence de P. R. m. égale à 1 % entre les sites extrêmes de prélèvements distants, rappelons-le, d'environ 600 m. Ainsi, en peu d'espace, nous passons de charbons maigres à des charbons gras (fig. 31 et 32).

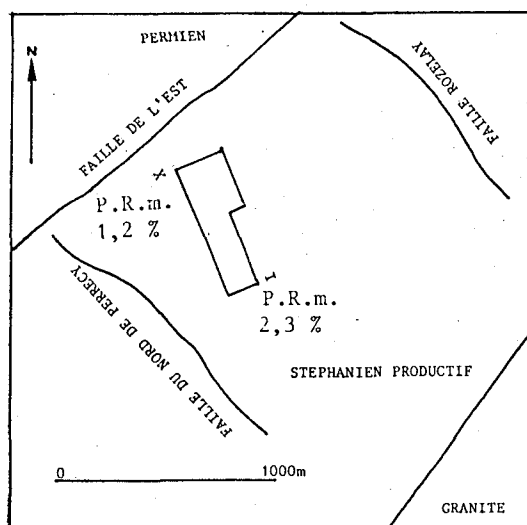
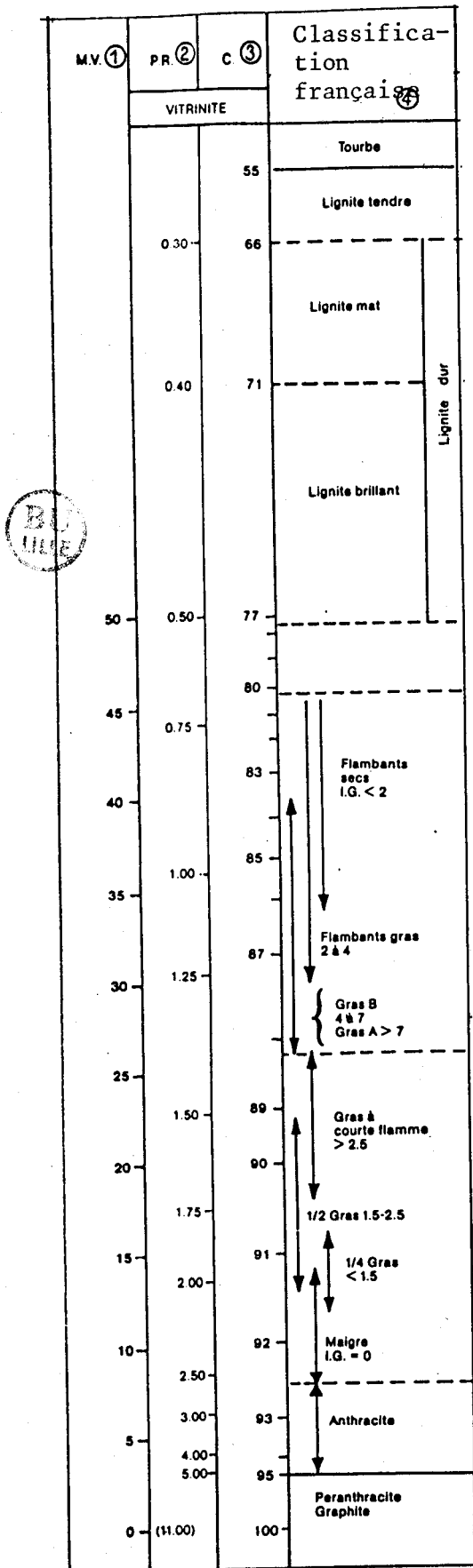


Fig. 31.- Variations du pouvoir réflecteur moyen au puits Rozelay Sud.



- 1 : Matières volatiles (960°) sur charbon pur et sec.
- 2 : Pouvoir réflecteur, courbe B. ALPERN (1969).
- 3 : Carbone d'après K. PATTEISKY et M. TEICHMULLER (1957), K. KOTLER (1960).
- 4 : Norme NF 10.001, (houilles).

Fig. 32.- Classification française des charbons (d'après B. ALPERN, 1969).

B) COMPARAISONS DES POUVOIRS REFLECTEURS MAXIMUM ET MINIMUM

Sur la figure 33, j'ai rappelé les valeurs des P. R. max. en fonction de P. R. min. de chaque échantillon. Les points correspondants ont été enveloppés par deux courbes. La relation entre le P. R. max. et le P. R. min. de la vitrinite des combustibles de la deuxième couche est conforme à celle mise en évidence dans d'autres bassins (E. STACH *et al.*, 1982). Par ailleurs, cette figure montre que les échantillons se répartissent en deux familles. La première rassemble les échantillons des sites I à VI, là où les P. R. max.

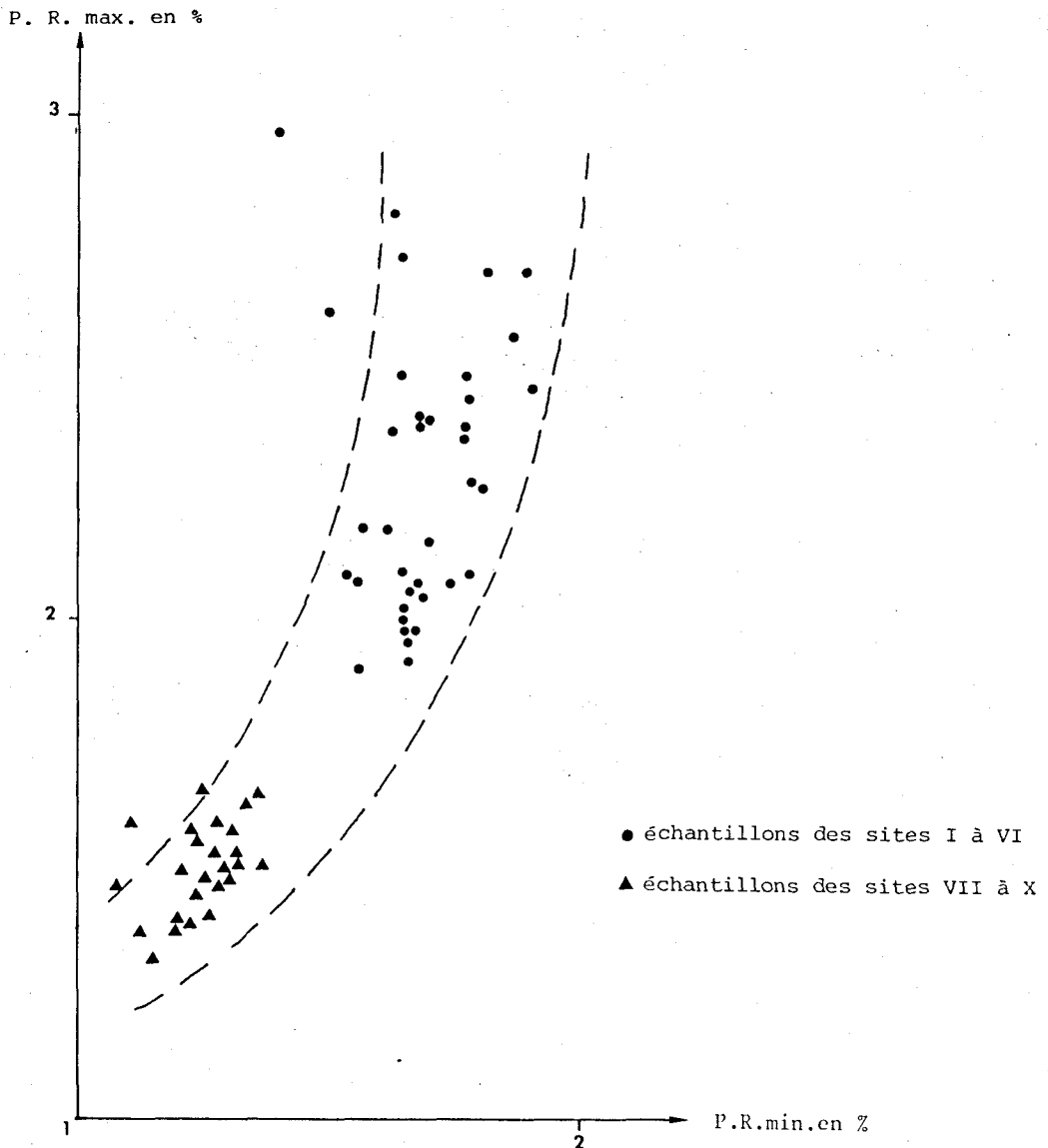


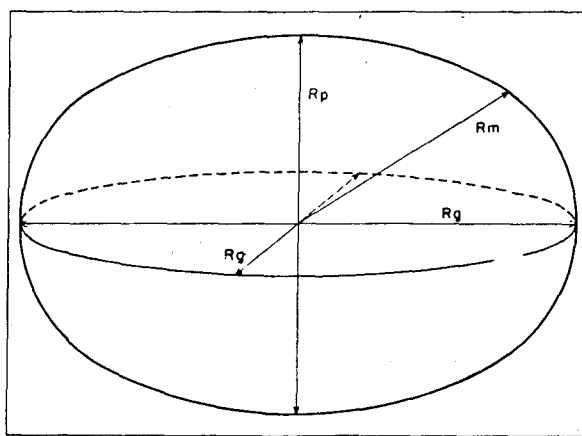
Fig. 33.- Evolution du pouvoir réflecteur maximum en fonction du pouvoir réflecteur minimum des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud.

et les P. R. min. sont les plus élevés ; la seconde est formée par les échantillons prélevés des sites VII à X, dont les P. R. max. et P. R. min. sont moindres.

Les sites VI et VII ne sont distants que de 60 m (fig. 21). Au site VI, le P. R. max. est voisin de 2 % et le P. R. min. de 1,7 % tandis qu'au site VII, les P. R. max. et P. R. min. sont respectivement de 1,5 et 1,3 %. De telles différences en si peu de distance s'expliquent généralement par la présence d'une faille verticale (B. ALPERN, 1969). Comme nous n'avons pas observé de décalage vertical des gores inférieur et supérieur entre le site VI et VII, cette faille a joué vraisemblablement en décrochement. Il est à noter que M. BRANCHET, au cours de l'avancement des travaux, a effectivement observé cette faille (communication orale).

C) ETUDE DE LA BIREFLECTANCE ET DU RAPPORT D'ANISOTROPIE

La biréfectance correspond à la différence P. R. max. - P. R. min. Elle traduit l'anisotropie du macéral étudié. Il est possible de tracer par exemple l'ellipsoïde de réflectance de la vitrinite qui est considérée comme un uniaxe négatif (fig. 34). Cette anisotropie apparaît dans les charbons contenant moins de 30 % de matières volatiles et croît au cours de la



Rg: rayon ordinaire; Rp: rayon extraordinaire
 $\frac{Rg+Rp}{2} = Rm$. réflectance moyenne pour un plan de coupe
parallèle à l'axe optique.

Fig.34.- Ovaloïde de réflectance de la vitrinite des charbons (uniaxe négatif)
(d'après J.P. RAGOT, 1977).

carbonification. Cette anisotropie est une conséquence de la surcharge lithostatique. En effet, les charbons sont formés d'unités structurales polyaromatiques de moins de 10 Å ; au cours de l'enfouissement, elles tendent à avoir la même orientation et forment ainsi de longues rangées parallèles entre elles et parallèles au plan de stratification.

Sous l'action de contraintes tectoniques, ces unités structurales polyaromatiques ont également tendance à s'orienter toutes dans la même direction.

Dans Coal Petrology, E. STACH *et al.* (1982) ont regroupé un grand nombre de leurs résultats obtenus dans différentes régions d'Allemagne et ils ont comparé les valeurs de P. R. max. et de biréflexance qu'ils ont obtenues.

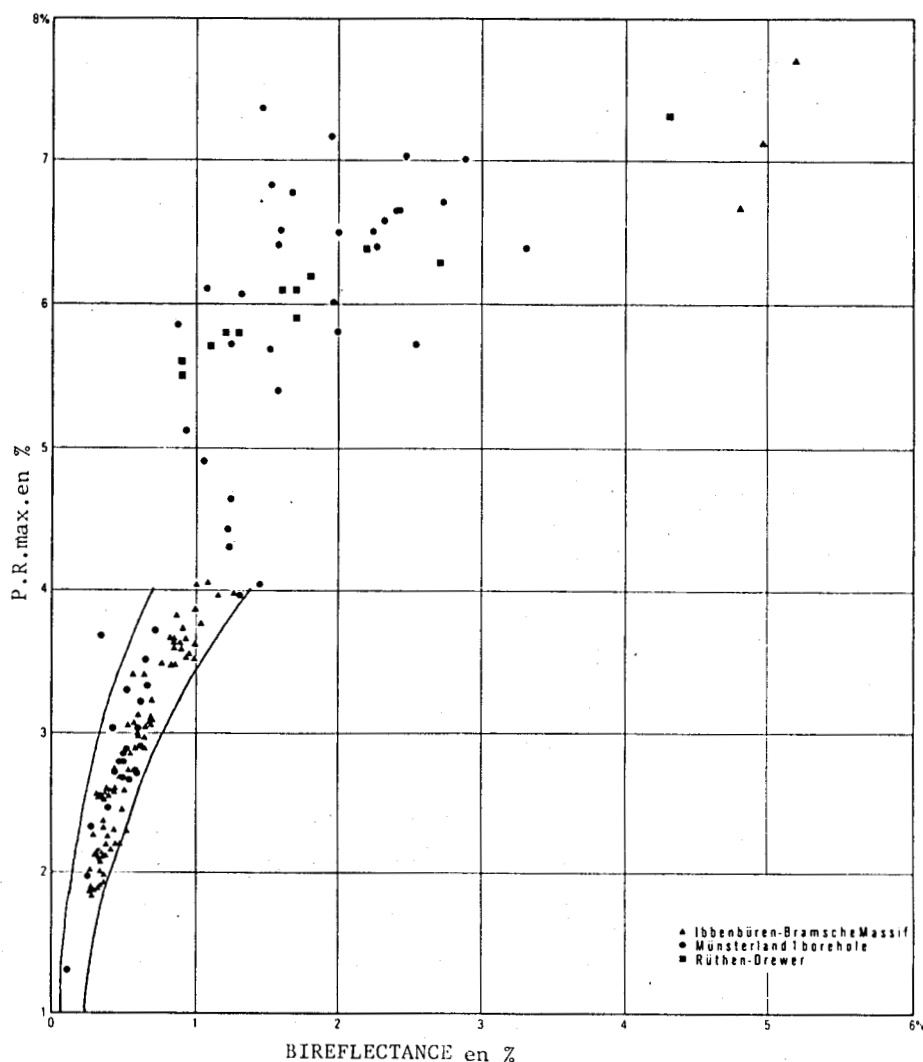


Fig.35.- Relation entre le pouvoir réflecteur maximal et la biréflexance (P. R. max. - P. R. min.) de la vitrinite (In coal Petrology, 1982 : modifiée).

nues (fig.35). On constate sur cette figure que pour des charbons dont les P. R. max. oscillent entre 1 et 4 %, il est possible d'encadrer leurs résultats par deux courbes montrant la relation entre le P. R. max. et la birélectance :

$$P. R. \text{ max.} = f (P. R. \text{ max.} - P. R. \text{ min.})$$

Il apparaît qu'au cours de la carbonification, la birélectance augmente proportionnellement plus vite que le P. R. max.

En comparant les résultats obtenus à Rozelay Sud et ceux publiés par E. STACH *et al.* (1982) (fig.36), on constate que :

- les points représentatifs des échantillons s'écartent faiblement des courbes quand le P. R. max. est compris entre 1 et 2,5 % ;
- au-delà de cette valeur de P. R. max. 2,5 %, la birélectance

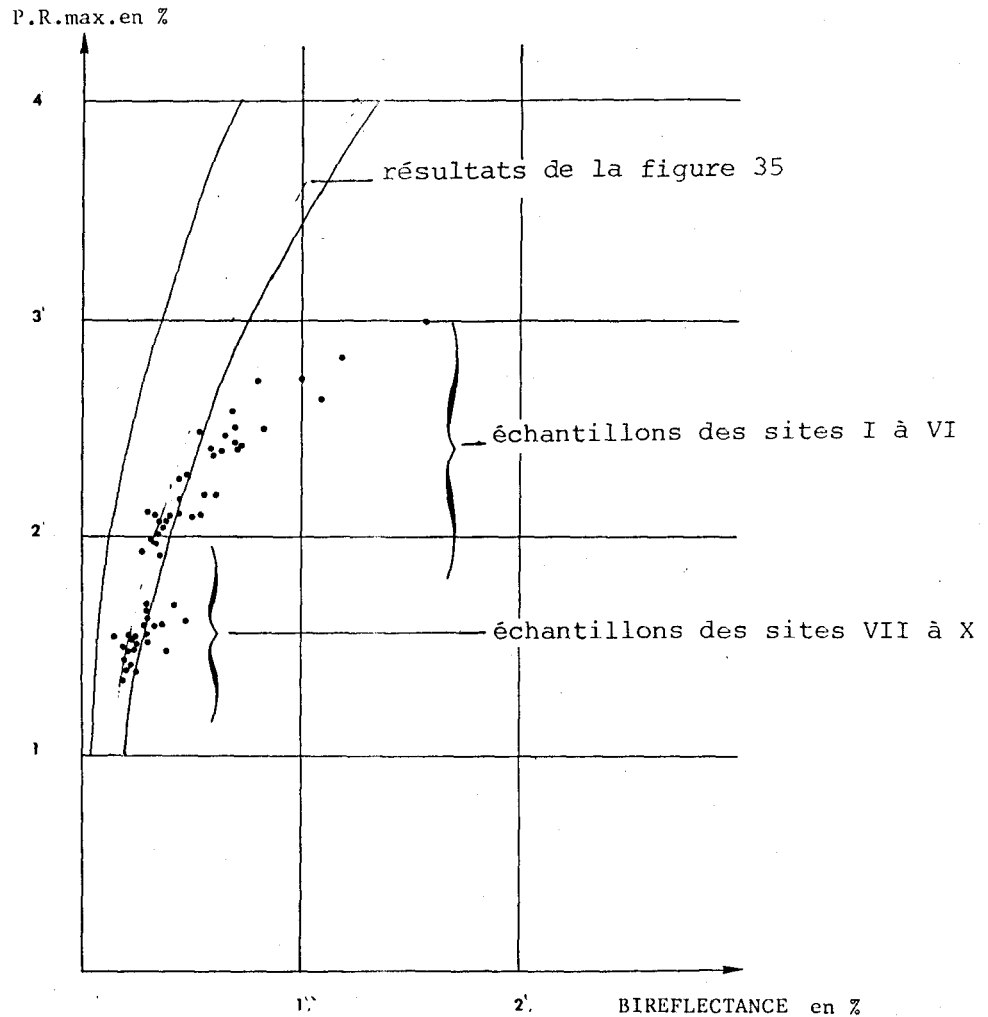


Fig.36.- Evolution du pouvoir réflecteur maximal en fonction de la birélectance (P. R. max. - P. R. min.). Charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud.

des charbons de Rozelay devient très importante. Certains échantillons ont leur point représentatif très éloigné des valeurs proposées par ces auteurs. Ces échantillons appartiennent tous aux sites I et III.

Le rapport d'anisotropie ρ a été défini par J.P. RAGOT (1977) ; il correspond à la valeur du rapport P. R. max./P. R. min. J.P. RAGOT (1977) a montré que des charbons ayant subi une élévation de température due par exemple à la proximité d'une roche éruptive ont, de façon générale, une réflectance minimale élevée et un rapport d'anisotropie faible. En revanche, des charbons ayant subi les effets conjoints d'une élévation de température et de contraintes tectoniques, présentent un P. R. min. faible et un rapport d'anisotropie élevé. Cet auteur a suivi l'évolution du rapport d'anisotropie (ρ) en fonction du P. R. m. pour des charbons qu'il qualifie de "courants", c'est-à-dire des charbons ayant été soumis à une carbonification résultant uniquement de l'enfouissement (fig.37).

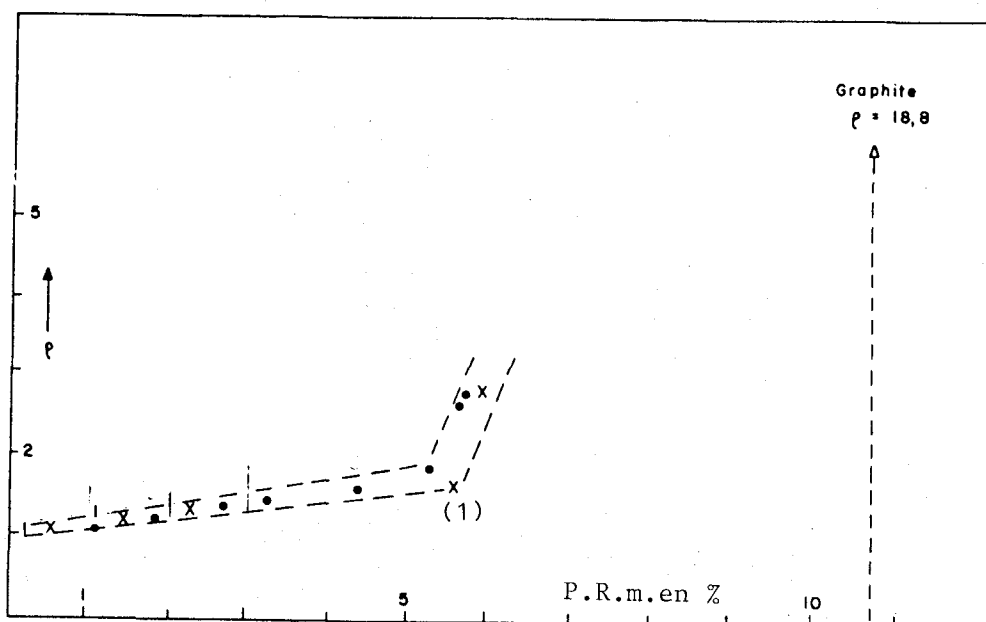


Fig.37.- Evolution du rapport d'anisotropie ρ de la vitrinite d'une série de charbons "courants" en fonction de la réflectance moyenne (d'après J.P. RAGOT, 1977).

(1) Virgation due au passage anthracite, peranthracite graphite.

En comparant mes résultats à ceux de J.P. RAGOT (fig.38), il s'en suit que les combustibles étudiés ici présentent des rapports d'anisotropie soit identiques à ceux des charbons transformés par carbonification liée à l'enfouissement, soit caractéristiques de charbons ayant subi une élévation de température autre que celle qui s'exerce lors de l'enfouissement. Quatre

échantillons ont leur rapport d'anisotropie plus élevé que la normale ; ils appartiennent aux sites I et III.

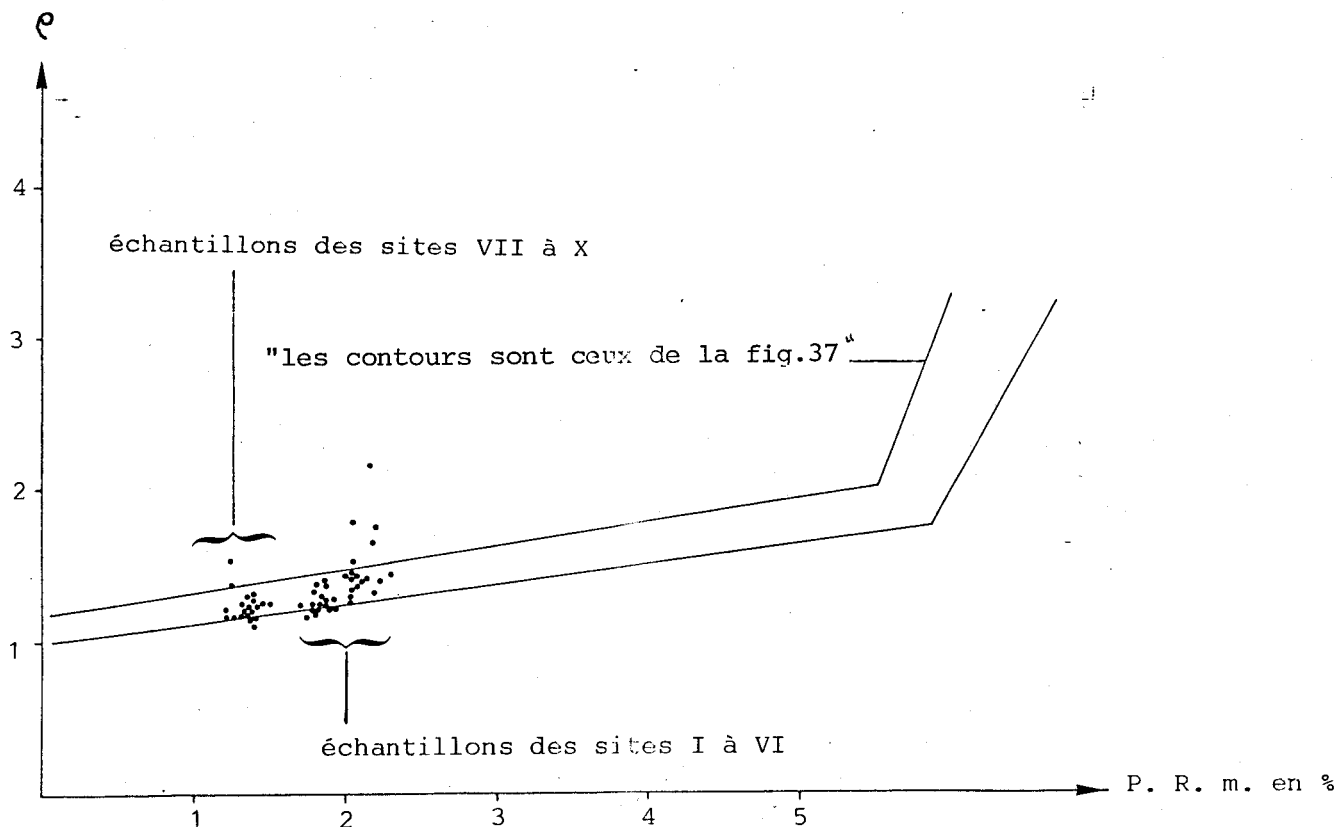


Fig.38.- Evolution du rapport d'anisotropie ρ de la vitrinite des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud en fonction du pouvoir réflecteur moyen.

D) EVOLUTION DU POUVOIR REFLECTEUR MOYEN EN FONCTION DE LA COMPOSITION PETROGRAPHIQUE

De nombreux auteurs (A. DUPARQUE, 1933 ; E. MERIAUX, 1969 ; C. DURMISCHI, 1983) montrent que le pouvoir réflecteur des charbons de bas rang est lié à la composition pétrographique. Pour A. DUPARQUE : *"Les variations de composition des accumulations végétales primitives et d'actions diagénétiques précoces sont responsables des variations du pouvoir réflecteur"*. E. MERIAUX estime que : *"Le pouvoir réflecteur est influencé, dans les houilles de bas rang, par la composition macérale originelle et les phénomènes de carbonification biochimique"*.

En revanche, des charbons évolués de composition pétrographique voisine

montrent des variations importantes de leur pouvoir réflecteur. A. DUPARQUE constate, en effet, que les charbons contenant moins de 26 % de matières volatiles présentent des caractères pétrographiques peu variés. E. MERIAUX (1964 et 1969) réalise des observations semblables et attribue les variations du pouvoir réflecteur à :

- la tectonique, dans le cas du sondage de LOOS 5 ;
- un enfouissement rapide des dépôts phytogènes, dans le cas des veines Jeanne et Emilie du bassin du Nord et du Pas-de-Calais.

Dans le chapitre précédent (chap. II, § F), j'ai montré que les charbons de la deuxième couche au puits Rozelay Sud présentaient une grande homogénéité de faciès. Les figures 39 a et 39 b représentent les variations du P. R. m. en fonction respectivement de la teneur en vitrinite et en inertinite de chaque échantillon. Il apparaît qu'il n'existe aucune relation entre les variations du P. R. m. et ces deux paramètres.

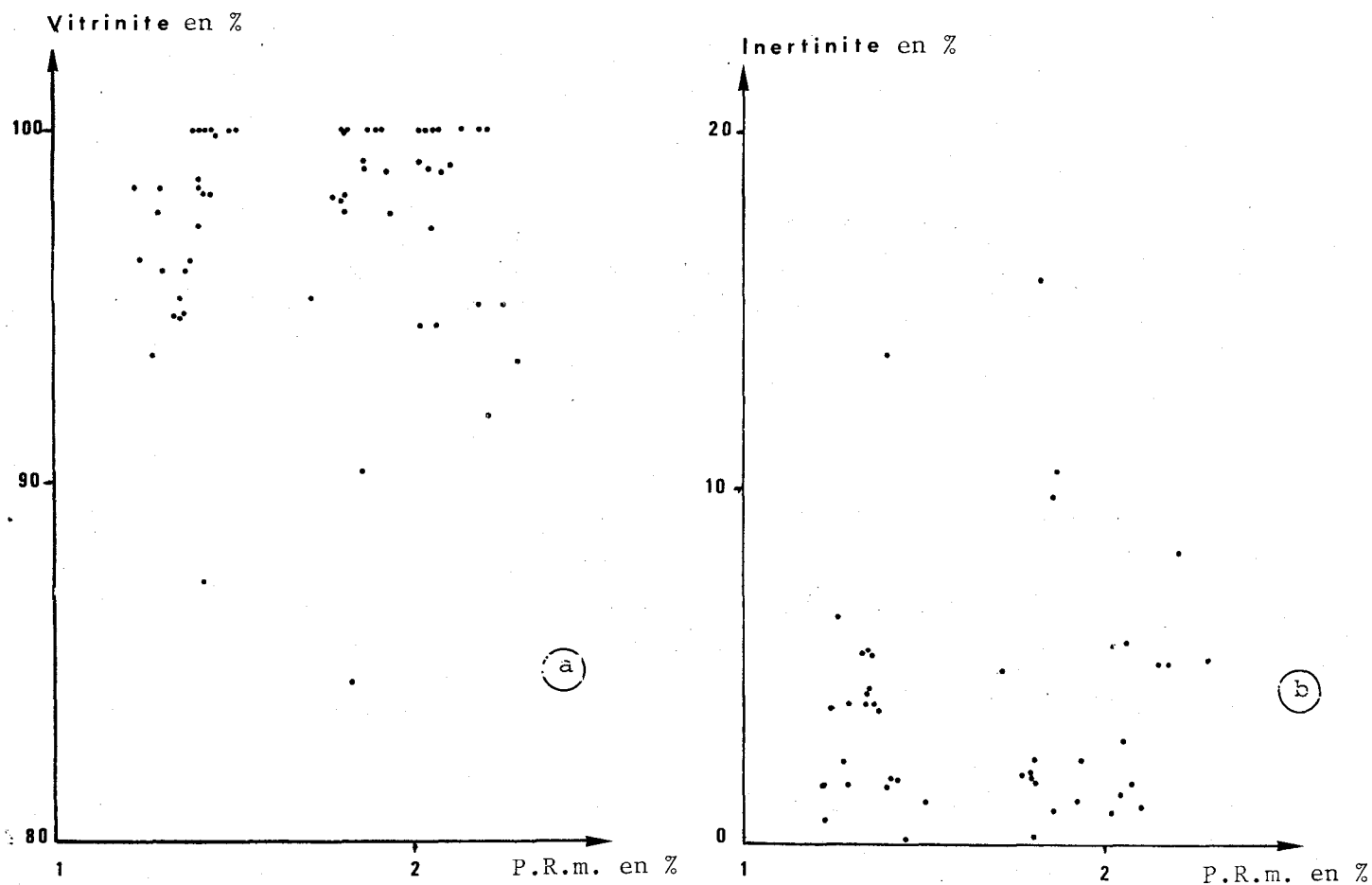


Fig.39.-Evolution du P.R.m. en fonction de la composition pétrographique.

- a : en fonction du % de vitrinite contenu dans les échantillons;
- b : en fonction du % d'inertinite contenu dans les échantillons.

E) VARIATIONS VERTICALES ET LATERALES DU POUVOIR REFLECTEUR MOYEN

De nombreuses études ont montré que le pouvoir réflecteur augmente avec la profondeur, ce qui est en accord avec la loi de Hilt.

L'étude du sondage de Loos 5 par E. MERIAUX (fig. 40) révèle que le P. R. max. croît de 0,74 % pour une profondeur de 600 m, soit un Δ P. R. de 0,12 % pour 100 m. Ce sondage recoupe successivement le Westphalien C, B et A. Chaque sous-étage est séparé du suivant par un contact anormal. On remarque qu'à l'intérieur de ces compartiments, le Δ P. R. de 0,1 % pour 100 m est respecté.

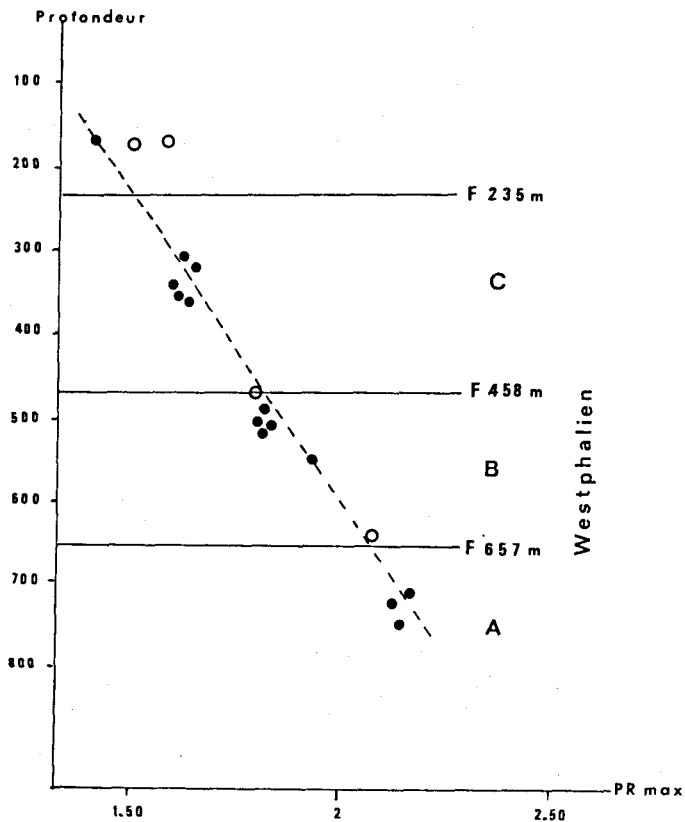


Fig. 40.- Sondage LOOS 5; évolution du pouvoir réflecteur maximal (E. MERIAUX 1964 : modifiée).

E. STACH *et al.* (1982) obtiennent, avec le P. R. m. mesuré sur des charbons provenant de 35 sondages profonds implantés en Allemagne (fig. 41), un résultat du même ordre.

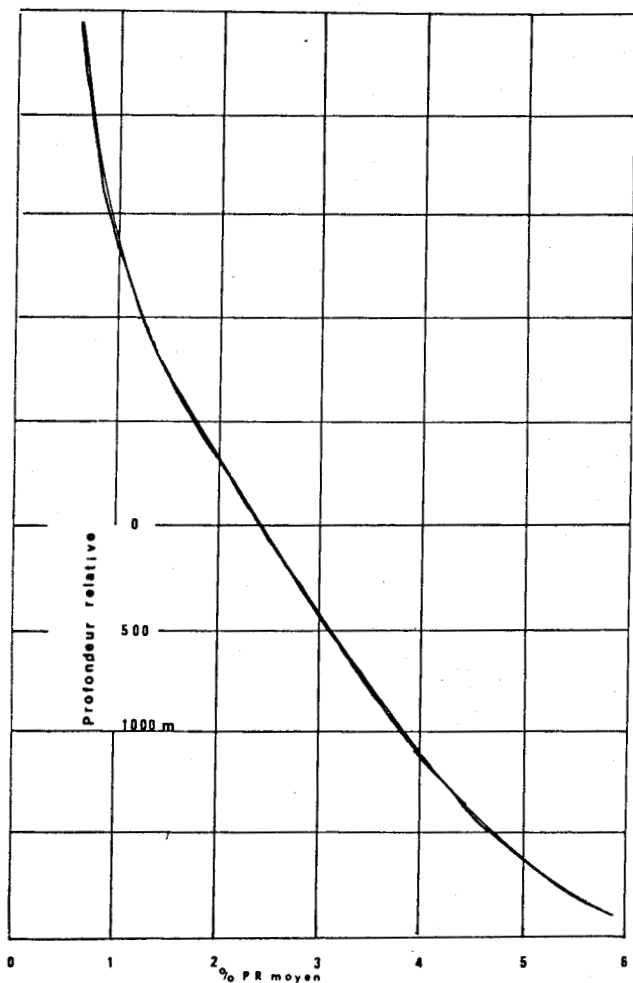


Fig.41.- Evolution du pouvoir réflecteur moyen en fonction de la profondeur. Résultats obtenus de 35 sondages profonds allemands (E. STACH *et al.*, 1982).

