

50376
1979
62

50376
1979
N° d'ordre: 754 62

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE TROISIEME CYCLE

MENTION GEOLOGIE APPLIQUEE



MEHMET ARSLAN

CONTRIBUTION A L'ETUDE PETROGRAPHIQUE DE HOUILLES DU BASSIN DE ZONGULDAK

(NORDOUEST DE LA TURQUIE)

soutenu le 28 avril 1979, devant la Commission d'Examen

Membres du Jury: MM. Ch. DELATTRE	President
E. MERIAUX	Rapporteur
M. WATERLOT	Examineur
Mme. P. CORSIN	Examineur
MM. R. NOEL	Invité
E. SCHNEIDER	Invité

A V A N T - P R O P O S

Avant d'exposer les résultats et les conclusions de mes recherches, je tiens à remercier tous mes professeurs, tous mes amis et tous ceux qui ont pu, par leurs enseignements, par leurs conseils ou par leur collaboration technique faciliter la réalisation de ce travail.

Ma très vive reconnaissance va tout d'abord à mon Directeur de Recherches, Monsieur le Professeur Ch. DELATTRE. C'est lui qui fut à l'origine de ma vocation de "pétrographe des charbons" en m'acceptant dans son laboratoire. M. le Professeur Ch. DELATTRE m'a constamment aidé grâce à son expérience étendue dans le domaine des charbons et m'a toujours laissé la liberté dans mes recherches. Je le remercie vivement d'avoir lu mon manuscrit et d'avoir rapporté mon travail.

Je tiens à remercier mes professeurs de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université d'Ankara, Madame le Docteur L. ERENTÖZ, Messieurs les Professeurs S. ERK et M. TOKAY, Monsieur le Doç. Dr. M. AYAN et Monsieur le Docteur G. ELGIN, qui m'ont initié, guidé, encouragé tout au long de mes études géologiques. Qu'ils trouvent ici l'expression de mon profond respect. Je remercie également tous les membres du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université d'Ankara pour leurs encouragements et leur soutien moral.

J'ai eu la grande chance de rencontrer Monsieur le Docteur NOEL, Directeur adjoint de l'I.N.I.E.X. à Liège et d'avoir avec lui des discussions qui ont été pour moi très précieuses. J'ai pu; grâce à sa bienveillance, effectuer à Liège des stages qui m'ont permis d'approfondir ma connaissance dans le domaine des techniques de la pétrologie des charbons. Je tiens à le remercier vivement d'avoir accepté, malgré toutes ses occupations, de faire partie de ce jury.

Monsieur le Professeur E. SCHNEIDER de l'Université de Saarbrücken (Allemagne) a bien voulu accepter de s'associer à mon jury. Je tiens à lui exprimer ici ma plus vive reconnaissance.

Je tiens à manifester une reconnaissance particulière à Monsieur E. MERIAUX, Maître de Conférences à l'I.U.T. d'Amiens qui a accepté d'étudier mon travail et de faire partie du jury. Ses travaux réalisés à l'Université de Lille ont été un document capital et un guide très précieux pour l'orientation de mes recherches.

Je voudrais aussi remercier Madame P. CORSIN, Maître de Conférences à l'Université de Lille et Monsieur M. WATERLOT, Professeur de Géologie à l'Université de Lille, d'avoir accepté de faire partie de ce jury. Ils m'ont toujours encouragé et j'ai pu bénéficier de leurs conseils.

Lors de mes stages effectués à l'INIEX de Liège, Mademoiselle Y. SOMERS m'a permis de mieux comprendre les problèmes posés aux laboratoires de recherches spécialisés dans l'étude des roches combustibles ainsi que les méthodes utilisées pour les résoudre. Elle m'a fait profiter en particulier de sa connaissance sur les études de la fluorescence. Je lui en suis très reconnaissant et je remercie également Monsieur PULINKX pour sa gentillesse et ses précieux conseils.

Une partie de mes études géologiques à l'Université d'Ankara et mes études à l'Université des Sciences et Techniques de Lille pour la réalisation de ce travail ont été financées par l'Institut d'Études et de Recherches Minières de la Turquie (M.T.A.) auquel j'exprime ma reconnaissance.

Mes remerciements vont encore à Messieurs les Doç.Dr. E. NAKOMAN et E. AKYOL, ex-chef du laboratoire de Palynologie du M.T.A., de l'Université d'Izmir, qui m'ont fourni la grande partie des échantillons étudiés ici. Je remercie également Monsieur Y. KONYALI, Sous-Directeur du Service des Minéraux radioactifs et des Charbons, Monsieur İ. SENTURK, Chef-Géologue du Service Carbonifère de M.T.A. et Monsieur N. DİL, géologue à E.K.I. pour leur collaboration et leurs conseils.

Je voudrais aussi remercier Mademoiselle BROUSMICHE pour son aide et ses conseils très utiles en ce qui concerne la présentation des résultats statistiques et les commentaires des graphiques. Je remercie également Monsieur le Professeur J.P. LAVEINE, Directeur du Laboratoire de Paléobotanique (Paléontologie), Monsieur R. COQUEL, qui m'ont accueilli chaleureusement à mon arrivée à Lille et m'ont aidé à résoudre les problèmes paléontologiques.

Je tiens aussi à remercier Monsieur le Professeur J. PROUVOST, Directeur de l'U.E.R. des Sciences de la Terre et Monsieur B. CLEMENT qui m'ont accordé leur soutien moral et m'ont toujours encouragé.