1) Les variations verticales du pouvoir réflecteur moyen

A Rozelay Sud, entre le site I et le site X, nous avons une différence de profondeur de 100 m. Entre ces sites extrêmes, on observe une différence de P. R. m. équivalente à 1 % (fig.42).

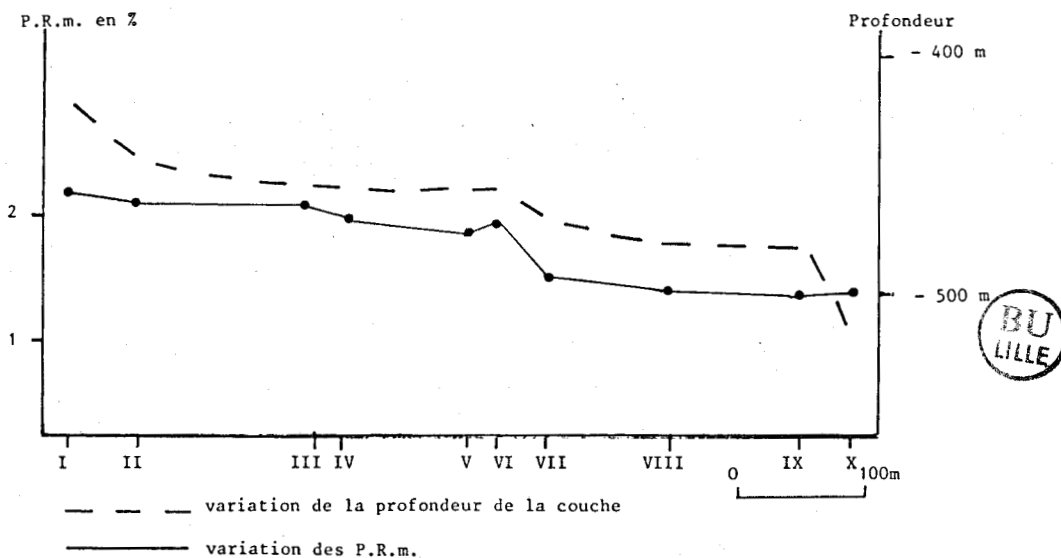


Fig.42.- Variation du pouvoir réflecteur moyen des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud en fonction de la profondeur.

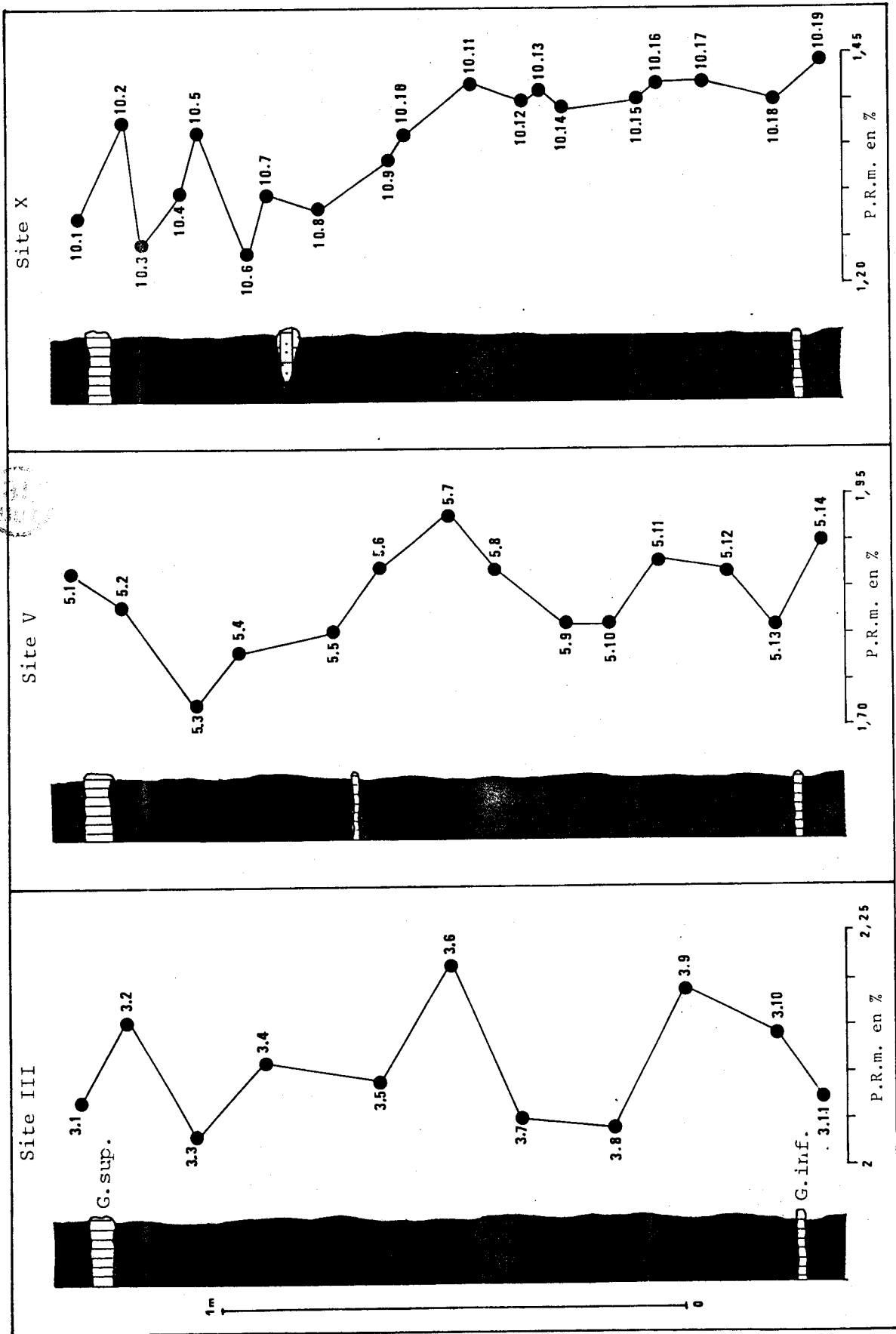


Fig. 43.- Variation du pouvoir réflecteur moyen des charbons de la 2e couche dans les sites III, V et X au puits Rozelay Sud.

G.sup.;gore supérieur; G.inf.; gore inférieur.

Pour chaque site de prélèvement, on constate également des variations de P. R. m. entre les échantillons prélevés sous le gore inférieur, entre les deux gores et au-dessus du gore supérieur (fig.19). Les gores, je le rappelle, sont distants de 1,50 m, pourtant on observe des variations de P. R. m. pouvant atteindre 0,25 %. Pour les sites III, V et X représentés sur la figure 43, les fluctuations du P. R. m. semblent totalement aléatoires. Toutefois, d'un site à l'autre, ces variations se reproduisent dans le même sens. C'est ainsi que l'on note, dans la partie médiane des sites de prélèvements, une augmentation nette du P. R. m. On remarque également que les fluctuations du P. R. m. enregistrées, bien qu'elles soient parallèles d'un site à l'autre, s'estompent du site III au site X.

2) Les variations latérales du pouvoir réflecteur moyen

Pour observer les variations latérales du P. R. m., j'ai choisi de représenter les résultats obtenus pour les échantillons prélevés immédiatement au-dessus du gore supérieur (fig. 44).

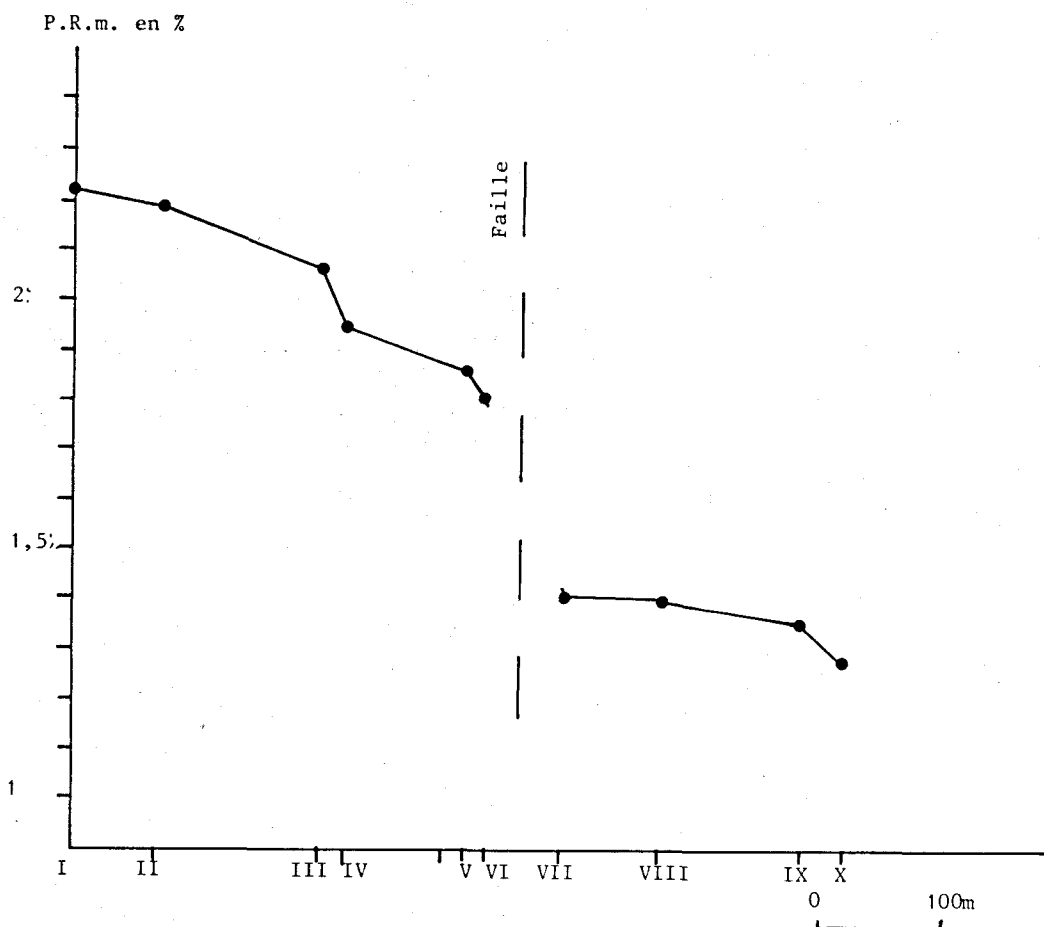


Fig. 44.- Variation du pouvoir réflecteur moyen des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud. Résultats des échantillons prélevés au-dessus du gore supérieur.

Latéralement, on remarque que du site I au site X, le P. R. m. diminue de 2,22 à 1,27 % soit une différence de P. R. m. avoisinant 1 % pour une distance de 600 m. Entre les sites VI et VII, le P. R. m. chute brutalement puisqu'il passe de 1,81 à 1,4 %. On a vu (§ B) qu'entre ces deux sites, on aurait une faille décrochante. Chaque compartiment a réagi différemment au cours de la carbonification.

3) Interprétation des résultats

Les variations latérales et verticales de la deuxième couche au puits Rozelay Sud confirment que l'évolution de cette veine est en contradiction avec la loi de Hilt d'une part, puisque le P. R. m. décroît lorsque la profondeur augmente et, d'autre part, ces variations ne sont pas conformes aux résultats obtenus par E. MERIAUX (1964) et E. STACH *et al.* (1982) car le Δ P. R. m., pour une augmentation de profondeur de 100 m, est de 1 %, soit 10 fois plus que la normale. Il faut donc admettre que la carbonification des charbons de cette couche au puits Rozelay Sud n'est pas due à un enfouissement progressif de celle-ci.

On peut dès lors supposer que la carbonification de ces charbons a été essentiellement guidée par l'action d'un flux de chaleur dont les effets s'estomperaient rapidement. La diminution importante du P. R. m. entre le site VI et VII s'explique alors de la façon suivante : la faille observée entre ces deux sites aurait joué le rôle d'écran, elle aurait empêché une bonne propagation de ce flux de chaleur.

F) EVOLUTION DU POUVOIR REFLECTEUR ET DE LA MATIERE VOLATILE

1) Présentation des résultats

B. ALPERN (1969) a regroupé toutes les mesures de pouvoir réflecteur effectuées pendant une dizaine d'années sur des charbons provenant de veines de divers bassins français. Il a donné la position de ces bassins en fonction de leur teneur en matières volatiles et de leur pouvoir réflecteur (fig. 45) et propose une courbe générale montrant l'évolution du pouvoir réflecteur en fonction des teneurs en matières volatiles. Cette courbe a été tracée à partir de résultats obtenus sur des échantillons "lavés", dépourvus de matières minérales.

Les analyses des matières volatiles de mes échantillons ont été effec-

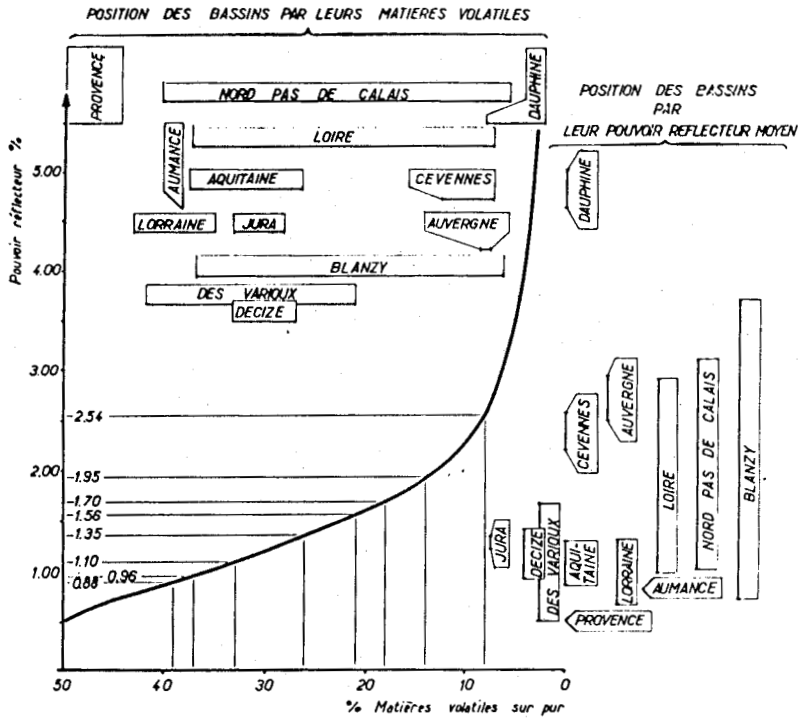


Fig.45.- Position des bassins : par leur pouvoir réflecteur moyen; par leurs matières volatiles. (B.ALPERN, 1969).

tuées sur des charbons bruts. Afin d'éliminer l'influence des matières minérales sur les résultats obtenus, j'ai calculé pour chaque échantillon son indice de matières volatiles (I. M. V.) (première partie, chapitre I, §). J'ai pu de ce fait comparer mes résultats à la courbe générale donnée par B. ALPERN (fig.46). Sur cette figure, nous observons une assez bonne corré-

P.R.m. en %

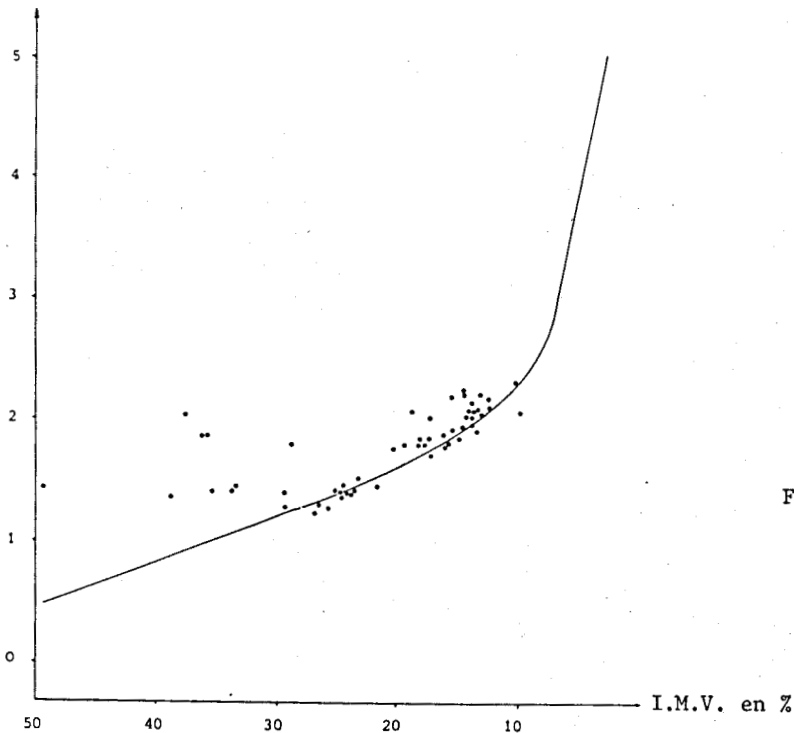
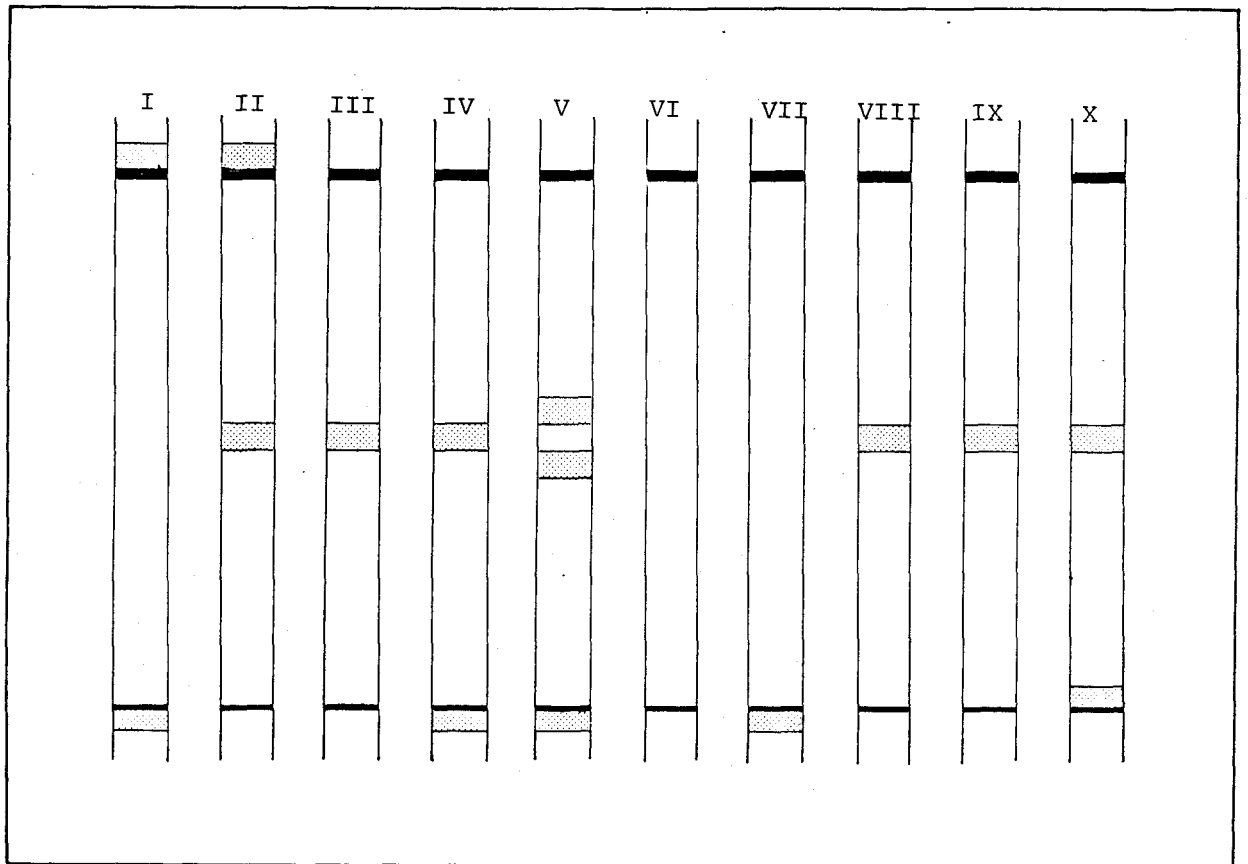


Fig.46.- Evolution du pouvoir réflecteur des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud en fonction de leur indice de matières volatiles. Comparaison avec les résultats de B.ALPERN.

lation entre la courbe générale et les résultats obtenus pour les charbons de la deuxième couche de Montceau. Cependant, quelques échantillons s'éloignent fortement de la courbe générale, leur indice de matières volatiles étant trop élevé par rapport à leur pouvoir réflecteur. En replaçant ces échantillons dans leur position stratigraphique actuelle (fig. 47), on remarque que la plupart d'entre eux se situent approximativement à mi-distance entre les deux gores, là où l'on avait déjà remarqué (§ E) un pic dans l'évolution du P. R. m.



—■— gore supérieur
—■— gore inférieur
■····· échantillons à fort pourcentage de matières volatiles

Fig. 47.- Position stratigraphique actuelle des échantillons à fort indice de matières volatiles.

2) Interprétation des résultats

Au cours de la carbonification, les charbons voient leur teneur en matières volatiles diminuer tandis que le pouvoir réflecteur augmente. Cette diminution des matières volatiles est due à l'organisation du carbone en plans aromatiques (fig. 48). Ces plans s'orientent ensuite en feuillets plus ou moins parallèles entre eux. De ce fait, la fraction de carbone augmente pro-

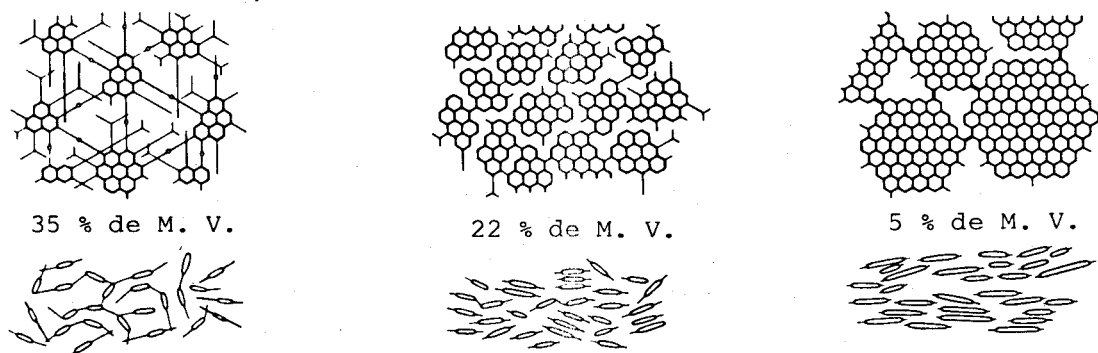


Fig.48.- Réarrangement des molécules de carbone dans la vitrinite durant la carbonification. a: lignite ; b: charbon ; c: anthracite.
(in coal Petrology, 1982 : modifiée)

proportionnellement à la carbonification car le carbone ne peut plus se fixer à d'autres éléments tels que les hydrogènes et les oxygènes. Pour des charbons contenant une teneur en matières volatiles très élevée vis-à-vis de leur pouvoir réflecteur, L. CAPDECOMME (1950) l'explique de la façon suivante : au cours de la carbonification, *"les matières volatiles doivent trouver refuge dans les vides et les fissures du charbon et des roches encaissantes. Dans le cas d'étanchéité de ces dernières, les matières volatiles peuvent ainsi demeurer dans le charbon en formant de multiples concentrations locales"*.

G) APPORTS DES ANALYSES ELEMENTAIRES

Les analyses élémentaires consistent en la détermination des teneurs moyennes en carbone, hydrogène et oxygène d'un charbon. On en calcule ensuite les rapports suivants :

$$H/C \text{ atomique} = \frac{H \text{ Pondéral}}{1} / \frac{C \text{ Pondéral}}{12}$$

$$O/C \text{ atomique} = \frac{O \text{ Pondéral}}{16} / \frac{C \text{ Pondéral}}{12}$$

J.N. ROUZAUD , du laboratoire Marcel Mathieu de l'U. E. R. Sciences de l'Université d'Orléans, n'a pu effectuer que deux analyses élémentaires sur les charbons de la deuxième couche. J'ai donc choisi de lui fournir l'échantillon 1.1 du site I prélevé, je le rappelle, au-dessus du gore supérieur et son homologue du site X, soit l'échantillon 10.1. Les résultats de ces

analyses élémentaires sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

Ech.	C moy.	H moy.	O moy.	H/C atomique	O/C atomique
1.1	53,85	1,72	5,83	0,383	8,11
10.1	57,93	3,36	4,83	0,696	5,67

Tabl. XV.- Résultats de l'analyse élémentaire des échantillons 1.1 et 10.1 de la 2e couche au puits Rozelay Sud.

En reportant les valeurs de H/C atomique et O/C atomique sur un diagramme de VAN KREVELEN (fig. 49), l'échantillon 10.1 semble très légèrement oxygéné ou oxydé. Sa composition chimique est normale au regard de son P.R.m.. Par contre, l'échantillon 1.1 est très nettement oxydé. Sachant qu'un charbon qui s'oxyde à l'air par exemple perd de l'hydrogène et fixe de l'oxygène, son

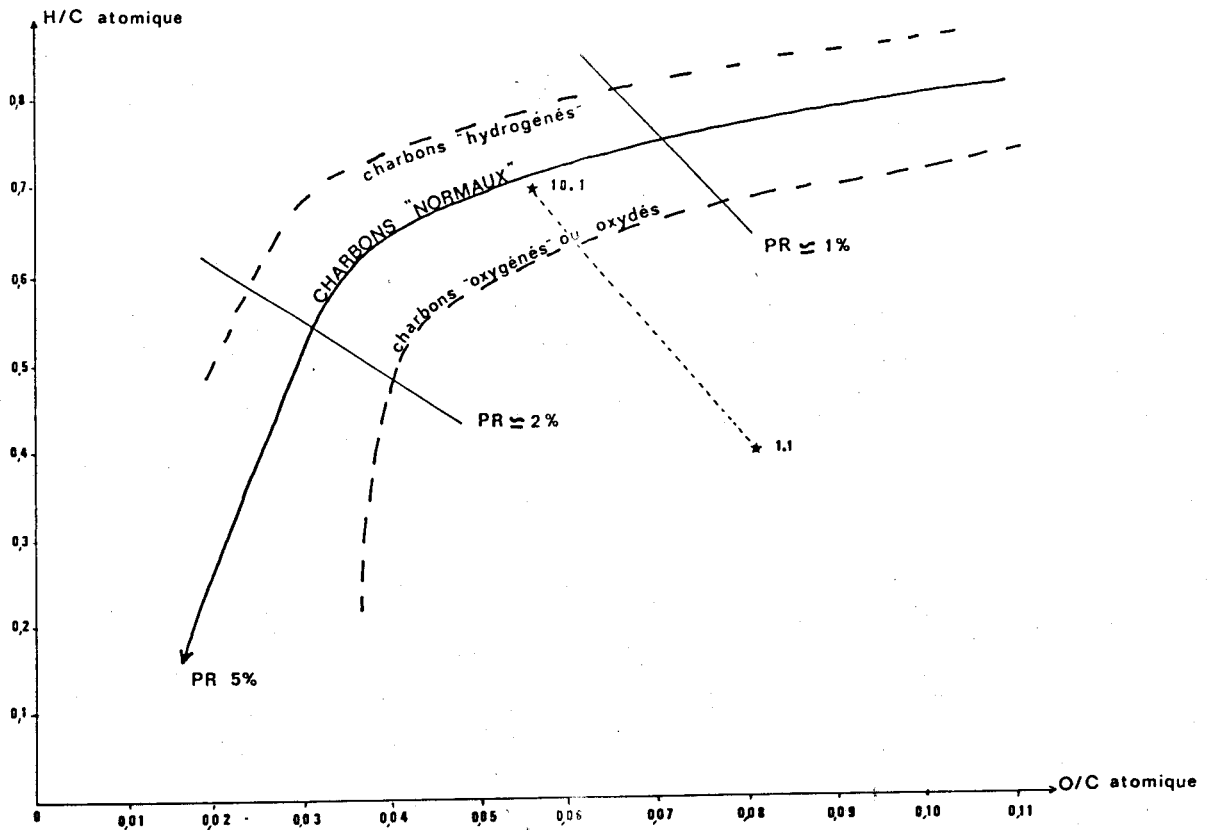


Fig. 49.- Position de l'échantillon 1.1 et 10.1 dans le diagramme de VAN KREVELEN.

point représentatif se déplace dans le diagramme de VAN KREVELEN et , bien que son degré de carbonification reste le même, la teneur en matières volatiles décroît alors que le pouvoir réflecteur croît. Donc pour un charbon de rang donné, le pouvoir réflecteur croît avec le rapport O/H du charbon. L'échantillon 1.1 a été oxydé, cela expliquerait sa faible teneur en matières volatiles (11%) et également son pouvoir réflecteur relativement élevé (2,22%).

D'après J.N. ROUZAUD (communication orale), les charbons de la deuxième couche auraient subi une oxydation. Cette oxydation serait à rechercher soit dans un phénomène météorique, soit dans l'apparition d'un flux de chaleur.

H) RELATION ENTRE LE POUVOIR REFLECTEUR ET LA TEMPERATURE

Les facteurs principaux de la carbonification sont principalement la température et le temps. M. et R. TEICHMULLER (1966) ont comparé les résultats obtenus dans deux sondages : l'un effectué dans le Golfe de La Louisiane a traversé des terrains miocènes, l'autre dans des terrains carbonifères au Nord-Ouest de l'Allemagne. Ces deux sondages présentent un grand intérêt car ils ont atteint la même profondeur de 5 440 m et révélé une même température égale à 140°C. Toutefois, dans le premier sondage, l'application de la température n'a duré que 17 millions d'années et la matière organique contient encore 35 à 40 % de matières volatiles. Dans le second sondage, la matière organique a subi l'influence de la température depuis 270 millions d'années et ne contient plus que 14 à 16 % de matières volatiles. Placée dans des conditions de pression et de température identiques, l'influence du temps peut donc être appréciée par l'acquisition du rang.

N.V. LOPATIN (1971) montre par ailleurs qu'une température suffisamment forte est nécessaire pour conduire à des transformations chimiques. Prenant comme exemple le bassin de Moscou, il constate que les terrains carbonifères inférieurs n'ont jamais été enfouis profondément et que, par conséquent, la température n'a jamais excédé 20 à 25°C depuis le dépôt. La matière organique n'a donc jamais évolué et est restée au stade lignite.

N.H. BOSTICK (1973) démontre que l'influence du temps augmente naturellement avec l'augmentation de la température mais que pour des températures inférieures à 50°C, le facteur temps peut être négligé.

N.H. BOSTICK *et al.* (1979) ont étudié les relations entre la réflectance de la vitrinite, la température et le temps effectif, c'est-à-dire le

temps durant lequel la matière organique a subi l'influence de la température maximale.

En comparant les résultats obtenus dans les sites I et X aux résultats de N.H. BOSTICK *et al.* (fig.50), on constate que si la deuxième couche subit depuis le Stéphanien B les mêmes conditions thermiques, les charbons du site I sont portés à des températures avoisinant 170°C et ceux du site X à des températures de 120°C. La différence de température entre ces deux sites est donc de 50°C. Si l'on admet l'existence d'un gradient géothermique élevé (2°C/33 m) lié à l'amincissement crustal sous le bassin de Blanzly (C. WEBER, 1980), on trouve 825 m entre les sites I et X, le site X se trouvant alors bien au-dessus du site I. Or l'on sait que le site I est situé 100 m au-dessus du site X.

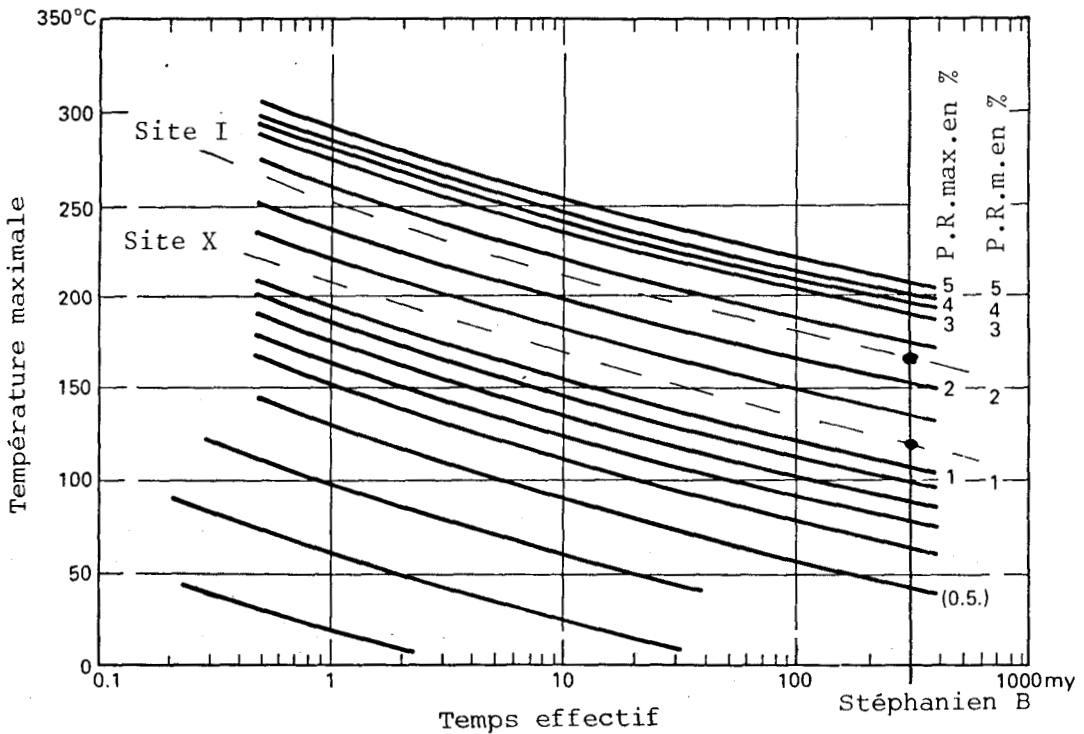


Fig.50.- Evolution de la température maximale en fonction du temps effectif et du pouvoir réflecteur moyen. (d'après N.H. BOSTICK *et al.* 1979; modifiée).

Dans le cadre de cette hypothèse, il faut alors admettre un basculement postérieur du bassin dans la région de Rozelay Sud s'accompagnant d'une remontée du côté de la faille bordière et d'un affaissement du côté de la faille de l'Est, ce qui expliquerait la position actuelle de ces deux sites. De tels phénomènes tectoniques ne peuvent avoir lieu qu'à l'échelle du bassin (40 km) et de ce fait, la même anomalie de carbonification devrait se

présenter sur toute l'étendue du bassin de Blanzay. Par ailleurs, on constate que cette anomalie est très locale (au maximum 6 km) ; on est donc obligé d'abandonner l'hypothèse de carbonification par enfouissement progressif au puits Rozelay Sud.

I) CONCLUSION

D'après les mesures de pouvoir réflecteur, on a vu que les charbons de la deuxième couche au puits Rozelay Sud. passent en très peu de distance du rang des anthracites au rang des charbons gras. Les charbons les plus évolués se situent à proximité de la faille du Nord de Perrecy et de la faille bordière, tandis que les combustibles de bas rang se trouvent proches de la faille de l'Est. Le rapport d'anisotropie ρ indique que ces charbons ont subi une carbonification due soit à l'enfouissement, soit à une élévation brutale de la température indépendante de l'enfouissement.

Les variations du P. R. m. latéralement et verticalement permettent d'une part de vérifier que la loi de Hilt n'est pas respectée dans cette partie du gisement et d'autre part, de confirmer l'existence d'une faille entre les sites VI et VII délimitant deux compartiments distincts qui ont évolué indépendamment l'un de l'autre au cours de la sédimentation et la carbonification.

Les quelques analyses élémentaires permettent de mettre en évidence un phénomène d'oxydation dans les charbons proches de la Faille du Nord de Perrecy et de la faille bordière, tandis que ceux situés près de la faille de l'Est ne sont pas oxydés.

L'évolution des températures maximales à l'aide des courbes tracées par N.H. BOSTICK *et al.* (1979) permet de rejeter totalement l'hypothèse d'une carbonification par enfouissement.

IV. HYPOTHESE SUR LA CARBONIFICATION DE LA DEUXIEME COUCHE AU PUITS ROZELAY SUD

A) LES DIFFERENTS ACQUIS

D'après les différentes études faites sur le terrain de Blanzly, il ressort que :

- le gisement de Blanzly est encadré au NE et au SW par deux failles majeures décrochantes qui ont subi un certain nombre de rejeux au cours des périodes s'étalant du Paléozoïque au Tertiaire dont le dernier est daté du Miocène supérieur (B. VALLE, 1984) ;

- les couches de charbon formant l'assise de Montceau se sont déposées durant le Stéphaniens B et C dans un bassin compartimenté par des accidents orientés obliquement par rapport aux bordures du bassin, ces accidents conditionnent la répartition des accumulations phytogènes ;

- au puits Rozelay Sud, la 2e couche possède un toit dont la nature variable peut passer latéralement des schistes fins à des grès arkosiques ou à des grès gris à points blancs ;

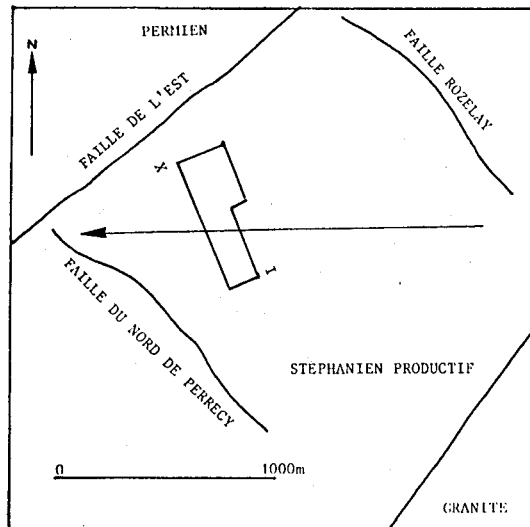


fig. 51 -Sens de l'augmentation de la profondeur au puits Rozelay Sud

- la 2^e couche de l'assise de Montceau est la plus étendue et la plus régulière du gisement. C'est ainsi qu'on constate au puits Rozelay Sud qu'elle s'enfonce régulièrement d'Est en Ouest avec une légère inclinaison du SSW au NNE (fig. 51) ;

- d'après les variations d'épaisseur de la couche, on peut mettre en évidence d'une part l'existence de petites failles et flexures syn-sédimentaires et d'autre part, celle d'un petit décrochement sénestre NE-SW (fig. 52) ;

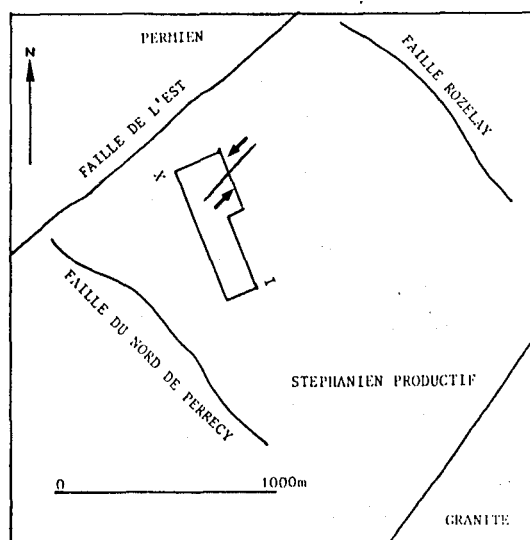


fig. 52 - Position du petit décrochement sénestre

- les variations des teneurs en matières volatiles sont totalement indépendantes des variations de la profondeur. Au puits Rozelay, la loi de Hilt n'est donc pas respectée ; cette anomalie est également connue dans les 1^{re} et 4^e couches et elle s'étend sur à peu près 6 kilomètres (fig. 53) ;

- la composition pétrographique, obtenue soit par l'analyse d'échantillons moyens au microscope par réflexion, soit par l'attaque au four à plasma d'échantillons en blocs et observés ensuite au microscope par réflexion, n'a donné que peu de renseignements. En effet latéralement le faciès de ces charbons est très homogène, les quelques variations verticales du faciès indiquent un changement chimique dans les conditions de milieu, celui-ci est devenu de moins en moins oxydant au fur et à mesure du dépôt de la couche ;

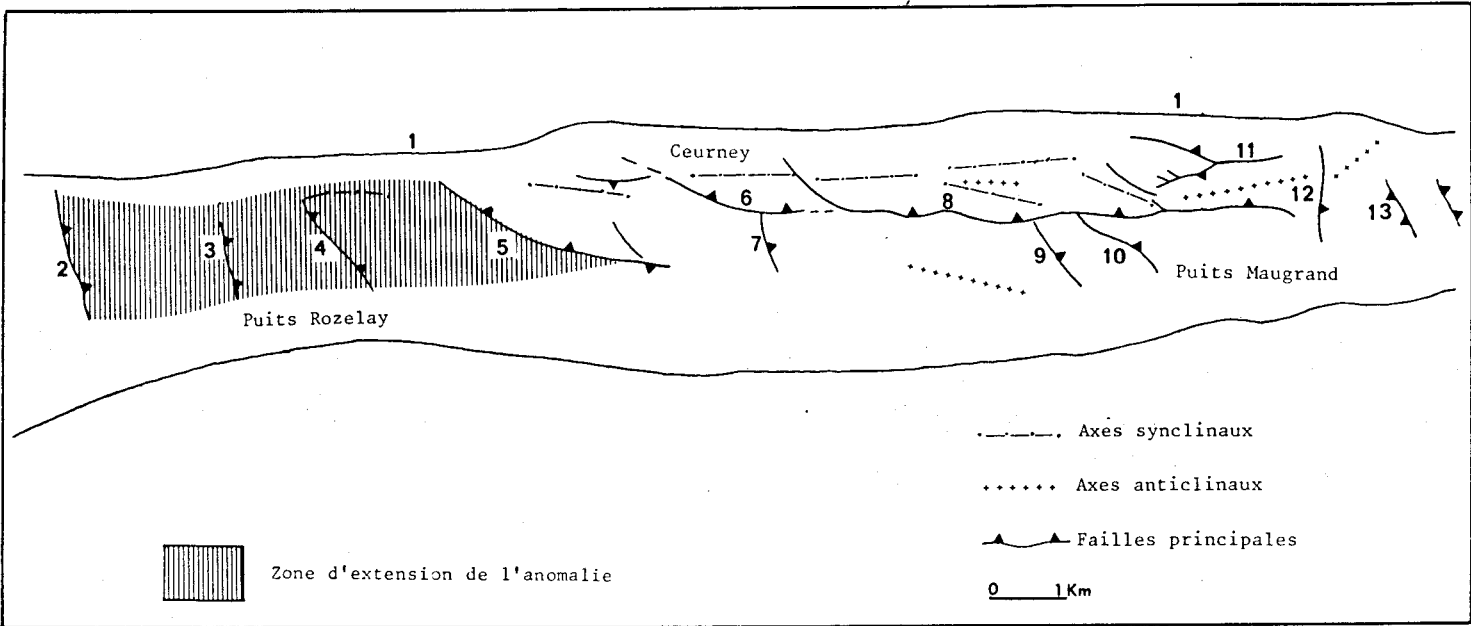


Fig. 53.- Bassin de Blanzay : schéma structural

(d'après M. BRANCHET, 1982).

1 : Faille de l'Est ; 2 : Faille du Nord de Perrecy ; 3 : Faille de Rozelay ; 4 : Faille des Porrots ; 5 : Faille des Essarts ; 6 : Faille Drouhin ; 7 : Faille de l'Essertot ; 8 : Faille du Piedroit ; 9 : Faille de Barrat ; 10 : Faille de 211 ; 11 : Faille du versant Nord ; 12 : Faille de Blanzay ; 13 : Faille des Toits.

- l'analyse du pouvoir réflecteur montre que sur une très courte distance (600 m), on passe des charbons maigres à des charbons demi-gras (fig. 54). Les charbons sont légèrement plus biréfléctant que la normale et leur rapport d'anisotropie est soit conforme, soit légèrement inférieur à celui d'un charbon courant ;

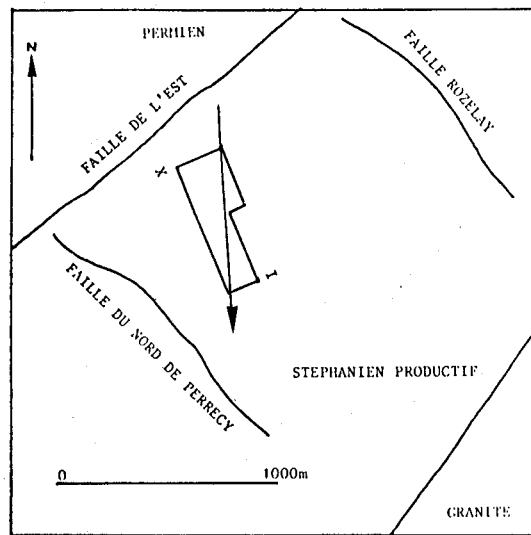


fig. 54 - Sens de l'augmentation du rang des charbons au puits Rozelay Sud.

- les variations latérales du P. R. m. permettent de situer le petit décrochement senestre entre les sites VI et VII. Les charbons n'ont pas évolué de la même façon de part et d'autre de cet accident mineur ; d'un côté (au Sud) les charbons sont classés dans le rang des maigres et de l'autre côté (au Nord), ils sont classés dans le rang des demi-gras. Entre les sites extrêmes, le passage des maigres aux demi-gras ne correspond donc pas à un phénomène continu ;

- les importantes fluctuations verticales du P. R. m. évoluent toujours dans le même sens d'un site à l'autre mais elles sont de plus en plus atténuées lorsque l'on se dirige vers la faille de l'Est ;

- par rapport au petit décrochement, les charbons septentrionaux ont été soumis à des températures oscillant de 120 à 230°C et les charbons méridionaux à des températures comprises entre 160 et 270°C suivant la durée effective d'échauffement ;

- les analyses élémentaires faites sur deux échantillons prélevés aux extrémités du secteur étudié montrent que la partie proche de la faille bordière d'une part et de la faille du Nord de Perrecy d'autre part est constituée de charbons très fortement oxygénés alors que la partie proche de la faille de l'Est est formée de charbons pratiquement normaux du point de vue de leur teneur en oxygène, hydrogène et carbone.

B) INTERPRETATIONS

1) 1re hypothèse

La carbonification des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud est due à un enfouissement progressif de cette couche.

Cette hypothèse a déjà été abordée dans le paragraphe (III, H). On sait que les valeurs des teneurs en matières volatiles et les valeurs du P. R. m. impliquent que le site I aurait dû se situer à plusieurs centaines de mètres sous le site X. Pour obtenir la position actuelle de ces sites (le site I, 100 m au-dessus du site X), il faut alors admettre (fig. 55):

- soit l'existence entre ces sites d'une faille verticale normale dont le rejet est de plusieurs centaines de mètres ; elle aurait provoqué la remontée du site I et l'affaissement du site X mais dans ce cas,

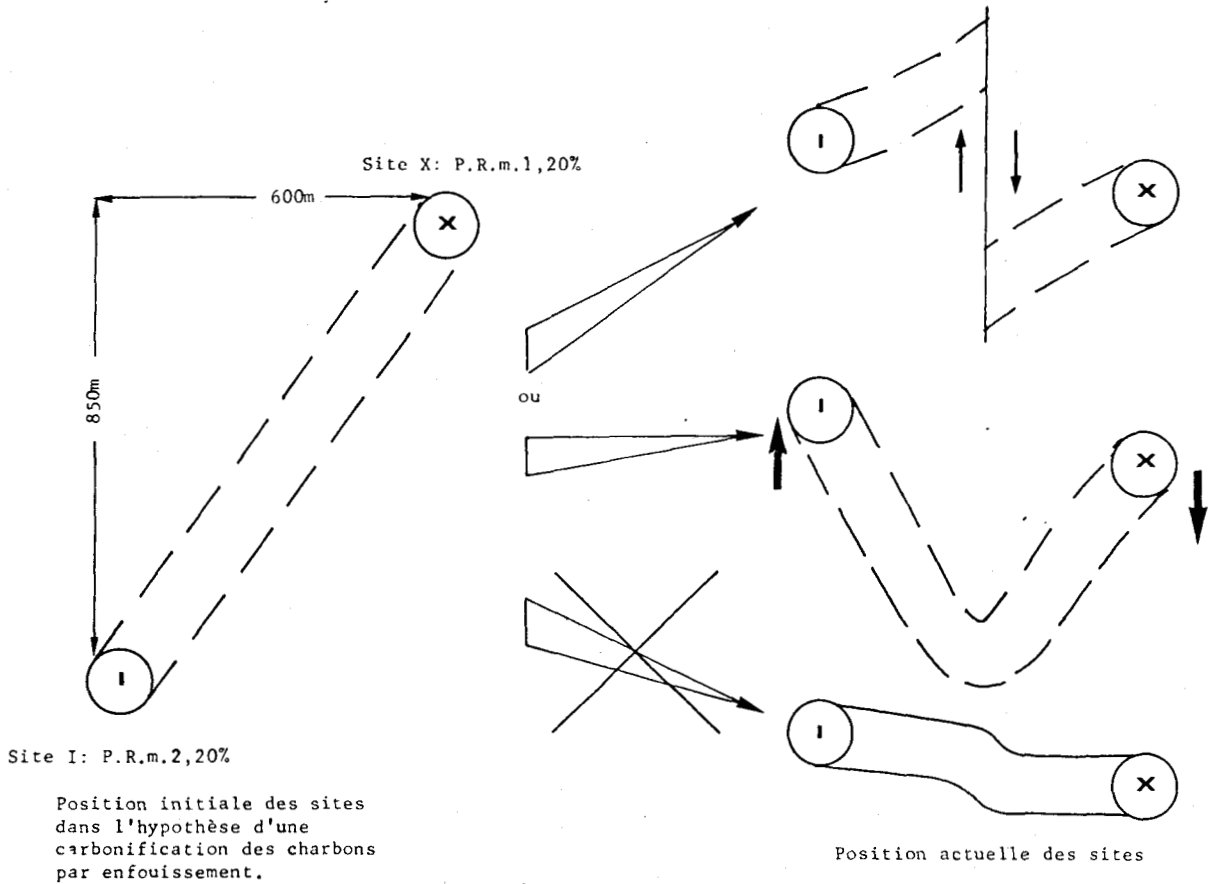


fig.55 - Hypothèse d'une carbonification par enfouissement des charbons au puits Rozelay Sud.
Coupes montrant l'impossibilité d'obtenir la position actuelle des sites en partant de cette hypothèse.

les gores repères de la couche seraient également décalés de plusieurs centaines de mètres de part et d'autre de cette faille. Or, on suit les gores inférieur et supérieur de façon continue entre les deux sites, une telle faille ne peut donc pas exister ;

- soit un basculement de l'ensemble du compartiment Rozelay avec un soulèvement du côté de la faille bordière et un affaissement du côté de la faille de l'Est. Dans le chapitre (III, H), on a vu qu'un tel phénomène tectonique n'a pu avoir lieu car seule une partie restreinte du bassin, 6 kilomètres environ, présente une évolution contraire à la loi de Hilt. Si ce phénomène de basculement avait eu lieu, on aurait dû observer l'anomalie dans l'ensemble du bassin, cette tectonique ne pouvant être locale.

Il faut donc rejeter cette première hypothèse de carbonification due uniquement à un enfouissement progressif.

2) 2e hypothèse

L'anomalie de la 2e couche de Montceau au puits Rozelay Sud est due à une variation de la composition des accumulations végétales. Suite au paragraphe (III, D), on sait que la composition des accumulations phytogènes et la diagenèse précoce sont responsables des variations du pouvoir réflecteur.

On sait également que dans les charbons contenant moins de 26 % de matières volatiles, les caractères pétrographiques sont peu variés quel que soit le rang du charbon. En effet à partir d'un certain stade d'évolution, la réflectance des macéraux appartenant au groupe de l'exinite est identique de ce fait, ces macéraux ne sont plus facilement différenciables.

L'étude macérale des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud a montré que ces charbons avaient une composition macérale identique quel que soit le lieu de prélèvement. L'analyse ensuite du P. R. m. a montré que ces charbons étaient relativement évolués ; il est donc possible que certains éléments tels que les spores et les cuticules appartenant aux groupes de l'exinite se soient déposées mais que l'on ne puisse plus les observer du fait d'une trop forte carbonification. Afin d'"exhumer" la composition des accumulations végétales j'ai procédé à une attaque des échantillons au four à plasma. L'analyse de ces échantillons attaqués n'a pas mis en évidence de variation latérale dans la composition des dépôts phytogènes. On ne peut donc pas expliquer les anomalies observées dans la 2e couche par des variations de faciès.

3) 3e hypothèse

La carbonification de la 2e couche au puits Rozelay Sud est due à une hyperthermie locale.

Les deux hypothèses classiques de la carbonification des charbons ne permettant pas d'expliquer l'anomalie de la 2e couche et par ailleurs, le principal facteur de houillification d'un charbon étant la température, on est amené à émettre comme hypothèse l'existence d'un flux de chaleur.

Sachant d'une part que l'anomalie est très développée à l'approche de la faille bordière et de la faille du Nord de Perrecy et d'autre part que cette anomalie s'estompe, soit en se dirigeant vers le NE (faille de l'Est),

soit en se dirigeant vers l'Est, on peut admettre que ce flux de chaleur a pris naissance au niveau de la faille bordière.

Les couches 1, 2 et 4 de l'assise de Montceau sont atteintes par ce phénomène, le flux de chaleur s'est donc dégagé après la sédimentation carbonée. Il s'est propagé certainement après l'apparition des failles du Nord de Perrecy, de Rozelay, de Porrots et des Essarts ; en effet, ces failles ont dû jouer le rôle d'écran puisque les effets du flux de chaleur s'estompent rapidement après la faille Rozelay puis la faille de Porrots et qu'au delà de la faille des Essarts, on ne retrouve plus d'anomalie. Si l'on se réfère au calendrier des événements tectoniques du bassin (B. VALLE, 1984), ces failles transverses, orientées N 100-130 seraient d'âge oligocène, le flux de chaleur s'est donc propagé après cette période.

L'étude du rapport atomique H/C et O/C a montré que les charbons proches de la faille bordière sont fortement oxygénés. J.N. ROUSEAU (communication orale) explique ce phénomène d'oxygénation par l'action de l'eau portée à quelques centaines de degrés. On peut donc penser que ce flux de chaleur serait sans doute d'origine hydrothermale.

En résumé, on retient qu'au puits Rozelay Sud, on aurait un flux de chaleur hydrothermale, post-oligocène, qui aurait pris naissance au niveau de la faille bordière. Son effet sur la carbonification des charbons serait local et ne s'étendrait qu'au maximum sur 6 kilomètres.

TROISIEME PARTIE

LES CHARBONS DE MESSEIX

- I. CADRE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE MESSEIX
- II. ETUDE DU POUVOIR REFLECTEUR
- III. APPORTS DES ANALYSES SEDIMENTOLOGIQUES ET ELEMENTAIRES
- IV. PROBLEME DE L'ANTHRACITISATION DES CHARBONS DE MESSEIX





I. CADRE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE MESSEIX

A) GENERALITES

La concession de Messeix correspond à la partie Nord du bassin houiller Messeix-Singles. Ce bassin est situé sur la partie médiane du Grand Sillon houiller du Massif Central, à 50 km au SW de Clermont-Ferrand et à mi-chemin des villes d'Ussel et de La Bourboule (fig. 56). Structuralement, il se présente sous la forme d'une étroite gouttière synclinale dont l'axe est orienté N-S. Ses dimensions modestes sont de 10 km de long et 500 à 900 m de large (fig. 57).

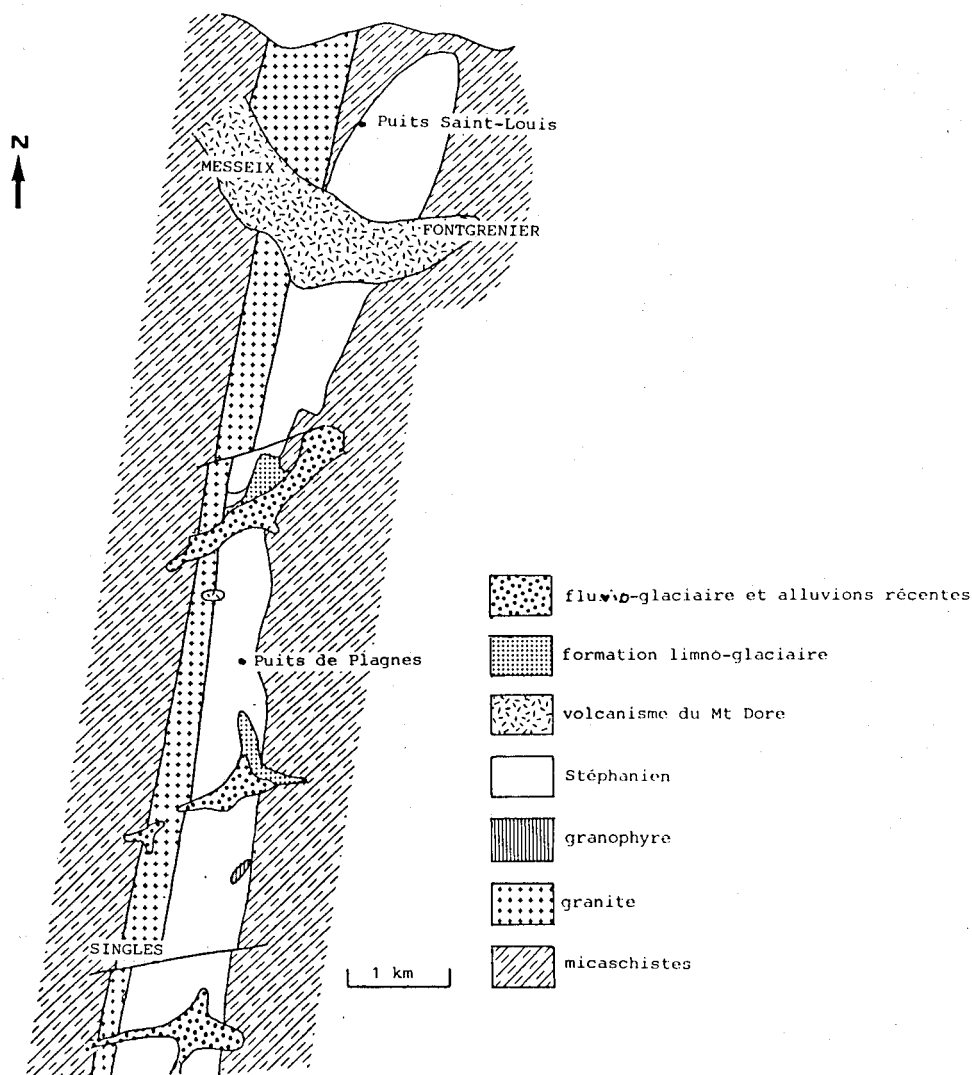


fig. 57 .-Carte géologique simplifiée du bassin de Messeix-Singles(d'après P.ROBERT 1985, modifiée).

Au Nord et à l'Est, les terrains houillers reposent sur un socle cristallophyllien formé de micaschistes à biotites ou à deux micas, appartenant à la série de Laqueuille.

A l'Ouest, ils sont en contact par faille avec une lame de granite rose. Cette lame provient des granites d'Ussel ; elle a été entraînée vers le Nord le long du sillon houiller.

Dans sa partie médiane, la concession de Messeix est recouverte par une coulée de labradorite, large de 750 m, orientée E-W. Cette coulée volcanique est à rattacher au volcanisme pliocène du Mont Dore.

B) LITHOSTRATIGRAPHIE

1) La série de Messeix

La série, définie au Nord du gisement, a successivement été décrite par J. LETOURNEUR (1953), A. VANDERBERGHE (1967) et P. VETTER (1971). De la base au sommet, ils distinguent (fig. 58) :

- un socle formé de micaschistes ;
- 8 à 10 m de grès et de conglomérats ;
- 5 à 15 m de charbon : la couche Amélie qui peut atteindre localement 40 m. Au mur d'Amélie, il existe 2 à 3 bancs de charbons peu épais et un horizon de "schistes cubiques" (nom local pour désigner des cinérites à oolites volcaniques). On observe que le charbon de cette couche est souvent broyé ; ce broyage a été provoqué par des mouvements tectoniques post-sédimentaires. De plus, on constate que le charbon a servi de surface de glissement. Cette couche de charbon est parfois au contact des micaschistes ;
- 40 à 120 m de stériles schisteux et gréseux ;
- 1 à 1,30 m de charbon : la couche Intermédiaire dont le mur et le toit sont très riches en fossiles ;
- 30 à 50 m de schistes et de grès ;
- 12 à 15 m d'une série formant la couche Sainte-Barbe qui est composée de 3 bancs de charbon. Au Nord du gisement, ces bancs sont très proches, tandis qu'au Sud, ils constituent 3 couches distinctes appelées : "banc du mur, banc moyen et banc du toit" ;

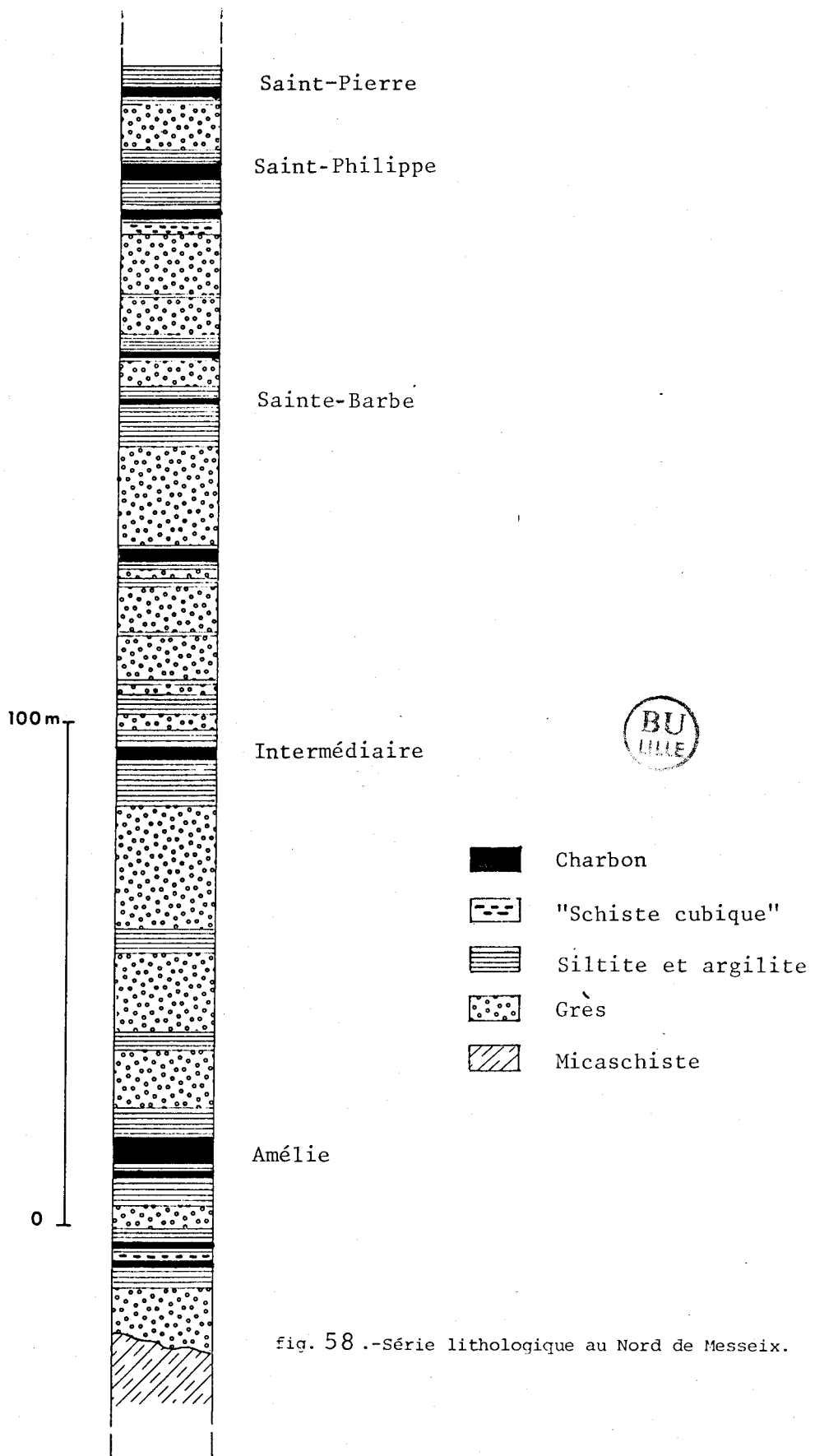


fig. 58 .-Série lithologique au Nord de Messeix.

- 60 à 80 m de grès ;
- 20 à 40 m d'une série formant la couche Saint-Philippe qui est constituée de 2 bancs de charbon où s'intercale un niveau de "schistes cubiques" ;
- 40 m de stériles à dominante gréseuse ;
- 1,40 m de charbon : la couche Saint-Pierre.

La figure 59 représente les coupes levées au Sud du gisement de Messeix par P. ROBERT (1985) à partir du travers banc (TB) 1750 qui traverse les deux flancs du synclinal.

La série est quasi identique à celle relevée au Nord mais l'on remarque toutefois l'absence de la base conglomératique ainsi que l'absence du sommet, c'est-à-dire la couche Saint-Pierre.

2) La série de Singles

Cette série a été décrite par J. LETOURNEUR (1953) et par P. ROBERT (1985).

Dans cette série de 800 m de puissance, on reconnaît trois faisceaux charbonneux qui sont de la base au sommet :

- le faisceau anthraciteux, épais de 200 m, contenant 6 couches d'anthracite ;
- le faisceau des demi-gras, épais d'environ 130 m, comprenant 3 couches de charbon demi-gras situées dans la partie supérieure du faisceau ;
- le faisceau des gras, de 250 m d'épaisseur, renfermant 5 couches de charbon gras visibles à l'affleurement.

Dans la partie Sud de la concession de Singles, il existe également une unité stérile, puissante de 200 à 300 m. Cette unité renferme des grès grossiers et des conglomérats à très gros blocs (J. LETOURNEUR, 1953).

C) AGE DU HOUILLER DE MESSEIX

De nombreux auteurs ont étudié la flore fossile du gisement de Messeix. Citons parmi eux, F.M. BERGOUNIOUX et J. DOUBINGER (1946), J. LETOURNEUR (1953) et A. VANDERBERGHE (1967).

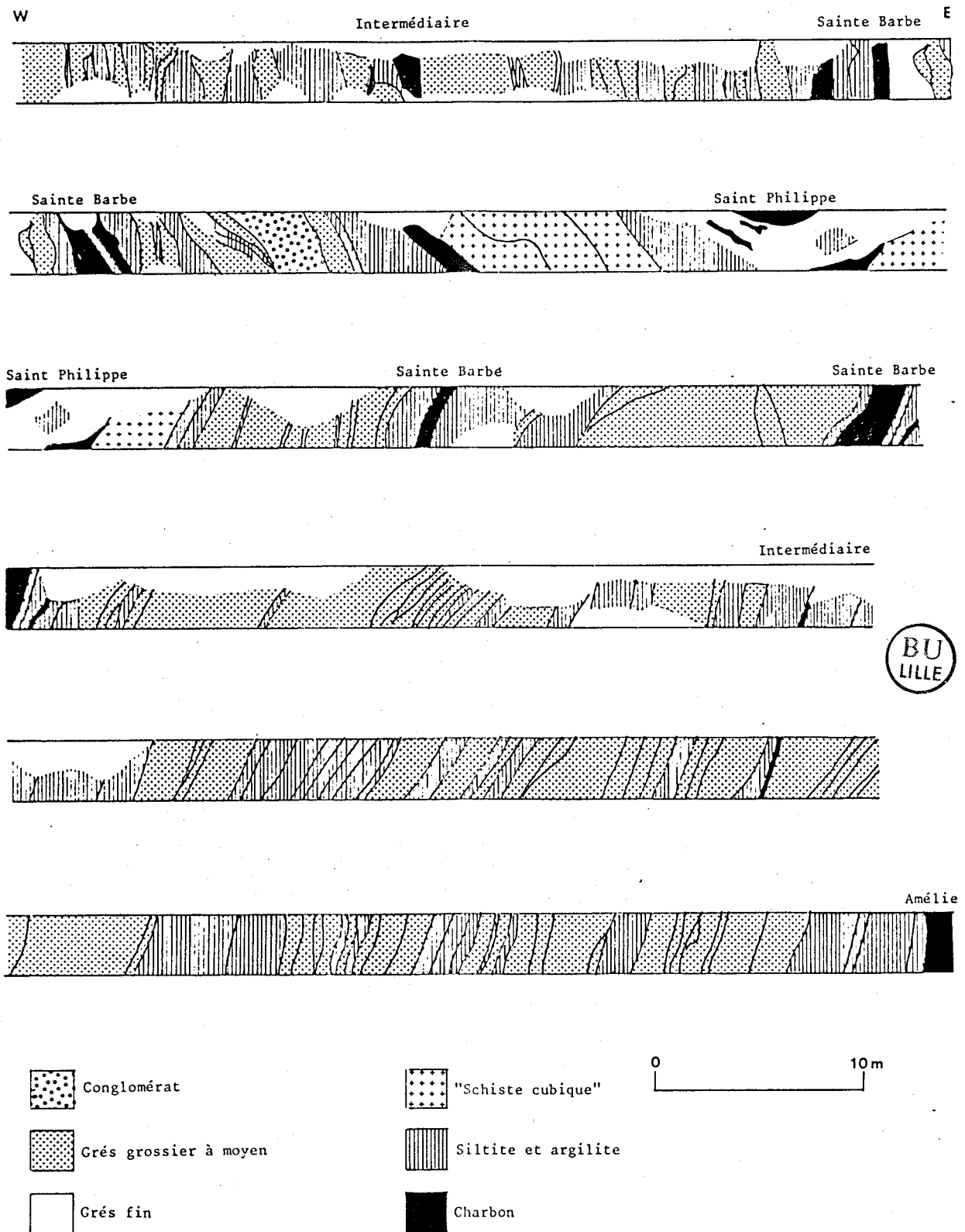


fig. 59 .-Coupes du travers banc 1750 à 466m (d'après P.ROBERT 1985, modifiée).

La partie inférieure de la série (couches Amélie et Intermédiaire) contient les espèces suivantes : *Pecopteris biotis*, *P. lepidorachis*, *P. polymorpha*, *P. feminaeformis*, *Callipteridium gigas*, *C. pteridium*, *Annularia stellata*, *A. sphenophylloïdes*, quelques Sigillaires cannelées, *Dorycordoïtes* et *Poacordaïtes*.

La partie supérieure de la série (couches Sainte-Barbe et Saint-Philippe) présente sensiblement la même association floristique mais avec une plus grande abondance de Calamariées et l'absence de Sigillaire cannelée.

Ces associations ont conduit les auteurs à attribuer à la série un âge Stéphanien B.

D) SEDIMENTATION ET TECTONIQUE MAJEURE DU GISEMENT

L'étude sédimentologique de la série de Messeix par L. COUREL *et al.* (1983) montre que la présence du charbon s'inscrit dans une sédimentation cyclique articulée en 3 termes : "mur, veine, toit" et conduit au système sédimentaire suivant :

- le mur, constitué à la base de grès grossiers, passe verticalement à des grès fins puis à des siltites fines. Pour ces auteurs, cette séquence sédimentaire évoque un système de chenaux fluviaux dont le taux de décharge initial est important (grès grossiers) puis l'énergie des courants diminue (grès fins). Les siltites viennent se déposer dans un milieu calme comparable à une plaine d'inondation. Le charbon apparaît comme le terme ultime de la sédimentation granodécroissante du mur, avec l'apparition très progressive des lits de houille ;

- à l'inverse du mur, le toit présente une sédimentation granocroissante. Il marque l'interruption progressive de la sédimentation phytogène. "Le charbon apparaît donc comme un faciès distal, à la limite de milieux palustres et lacustres dans ces zones calmes. Il se développe au centre du bassin à l'écart des détritiques grossiers qui restent bloqués à l'extérieur". (L. COUREL *et al.*, 1983)

D'après P. ROBERT (1985), on observe dans la concession de Singles des phénomènes sédimentaires identiques à ceux de Messeix. L'hypothèse de GRAND'EURY (1902), J. LETOURNEUR (1953) et A. VANDENBERGHE (1967) du prolongement

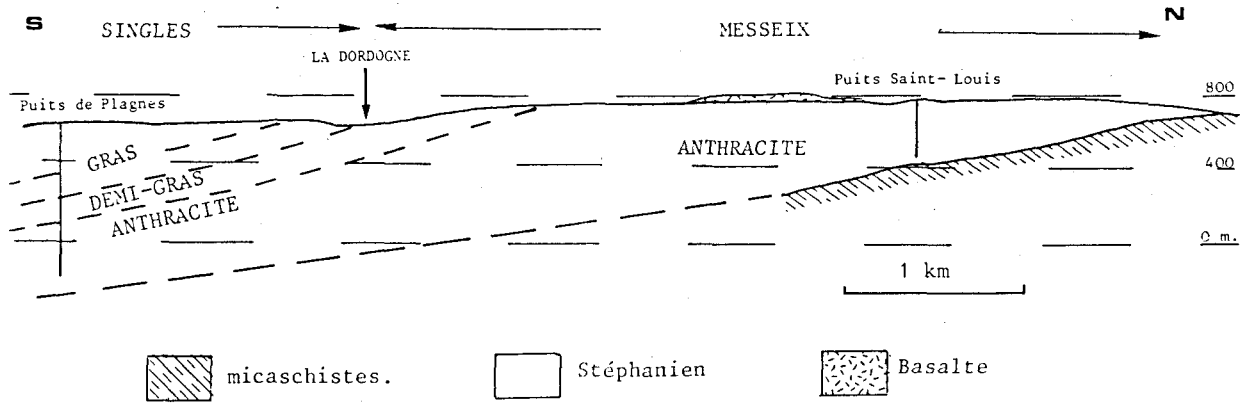


fig. 60 .-Coupe longitudinale N.S. présentant le raccordement possible entre la série de Messeix et la série de Singles (d'après P.ROBERT 1985, modifiée).

de la série de Messeix sous la série de Singles peut donc être retenue (fig. 60). Ces deux concessions s'inscriraient dans un même système sédimentaire.

Du point de vue de la tectonique, le bassin de Messeix-Singles forme, rappelons-le, un étroit synclinal régulier vers le Nord et à l'axe orienté N-NE. Pincé au Sud, il présente des flancs dissymétriques et un axe quasi N-S (fig. 61 et 62).

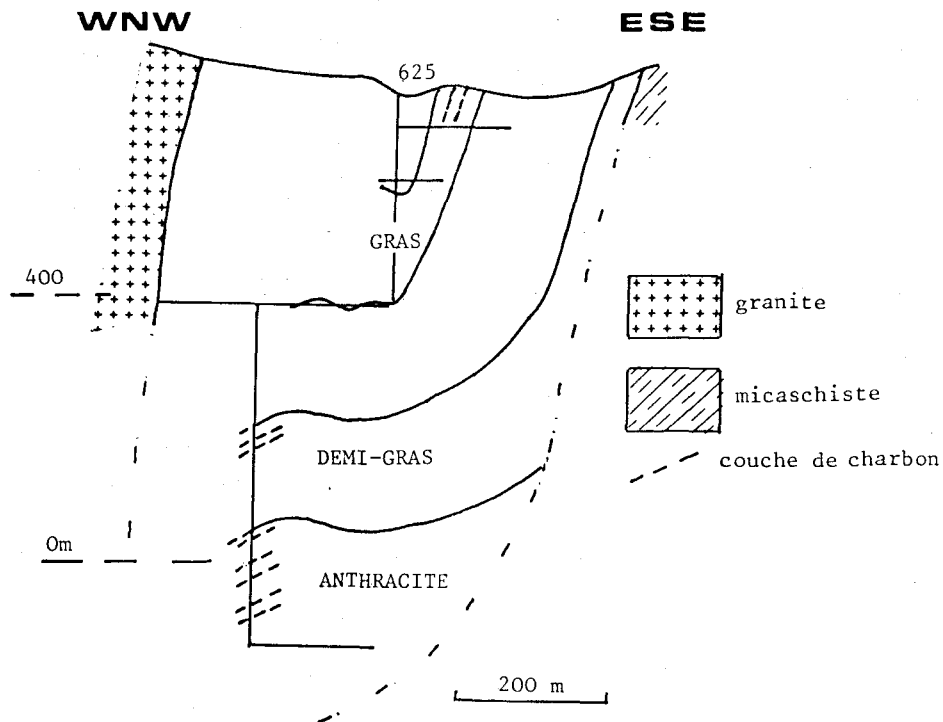


fig. 61 .-Coupe du bassin de Singles (d'après J.LETOURNEUR 1953).

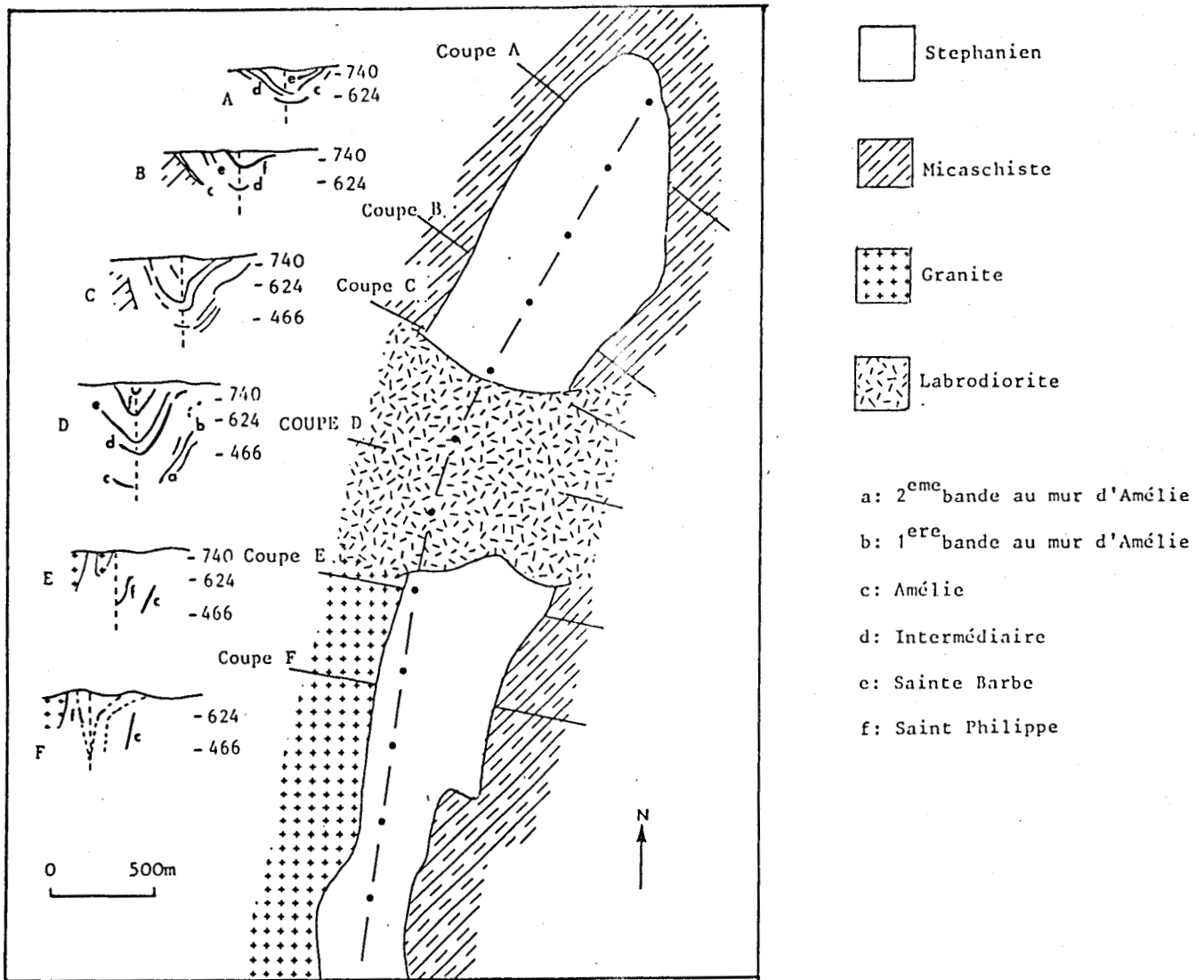


Fig. 62 .- Coupes transversales montrant l'allure générale du synclinal
(d'après P.ROBERT, 1985; modifiée)

Le bassin de Messeix fait partie du grand sillon houiller du Massif Central constitué par un alignement de petits bassins orientés N-NE, S-SW sur près de 280 km. Ce grand sillon houiller est visible aux alentours de Moulins dans le Nord du Massif Central et au Sud, aux environs de Decazeville (fig. 63). Il s'agit en réalité d'un grand décrochement senestre dont les déplacements successifs ont été estimés à 70 km dans la partie Nord du Massif Central et à 35 km dans la partie Sud.

D. BONIJOLY *et al.* (1983) proposent le calendrier des événements tectoniques suivants :

- au Westphalien terminal et au Stéphanien B inférieur, phase de compression S-N ;

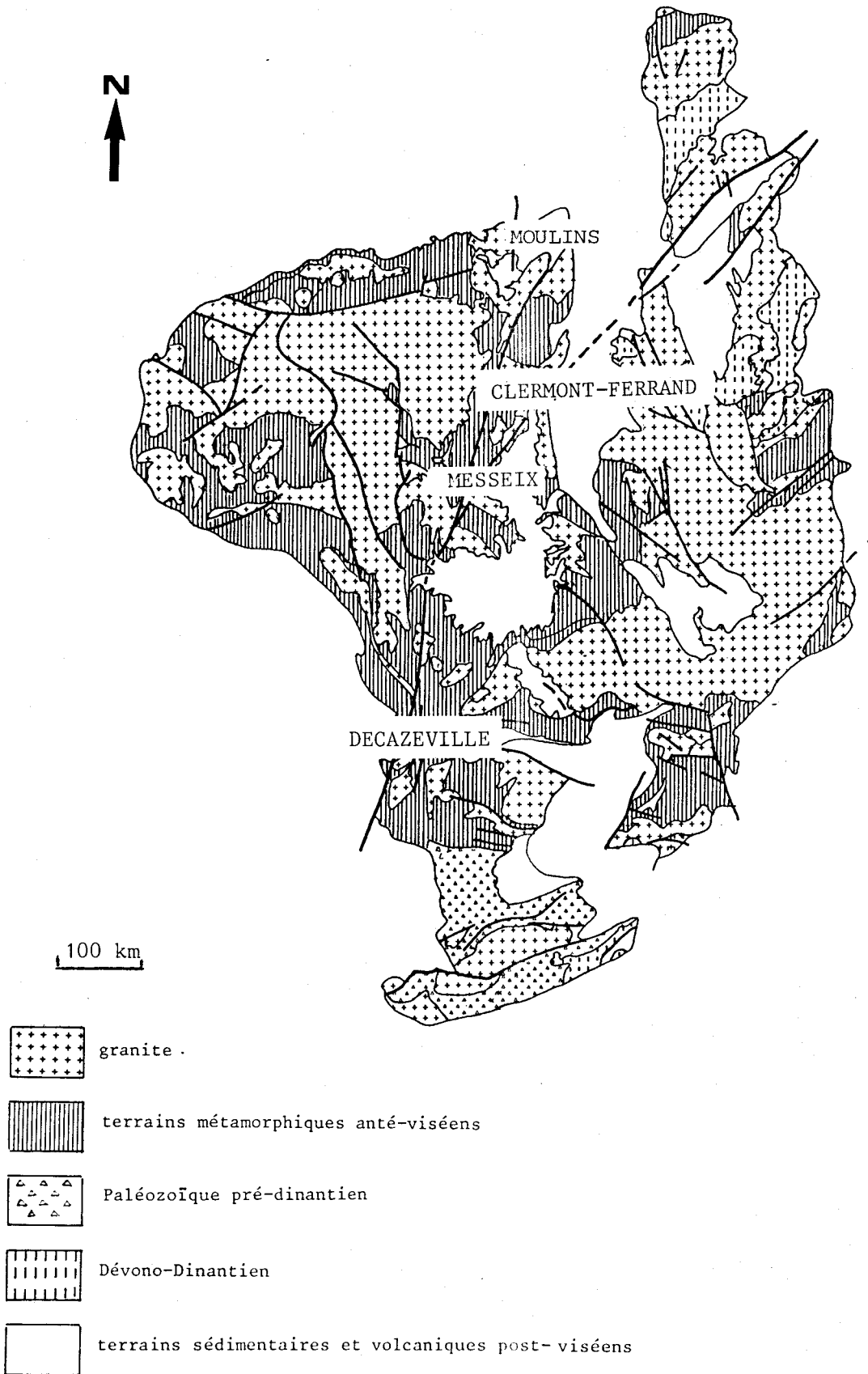
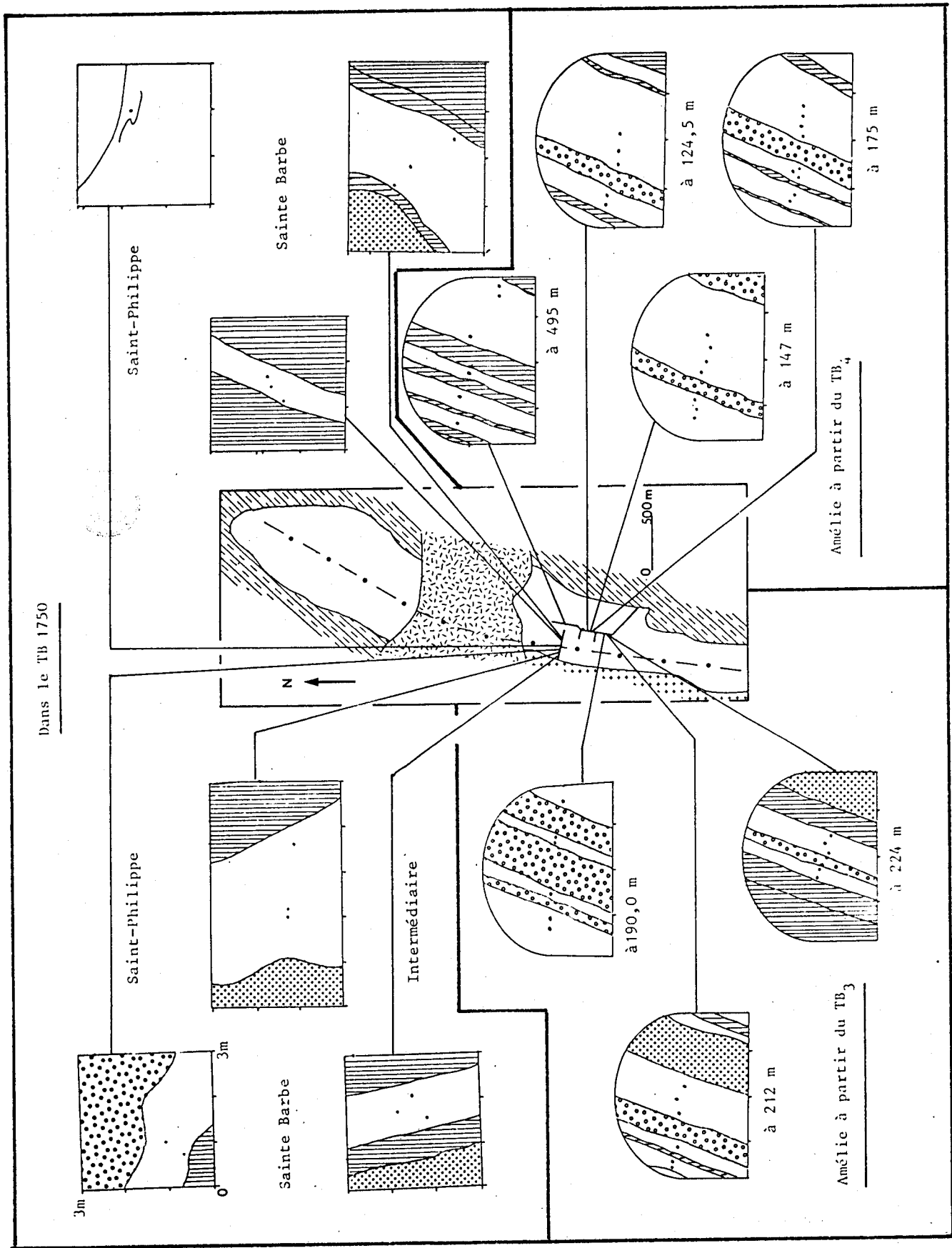


Fig. 63.- Granitoïdes du Massif Central (d'après J.LEMEYRE et A. NUTRAN, 1980 modifiée).

- au Stéphanien B supérieur et au Stéphanien C inférieur, phase de compression NW-SE ;

- au Stéphanien C supérieur, phase de compression E-W, responsable de la fermeture des bassins.

L. COUREL *et al.* (1983) ont étudié la structuration du bassin de Messeix à partir des variations d'épaisseur des niveaux stériles et du charbon. Ils ont montré qu'il a fonctionné en décrochement senestre suivant la direction du sillon houiller avec une compression SE-NW. D'après P. ROBERT (1985), la structure synclinale du bassin correspond à la phase de compression orientée E-W, son ouverture et son comblement semblent correspondre à ceux d'un bassin en compression dont le modèle est le mécanisme en trans-tension (J.C. CROWELL, 1974 *in* D. BONIJOLY *et al.*, 1983).



II. ETUDE DU POUVOIR REFLECTEUR DES CHARBONS DE MESSEIX

A) GENERALITES

F.M. BERGOUNIOUX et J. DOUBINGER (1948) ont étudié les charbons de Messeix provenant du flanc Est et du coeur du synclinal. Ils ont classé ces charbons dans le rang des anthracites car les veines Amélie, Sainte-Barbe et Saint-Philippe renferment en moyenne :

- 8,5 % de matières volatiles ;
- 10 % de cendres ;
- 80 % de carbone fixe.

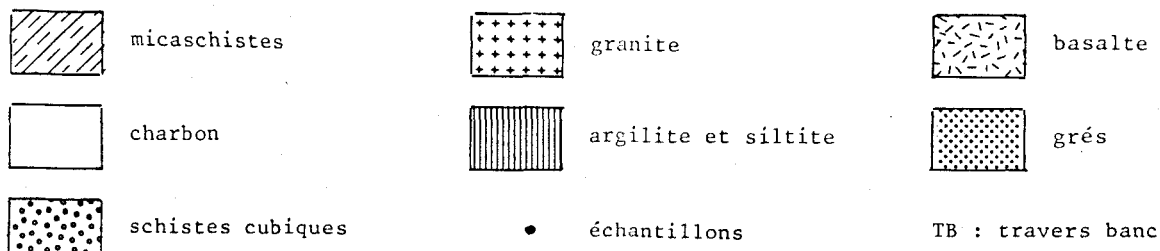
Les charbons montrent au microscope : "une pâte renfermant quelques minces pellicules de bois altéré".

B) LOCALISATION DES ECHANTILLONS

La plupart des échantillons que j'ai analysés ont été prélevés par P. ROBERT dans les couches Saint-Philippe, Sainte-Barbe, Intermédiaire et surtout Amélie, seule couche encore exploitée actuellement (tabl.XVI).

L'échantillonnage des couches Saint-Philippe, Sainte-Barbe et Intermédiaire a été réalisé dans le travers banc (T. B.) 1 750 à la cote 466 m. Celui de la couche Amélie a été effectué à partir du T. B. 3 dans le traçage 32 d'une part, et d'autre part à partir du T. B. 4 dans le traçage 42 et 41 (fig.64).

fig; 64 .-Position des différents sites de prélèvement à l'intérieur du bassin de Messeix.



Couches	Flanc W	Coeur	Flanc E	Travers-bancs	
Saint-Philippe	2	1		TB 1750	
banc du mur Sainte-Barbe banc moyen	3		3		
			3		
Intermédiaire	3				
Amélie			6	à 124 m	TB 4 tracage 42 et 41
			8	à 147 m	
			9	à 175 m	
			6	à 495 m	
			6	à 190 m	TB 3 tracage 32
			6	à 212 m	
			5	à 224 m	

Tabl. XVI - Nombre d'échantillons prélevés dans chaque couche

C) RESULTATS DES MESURES DE POUVOIR REFLECTEUR

Les charbons de Messeix sont extrêmement friables et les fragments suffisamment grands, nécessaires à l'obtention de blocs polis, sont rares. La plupart du temps, j'ai donc dû confectionner des échantillons moyens. Sur de tels échantillons, l'orientation des grains de vitrinite est alors quelconque. Le P. R. m. est donc calculé de la façon suivante (M.J. LEMOS DE SOUSAS, 1972) :

$$P. R. m. = \frac{2 P. R. max. + P. R. min.}{3}$$

Les tableaux XVII à XX regroupent tous les résultats des mesures de pouvoir réflecteur. Les P.R.max. et P.R.min. y figurent uniquement lorsque les mesures ont pu être effectuées sur des échantillons en blocs.

Il apparaît que le P. R. m. des échantillons varie de 1,65 à 2,41 %. Pour l'ensemble des couches, la moyenne des P. R. m. oscille entre 1,88 et 2,20 %.

Localisation	n°ech	P.R.min.	P.R.max.	P.R.m.	Biréflex-tance	σ
C. Sainte-Barbe banc moyen	1			2,15		0,099
	2			2,15		0,071
	3	1,72	2,46	2,09	0,74	0,036
C. Sainte-Barbe banc du mur	1			2,14		0,057
	2	1,58	2,50	2,04	0,92	0,017
	3	1,67	2,73	2,20	1,06	0,017
C. Amélie traçage n°41 à 495m vers le Nord à partir de l'entrée du T.B.4.	1	1,86	2,77	2,31	0,91	0,043
	2	1,93	2,73	2,33	0,80	0,03
	3	1,64	2,63	2,13	0,99	0,027
	4			2,11	0,962	
	5	1,77	2,48	2,12	0,71	0,026
	6	1,77	2,65	2,21	0,88	0,028

XVIII : Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des charbons de l'exploitation de Messeix. T.B.1750 flanc Est du synclinal, et traçage 41.

Localisation	n°ech	P.R.min.	P.R.max.	P.R.m.	Biréflex-tance	σ
C. Intermédiaire	1			2,00		0,067
	2	2,17	2,65	2,41	0,40	0,025
	3	1,70	2,40	2,00	0,70	0,031
C. Sainte-Barbe banc moyen	1	2,04	2,72	2,38	0,60	0,041
	2			2,15	0,60	0,072
	3	1,66	2,35	2,01	0,69	0,036
C. Saint-Philippe	1			2,15		0,051
	2			2,13		0,09
C. Saint-Philippe coeur du synclinal	1			2,14		0,087

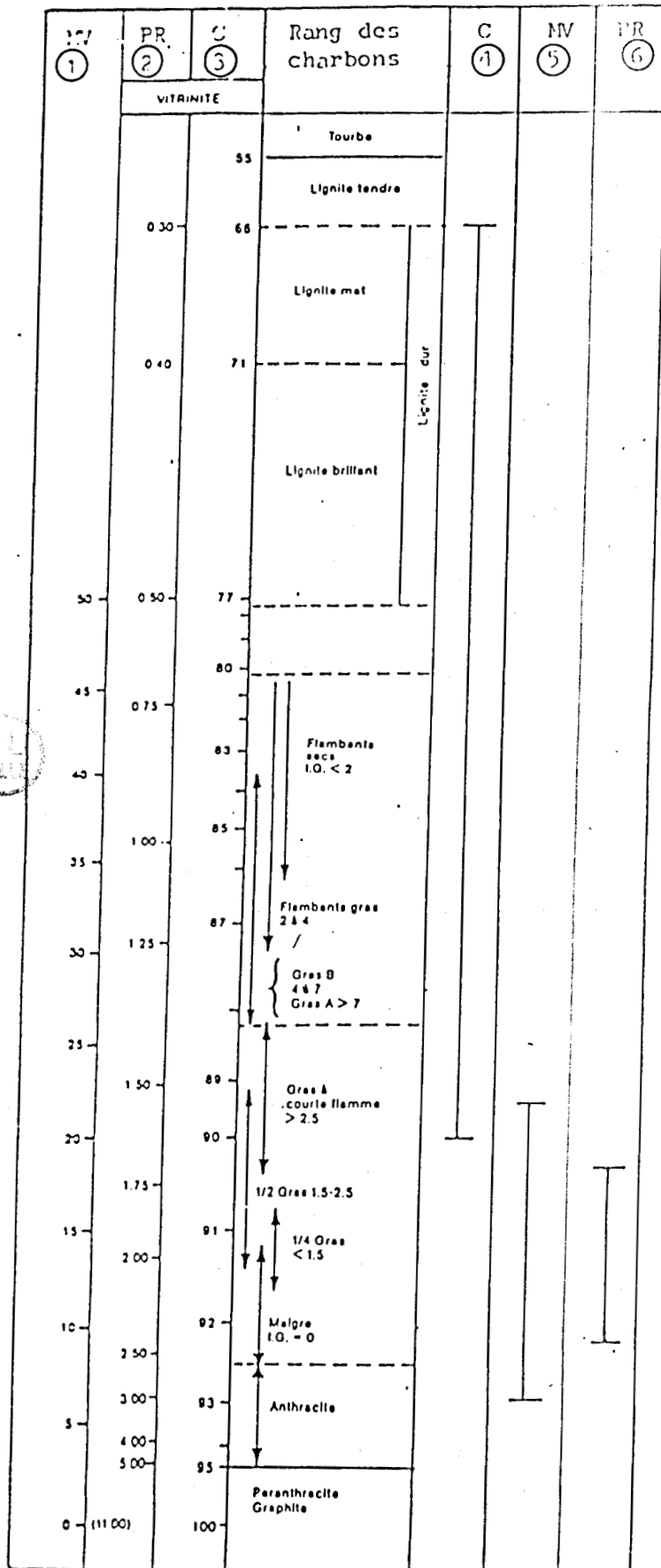
XVII : Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des charbons de l'exploitation de Messeix. T.B.1750 flanc Ouest et coeur du synclinal. (P.R.min.) pouvoir réflecteur minimum, (P.R.max.), pouvoir réflecteur maximal, (P.R.m.) pouvoir réflecteur moyen σ écart type, biréflex-tance, ρ rapport d'anisotropie.

Localisation	n°ech	P.R.min.	P.R.max.	P.R.m.	Biréflex-tance	σ	ρ
C. Amélie traçage n°32 à 190m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.3	1	1,64	2,19	1,91	0,55	0,023	1,33
	2			1,96	0,77		
	3	1,86	2,21	2,03	0,35	0,035	1,18
	4	1,37	2,25	1,81	0,42	0,042	1,64
	5	1,50	2,41	2,10	0,33	0,033	1,33
	6	1,69	2,29	1,93	0,61	0,039	1,35
C. Amélie traçage n°32 à 212m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.3	1			1,69		0,057	
	2	1,30	2,47	1,88	0,31	0,031	1,17
	3	1,70	2,14	1,92	0,36	0,036	1,28
	4			1,90	0,55		
	5	1,98	2,41	1,98	0,05	0,05	1,33
	6	1,92	2,29	1,92	0,52	0,052	1,35
C. Amélie traçage n°32 à 224m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.3	1	1,54	2,19	1,86	0,51	0,031	1,41
	2	1,39	2,37	1,88	0,24	0,024	1,7
	3	1,66	2,30	1,98	0,61	0,061	1,38
	4	1,54	2,37	1,95	0,51	0,051	1,53
	5	1,19	2,27	1,73	0,34	0,034	1,60

XX : Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des charbons de l'exploitation de Messeix. Traçage 32.

Localisation	n°ech	P.R.min.	P.R.max.	P.R.m.	Biréflex-tance	σ	ρ
C. Amélie traçage n°42 à 134,50m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.4	1	1,61	2,37	1,99	0,76	0,037	1,47
	2	1,85	2,29	2,07	0,44	0,021	1,23
	3	1,87	2,60	2,23	0,74	0,033	1,39
	4	1,68	2,64	2,16	0,33	0,033	1,57
	5			2,04	0,07		
C. Amélie traçage n°42 à 147m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.4	1	1,63	2,64	2,13	1,01	0,034	1,61
	2	1,59	2,56	2,09	0,97	0,038	1,61
	3	1,68	2,56	2,12	0,88	0,034	1,52
	4	1,67	2,85	2,26	0,82	0,042	1,76
	5	1,71	2,65	2,18	0,35	0,035	1,54
	6	1,73	2,38	2,06	0,64	0,034	1,37
	7	1,61	2,37	2,09	0,56	0,027	1,3
	8	1,19	2,75	1,97	0,03	0,03	2,3
C. Amélie traçage n°42 à 175m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.4	1	1,72	2,52	2,12	0,80	0,021	1,46
	2	1,75	2,54	2,14	0,79	0,02	1,45
	3	1,60	2,26	2,03	0,46	0,034	1,25
	4	1,82	2,53	2,17	0,31	0,031	1,39
	5	1,65	2,31	1,98	0,66	0,034	1,4
	6			1,97	0,09	0,09	
	7	1,55	2,41	1,98	0,04	0,04	1,59
	8	1,58	2,36	1,97	0,36	0,036	1,49

XIX : Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des charbons de l'exploitation de Messeix. Traçage 42.



- ① matières volatiles sur charbon pur et sec
- ② pouvoir réflecteur (d'après B.ALPERN 1969)
- ③ carbone (d'après K.PATTEISSKI et M.TEICHMULLER 1958)
- ④ carbone fixe des charbons de Messeix (d'après F.M. BERGOUNIOUX et J.DOUBINGER 1948)
- ⑤ matières volatiles cendres déduites des charbons de Messeix (d'après F.M. BERGOUNIOUX et J.DOUBINGER 1948)
- ⑥ pouvoir réflecteur des charbons de Messeix.

Fig. 65 Classification française des charbons (B.ALPERN 1976). Comparaison des résultats obtenus sur la teneur en carbone et la teneur en matières volatiles des charbons de Messeix (J.M.BERGOUNIOUX et J.DOUBINGER 1948) et des résultats obtenus des pouvoirs réflecteurs

La figure 65 rassemble les résultats des analyses de J.M. BERGOUNIOUX et J. DOUBINGER (1946), à savoir, les teneurs en carbone fixe et en matières volatiles cendres déduites ainsi que les valeurs de P. R. m. que l'on a mesurées. Il apparaît que :

- les charbons de Messeix ont une teneur en carbone fixe très variable, conduisant à les ranger des flambants aux gras à courtes flammes ;
- par leur teneur en matières volatiles, ils appartiennent aux classes des $\frac{1}{2}$ gras aux anthracites ;
- les valeurs de P. R. m. les amènent des charbons $\frac{1}{2}$ gras aux maigres.

Depuis de nombreuses années, le pouvoir réflecteur est reconnu comme étant le meilleur indice de détermination du rang des charbons. Les mesures de P. R. m. permettent en effet de délimiter une fourchette de rang plus restreinte, donc plus précise, que la mesure des teneurs en carbone ou en matières volatiles. En conséquence, nous pouvons donc dire que les charbons de Meisseix n'appartiennent pas au rang des anthracites mais font partie des rangs des $\frac{1}{2}$ gras à maigres.

D) POUVOIR REFLECTEUR MAXIMUM ET POUVOIR REFLECTEUR MINIMUM

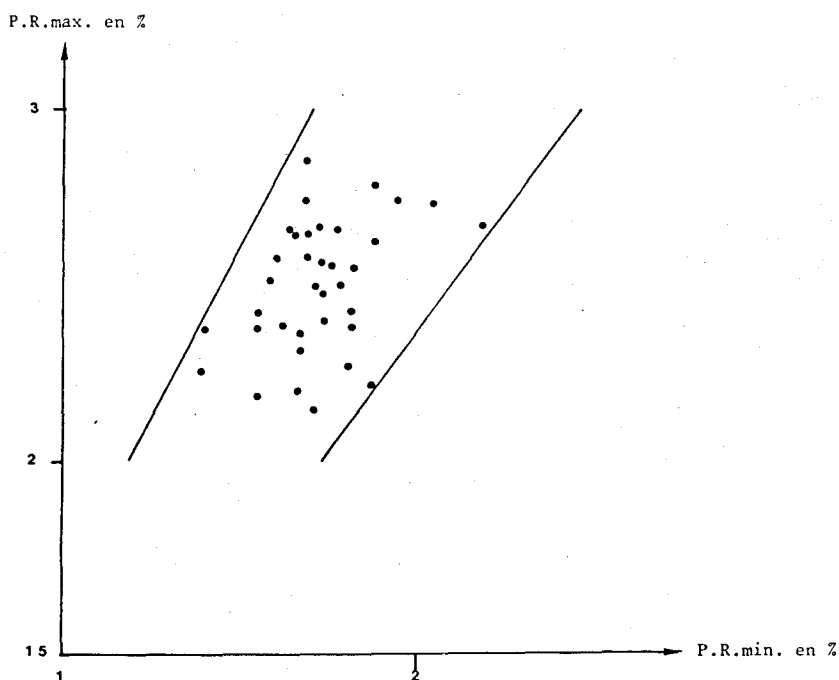


fig. 66. -Evolution du pouvoir réflecteur maximum en fonction du pouvoir réflecteur minimum des charbons de Messeix.

La figure 66 montre les variations du P. R. max. en fonction de celle du P. R. min. Les charbons de Messeix ont un P. R. min. faible par rapport au P. R. max. correspondant. Quels que soient la veine ou le lieu de prélèvement, les échantillons de Messeix appartiennent à un ensemble ayant évolué de façon homogène puisque l'on remarque, sur cette figure, que les points correspondant à chaque échantillon sont regroupés. Il est donc permis de penser que toutes les couches de charbon du gisement ont subi des phénomènes tectoniques et/ou thermiques du même ordre.

E) BIREFLECTANCE ET RAPPORT D'ANISOTROPIE

Comme pour les charbons de Blanzay-Montceau, j'ai ici encore comparé sur la figure 67 les résultats obtenus à Messeix à ceux publiés par E. STACH *et al.* (1982). A l'exception de quelques échantillons, il apparaît que la plupart des charbons de Messeix présentent à P. R. max. égal, une biréflex-

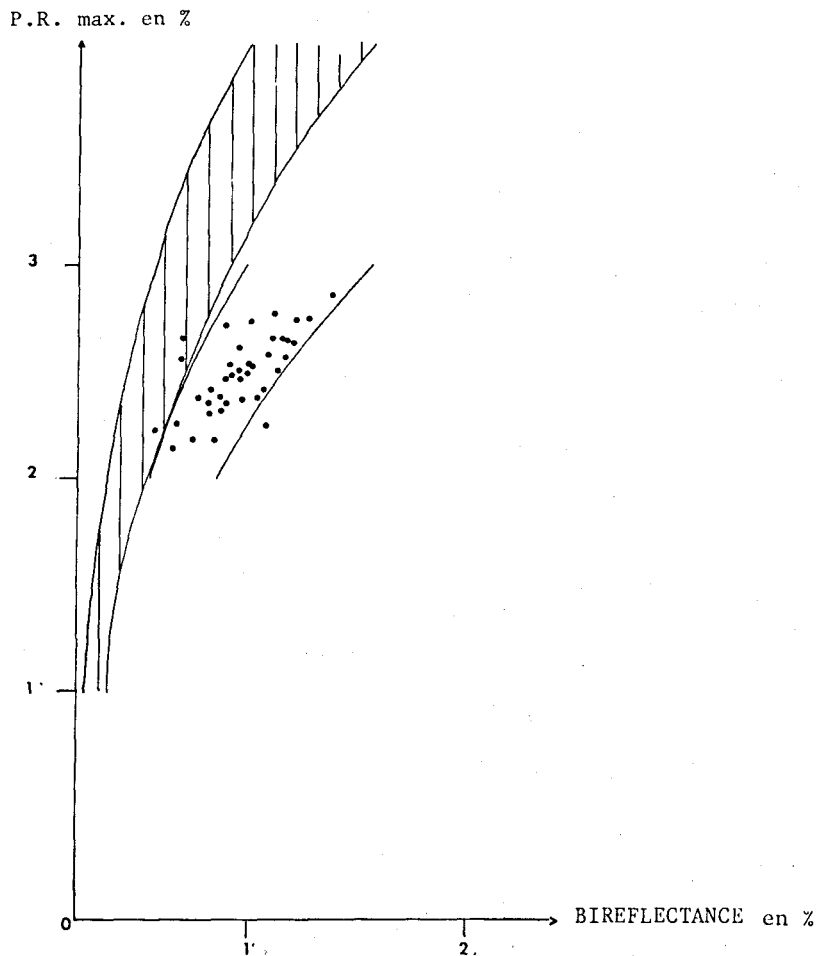


fig. 67.-Evolution du pouvoir réflecteur maximum en fonction de la biréflexance des charbons de Messeix. Comparaison avec les résultats de E.STACH *et al.* (1982).

tance plus forte que celles des combustibles étudiés par ces auteurs. Les valeurs de biréflexance des charbons de Messeix correspondent plutôt à celles de charbons du rang des anthracites très évoluées et des méta-anthracites.

J'ai, par ailleurs, calculé le rapport d'anisotropie (ρ) et j'en ai suivi l'évolution en fonction du P. R. m. J'ai ensuite comparé mes résultats à ceux que J.P. RAGOT (1977) a obtenu sur des charbons qu'il avait qualifiés de "normaux" (fig. 68). Il apparaît qu'un certain nombre d'échantillons de Messeix ont un rapport d'anisotropie plus élevé que la normale.

Ces deux constatations (biréflexance forte et rapport d'anisotropie élevé) tendraient à montrer que les charbons de Messeix auraient subi les effets conjoints d'une élévation de température, différente de celle qui s'opère au cours de l'enfouissement, et de contraintes tectoniques. En effet, les propriétés optiques de la vitrinite sont ici élevées au regard du degré de carbonification de ces charbons ; M. et R. TEICHMULLER (1979 et 1980) ont démontré que des contraintes tectoniques favorisent la mise en ordre parallèle des lamelles aromatiques provoquant ainsi une augmentation anormale du maximum de réflectance et de la biréflexance.

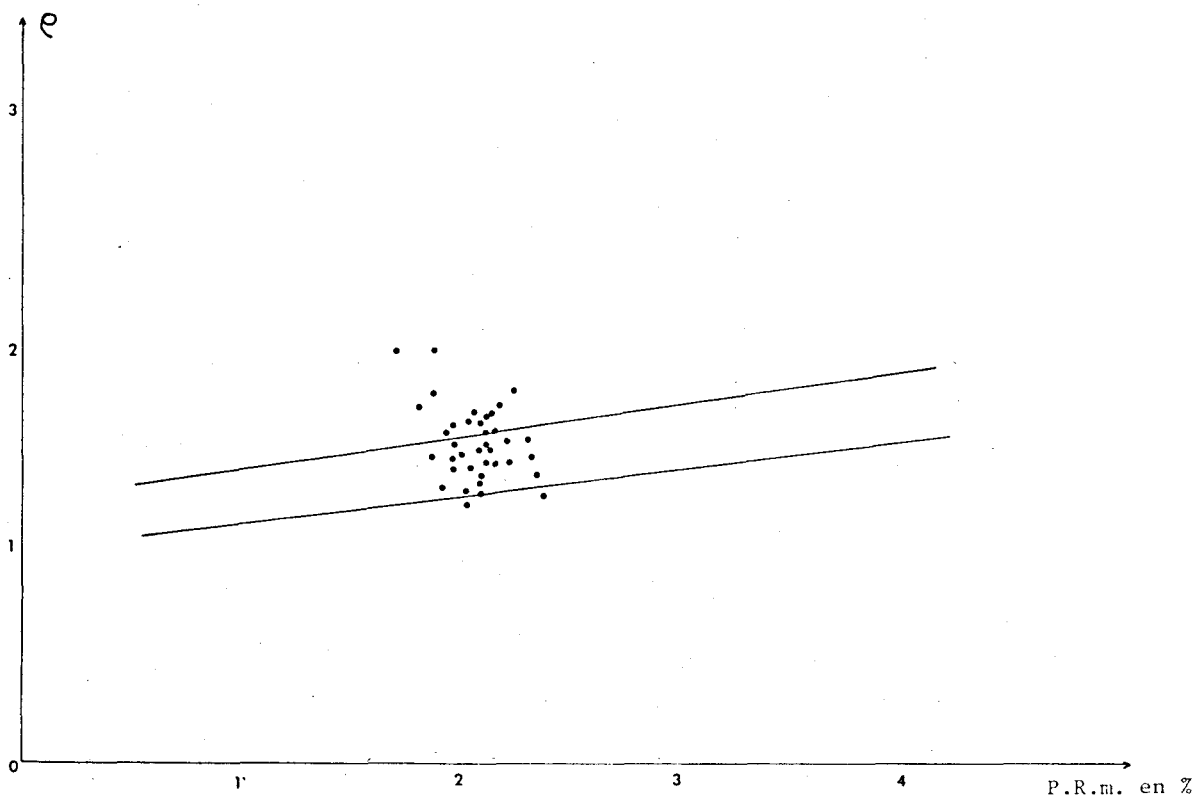
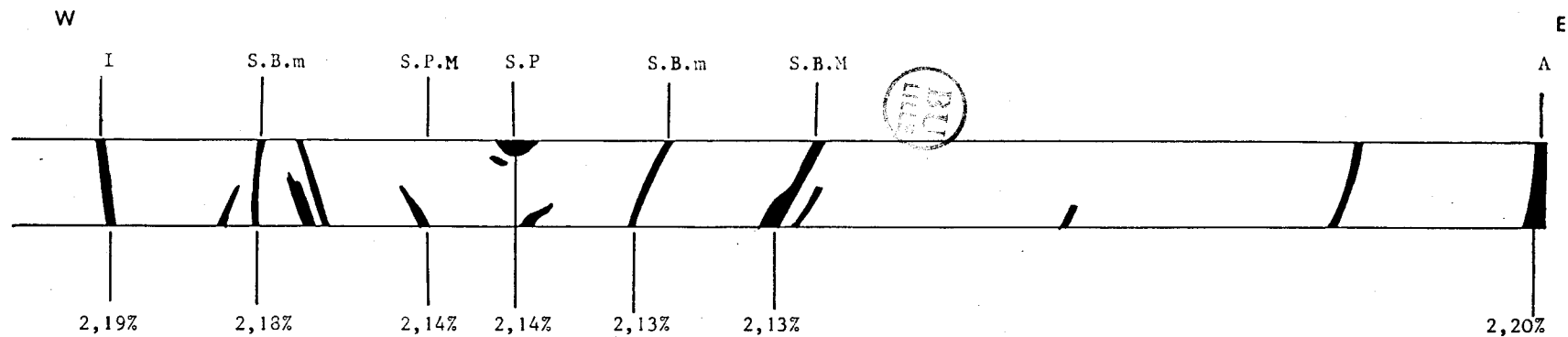


fig. 68 .-Evolution du rapport d'anisotropie en fonction du pouvoir réflecteur moyen des charbons de Messeix. Comparaison avec les résultats de J.P. RAGOT (1977).



A :couche Amélie

S.B.M :couche Sainte Barbe,banc du mur

S.B.m :couche Sainte Barbe,banc moyen

S.P :couche Saint Philippe

S.P.M :couche Saint Philippe,passée au mur

I :couche Intermédiaire

2,19%... valeur moyenne des P.R.m pour chaque couche

fig. 69 .-Variation W.E. du pouvoir réflecteur moyen des charbons de Messeix prélevés dans le le T.B.1750.

F) VARIATION D'OUEST EN EST DU POUVOIR REFLECTEUR MOYEN

Les résultats obtenus sur les prélèvements effectués dans le travers banc 1 750 à la cote 486 m, ont permis de suivre les variations latérales du P. R. m. d'Ouest en Est. L'intérêt de ce choix du travers banc réside dans la possibilité d'atteindre successivement la couche Intermédiaire, le banc moyen de la couche Sainte-Barbe, la couche Saint-Philippe pour le flanc Ouest, la couche Saint-Philippe au coeur du synclinal, les bancs moyen et du mur de la couche Sainte-Barbe pour le flanc Est. Afin de compléter cette coupe W-E, nous avons également prélevé dans la couche Amélie, au niveau du traçage 41, à 485 m à partir de l'entrée du travers banc 4 en se dirigeant vers le Nord (cf. fig. 64).

La figure 69 montre la valeur moyenne des P. R. m. pour chacune de ces veines. Il est à remarquer que ces valeurs avoisinent 2,15 % et varient seulement de 0,07 % du flanc Ouest au flanc Est. Après la découverte sur la bordure Ouest du gisement, de la lame de granite d'âge autunien, L. BOUGNERE et Y. VIALETTE (1970) émettent l'hypothèse suivante : le granite en contact anormal avec le bassin, lors de sa mise en place, aurait provoqué l'anthracitisation du gisement par émission d'un flux de chaleur. Or si le granite avait joué le rôle de "pluton chaud", on devrait observer une diminution nette des P. R. m. d'Ouest en Est. On vient de constater qu'il n'existait pas une telle variation des P. R. m. et de ce fait l'hypothèse émise par ces auteurs doit être abandonnée.

G) LES VARIATIONS DU POUVOIR REFLECTEUR MOYEN DU NORD VERS LE SUD

Des prélèvements effectués dans la veine Amélie ont permis d'observer les variations du P. R. m. du Nord vers le Sud. Ils ont été effectués d'une part à 190, 212 et 224 m à partir de l'entrée du travers banc 3 en allant vers le Sud dans le traçage 32 et d'autre part, à 124,5, 147 et 175 m à partir de l'entrée du travers banc 4 en allant également vers le Sud dans le traçage 42. Les échantillons prélevés à 495 m, à partir de l'entrée du travers banc 4 en allant vers le Nord dans le traçage 41, ont également été utilisés pour observer les variations du Sud vers le Nord (fig. 70).

Les prélèvements extrêmes sont distants de 850 m environ. Entre ces deux sites, on observe une différence de P. R. m. de 0,32 % puisque l'on passe en moyenne de 1,88 % au Sud à 2,22 % au Nord.

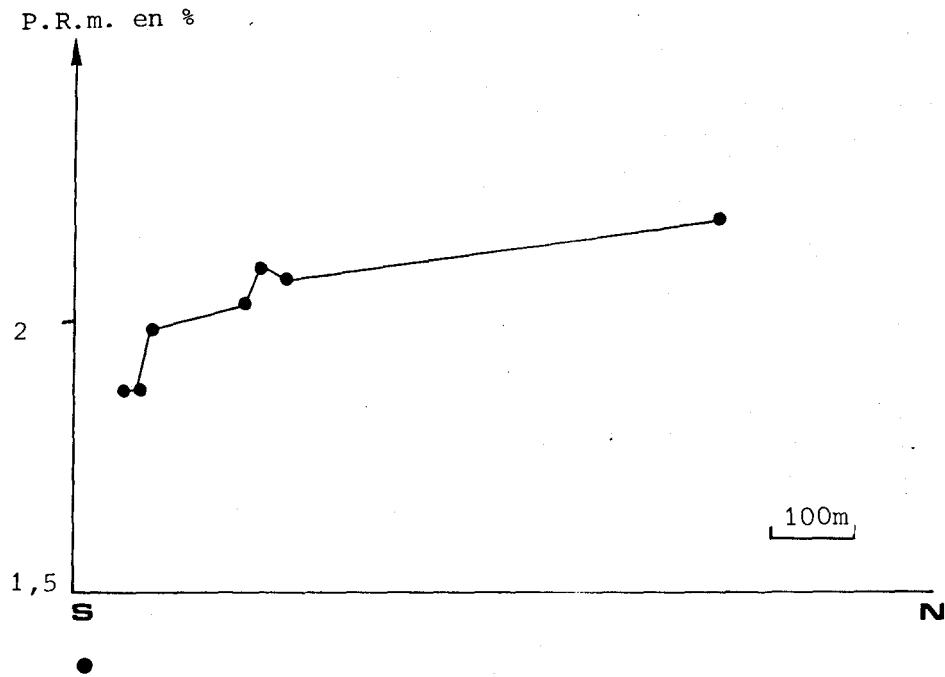


fig. 70 .- Variation N.S. du pouvoir réflecteur moyen des charbons de Messais.

Du fait de l'enfoncement de l'axe du synclinal de 12 à 15 % vers le Sud, les échantillons prélevés au Nord sont plus proches de la charnière du pli que ceux situés au Sud.

Entre deux sites de prélèvements successifs, on peut calculer le Δ P. R. m. Celui-ci permet de tracer les courbes d'égal rang (fig. 71). On observe que l'inclinaison de ces courbes est de plus en plus accentuée en allant vers le Sud.

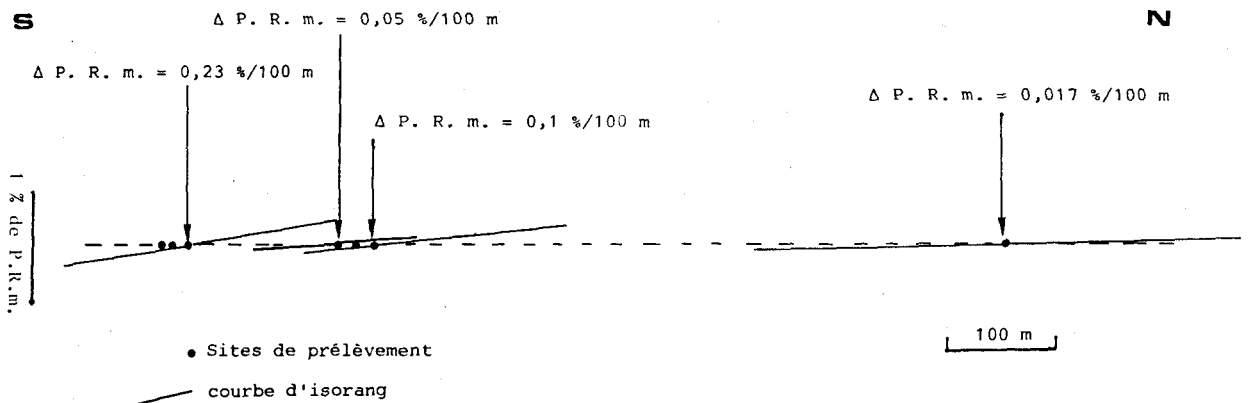


fig. 71 .-Variation de l'inclinaison des courbes d'isorang dans la direction N.S..

En remplaçant les différents sites de prélèvements selon leurs positions actuelles (fig.72), on remarque que les courbes d'isorang suivent approximativement les limites de la couche : limite avec le faisceau demi gras de Singles et limite avec le socle.

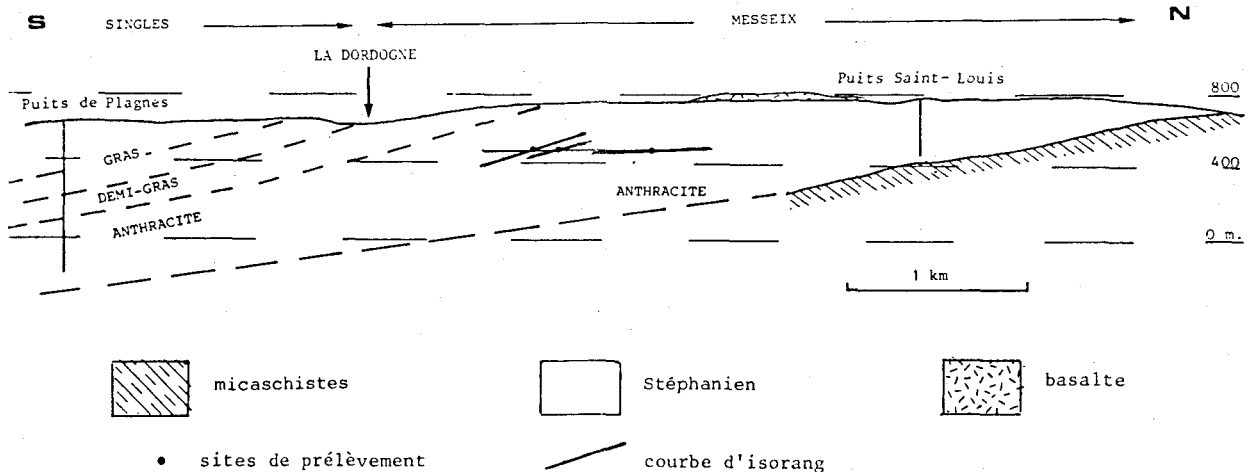


fig. 72 .- Coupe longitudinale du bassin Messeix-Singles. Inclinaison des courbes d'isorang à l'intérieur du faisceau anthraciteux.

M. et R. TEICHMULLER (1966) ont montré que l'allure des courbes d'égal rang d'un gisement tectonisé (fig. 73) permet de conclure à une houillification pré-orogénique (a), synorogénique (b) ou post-orogénique (c), selon leur concordance ou leur indépendance vis-à-vis de l'allure géométrique actuelle des veines. D'après la répartition des différents faisceaux charbonneux de l'ensemble du bassin Messeix-Singles et d'après l'allure des courbes d'égal rang qui semblent suivre les limites de la couche Amélie, on peut admettre que la carbonification des charbons de Messeix a été pré-orogénique. Elle s'est donc déroulée avant la compression E-W du Stéphanien C responsable de la structure en synclinal du bassin.

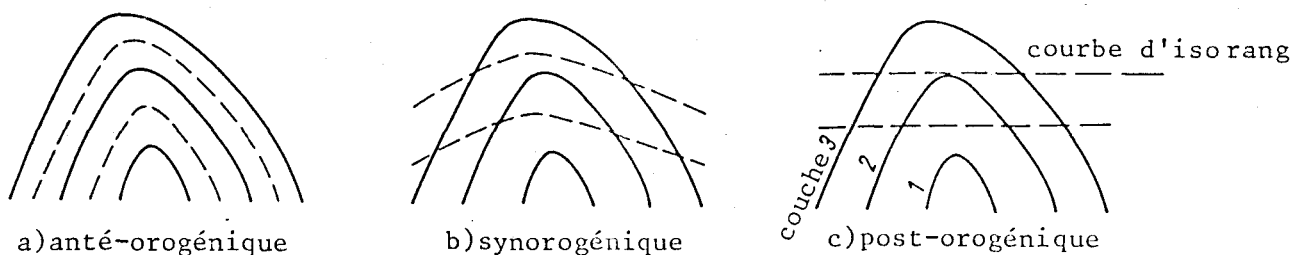


Fig. 73 .- Schéma montrant l'aspect que peuvent présenter sur une coupe les lignes de rang égal par rapport à l'allure des couches (d'après M. et R. TEICHMULLER 1966)

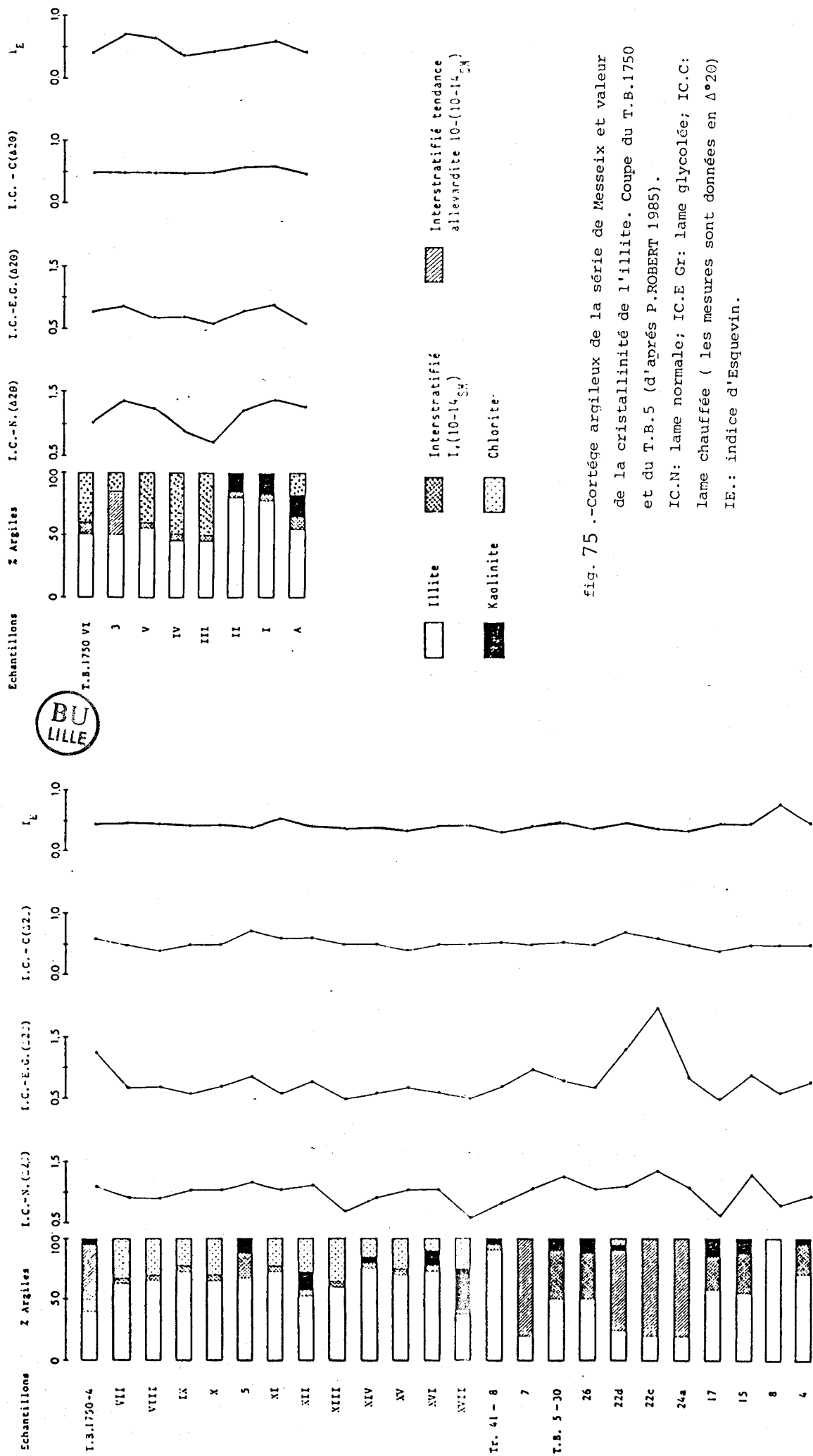
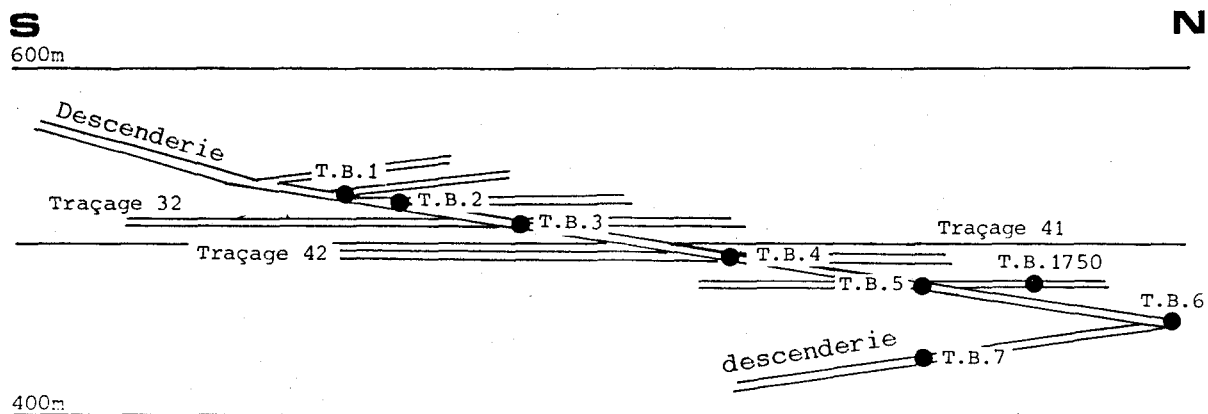


fig. 75.-Cortège argileux de la série de Messeix et valeur de la cristallinité de l'illite. Coupe du T.B.1750 et du T.B.5 (d'après P.ROBERT 1985).
 IC.N: lame normale; IC.E Gr: lame glycolée; IC.C: lame chauffée (les mesures sont données en Δ°2θ)
 I.E.: indice d'Esquevin.

III. APPORTS DES ANALYSES SEDIMENTOLOGIQUES ET ELEMENTAIRES

A) APPORTS DE LA SEDIMENTOLOGIE

L'étude des minéraux argileux de la série de Messeix a été récemment réalisée par P. ROBERT (1985) sur une trentaine d'échantillons provenant des travers bancs 1 750 et 5 (fig. 74) et prélevés dans des niveaux de siltites, d'argilites, de grès, de conglomérats et de cinérites.



● entrée des travers bancs

fig. 74 .-Coupe longitudinale N.S. montrant l'infrastructure souterraine de la mine sur le flanc Est du synclinal et donnant la situation des travers bancs dans la couche Amélie (d'après P.ROBERT, 1985, modifiée).

Les espèces minérales mises en évidence (fig. 75) sont :

- l'illite, abondante mais mal cristallisée ;
- des interstratifiés irréguliers (smectites) ;
- des interstratifiés réguliers de type allevardite (illite smectite) ;
- des chlorites ;
- de la kaolinite en proportion variable.

Pour P. ROBERT, cette association minérale et, surtout, la persistance de la kaolinite et la mauvaise cristallinité de l'illite, tendraient à

montrer que la série de Messeix se situe dans une zone de diagenèse d'enfouissement faible et également de faible température.

Cependant, la présence de kaolinite n'est pas nécessairement un paramètre de diagenèse faible. En effet, la kaolinite qui disparaît généralement à des températures faibles, autour de 100°C (fig. 76), peut, en présence de matières organiques, persister à de grandes profondeurs. G. DUNOYER de SEGONSAC (1969), dans le sondage de Pierrefeu, a rencontré ce minéral à 5 000 m de profondeur. Si l'on tient compte du degré géothermique qui est, à cet endroit, de 1°C/31 m, nous trouvons une température de 180°C. Dans certains cas, la kaolinite peut se néoformer (M. MILLOT, 1964).

En ce qui concerne l'illite, dans la plupart des cas, la cristallinité de ce minéral augmente avec une élévation de la température. Certaines séries montrent pourtant une tendance inverse : *"Dans des faciès sub-grauwackes des "faisceaux" charbonniers, la trop grande pauvreté en potassium par rapport au sodium dirige l'évolution de l'illite vers l'allevardite."*

PROFONDEUR (m)	TEMPERAT. (°C)	POROSITE (%)	MAT. ORGANIQUE *	MIN. ARGILEUX **
1	0	80	REDUCTION DES SULFATES PYRITE	TRANSFORMATION ET NEOFORMATION
2	30	30	FERMENTATION NEOPANE	DISPARITION DES SMECTITES " " KAOLINITES
3	70	20	DECARBOXYLATION	
4			FORMATION DES HYDROC. METHANE	ILLITISATION ET CHLORITISATION
5				AGRADATION DES ILL. ET CHL.
?	190	10	GRAPHITE	SERICITE & CHLORITE

fig. 76 --La diagenèse de la matière organique et des minéraux argileux lors des processus d'enfouissement: recapitulation. * d'après CURTIS (1977); ** d'après DUNOYER de SEGONSAC (1969).

Il y a donc dans ce cas inversion du phénomène : la cristallinité de l'illite diminue avec l'augmentation de la température". (B. KUBLER, 1968)

En présence de matière organique, les transformations minérales sont perturbées. Le cortège argileux de la série de Messeix ne permet donc pas d'expliquer totalement l'évolution diagénétique ou thermique du bassin.

B) APPORTS DES ANALYSES ELEMENTAIRES

Comme pour les charbons de Montceau (2e partie, § G), J.N. ROUZAUD a effectué l'analyse élémentaire de quelques échantillons de Messeix dont les résultats sont regroupés dans le tableau XXI et reportés dans le diagramme de VAN KREVELEN (fig. 77). Il apparaît que l'échantillon prélevé dans le flanc Ouest a un rapport O/C plus important que les autres échantillons. Ce rapport O/C est également élevé en regard des valeurs de P. R. m. Les autres échantillons, prélevés eux sur le flanc Est, ont leurs rapports H/C et O/C en accord avec leur P. R. m.

Echantillon	P.R. moy.	C. moy.	H. moy.	O. moy.	Cendres	(H/C) atomique	(O/C) x 10 ⁻² atomique
Traçage n° 32 224m vers le Sud	1,88	69,270	2,800	2,895	23,00	0,495	3,13
Traçage n° 42 138,50m vers le Sud	2,11	91,195	3,710	2,550	3,20	0,488	2,10
T.B. 1750 Sainte-Barbe flanc est	2,14	76,730	3,020	2,750	14,05	0,472	2,69
T.B. 1750 Intermédiaire flanc ouest	2,08	82,495	2,945	4,960	9,00	0,428	4,51

Tabl. XXI.- Résultats de l'analyse élémentaire des échantillons de Messeix.

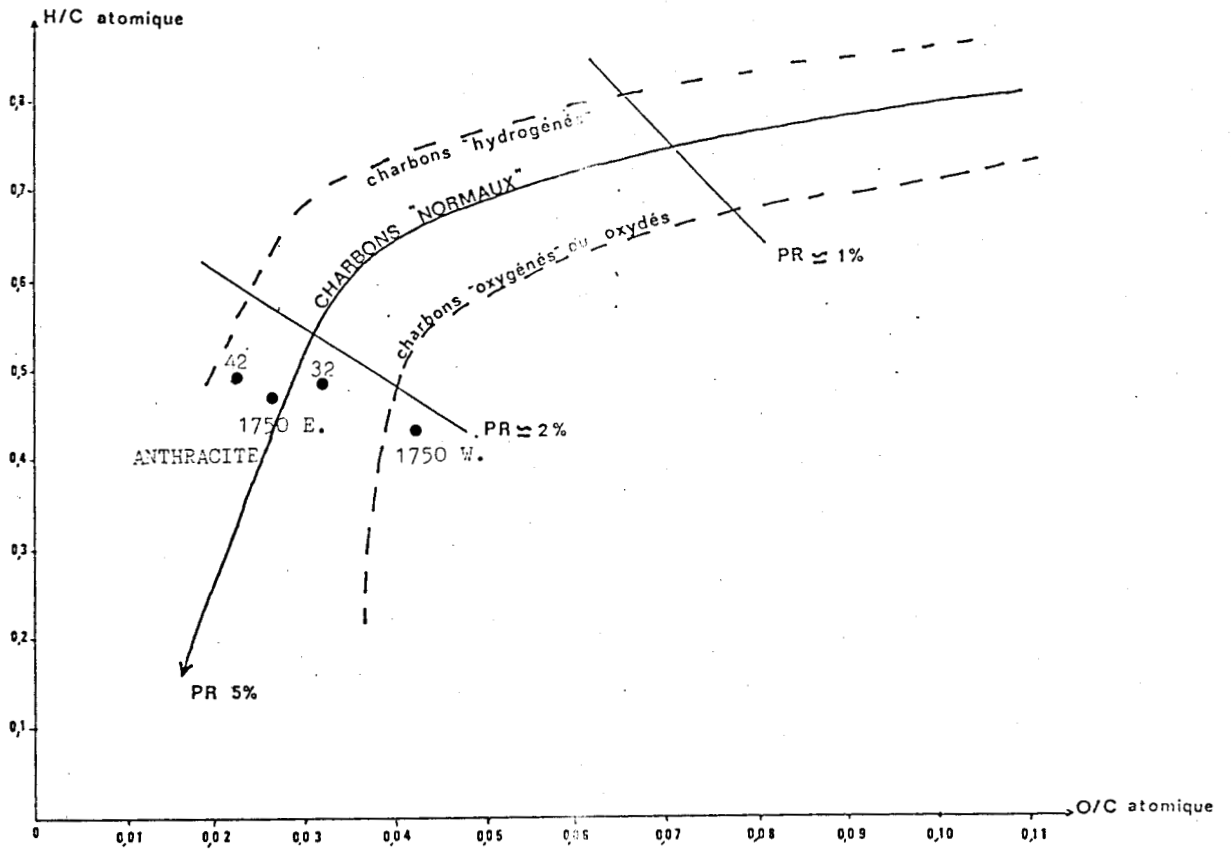


fig. 77.-Place des échantillons de Messeix sur un diagramme de VAN KREVELEN (H/C atomique et O/C atomique).

IV. PROBLEME DE L'ANTHRACITISATION DES CHARBONS DE MESSEIX

A) RECAPITULATION DES DIFFERENTES DONNEES

Les travaux antérieurs (J. BERGOUNIOUX et J. DOUBINGER, 1946 ; J. LE-TOURNEUR, 1953 ; P. ROBERT, 1985) cumulés aux acquisitions de ce travail de recherche sur les charbons de Messeix permettent d'affirmer que :

- la couverture secondaire actuellement érodée n'a pas dépassé 500 m ;
- le Houiller productif de Messeix est daté du Stéphanien B ;
- les deux concessions Messeix et Singles sont comparables. En effet, la coupe transversale de la concession de Singles montre à la base un faisceau anthraciteux qui correspond au prolongement des couches d'anthracite de Messeix ; elle montre également des faisceaux demi-gras et gras venant à l'affleurement ;
- d'après leur pouvoir réflecteur, les charbons de Messeix sont à classer dans le rang des houilles maigres ;
- toutes les veines de Messeix ont subi les mêmes phénomènes de carbonification ;
- la biréflexance et le rapport d'anisotropie de la vitrinite sont élevés. Les charbons de Messeix ont donc subi les effets conjoints de contraintes tectoniques, d'une élévation de température différente de celle qui s'exerce au cours de l'enfouissement ;
- il n'existe pas de variations de P. R. m. d'un flanc à l'autre du synclinal ;
- les courbes de même rang, mises en évidence par les variations N-S du P. R. m. dans la couche Amélie, suivent l'allure géométrique de cette couche ;
- l'altération des illites et la présence d'allevardite dans le cortège argileux indiquent un milieu géochimique particulier, relativement pauvre en ions potassium mais riche en ions sodium ;
- la matière organique, en acidifiant le milieu, permettrait peut-être la conservation de la kaolinite ;

- le bassin, au cours du Stéphanien B, subit une phase de compression NW-SE qui aurait influencé la répartition spatiale des sédiments. Selon P. ROBERT (1985), au cours du Stéphanien C, il se développe une phase de compression E-W responsable de l'allure en synclinal du gisement et probablement du déversement à l'Ouest de la lame de granite sur le Houiller.

B) HYPOTHESE SUR LA CARBONIFICATION DU BASSIN DE MESSEIX

Dans le cas de Messeix-Singles, on ne peut pas envisager que l'anthracitisation du bassin se soit effectuée simplement par enfouissement, car il aurait fallu une couverture secondaire d'une épaisseur de plusieurs kilomètres pour obtenir des charbons maigres à anthraciteux. De ce fait, la carbonification du bassin de Messeix n'a pu s'effectuer que grâce à une augmentation anormale de la température de courte durée, ce qui permet d'expliquer la présence de kaolinite dans le cortège argileux et la mauvaise cristallinité de l'illite. En effet, si le flux de chaleur est élevé mais de courte durée, le processus de carbonification a lieu avant les transformations minérales (G. STADLER et M. TEICHMULLER, 1971). Ce flux de chaleur n'a pas été émis lors de la mise en place du granite sur le flanc Ouest du bassin puisqu'il n'existe pas de différence notable entre les P. R. m. des charbons du flanc Est et du flanc Ouest. Il n'a pu se développer qu'avant la tectonisation du bassin puisque les courbes d'isorang sont concordantes au regard de l'allure géométrique actuelle des veines.

La compression E-W responsable de la structuration du bassin étant datée du Stéphanien C, le flux de chaleur n'a pu agir que pendant le Stéphanien B ; il est donc synsédimentaire.

Il s'est sans doute développé lors de la compression NW-SE datée du Stéphanien B. Cette compression est responsable d'une part du fonctionnement en décrochement senestre du sillon houiller et d'autre part, de la genèse du bassin par un mécanisme en trans-tension.

Le résultat de l'effet conjoint du flux de chaleur et de contraintes tectoniques est encore visible actuellement dans les charbons de Messeix puisque l'on a observé une forte birélectance et un rapport d'anisotropie important. D'autre part, le rang de ces charbons est élevé par rapport à celui d'un charbon situé à la même profondeur qui aurait subi uniquement une carbonification par enfouissement.

CONCLUSIONS GENERALES

CONCLUSIONS GENERALES

L'ensemble des analyses (analyse des teneurs en matières volatiles, analyse pétrographique sur des échantillons moyens, analyse pétrographique sur des blocs préalablement attaqués dans un four à plasma, analyse du pouvoir réflecteur, analyse élémentaire, analyse sédimentologique) ont permis de mettre en évidence l'action d'une hyperthermie locale et brève dans deux bassins limniques du Massif Central : bassin de Blanzly-Montceau et bassin de Messeix.

A) BASSIN DE MONTCEAU

Le bassin de Blanzly-Montceau est localisé dans une vaste dépression entre les massifs du Morvan et du Charolais. Il s'étend sur une quarantaine de kilomètres de long et une dizaine de kilomètres de large. Il est encadré au NE et au SW par deux accidents majeurs : la faille bordière contemporaine de l'ouverture du bassin et la faille de l'Est contemporaine de la sédimentation stéphanienne. L'hyperthermie, mise en évidence dans ce bassin, n'a affecté qu'un secteur restreint du gisement (environ 6 km) situé entre la faille du Nord de Perrecy et la faille des Essarts. A l'aplomb de ce secteur, on constate que la loi de Hilt n'est pas respectée dans les 1^{re}, 2^e et 4^e couches puisque le rang des charbons diminue avec la profondeur. La région où s'est propagé le flux de chaleur est compartimentée par un certain nombre de failles transverses par rapport aux bordures du bassin : faille du Nord de Perrecy, faille Rozelay, faille de Parrots, faille des Essarts. Ces failles se sont formées à la suite de la période distensive d'âge oligocène, qui sépare deux phases compressives : l'une N-S Eocène, l'autre E-W Miocène supérieur (B. VALLE, 1984).

C'est à proximité de la faille du Nord de Perrecy et de la faille bordière que l'on trouve les charbons les plus évolués du gisement ; ils appartiennent au rang des maigres et anthracites. Puis lorsqu'on se dirige vers la faille de l'Est et également vers le NE, c'est-à-dire vers la faille des Essarts, le rang de ces charbons décroît très rapidement. Le flux de

chaleur s'est donc développé à proximité de la faille du Nord de Perrecy à partir de la faille bordière durant une période post-oligocène, ses effets s'estompent rapidement en rencontrant sur son passage les failles transverses. Le champ de failles a alors freiné son action et atténué son intensité.

D'après les quelques analyses élémentaires, ce flux de chaleur pourrait être d'origine hydrothermale car les charbons les plus évolués présentent un rapport O/C très élevé au regard de leur P. R. m. Ce rapport O/C devient ensuite normal.

B) BASSIN DE MESSEIX

Le bassin de Messeix, situé sur le grand sillon houiller du Massif Central à 50 km au SW de Clermont-Ferrand, forme avec le bassin de Singles un synclinal allongé NNE-SSW dont l'axe plonge vers le Sud d'environ 15°. Ses dimensions sont très modestes : de 10 km de long sur 500 à 900 m de large. Ce bassin a pris naissance grâce à un mécanisme en trans-tension (P. ROBERT, 1985) au cours du Stéphanien B dans un cadre dynamique en compression, il acquiert sa structure en synclinal lors d'une phase compressive E-W qui s'exerce à la fin du Stéphanien C.

Le bassin de Messeix-Singles est le seul petit bassin, parmi ceux qui jalonnent le grand sillon houiller, à contenir des charbons du rang des anthracites. L'épaisseur de sa couverture post-stéphanienne n'a vraisemblablement pas dépassé 500 m, on ne pouvait donc pas envisager une carbonification normale des charbons par enfouissement. L'absence d'un gradient net de P. R. m. d'Est en Ouest, les variations de ce P. R. m. du Nord vers le Sud et surtout l'allure des courbes d'isorange qui suivent celle des couches permettent d'émettre comme hypothèse l'action d'un flux de chaleur anté-tectonique qui aurait agi dès la sédimentation des dépôts phytogènes au Stéphanien B (P. ROBERT *et al.*, 1986, à paraître).

L'action de ce flux de chaleur a dû être de très courte durée puisqu'il n'a pas affecté les minéraux argileux contenus dans la série sédimentaire. En effet, le cortège argileux contient de la kaolinite, des illites mal cristallisées et également de l'allevardite ; ces minéraux argileux, de faible diagenèse, indiquent un déséquilibre géochimique du milieu se traduisant par un déficit d'ions potassium par rapport aux ions sodium.

C) CONCLUSION A L'ETUDE DES DEUX BASSINS

Les séries houillères de Blanzly- Montceau au puits Rozelay Sud et de Messeix Singles ont été soumises à une hyperthermie de courte durée.

Celle de Blanzly-Montceau a été post-tectonique (post-oligocène) ; elle n'a affecté qu'une partie restreinte du bassin car elle a rencontré sur son passage un certain nombre d'écrans, formés par un champ de failles.

L'hyperthermie de Messeix, au contraire, a été anté-tectonique (Stéphanien B), elle a affecté l'ensemble du bassin mais elle était d'une très grande briéveté puisque les argiles n'ont pas subi ses effets.

Ce phénomène d'hyperthermie brève et brutale n'est pas rare ; il a déjà été décrit par P. PILLEMENT (1982) et surtout par P. ROBERT (1985).

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ALPERN B. (1969).- Pouvoir réflecteur des charbons français. Applications et répercussions sur la théorie de Duparque. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, 2, p. 143-166, 16 fig., pl. I à IV, 4 tabl.
- ALPERN B. (1970).- Classification pétrographique des constituants organiques fossiles des roches sédimentaires. *Rev. Inst. Franc. Pétrole*, 25, II, p. 1233-1266.
- ALPERN B. (1976).- Fluorescence et réflectance de la matière organique dispersée et évolution des sédiments. *Bull. Centre Rech. Pau S. N. P. A.*, France, 10, 1, p. 201-220, 9 fig., pl. I, 1 tabl.
- AUTRAN A. et PETERLONGO J.M. (1980).- "Massif Central", p. 12-120. *In* : Géologie des pays européens, Bordas éd.
- BERGOUNIOUX F.M., DOUBINGER I. et SANDRE M. (1946).- Observation sur la flore houillère du bassin de Messeix (Puy de Dôme). *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 223, p. 1016.
- BERQUER C. (1982).- Composition macérale de la couche 2 de l'assise de Montceau (Houillères de Blanzey). *D. E. A.*, Univ. Lille, 49 p., 38 fig., 5 tabl., 2 pl., 1 pl. h. t.
- BONIJOLY D. et CASTAING C. (1983).- Fracturation et genèse des bassins stéphaniens du Massif Central français en régime compressif. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. CIII, p. 187-199, 4 fig.
- BOSTICK N.H. (1973).- Time as factor in thermal metamorphism of phytoclasts (coal particles). *C. R. 7e Congr. Strat. Géol. Carbonifère*, Krefeld, 2, p. 183-193.
- BOSTICK N.H., CASHMAN S.M., Mc CULLOH Th. et WADDELL C.T. (1979).- Gradients of vitrinite reflectance and present temperature in the Los Angeles and Ventura Basins, California. *In* : Low temperature metamorphism of Kerogen and clay minerals, OLTZ D.F. Ed., Los Angeles, p. 65-96.
- BOUGNERES L. et VIALETTE Y. (1970).- Un granite d'âge autunien sur le flanc occidental du sillon houiller à Messeix (Puy de Dôme). *C. R. Ac. Sc. Paris*, 271, D, p. 634-636, 1 tabl.

- BOUROZ A., CALLIERE S. et GRAS H. (1969).- Cinérites et gores du bassin stéphanien des Cévennes. Mode d'altération des matériels cinéritiques. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, p. 227.
- BRANCHET M. (1982).- Le bassin houiller de Blanzly : présentation générale. *Mém. géol. Univ. Dijon*, 8, p. 1-30, 24 fig.
- BRANCHET M., COUREL L., RENAUDIE P. et SENAC P. (1979).- Les grès à matrice fine dans le bassin houiller de Blanzly-Montceau (Saône et Loire, France) ; relation avec le charbon : déformations diagénétiques. *Bull. Sc. Bourg. Dijon*, 32, 1, p. 31-41, 10 fig.
- CAPDECOMME L. (1950).- Sur la structure et formation des anthracites. *Bull. Soc. Hist. nat. de Toulouse*, 85, p. 45-54, 2 pl.
- CHEONG T.J. (1985).- Contribution à l'étude pétrologique de matières organiques du Nord de la France. Thèse 3e cycle, Univ. des Sciences et Techniques de Lille, 104 p., 12 pl., 8 tabl., 12 fig.
- COUREL L. (1983).- Place du charbon dans le bassin d'effondrement stéphanien de Blanzly-Montceau (Massif Central français). *Mém. géol. Univ. Dijon*, 8, p. 71-82, 10 fig.
- COUREL L., GELARD J.P. et ROBERT P. (1983).- Tectonique et organisation des dépôts de charbon et de stérile dans le bassin stéphanien de Messeix (Massif Central français). *C. R. 10e Cong. Int. de Estratigrafia y Geologia del Carbonifero*, Madrid.
- COUREL L., VALLEE B. et BRANCHET M. (1984).- Le bassin houiller de Blanzly-Montceau ; cadre géologique et structural, succession et dynamique des paléoenvironnements. *Bull. Soc. Hist. nat. d'Autun*.
- CORSIN P. (1948).- Sur l'âge des couches houillères du bassin de Blanzly (Saône et Loire). *C. R. Ac. Sc. Paris*, 227, p. 858-860.
- CROWELL J.C. (1974).- Sedimentation along the San-Andreas fault, California. In : *Modern and Ancient Geosynclinal sedimentation*, DOTT R.H. and SHAVER R.H. Ed. *Spec. Publs. Soc. Econ. Paleont. Miner.*, Tulsa, Oklahoma, 19, p. 292-303, 6 fig.
- CURTIS C.D. (1977).- Sedimentary geochemistry : environments and processes dominated by involvement of an aqueous phase. *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, 286, p. 353-372.
- DELATTRE C., DOLLE P., MERIAUX E. et QUINOT E. (1970).- Examen pétrographique de charbons après oxydation dans un four à plasma. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 270, p. 1753-1755, pl. 1.

- DIDIER J. et LEMEYRE J. (1980).- Les granitoïdes du Massif Central. In : Les granitoïdes de France. *Cong. Géol. Int.* Paris, C 7. Mém. B. R. G. M., 107, p. 63-70, 4 fig.
- DOUBINGER J., BRANCHET M. et LANGIAUX J. (1979).- Présence de *Callipteris flabellifera* WEISS dans le Stéphanien de Blanzay-Montceau (Massif Central, France). *Rev. péri. "La Physiophile", Soc. ét. des Sc. Nat. et Hist.* Montceau les Mines, 91, p. 67-72, pl. I, 1 tabl.
- DOUBINGER J. et LANGIAUX J. (1982).- Un faux problème : la limite Stéphanien/Autunien. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 294, p. 395-398, 2 fig.
- DUPARQUE A. (1933).- Structure microscopique des charbons des bassins houillers du Nord et du Pas-de-Calais. *Mém. Soc. géol. Nord*, XI, 181 fig., 45 tabl., 66 pl.
- DUNOYER de SEGONZAG G. (1969).- Les minéraux argileux dans la diagenèse. Passage au métamorphisme. *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.*, Strasbourg, 29, 320 p., 110 fig., 45 tabl.
- DURMISHI C. (1983).- Analyse sédimentologique et pétrographique séquentielle de la formation charbonneuse de Tepelene (Albanie). Thèse 3e cycle, Univ. Nancy, 174 p., 50 fig., 3 tabl., 13 pl.
- FEYS R. et GREBER Ch. (1958).- Le bassin houiller de Blanzay et du Creusot. *Rev. de l'Ind. Min.*, juin-juillet 1958, et publ. B. R. G. M., Orléans, 21, 42 p., 34 fig., 3 tabl.
- FEYS R., GREBER Ch., CHEVROT P. et VETTER P. (1970).- Sur la présence d'énormes galets de gneiss dans le Houiller du bassin de Blanzay. *Bull. Soc. Hist. nat. d'Autun*, 54, p. 4-11, 4 fig.
- FEYS R. et LANGIAUX J. (1980).- Découverte d'Estheries dans le Stéphanien de Blanzay. Le problème d'*Estheria limbata* et d'*Estheria tenella*. *Rev. péri. "La Physiophile", Soc. ét. des Sc. Nat. et Hist.* Montceau les Mines, 93, p. 67-75, pl. I, 2 fig.
- GELARD J.P. (1983).- Réflexions sur la mise en place des bassins houillers du Nord du Massif Central et sur la structure de leur remplissage. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. CIII, p. 201-208, 6 fig.
- GRAND-EURY C. (1902).- Rapport sur les charbonnages de Singles. Rapport interne, 30 p.

- HILT C. (1873).- Les rapports entre la composition des charbons et leurs propriétés industrielles. *Ann. Assoc. Ing. Liège et C. R. Réun. rég.* à Aachen, V.D. I. 4.
- I. C. C. P. (1963).- Lexique international de pétrographie des charbons du Comité international de pétrographie des charbons, 2e éd., C. N. R. S., Paris, Fr.
- I. C. C. P. (1971).- Lexique international de pétrographie des charbons du Comité international de pétrographie des charbons, 2e éd., C. N. R. S., Paris, Fr.
- KUBLER B. (1966).- La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme. *In* : Colloque de Neuchâtel, 18-21 avril 1966. Etages tectoniques, p. 105-122, 12 fig.
- KOTTER K. (1960).- Die mikroskopische Reflexionsmessung mit dem Photomultiplier und ihre Anwendung auf die Kohlenuntersuchung. *Brennstoff Chemie*, 9, 41, p. 263-272.
- LANGIAUX J. (1984).- Flores et faunes des formations supérieures du Stéphanois de Blanzay-Montceau (Massif Central français). Stratigraphie et paléoécologie. Thèse d'Université, Strasbourg et *Rev. péri. "La Physiophile"*, Soc. ét. des Sc. Nat. et Hist. Montceau les Mines, suppl. 100, 270 p., 7 pl., 347 fig.
- LEMOS de SOUSA M.J. (1972).- Sur une méthode semi-automatique d'étude du pouvoir réflecteur des constituants des matières organiques sédimentaires fossiles. *Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Porto*, LXXXIV, 4, 40 p.
- LEMOS de SOUSA M.J. (1978).- Contribution à l'étude du bassin houiller du Douro (NW du Portugal). Atlas de micropétrographie des peranthracites. Service Géol. du Portugal, mém. n° 26.
- LETOURNEUR J. (1953).- Le Grand Sillon houiller du plateau central français. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris et Liège. Librairie Polytechnique, BERANGER Ch. Ed., t. LI, 238, 236 p., 52 fig., 2 pl. h.t.
- LOPATIN N.V. (1971).- Temperature and geologic time as factors in coalification. *Akad. Nauk. SSSR ser. geol. Izvestiya*, Moskova, 3, p. 95-106.
- LOUIS J. (1954).- Tectonique des bassins houillers de la bordure orientale du Massif Central. Lemery et fils éd., Lyon, 173 p., 1 atlas.

- MANES W. (1844).- Mémoire sur les bassins houillers de Saône et Loire. *Ann. des Mines*, Paris, 4, p. 463-496.
- MERIAUX E. (1964).- Caractères pétrographiques des houilles du sondage Loos 5 (groupe Lens-Liévin). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIII, p.223-230, 2 fig., 2 tabl., 1 pl.
- MERIAUX E. (1969).- Contribution à l'étude pétrologique de houilles du bassin du Nord et du Pas-de-Calais. *Ann. Mines Belgique*, 4 avril 1969, p. 329-387 ; mai 1969, p. 469-516, 14 fig., 2 pl., 7 tabl.
- MILLOT G. (1964).- Géologie des argiles. Altérations, sédimentologie, géochimie. Masson éd., Paris, 499 p.
- NF. M. 03-003 (1962).- Détermination du taux de cendres de houilles. *AFNOR*, Paris.
- NF. M. 03-004 (1967).- Détermination de l'indice de matières volatiles d'un combustible solide. *AFNOR*, Paris.
- NOEL R. (1976).- Recherche charbonnière : perspectives d'ensemble et exemple d'application de la mesure du rang des charbons. *Bull. Centre Rech. Pau S. N. P. A.*, France, 10, 1, p. 301-315, 12 fig., 1 tabl.
- OTTENJANN K., TEICHMULLER M. et WOLF M. (1974).- Mesures spectrales de fluorescence sur sporinites en lumière réfléchie, une méthode microscopique de détermination du rang des charbons peu houillifiés. *Fortschr. Geol. Rheinl. Westfal.*, 24, trad. B. R. G. M., 5477, p. 5-46.
- PATTEISKY K. et TEICHMULLER M. (1958).- Examen des possibilités d'emploi de diverses échelles pour la mesure du rang des charbons et propositions pour la délimitation des principaux stades de houillification. *Coll. Inter. de Pétrologie Appliquée des charbons*, Paris, 1957. Numéro spécial : *Industrie Minérale*, 15 juillet 1958.
- PILLEMENT P. (1982).- La houillification des formations carbonifères en Belgique. Sa place dans l'histoire sédimentaire et structurale varisque. Thèse 3e cycle, Univ. Marseille-Saint Jérôme, 220 p., 14 pl. h.t., 13 tabl., 99 fig.
- RAGOT J.P. (1977).- Contribution à l'étude de l'évolution des substances carbonatées dans les formations géologiques. Thèse de Docteur d'Etat de Géologie, Toulouse, 150 p., 46 fig., 38 tabl., 6 pl.

- ROBERT P. (1979).- Classification des matières organiques fossiles en fluorescence. Application aux roches-mères pétrolières. *Bull. centre Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, 3, 1, p. 223-263, 5 fig., 2 tabl., 6 pl.
- ROBERT P. (1980).- The optical evolution of Kerogen and geothermal histories applied to oil and gaz exploration. *In* : Keroge, Technip éd., Paris, p. 385-414, 6 fig.
- ROBERT P. (1985).- Histoire géothermique et diagenèse organique. *Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, 8, 345 p., 199 fig., 12 pl., 9 tabl.
- ROBERT P. (1985).- Le bassin stéphanien de Messeix-Singles (Puy de Dôme). Structuration, dynamique du remplissage, pétrographie (cinérites, argiles, anthracites). Thèse de 3^e cycle, Dijon, 221 p., 107 fig.
- ROBERT P., BERQUER C., COUREL L., KUBLER B. et ROBERT P. (1986).- Distorsions dans le bassin houiller de Messeix entre évolution de la diagenèse organique et de la diagenèse des minéraux argileux. Hypothèse sur les conditions de la houillification le long d'un segment du grand sillon houiller du Massif Central français. (A paraître).
- ROUZAUD J.N., OBERLIN A. et TRICHE J. (1980).- Interaction of Uranium and organic matter in uraniumiferous sediments. *Proc. 9th Meeting on Organic Geochemistry*, Newcastle Upon tyne, p. 505-516, 11 fig.
- STACH E., MACKOWSKY M.Th., TEICHMULLER M., TAYLOR G.H., CHANDRA D. et TEICHMULLER R. (1982).- Stach's Textbook of Coal Petrology third revised and enlarged edition 1982 by Begründer Borntraeeger Berlin, Stuttgart, 535 p., 159 fig.
- STADLER G. et TEICHMULLER M. (1971).- Die Umwandlung des Kohlen und die Diagenese des Ton- und Sandsteine in der Untertagebohrung 150 der Steinkohlenbergwerke Ibbenbüren. *Fortsch. Géol. Rheinl. Westfal.*, 18, p. 125-146.
- TEICHMULLER M. (1971).- Anwendung Kohlenpetrographischer Methoden bei der Erdöl und Endgaspropektion. *Erdötukohle*, R. F. A., 24, 2, p. 69-76, 6 fig.
- TEICHMULLER M. (1974).- Über neue Maceral der Liptinit Gruppe und die Entstehung von Micrinit. *Fortschr. Géol. Rheinl. Westfal.*, p. 37-64. Trad. P. ROBERT, B. R. G. M., n° 5 477.

- TEICHMULLER M. et TEICHMULLER R. (1966).- Geological causes of coalification. *Coal Science Adv. Chem. Ser.*, Washington D.C., 55, p. 133-155.
- TEICHMULLER M. et TEICHMULLER R. (1979).- Ein Inkohlungsprofil entlang der Linksrheinischen Geotraverse von Schleiden nach Aachen und die Inkohlung in der Nord-Süd-Zone der Eifel. *Fortschr. Geol. Rheinl. Westfal.*, Krefeld. 27, p. 323-355.
- TEICHMULLER M. et TEICHMULLER R. (1980).- A coalification section along a geotraverse west of the Rhine between Schleiden and Aachen. In : CLOSS *et al.*(Ed.) : *Mobile Earth, Internat. geodyn. Project* Boppard, p. 204-206.
- TRICOT J. et WERY A. (1959).- Relation de Hilt dans le bassin du Centre. *Bull. Technique de l'U. I. L.*, 87, 4.
- VALLE B. (1984).- Structuration du bassin de Blanzay (Saône et Loire). Dynamique du remplissage stéphanien et place du charbon. Tectonique précoce et tardive. Thèse 3e cycle, Univ. Dijon, 203 p., 109 fig.
- VANDENBERGHE A. (1967).- Géologie du bassin houiller stéphanien de Messeix (Puy de Dôme). Thèse, Univ. Paris. 1re thèse ronéot., 316 p., 26 fig., 27 pl. h. t.
- VANDENBERGHE A. (1967).- Paléontologie du terrain houiller des environs de Messeix (Puy de Dôme). Thèse, Univ. Paris. 2e thèse ronéot., 217 p., 123 fig., 25 tabl., 2 pl. h. t., 19 pl. ph.
- VAN GITZEL P. (1971).- Review of the UV fluorescence microphotometry of fresh and fossiles exines and exosporia. In : BROCKS J.D. *et al.* (Ed.) : *Sporopollenin*. Acad. Press, London, p. 659-685.
- VAN KREVELEN D.W. (1951).- Some chemical aspects of Coal genesis and coal structure. *C. R. 3e Cong. Géol. Strat. Carbonifère*, Heerlen, p. 359-368.
- VETTER P. (1971).- Le Carbonifère supérieur et le Permien du Massif Central. Symposium J. Jung : *Geologie, geomorphologie et structure profonde du Massif Central français*. *Plein Air Service* éd., Clermont-Ferrand, p. 169-213, 12 fig.
- WERY A. (1958).- Relation de Hilt et tectogenèse. *Bull. Technique de l'U. I. L.*, 4, p. 27-40.

ZEILLER R. (1906).- Bassin houiller et permien de Blanzky et du Creusot. *Et. des Gîtes Min. France*, Paris, fasc. 2, flore fossile, 265 p., 1 atlas, 51 pl.

Carte consultée : Carte géologique de la France et de la marge continentale (1980), à $1,5 \times 10^6$.

PLANCHES

PLANCHE I

Fig. 1.- Dispositif du four à plasma.

A : four ; B : pompe à vide ; C : alimentation en oxygène ;
C : manomètre à mercure.

Fig. 2.- Echantillon 3.1 : durée de l'attaque oxydante 16 minutes.

Cette figure représente une cuticule épaissie (c).

Fig. 3.- Echantillon 4.1 : durée de l'attaque oxydante 16 minutes.

On observe un exemple de sclérotinite (sc) dans laquelle on peut distinguer des structures concentriques.

Fig. 4.- Echantillon 5.1 : l'attaque au four à plasma a duré 2 minutes.

La collinite (co) se présente sous la forme d'un banc homogène, de teinte grise, identique à une collinite non attaquée.

Fig. 5.- Echantillon 5.3 : la durée d'attaque au four à plasma (4 minutes)

n'est pas encore suffisante pour faire apparaître une structure dans la collinite (co).

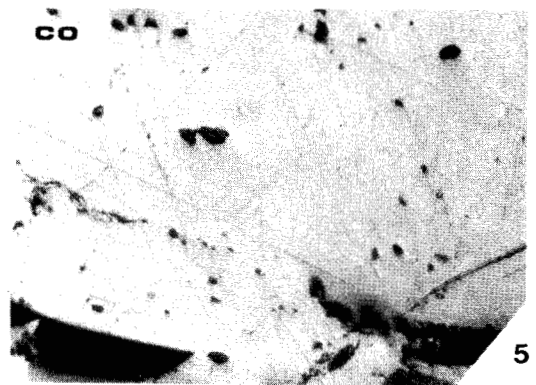
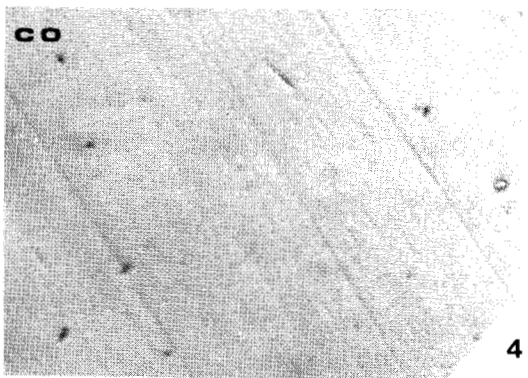
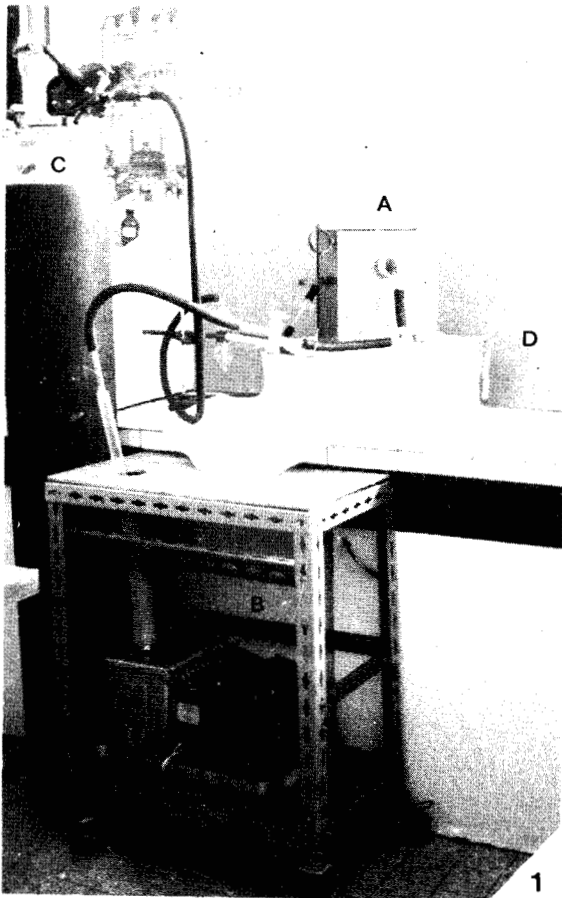


PLANCHE II

Toutes les figures ci-contre représentent des échantillons attaqués au four à plasma pendant un temps plus ou moins long noté entre parenthèses.

Fig. 1.- Echantillon 5.4 (6 minutes).

Dans certains lits de collinite, on remarque l'apparition de contours cellulaires.

Fig. 2.- Echantillon 5.5 (8 minutes).

Les contours cellulaires sont nettement visibles, l'agencement des cellules rappelle celui d'un tissu de type xylème (x). En haut de la figure, il existe un banc, de teinte identique à la collinite, correspondant à la "télinite" dans lequel on n'observe aucune structure mis à part un très grand nombre de "trous".
Au centre, on remarque une microspore (msp).

Fig. 3.- Echantillon 10.4 (16 minutes).

Cet échantillon présentait de très larges bancs de xylème ; à ce stade de l'attaque, les contours cellulaires commencent à se dégrader.

Fig. 4.- Echantillon 5.4 (6 minutes).

Dans la collinite, on voit apparaître des zones plus sensibles à l'oxydation qui correspondent à de la gelocollinite (g).

Fig. 5.- Echantillon 5.10 (16 minutes).

La gelocollinite est totalement oxydée ; on y trouve une cuticule (c) épaissie ainsi que des microspores (msp).

Fig. 6.- Echantillon 5.12 (20 minutes).

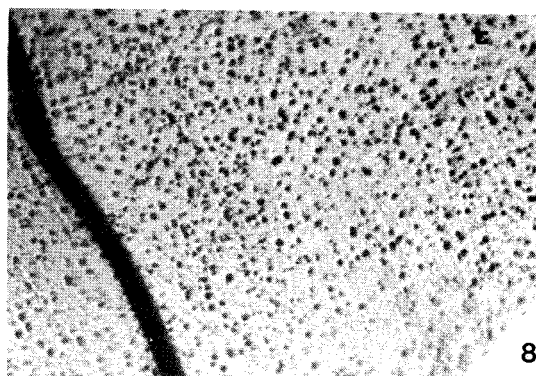
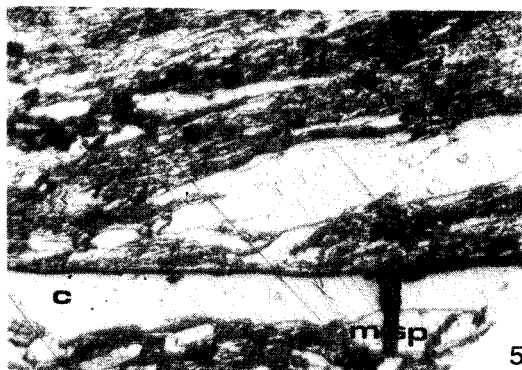
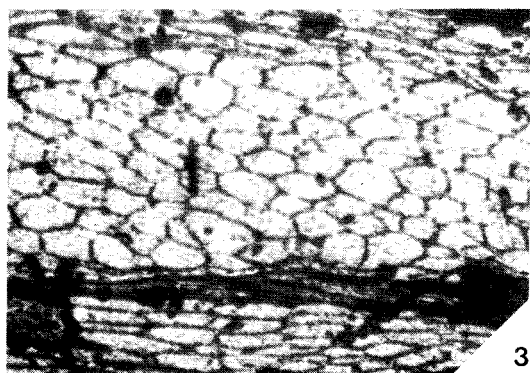
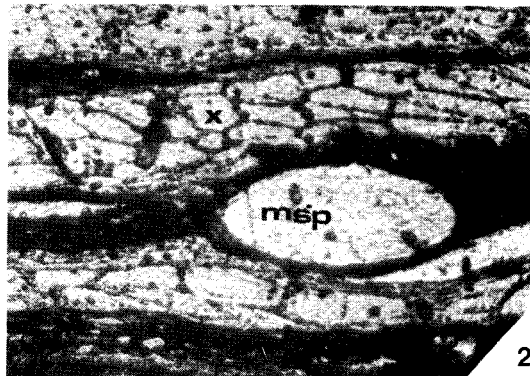
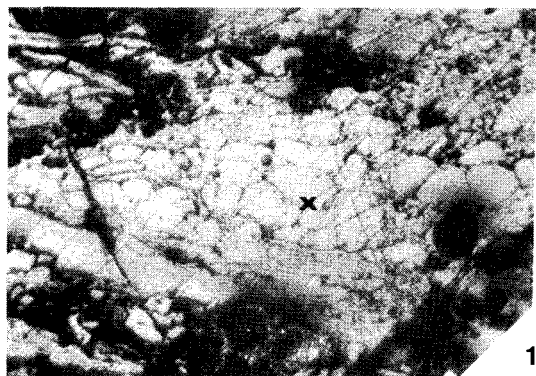
La gelocollinite, totalement oxydée, contient encore des éléments figurés tels que cette macrospore (Msp) qui commence, elle aussi, à se détruire.

Fig. 7.- Echantillon 5.15 (24 minutes).

Il n'est plus possible de reconnaître les éléments contenus dans la gelocollinite.

Fig. 8.- Echantillon 5.3 (4 minutes).

La "télinite" n'est pas transformée par cette attaque ; elle est constituée d'un grand nombre de petits vides cellulaires.



0.1 μ

PLANCHE III

Fig. 1.- Echantillon 5.5 (8 minutes).

La "télinite" présente de plus en plus de vides cellulaires.

Fig. 2.- Echantillon 5.6 (10 minutes).

Le bas de la figure montre que la "télinite" est formée d'un réseau de très petites cellules rappelant la structure d'un tissu parenchymateux.

Fig. 3 et 4.- Echantillons 3.10 et 9.3 (16 minutes).

Ces échantillons sont constitués essentiellement de tissus parenchymateux.

Fig. 5.- Echantillon 5.6 (partie protégée de l'échantillon).

Structure étoilée qui correspond à de la fusinite.

Fig. 6.- Echantillon 5.6 (10 minutes).

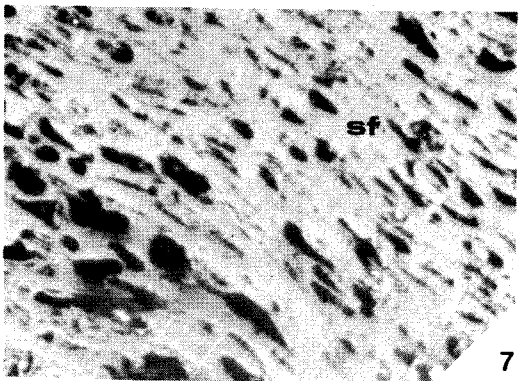
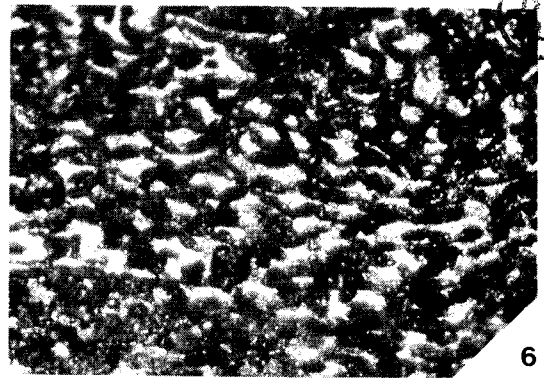
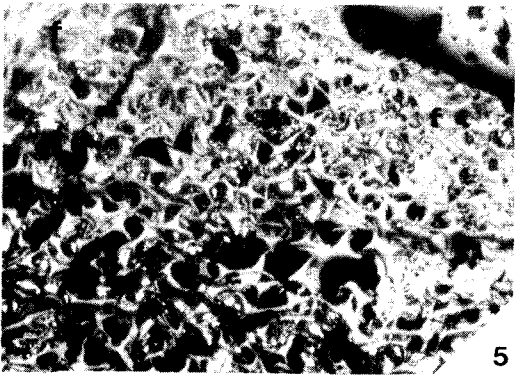
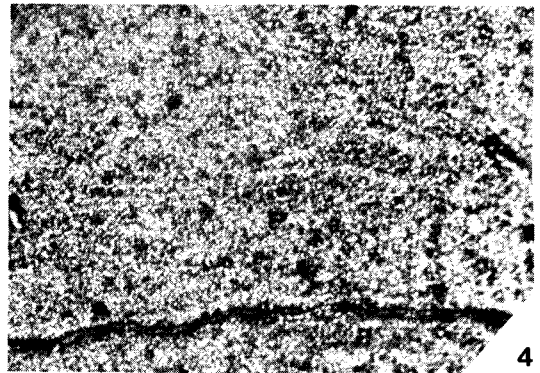
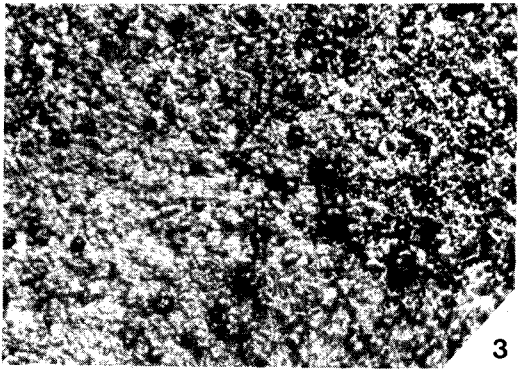
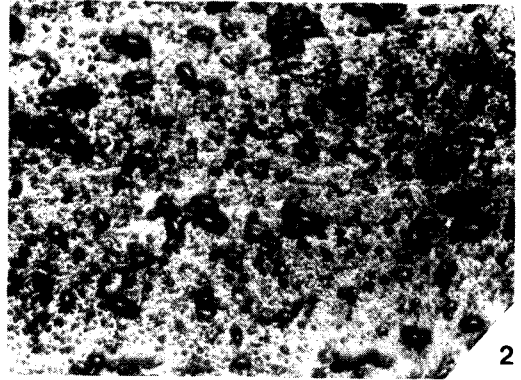
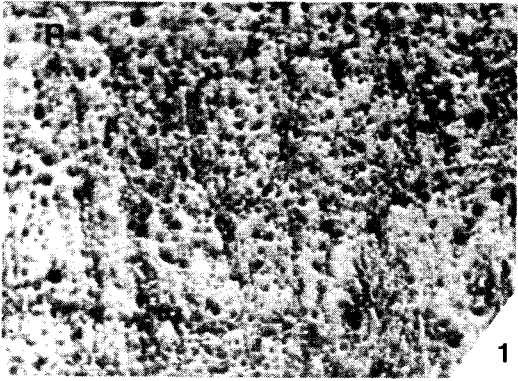
La fusinite (f) est sensible à l'attaque oxydante et elle se détériore rapidement.

Fig. 7.- Echantillon 5.12 (partie protégée de l'échantillon).

Semifusinite (sf) en abondance.

Fig. 8.- Echantillon 5.12 (20 minutes).

On observe que le banc de semifusinite commence seulement à se détériorer.



0.1 μ

ANNEXE I

ANNEXE I

Les macéraux représentent les constituants élémentaires, microscopiques des charbons. Un macéral, à l'opposé du minéral qui reste stable (sauf dans le cas du métamorphisme), voit sa composition chimique se transformer au cours de la carbonification ; il évolue donc avec le rang. On définit les macéraux en lumière réfléchie. Ils se caractérisent principalement par leur pouvoir réfléchissant.

A) GROUPES DE MACÉRAUX ET MACÉRAUX

On distingue en lumière réfléchie, trois groupes de macéraux selon leur réflectance :

- les inertinites très réfléchissantes ;
- les exinites pas ou peu réfléchissantes ;
- les vitrinites à réflectance moyenne.

Il ne faut pourtant pas oublier que cette réflectance varie avec le rang. Dans les charbons de haut rang par exemple, la vitrinite peut être plus réfléchissante que l'inertinite.

1) Groupe de la vitrinite

Ce terme est employé dans le cas des charbons ; lorsque l'on a affaire à des lignites, on utilise le terme d'humite.

Dans les charbons, on distingue deux grands types de vitrinite selon que l'on observe ou non des structures végétales.

a) La télinite

Ce macéral dérive essentiellement de parenchyme. Au microscope par réflexion, elle se caractérise par une réflectance moyenne, les contours cellulaires sont plus ou moins réguliers, les cellules peuvent être rectangulaires à circulaires, le vide cellulaire est rempli soit de collinite,

soit de résinite, soit de fluorinite.

b) La collinite

Au microscope par réflexion, ce macéral ne présente aucune structure ; il est homogène et sa réflectance est moyenne. La collinite correspond :

- à un gel pur appelé alors gelocollinite ; il cimente les différents macéraux ;
- à des corpuscules ovales que l'on appelle corpcollinites ; ils dérivent de résinites oxydées ou plus souvent de tannins ;
- à un agrégat de fines particules, dont la composition originelle est cellulosique, que l'on nomme desmocollinite.

2) Groupe de l'inertinite

En lumière réfléchie, ce groupe présente une très forte réflectance qui n'évolue que très peu au cours de la carbonification. Son nom provient du fait que les éléments appartenant à ce groupe sont totalement inertes lors de la cockéfaction.

a) La fusinite

Au microscope par réflexion, ce macéral présente une teinte blanche. Il se caractérise par un fort relief, une grande dureté et des structures cellulaires très bien conservées de forme géométrique.

On distingue quatre types de fusinite :

- la fusinite primaire ;
- la pyrofusinite ;
- la dégradofusinite ;
- la fusinite de "rang".

b) La semifusinite

Ses structures cellulaires sont moins bien conservées que celles de

la fusinite. Sa réflectance est intermédiaire entre celle de la vitrinite et de la fusinite. Sa dureté, sa densité et surtout son inertie à la cockéfaction la rattachent aux inertinites.

c) La sclérotinite

Elle dérive soit de sclérotos ou d'hyphes de champignons, soit de l'oxydation de gouttelettes de résine d'où une morphologie très diversifiée.

Sa réflectance reste quasi constante au cours de la carbonification. En lumière transmise, elle est de teinte brun-rouge.

d) La micrinite

Elle est constituée de petites particules anguleuses ou arrondies. Selon la dimension de ces grains on distingue une micrinite fine (quelques microns) et une micrinite massive (plusieurs dizaines de microns).

Au microscope par réflexion, ce macéral a la même réflectance que celle de la fusinite.

e) La macrinite

C'est une inertinite sans structure. On la trouve souvent associée aux exinites ou à la semifusinite.

3) Groupe de l'exinite

Ce groupe se différencie des groupes précédents car il est constitué de macéraux présentant une fluorescence. Celle-ci évolue avec la carbonification et disparaît totalement lorsque le charbon a atteint le rang des houilles grasses. A ce rang, les exinites subissent en effet des transformations et en particulier elles voient leur réflectance augmenter pour atteindre celle des vitrinites.

a) La cutinite

Ce macéral s'est formé à partir de cuticules de feuilles. En lumière réfléchie, la cutinite est de teinte sombre ; elle se présente souvent sous forme de filament plus ou moins épais dont le bord interne est très souvent denticulé. En lumière transmise, elle présente une teinte jaune clair. En

lumière bleue, sa fluorescence varie du vert au jaune dans les charbons de faible rang et du jaune-orangé au rouge dans les charbons un peu plus évolués.

b) La fluorinite

Macéral récemment décrit par M. TEICHMULLER (1974). On le trouve très souvent associé à la cutinite. En lumière transmise, la fluorinite est transparente ; en lumière réfléchie, on la confond généralement à des vides dans la préparation. En lumière bleue, ce macéral présente une très forte fluorescence qui évolue du vert au jaune vif. Dans des charbons à 1 % de pouvoir réflecteur, la fluorinite disparaît totalement sans laisser de résidus.

c) La résinite

Ce macéral provient de sécrétion végétale. On trouve la résinite soit en imprégnations diffuses, soit en amas isolés, soit en remplissage de vides cellulaires.

En lumière transmise, elle est jaune à jaune-rougeâtre ; en lumière réfléchie, elle est de teinte gris foncé ; en lumière bleue, elle présente une fluorescence qui évolue du vert dans les lignites tendres au rouge dans les houilles grasses. Dans les rangs élevés, elle se confond à la vitrinite.

d) Les sporinites

Elles proviennent des organes reproducteurs des plantes supérieures. Selon leur taille, on distingue les mégasporinites, qui dépassent 0,2 mm, et les microsporinites, de 10 à 200 microns.

En lumière transmise, les sporinites sont jaunes à brun dorés dans les lignites, rougeâtres dans les houilles grasses, opaques dans les charbons plus évolués.

En lumière réfléchie, la teinte des sporinites évolue du brun sombre dans les lignites puis elle devient de plus en plus réfléchissante pour atteindre la teinte de la vitrinite dans les charbons évolués.

En lumière bleue, la fluorescence des sporinites varie du vert, pour les tourbes, au jaune pour les lignites et au brun pour les houilles grasses.

Les charbons, très riches en sporinites, sont appelés cannel-coals.

e) L'alginite

Ce macéral est constitué d'algues microscopiques fossiles. Elles présentent des teintes variables en lumière transmise, en lumière réfléchie ou en lumière bleue, selon qu'elles soient d'origine marine, lacustre ou lagunaire.

Les charbons riches en alginites sont appelés bog-heads.

f) La terpénite

Ce macéral a été défini par P. ROBERT (1979). Il correspond à des sécrétions foliaires. On trouve la terpénite soit comme remplissage de vide cellulaire, soit sous forme d'écoulement fluide ayant rempli tout l'espace vide des parenchymes de feuilles ou de tiges.

En lumière transmise, la terpénite est transparente ; en lumière réfléchie, elle est sombre non réfléchissante. En lumière bleue, sa fluorescence est de teinte très vive, dans les jaune - jaune-orangé.

La terpénite disparaît totalement lorsque le charbon atteint un pouvoir réflecteur de 1 %.

g) La bituminite

Elle a été définie par M. TEICHMULLER (1974). C'est un macéral sans forme propre.

En lumière transmise, la bituminite est de teinte rouge sombre. En lumière réfléchie, elle présente une réflectance intermédiaire entre les exinites et la vitrinite.

En lumière bleue, sa fluorescence est de teinte brune à rouille vibrant à l'orangé-jaune selon le temps d'exposition à cette lumière.

On connaît les bituminites dans les lignites mais jusqu'ici, elles n'ont pas été observées dans les houilles.

h) L'exsudatinite

Elle dérive d'une transformation secondaire de divers macéraux et on la trouve en remplissage de fissures, de pores, d'espaces vides.

Ce macéral n'apparaît que dans les lignites brillants. Il est caractérisé par une fluorescence variable allant des teintes rouge sombre aux teintes jaune clair.

B) ECHANTILLON MOYEN

Les échantillons moyens sont utilisés soit pour déterminer la composition macérale d'un charbon, soit dans le cas de charbons très friables pour mesurer leur pouvoir réflecteur.

La préparation de ces échantillons moyens se fait suivant des normes précises, préconisées par le Comité International de Pétrographie des charbons (I. C. C. P., 1971).

On débite dans un premier temps le charbon au marteau puis on broie les morceaux de manière aussi ménagée que possible en utilisant pour cela soit un rouleau cylindrique manuel, soit un concasseur à cylindre réglable. On passe ensuite la poudre ainsi obtenue dans un tamis dont les mailles sont de 800 μm .

On homogénéise le broyat en le mélangeant sur une feuille de papier dont on soulève alternativement les coins.

Cette poudre est ensuite versée dans un moule cylindrique et enrobée dans une résine à froid. Après 24 heures, il est possible de scier longitudinalement le cylindre obtenu en deux parties égales : une partie est mise en réserve, l'autre partie est polie.

Le polissage s'effectue en plusieurs temps. Tout d'abord, on procède à un dégrossissage sur papiers émeris à grains de taille décroissante : 180 A, 240 A, 400 A, 600 A. Puis on passe au polissage préparatoire grâce à une potée d'opticien (alumine 3 μm) déposée sur un verre dépoli. On effectue ensuite un premier polissage sur un disque tournant garni d'un drap de billard enduit d'oxyde de chrome et enfin, on termine le polissage sur un disque tournant recouvert d'un drap de coton enduit d'alumine 200 Å.

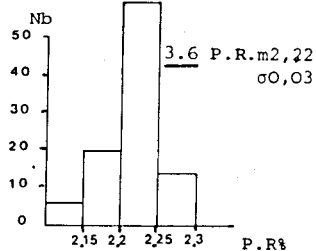
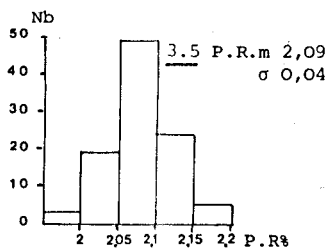
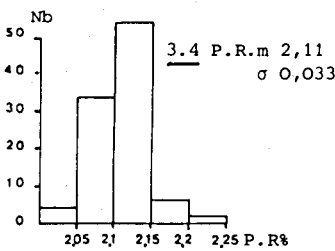
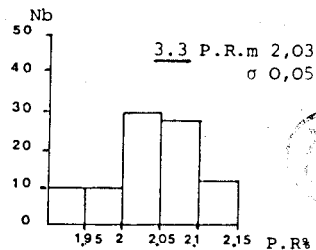
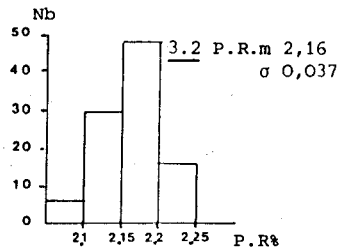
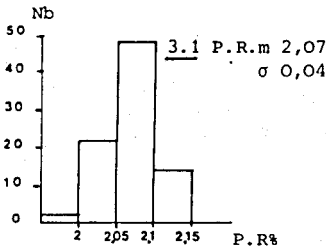
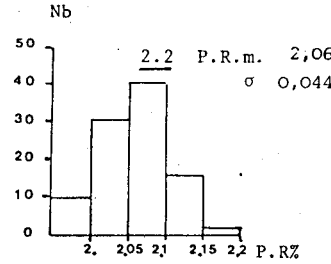
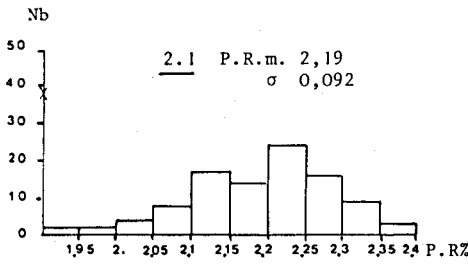
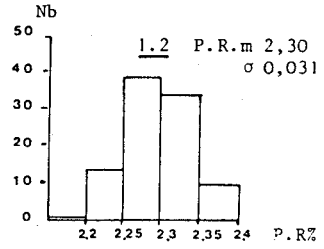
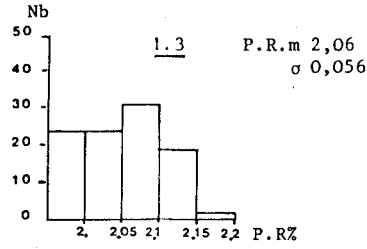
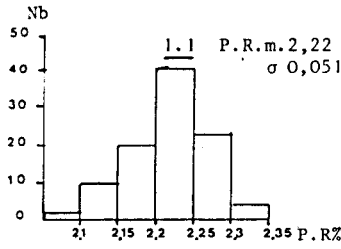
C) DEFINITION DU GORE

Ce terme est très souvent employé dans le Massif Central pour désigner des tonsteins d'origine volcano-sédimentaire mixte (A. BOUROZ *et al.*, 1969).

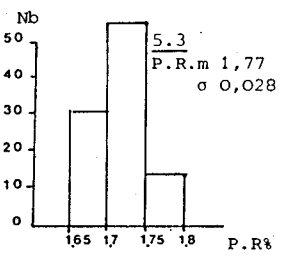
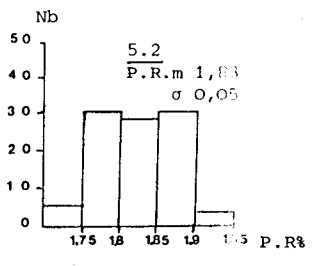
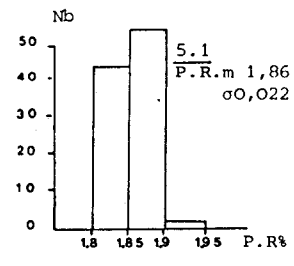
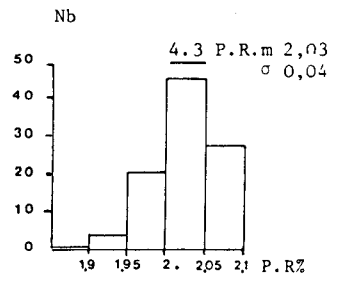
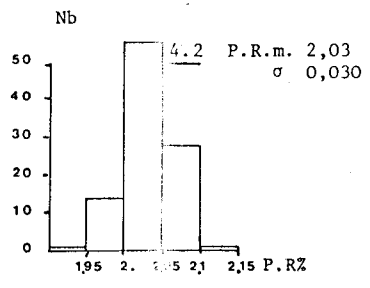
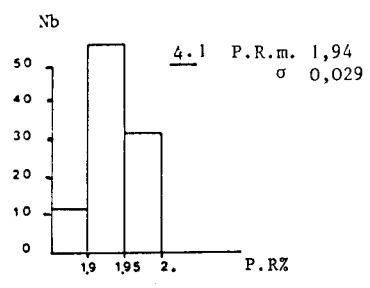
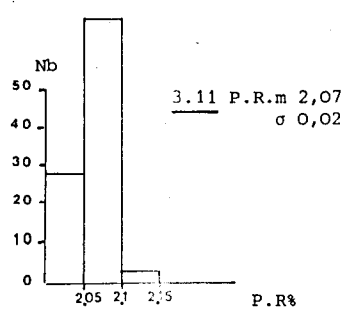
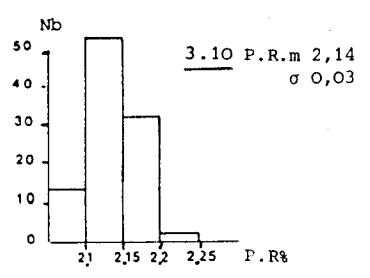
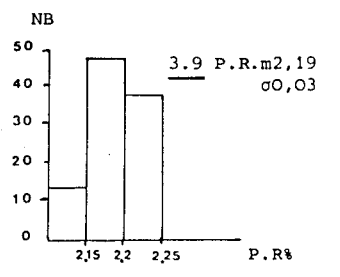
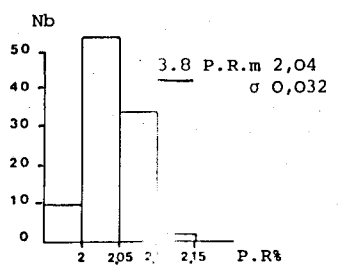
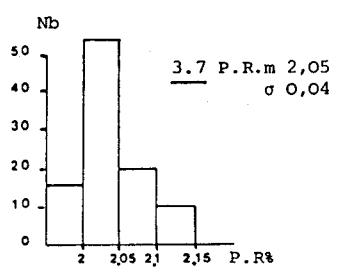
ANNEXE II

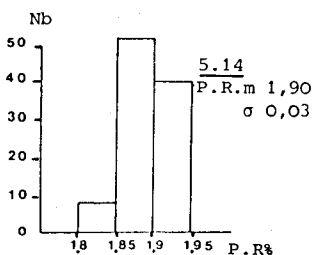
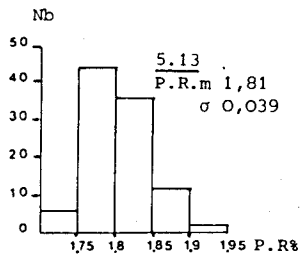
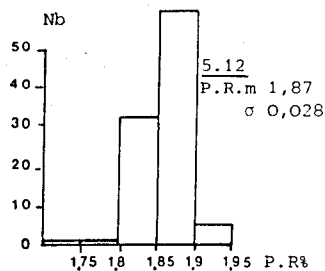
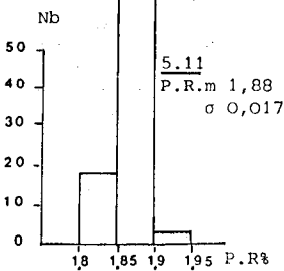
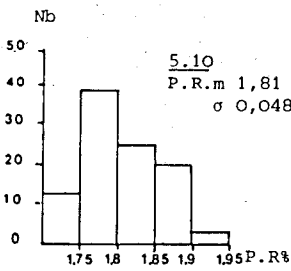
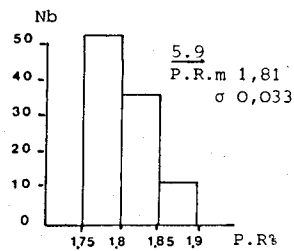
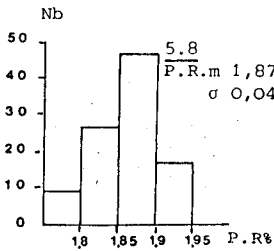
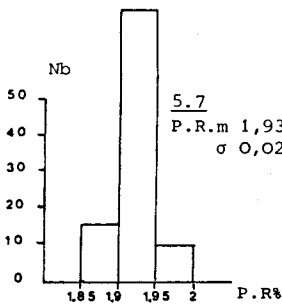
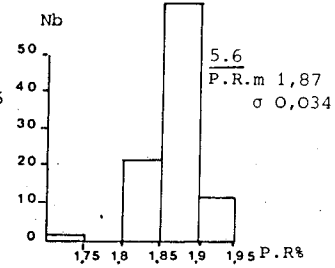
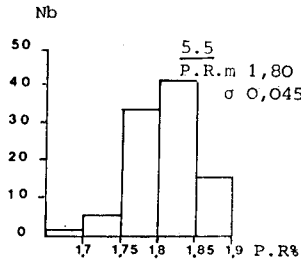
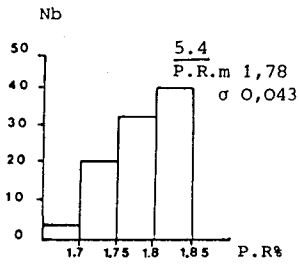
HISTOGRAMMES :

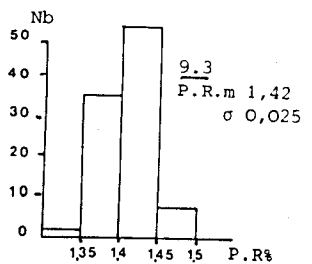
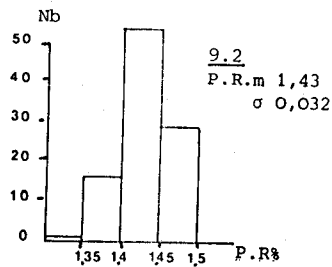
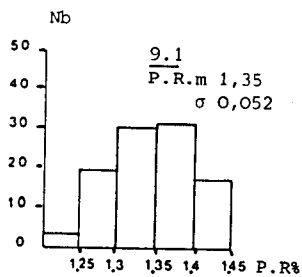
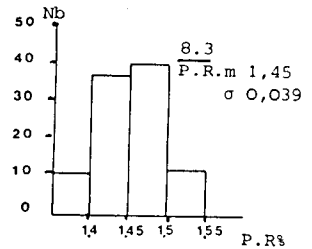
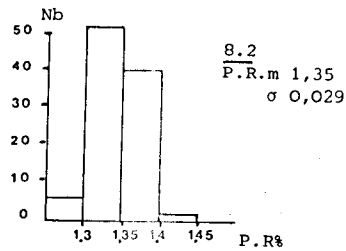
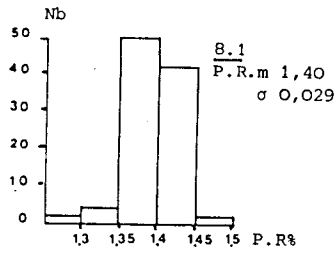
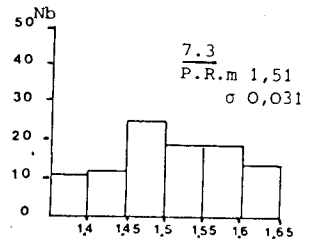
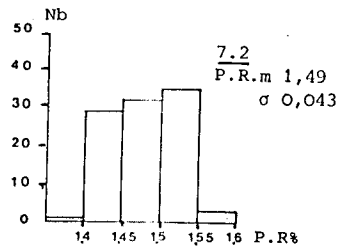
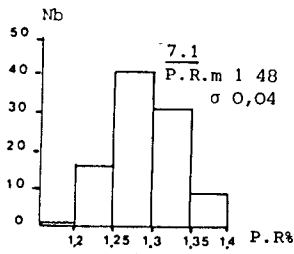
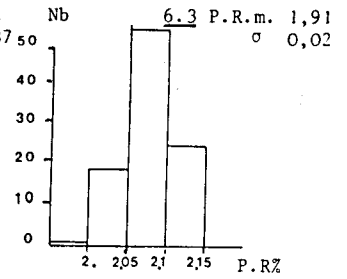
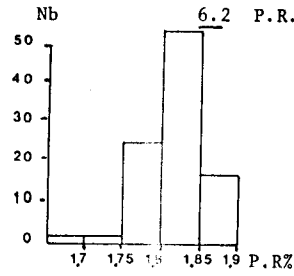
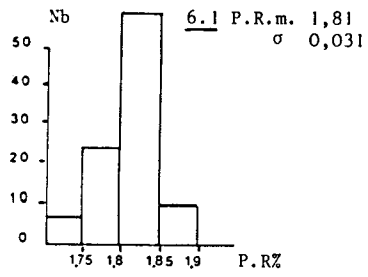
ECHANTILLONS DE BLANZY-MONTCEAU

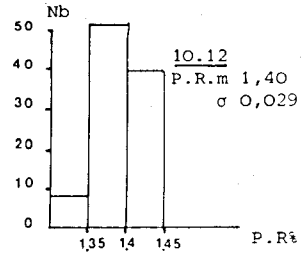
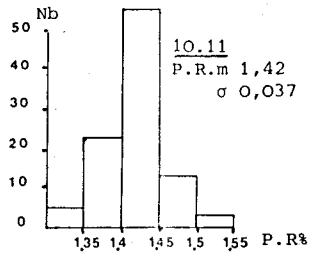
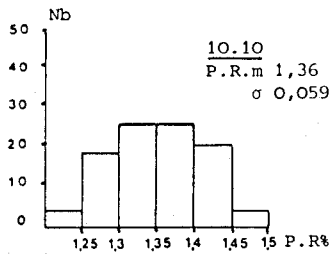
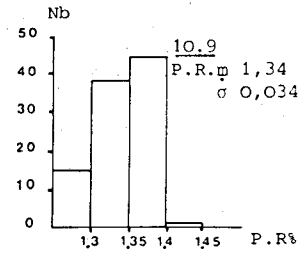
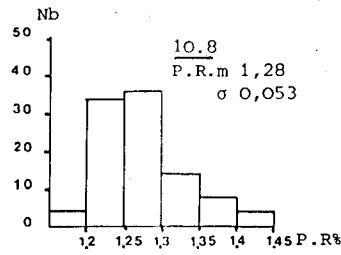
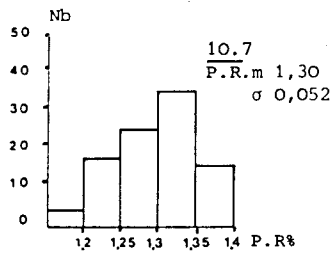
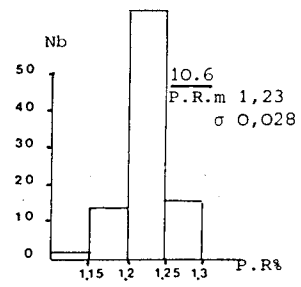
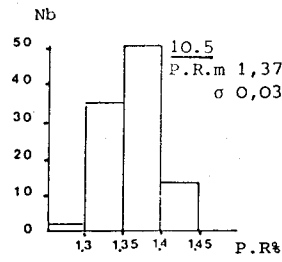
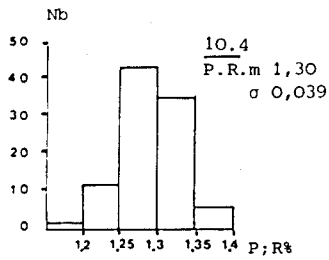
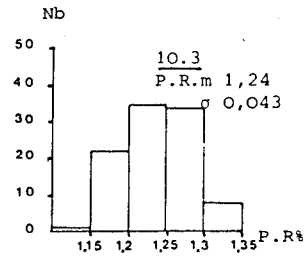
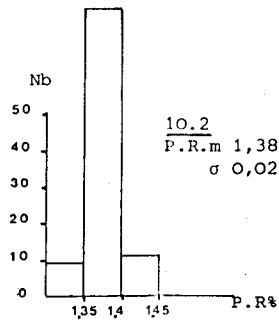
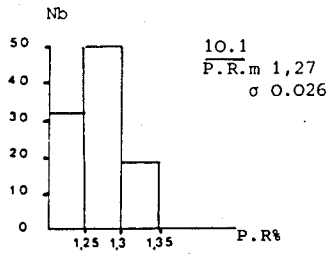


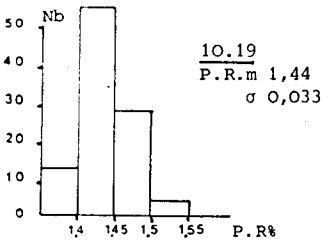
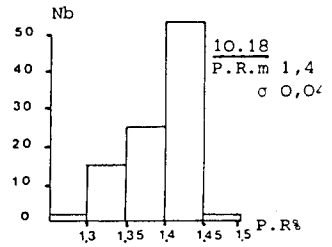
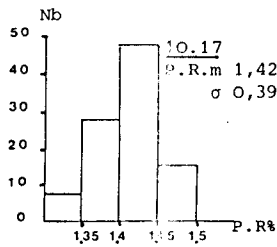
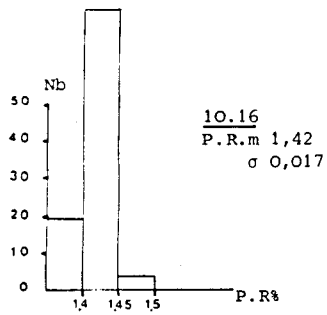
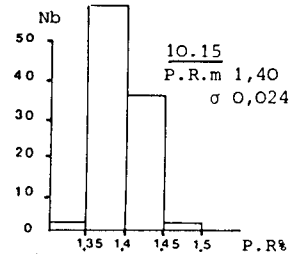
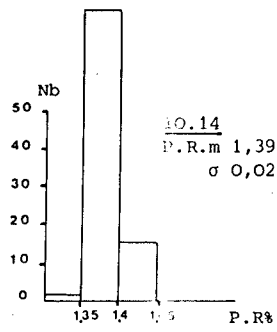
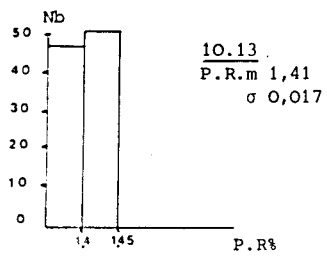
Nb: nombre de mesures; P.R.m.: pouvoir réflecteur moyen;
 σ : écart type.





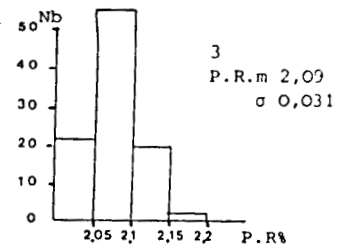
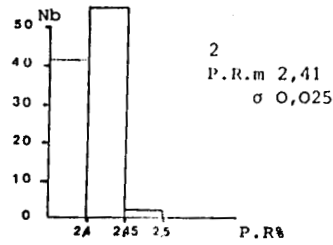
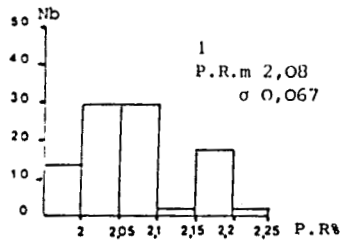




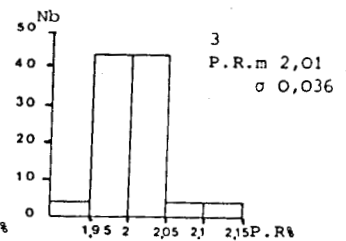
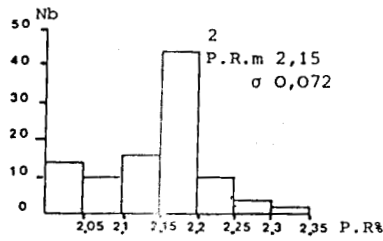
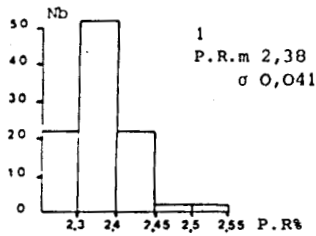


HISTOGRAMMES :

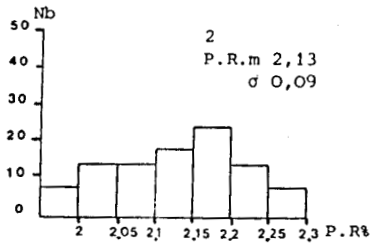
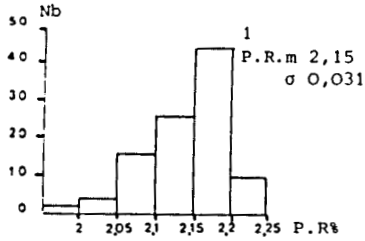
ECHANTILLONS DE MESSEIX



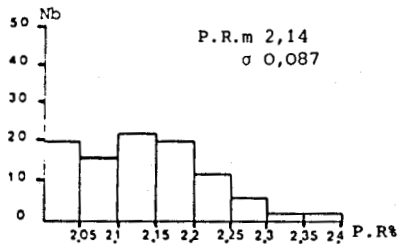
Réflectogrammes des échantillons prélevés couche Intermédiaire, dans le T.B.1750, flanc Ouest du synclinal.



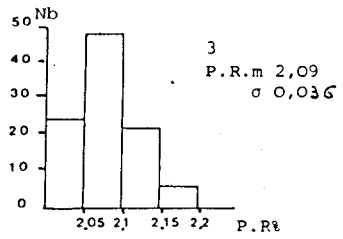
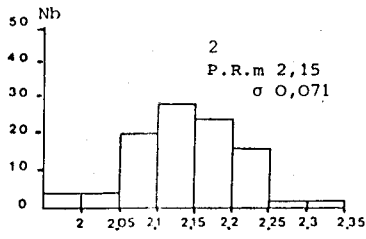
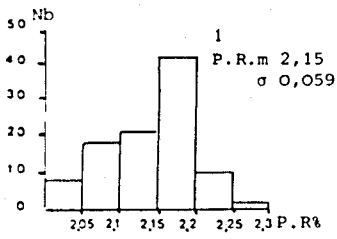
Réflectogrammes des échantillons prélevés couche Sainte-barbe, banc moyen, dans le T.B.1750, flanc Ouest du synclinal.



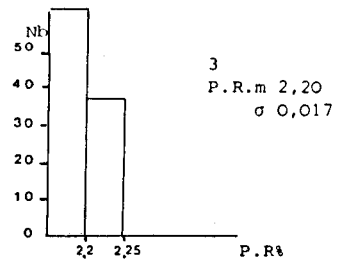
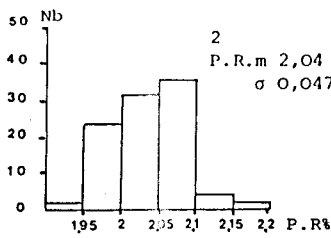
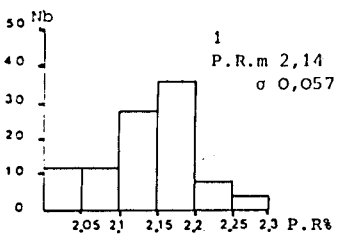
Réflectogrammes des échantillons prélevés couche Saint-philippe, dans le T.B.1750, flanc Ouest du synclinal.



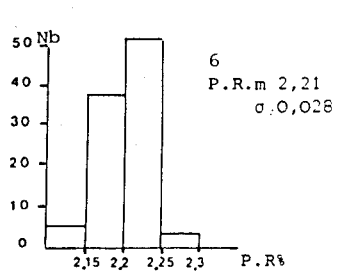
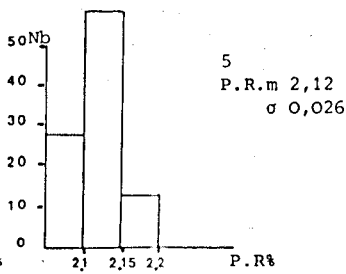
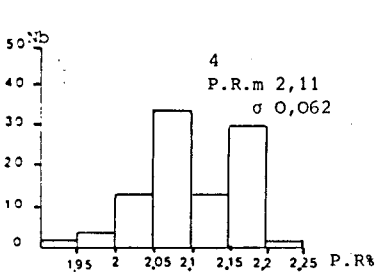
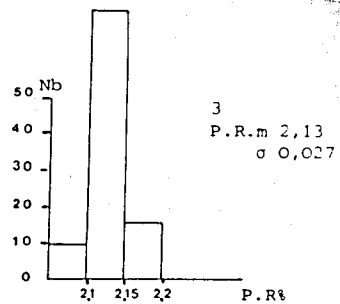
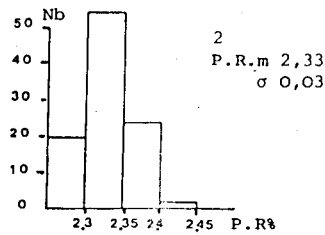
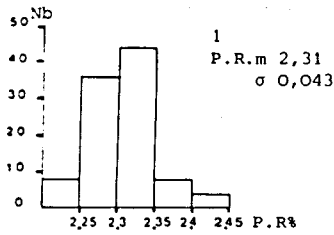
Réflectogramme de l'échantillon prélevé couche Saint-Philippe, dans le T.B.1750, coeur du synclinal.



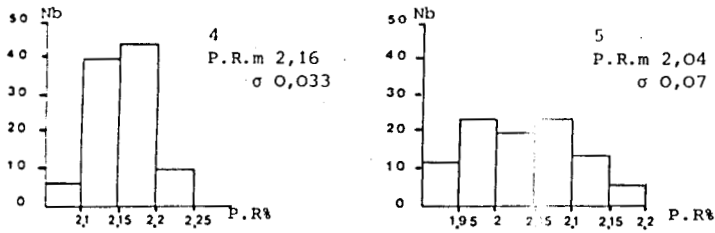
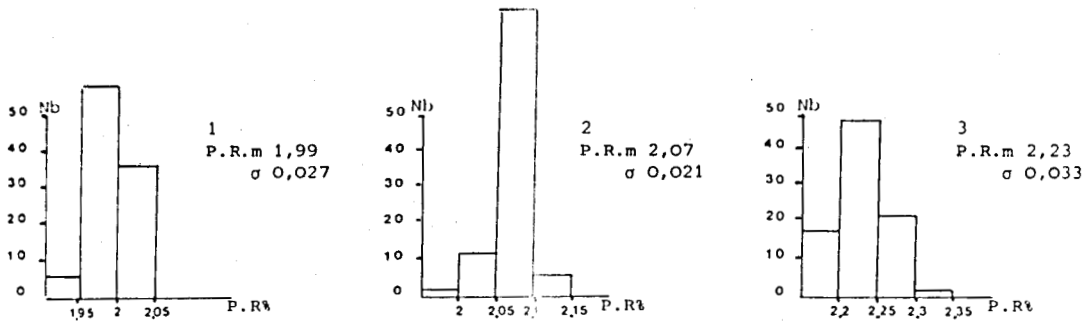
Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Sainte-Barbe, banc moyen, dans le T.B. 1750, flanc Est du synclinal.



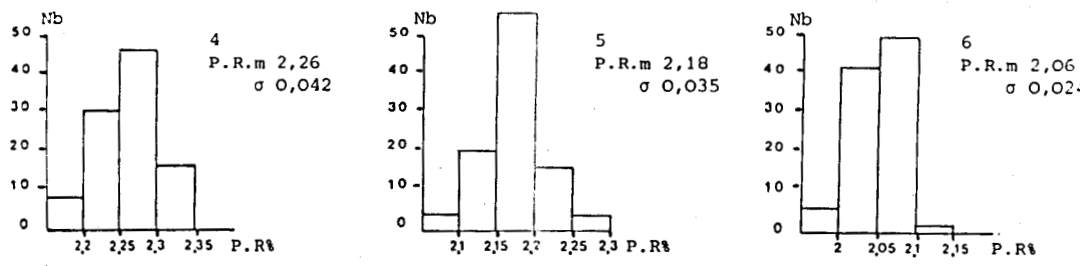
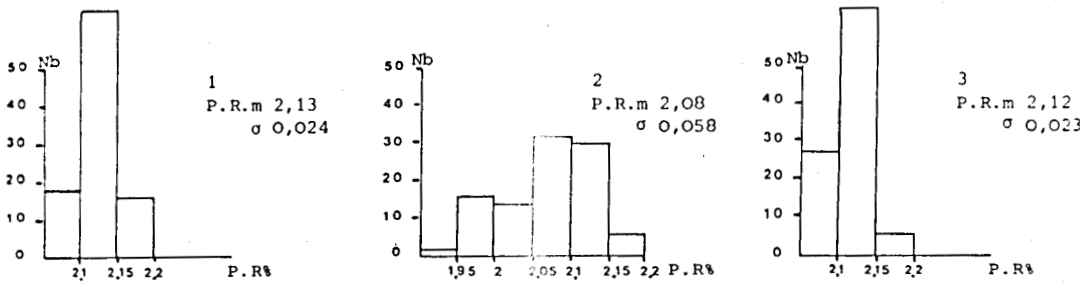
Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Sainte-Barbe, banc du mur, dans le T.B.1750, flanc Est du synclinal.

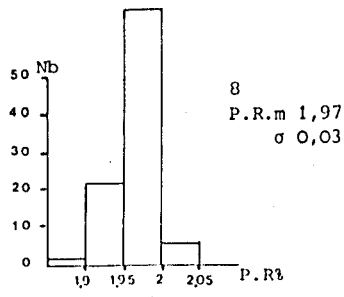
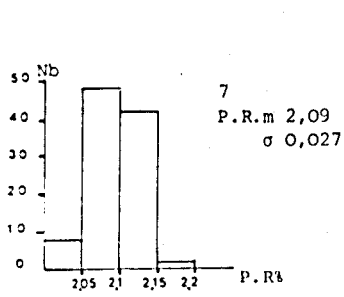


Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Amélie, dans le traçage 41 à 495m vers le Nord à partir de l'entrée du T.B.4..

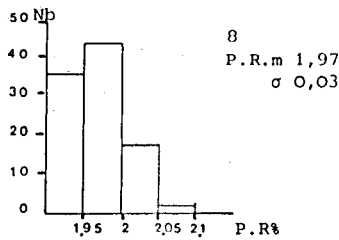
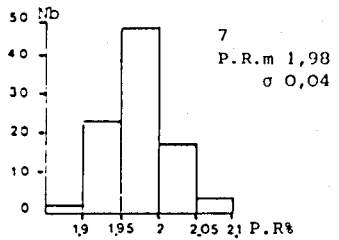
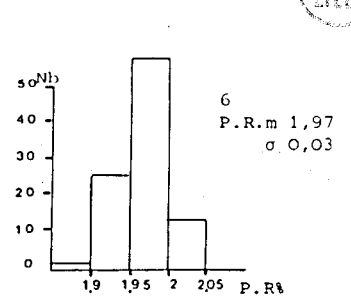
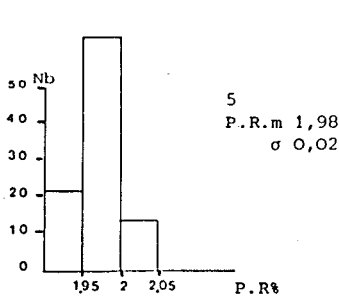
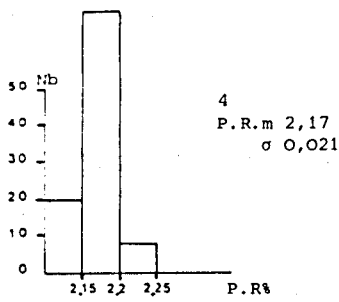
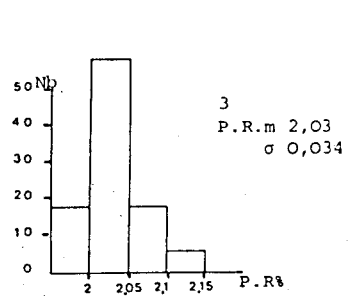
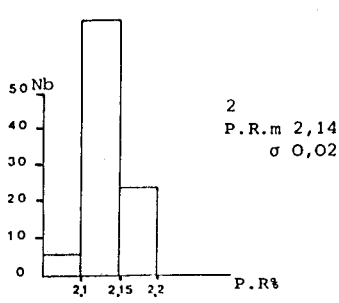
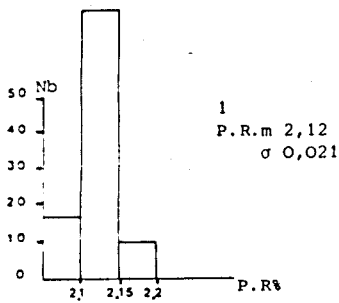


Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Amélie, dans le traçage 42 à 124,50m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.4.

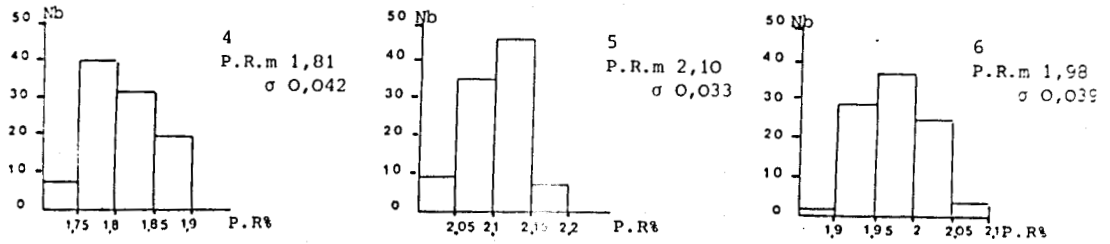
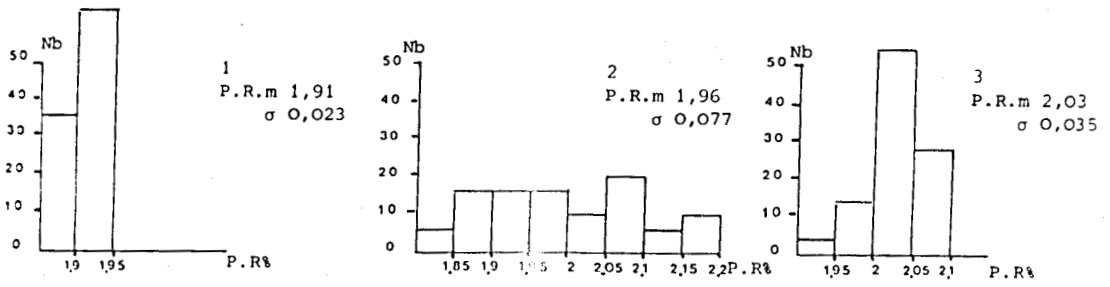




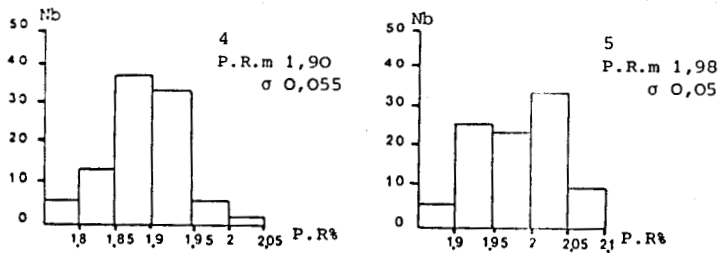
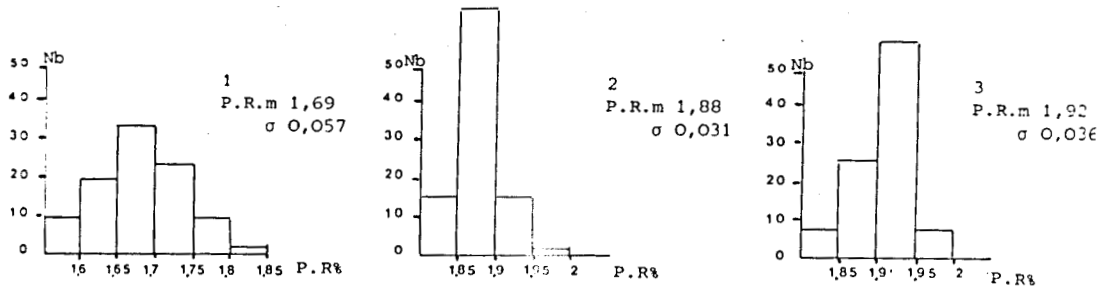
Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Amélie, dans le traçage 42 à 147m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.4.



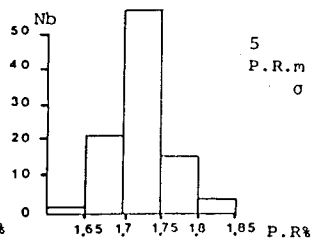
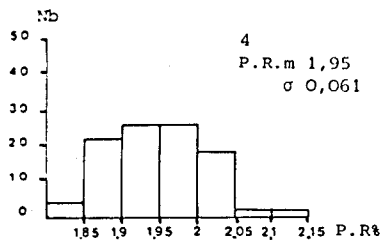
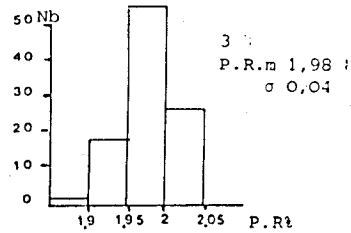
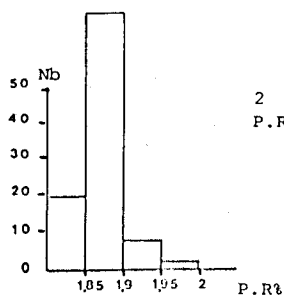
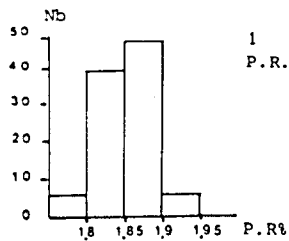
Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Amélie, dans le traçage 42 à 175m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.4.



Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Amélie, dans le traçage 32 à 190m vers le Sud de l'entrée du T.B.3.



Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Amélie, dans le traçage 32 à 212m vers le Sud à partir de l'entrée du T.B.3.



Réfectogrammes des échantillons prélevés couche Amélie, dans le traçage 32 à 224m vers le Sud de l'entrée du T.B.3.



TABLE DES MATIERES
ET
LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1.- Les principaux bassins permo-carbonifères du Massif Central français (d'après P. VETTER, 1971).
- Fig. 2.- Evolution diagénétique des macéraux (d'après B. ALPERN, 1970 : modifiée).
- Fig. 3.- Evolution de la dispersion du pouvoir réflecteur (σ P. R.) en fonction du rang (d'après R. NOEL, 1976).
- Fig. 4.- Relations entre le pouvoir réflecteur moyen de la vitrinite et les paramètres chimiques de rang (d'après M. TEICHMULLER, 1971).
- Fig. 5.- Extrait de la carte géologique de la France et de la marge continentale à $1,5 \times 10^6$: secteur de Blanzay.
- Fig. 6.- Situation du bassin de Blanzay (d'après R. FEYS et Ch. GREBER, 1958).
- Fig. 7.- Bassins de Blanzay et du Creusot (d'après R. FEYS et Ch. GREBER, 1958).
- Fig. 8.- Coupe transversale schématique du fossé stéphanien-permien de Blanzay (d'après B. VALLE, 1984).
- Fig. 9.- Coupe synthétique du Stéphanien B de Blanzay-Montceau.
- Fig. 10.- Coupe synthétique du Stéphanien C et Permien de Blanzay-Montceau.
- Fig. 11.- Organisation des paléoenvironnements de l'assise de Montceau (d'après B. VALLE, 1984 : modifiée).
- Fig. 12.- Lentilles de grès à matrice interstratifiées dans la couche de charbon : découverte de Sainte-Hélène (d'après M. BRANCHET *et al.*, 1979).
- Fig. 13.- Répartition des faciès dans l'assise de Montceau (d'après B. VALLE, 1984 : modifiée).
- Fig. 14.- Représentation du bassin de Blanzay (d'après R. FEYS et Ch. GREBER, 1958).
- Fig. 15.- Bassin de Blanzay ; schéma structural et position des coupes (d'après M. BRANCHET, 1982).
- Fig. 16.- Gisement de Blanzay ; coupe transversale NW-SE (d'après M. BRANCHET, 1982).
- Fig. 17.- Evolution structurale post-stéphanienne de Blanzay (d'après B. VALLE, 1984).
- Fig. 18.- Bassin de Blanzay : zone exploitée (d'après M. BRANCHET, 1982).
- Fig. 19.- Nature du toit et du mur de la 2e couche (simplifiée).
- Fig. 20.- Localisation des sites de prélèvements au puits Rozelay Sud.
- Fig. 21.- Localisation des sites de prélèvements dans la taille 66 à la cote - 320).
- Fig. 22.- Variations d'épaisseur de la couverture au puits Rozelay Sud.
- Fig. 23.- Coupe a : variation d'épaisseur de la couverture d'Est en Ouest.
Coupe b : variation d'épaisseur de la couverture du NNW au SSE.
- Fig. 24.- Variation d'épaisseur de la formation carbonneuse.

- Fig. 25.- Zones d'accumulation du charbon.
- Fig. 26.- Variations des matières volatiles au puits Rozelay Sud.
- Fig. 27.- Variations des matières volatiles en fonction de la profondeur au puits Rozelay Sud.
- Fig. 28.- Evolution des matières volatiles au puits Rozelay Sud.
- Fig. 29.- Diagrammes horizontaux en groupes de macéraux des échantillons des sites III, V et X.
- Fig. 30.- Variations de la composition pétrographique des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud : après attaque au four à plasma.
- Fig. 31.- Variations du pouvoir réflecteur moyen au puits Rozelay Sud.
- Fig. 32.- Classification française des charbons (d'après B. ALPERN, 1969).
- Fig. 33.- Evolution du pouvoir réflecteur maximum en fonction du pouvoir réflecteur minimum des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud.
- Fig. 34.- Ovaloïde de réflectance de la vitrinite des charbons (uniaxe négatif) (d'après J.P. RAGOT, 1977).
- Fig. 35.- Relation entre le pouvoir réflecteur maximal et la biréflexance (P. R. max. - P. R. min.) de la vitrinite (*in* Coals Pétrologie, 1982 : modifiée).
- Fig. 36.- Evolution du pouvoir réflecteur maximal en fonction de la biréflexance (P. R. max. - P. R. min.). Charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud.
- Fig. 37.- Evolution du rapport d'anisotropie ρ de la vitrinite d'une série de charbons "courants" en fonction de la réflectance moyenne (d'après J.P. RAGOT, 1977).
- Fig. 38.- Evolution du rapport d'anisotropie ρ de la vitrinite des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud en fonction du pouvoir réflecteur moyen.
- Fig. 39.- Evolution du P. R. m. en fonction de la composition pétrographique.
a : en fonction du % de vitrinite contenu dans les échantillons ;
b : en fonction du % d'inertinite contenu dans les échantillons.
- Fig. 40.- Sondage LOOS 5 ; évolution du pouvoir réflecteur maximal (E. MERIAUX, 1964 : modifiée).
- Fig. 41.- Evolution du pouvoir réflecteur moyen en fonction de la profondeur. Résultats obtenus de 35 sondages profonds allemands (E. STACH *et al.*, 1982).
- Fig. 42.- Variation du pouvoir réflecteur moyen des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud en fonction de la profondeur.
- Fig. 43.- Variation du pouvoir réflecteur moyen des charbons de la 2e couche dans les sites III, V et X au puits Rozelay Sud.
- Fig. 44.- Variation du pouvoir réflecteur moyen des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud. Résultats des échantillons prélevés au-dessus du gore supérieur.
- Fig. 45.- Position des bassins : par leur pouvoir réflecteur moyen ; par leurs matières volatiles (B. ALPERN, 1969).

- Fig. 46.- Evolution du pouvoir réflecteur des charbons de la 2e couche au puits Rozelay Sud en fonction de leur indice de matières volatiles. Comparaison avec les résultats de B. ALPERN.
- Fig. 47.- Position stratigraphique actuelle des échantillons à fort indice de matières volatiles.
- Fig. 48.- Réarrangement des molécules de carbone dans la vitrinite durant la carbonification.
a : lignite ; b : charbon ; c : anthracite (*in* Coals Pétrologie, 1982 : modifiée).
- Fig. 49.- Position de l'échantillon 1.1 et 10.1 dans le diagramme de VAN KREVELEN.
- Fig. 50.- Evolution de la température maximale en fonction du temps effectif et du pouvoir réflecteur (d'après N.H. BOSTICK *et al.*, 1979 : modifiée).
- Fig. 51.- Sens de l'augmentation de la profondeur au puits Rozelay Sud.
- Fig. 52.- Position du petit décrochement senestre.
- Fig. 53.- Bassin de Blanzey-Montceau : schéma structural.
- Fig. 54.- Sens de l'augmentation du rang des charbons au puits Rozelay Sud.
- Fig. 55.- Hypothèse d'une carbonification par enfouissement des charbons au puits Rozelay Sud.
- Fig. 56.- Agrandissement de la carte géologique de la France et de la marge continentale à $1,5 \times 10^6$: secteur de Messeix.
- Fig. 57.- Carte géologique simplifiée du bassin de Messeix-Singles (d'après P. ROBERT, 1985 : modifiée).
- Fig. 58.- Série lithologique au Nord de Messeix.
- Fig. 59.- Coupes du travers banc 1 750 à 466 m (d'après P. ROBERT, 1985 : modifiée).
- Fig. 60.- Coupe longitudinale Nord-Sud présentant le raccordement possible entre la série de Messeix et la série de Singles (d'après P. ROBERT, 1985 : modifiée).
- Fig. 61.- Coupe du bassin de Singles (d'après J. LETOURNEUR, 1953).
- Fig. 62.- Coupes transversales montrant l'allure générale du synclinal (d'après P. ROBERT, 1985 : modifiée).
- Fig. 63.- Granitoïdes du Massif Central (d'après J. LEMEYRE et A. AUTRAN, 1980 : modifiée).
- Fig. 64.- Position des différents sites de prélèvement à l'intérieur du bassin de Messeix.
- Fig. 65.- Classification française des charbons (B. ALPERN, 1976). Comparaison des résultats obtenus sur la teneur en carbone et la teneur en matières volatiles des charbons de Messeix (J.M. BERGOUNIOUX et J. DOUBIN-GER, 1946) et des résultats obtenus des pouvoirs réflecteurs.
- Fig. 66.- Evolution du pouvoir réflecteur maximum en fonction du pouvoir réflecteur minimum des charbons de Messeix.
- Fig. 67.- Evolution du pouvoir réflecteur maximum en fonction de la biréflexance des charbons de Messeix. Comparaisons avec les résultats de E. STACH *et al.* (1982).

- Fig. 68.- Evolution du rapport d'anisotropie en fonction du pouvoir réflecteur moyen des charbons de Messeix. Comparaisons avec les résultats de J.P. RAGOT (1977).
- Fig. 69.- Variation Ouest-Est du pouvoir réflecteur moyen des charbons de Messeix prélevés dans le T. B. 1 750.
- Fig. 70.- Variation Nord-Sud du pouvoir réflecteur moyen des charbons de Messeix.
- Fig. 71.- Variation de l'inclinaison des courbes d'isorang dans la direction Nord-Sud.
- Fig. 72.- Coupe longitudinale du bassin de Messeix-Singles. Inclinaison des courbes d'isorang à l'intérieur du faisceau anthraciteux.
- Fig. 73.- Schéma montrant l'aspect que peuvent présenter sur une coupe les lignes de rang égal par rapport à l'allure des couches (d'après M. et R. TEICHMULLER, 1966).
- Fig. 74.- Coupe longitudinale Nord-Sud montrant l'infrastructure souterraine de la mine sur le flanc Est du synclinal et donnant la situation des travers bancs dans la couche Amélie (d'après P. ROBERT, 1985 : modifiée).
- Fig. 75.- Cortège argileux de la série de Messeix et valeur de la cristallinité de l'illite. Coupe du T. B. 1 750 et du T. B. 5 (d'après P. ROBERT, 1985).
- Fig. 76.- Diagenèse de la matière organique et des minéraux argileux lors des processus d'enfouissement : récapitulation (d'après CURTIS, 1977 et DUNOYER de SEGONSAC, 1969).
- Fig. 77.- Place des échantillons de Messeix sur un diagramme de VAN KREVELEN (H/C atomique et O/C atomique).

LISTE DES TABLEAUX

- Tabl. I .- Macéraux et groupe de macéraux (I. C. C. P., 1963).
- Tabl. II .- Identification et classification microscopique des matières organiques fossiles (P. ROBERT, 1979).
- Tabl. III .- Principaux paramètres de diagenèse organique. Rang des charbons (P. ROBERT, 1980 : modifié).
- Tabl. IV .- Coordonnées en X, Y, Z des sites de prélèvements.
- Tabl. V .- Résultats des mesures au site I.
- Tabl. VI .- Résultats des mesures au site II.
- Tabl. VII .- Résultats des mesures du pouvoir réflecteur au site III.
- Tabl. VIII .- Résultats des mesures du pouvoir réflecteur au site IV.
- Tabl. IX .- Résultats des mesures du pouvoir réflecteur au site V.
- Tabl. X .- Résultats des mesures du pouvoir réflecteur au site VI.
- Tabl. XI .- Résultats des mesures du pouvoir réflecteur au site VII.
- Tabl. XII .- Résultats des mesures du pouvoir réflecteur au site VIII.
- Tabl. XIII .- Résultats des mesures du pouvoir réflecteur au site IX.
- Tabl. XIV .- Résultats des mesures du pouvoir réflecteur au site X.
- Tabl. XV .- Résultats de l'analyse élémentaire des échantillons 1.1 et 10.1 de la 2e couche au puits Rozelay Sud.
- Tabl. XVI .- Nombre d'échantillons prélevés dans chaque couche.
- Tabl. XVII .- Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des charbons de l'exploitation de Messeix T. B. 1 750 flanc Ouest et coeur du synclinal.
- Tabl. XVIII.- Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des charbons de l'exploitation de Messeix T. B. 1 750 flanc Est et traçage 41.
- Tabl. XIX .- Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des charbons de l'exploitation de Messeix traçage 42.
- Tabl. XX .- Résultats des mesures de pouvoir réflecteur des charbons de l'exploitation de Messeix traçage 32.
- Tabl. XXI .- Résultats de l'analyse élémentaire des échantillons de Messeix.

TABLE DES MATIERES

	Pages
AVANT-PROPOS.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUCTION.....	5
 <u>PREMIERE PARTIE</u>	
INTRODUCTION.....	11
I. DETERMINATION DU TYPE.....	13
A) CHOIX D'UNE NOMENCLATURE.....	13
B) ETUDE EN LUMIERE REFLECHIE.....	13
C) ETUDE DE LA FLUORESCENCE ET MACERAUX NOUVEAUX.....	15
D) ETUDE DES ECHANTILLONS APRES ATTAQUE AU FOUR A PLASMA.....	15
E) ANALYSES ET REPRESENTATION DES RESULTATS.....	16
II. DETERMINATION DU RANG.....	17
A) ETUDE DU POUVOIR REFLECTEUR.....	17
B) LES PARAMETRES CHIMIQUES.....	19
C) LA FLUORESCENCE DE LA SPORINITE.....	21
 <u>DEUXIEME PARTIE</u>	
I. CADRE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE BLANZY.....	29
A) SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	29
B) STRATIGRAPHIE DU GISEMENT DANS LA REGION EXPLOITEE DE BLANZY.....	30
C) DONNEES SEDIMENTOLOGIQUES.....	36
D) DONNEES TECTONIQUES.....	39
II. PRINCIPAUX CARACTERES DE LA DEUXIEME COUCHE AU PUIITS ROZELAY SUD.....	45
A) NATURE DU TOIT ET DU MUR.....	45
B) LOCALISATION DES ECHANTILLONS.....	46
C) EPAISSEUR DE LA COUVERTURE.....	48
D) EPAISSEUR DE LA COUCHE.....	50

E) VARIATIONS DES TENEURS EN MATIERES VOLATILES.....	53
F) ANALYSES MACERALES.....	55
III. ETUDE DU POUVOIR REFLECTEUR.....	65
A) RESULTATS DES MESURES.....	65
B) COMPARAISONS DES POUVOIRS REFLECTEURS MAXIMUM ET MINIMUM...	67
C) ETUDE DE LA BIREFLECTANCE ET DU RAPPORT D'ANISOTROPIE.....	68
D) EVOLUTION DU POUVOIR REFLECTEUR MOYEN EN FONCTION DE LA COMPOSITION PETROGRAPHIQUE.....	72
E) VARIATIONS VERTICALES ET LATERALES DU POUVOIR REFLECTEUR MOYEN.....	74
F) EVOLUTION DU POUVOIR REFLECTEUR ET DE LA MATIERE VOLATILE..	78
G) APPORTS DES ANALYSES ELEMENTAIRES.....	81
H) RELATION ENTRE LE POUVOIR REFLECTEUR ET LA TEMPERATURE.....	83
I) CONCLUSION.....	85
IV. HYPOTHESE SUR LA CARBONIFICATION DE LA DEUXIEME COUCHE AU PUITS ROZELAY SUD.....	86
A) LES DIFFERENTS ACQUIS.....	86
B) INTERPRETATIONS.....	89

TROISIEME PARTIE

I. CADRE GEOLOGIQUE DE MESSEIX.....	97
A) GENERALITES.....	97
B) LITHOSTRATIGRAPHIE.....	98
C) AGE DU HOULLER DE MESSEIX.....	100
D) SEDIMENTATION ET TECTONIQUE MAJEURE DU GISEMENT.....	102
II. ETUDE DU POUVOIR REFLECTEUR DES CHARBONS DE MESSEIX.....	109
A) GENERALITES.....	109
B) LOCALISATION DES ECHANTILLONS.....	109
C) RESULTATS DES MESURES DE POUVOIR REFLECTEUR.....	110
D) POUVOIR REFLECTEUR MAXIMUM ET POUVOIR REFLECTEUR MINIMUM...	113
E) BIREFLECTANCE ET RAPPORT D'ANISOTROPIE.....	114
F) VARIATION D'OUEST EN EST DU POUVOIR REFLECTEUR MOYEN.....	117
G) LES VARIATIONS DU POUVOIR REFLECTEUR MOYEN DU NORD VERS LE SUD.....	117
III. APPORTS DES ANALYSES SEDIMENTOLOGIQUES ET ELEMENTAIRES.....	121
A) APPORTS DE LA SEDIMENTOLOGIE.....	121
B) APPORTS DES ANALYSES ELEMENTAIRES.....	123

IV. PROBLEME DE L'ANTHRACITISATION DES CHARBONS DE MESSEIX.....	125
A) RECAPITULATION DES DIFFERENTES DONNEES.....	125
B) HYPOTHESE SUR LA CARBONIFICATION DU BASSIN DE MESSEIX.....	126
 <u>QUATRIEME PARTIE</u>	
CONCLUSIONS GENERALES.....	129
 BIBLIOGRAPHIE.....	135
PLANCHES.....	144
ANNEXE I.....	153
ANNEXE II.....	161
LISTE DES FIGURES.....	177
LISTE DES TABLEAUX.....	181
TABLE DES MATIERES.....	182
 RESUME ET MOTS CLES.....	p. 4 de la couverture



RESUME

Ce travail porte sur l'étude pétrologique des charbons de deux bassins limniques, paléozoïques, du Massif Central français : le bassin de Blanzky-Montceau et le bassin de Messeix.

Le bassin de Blanzky-Montceau forme la bordure sud du fossé stéphanopermien orienté NE-SW et situé entre les massifs du Morvan et du Charolais. Dans un secteur du bassin, le degré de carbonification (rang) des charbons, mesuré par le pouvoir réflecteur, n'est pas lié à la profondeur actuelle des couches de charbon. C'est ainsi que l'on constate qu'il augmente lorsque la profondeur diminue. Cette variation de la carbonification a été provoquée par l'action d'un flux de chaleur, sans doute d'origine hydrothermale. Il s'est propagé après la formation de failles verticales orientées perpendiculairement aux bordures du bassin au cours de l'Oligocène. Ces failles ont provoqué un ralentissement de l'intensité du flux de chaleur.

Messeix forme un petit synclinal dissymétrique situé sur le grand sillon houiller. Son ouverture est due à un mécanisme en trans-tension (P. ROBERT, 1985) dans un cadre dynamique en compression. C'est le seul petit bassin jalonnant le grand sillon houiller qui, avec le bassin de Singles, situé au Sud, et le bassin de Puy Saint Gulmier, situé au Nord, contient des anthracites. La carbonification des charbons de Messeix apparaît liée à des phénomènes d'hyperthermie qui se sont manifestés dès le Stéphanien B, au cours de la sédimentation phytogène et qui se sont interrompus avant le Stéphanien C, lors de la structuration en synclinal du bassin.

Mots clés : Massif Central - Bassins houillers limniques - Carbonification -
Pouvoir réflecteur - Flux thermique - Stéphanien.