Je suis reconnaissant à Messieurs P. BLANQUART et D. DEROUBAIX qui m'ont initié aux techniques d'études de la pétrologie des charbons. Je remercie

également tous les membres du laboratoire de Géologie fondamentale et régionale qui m'ont encouragé : Mademoiselle VINCHON, Messieurs DEGARDIN, BECK et BOURKE.

Je suis particulièrement reconnaissant à ceux qui participèrent à la réalisation matérielle de ce mémoire : Monsieur M. PLUQUIN qui m'a aidé dans la confection des surfaces polies, Madame M. MASSINON qui a assuré la dactylographie de cette thèse, Monsieur J. CARPENTIER qui a soigneusement effectué les photographies et les diapositives, Madame A. BREBION qui a procédé au tirage Offset.

Ö Z E T

Kömür damarlarının petrografik analizleri damarların korrelasyonuna yardım ettiği gibi kömürlerin ekonomik değerlerinin tayin edilmesinde en önemli role sahip bulunmaktadır. Bu güne kadar Zonguldak havzası kömürlerinin tam bir petrografik analizi yapılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar Prof. Dr. A. Can OKAY (1939 ve 1944) ve Prof. Dr. Samime ARTUZ (1971 -1974) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışması dahilinde Zonguldak havzası kömürlerinin petrografik analizi ve ışığı yansıtma (refleksiyon) kabiliyetlerinin tayini maksadıyla Karadon, Gelik, Kilimli, İhsaniye ve İncirharması bölümlerinden alınan yüz elliden fazla numunenin analizi yapılmıştır. Ayrıca bilhassa Turb ve linyitlerle kömürleşme derecesi düşük olan taşkömürlerinin incelenmesinde, kömürlerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinin tayininde daha iyi netice veren fluorescent ışıkta Gelik ve İhsaniye bölümlerine ait numunelerin kalitatif analizleri yapılmıştır.

Günümüzde dört ayrı kömür petrografisi sistemi kullanılmaktadır. Burada kullanılan adlandırma (nomenclature) sistemi Avrupa da kullanılan Stopes - Heerlen sistemidir. Numuneler taneli parlatma blokları olarak yansıyan ışıkta yağ immersiyonu metoduyla kömür petrografisi internasyonal komitesi tarafından tesbit edilen standartlara uygun olarak incelenmiştir.

Numunelerin maseral analizleri ve neticelerin istatistik olarak incelenmesi sonucu Zonguldak havzası kömürlerinin batıdan doğuya doğru değişik bir petrografik yapı gösterdikleri görülmüştür. Buna göre incelenen numunelerde batıdan doğuya doğru ekzinit maseralleri bakımından bir fakirleşme olmakta

bu fakirleşme kömürlerin uçucu madde miktarlarının azalmasında rol oynamaktadır. İncirharmanı ve İhsaniye bölümlerine ait numuneler genellikle % 8 -12 arasında ekzinit ihtiva etmektedir. Kilimli bölgesinde bu yüzde oranı % 4 - 6 arasında değişmekte, Karadon ve Gelik bölümlerinde ise genellikle % 5 in altında kalmaktadır. İncelenen kömürlerin ihtiva ettikleri vitrinit miktarı % 55 -80 arasında değişmekte genellikle doğuya doğru bir artış görülmektedir. İnertinit miktarı ise % 20 - 35 arasında bir kaç istisna haricinde oynamaktadır.

Acılık ve Sulu damarlarının detaylı olarak incelenmesi neticesinde bu damarların doğudan batıya doğru fasiyes değişiklikleri gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Bu damarların, genellikle diğer damarlarda aynı değişikliği göstermektedir, Karadon ve Gelik bölümlerinde ihtiva ettiği semifusinit miktarından daha fazla ($Sf > F$), Kilimli, İhsaniye ve İncirharmanı bölümlerinde ise fusinite miktarı semifusinit den daha fazla ($F < Sf$) olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Karadon ve Gelik bölümlerinde micrinit massif sporinit den daha fazla iken ($Sp < M$) diğer bölümlerde bunun tersi ($Sp > Mm$) görülmektedir. Havzanın doğu bölümlerinde kömürler

$Sf > F > Mm > Sp$ formülü

batı bölümünde ise $F > Sf > Sp > Mm$ formülü ile belirtile bilmektedir.

Maseral analizi neticelerine göre havzanın batı bölümünün şekilli eleman (spor , kutikul , résinit, füsinit vs.) bakımından doğu bölümüne göre daha zengin bir beslenme imkânına sahip olduğu (akarsular , rüzgar vs.) ortaya çıkmaktadır.

Zonguldak havzası kömürlerinin ışığı yansıtma kabiliyetlerinin tayininde K. KOTTER (1960) ve W. PICKHARDT - K. ROBOCK (1965) tarafından geliştirilen fotoelektrik refleksiyon ve absorpsiyon ölçü ve değerlendirme metodu kullanılmıştır. Kömürlerin ışığı yansıtma kabiliyetleri vitrinit maseralle-

ri üzerinde ölçülmüş ve her numune için en az 100 ayrı ölçü yapılmıştır. Her numune için ölçülerin aritmetik ortalaması (P R) ölçülen değerlerin aritmetik ortalamadan sapması (σ) ve üzerinde ölçü yapılan vitrinit maserallerinin homojenlik derecesi (V) hesaplanmıştır. Ayrıca bu neticeler bir diyagram üzerinde gösterilmiştir. Yapılan ölçülere göre Zonguldak bölgesi kömürlerinin ışığı yansıtma kabiliyetleri ihtiva ettikleri uçucu madde miktarıyla, % 33 uçucu madde oranına kadar, ters orantılı olarak değişmektedir. (Uçucu madde tayini külsüz kömürde yapıldığı takdirde) % 33 den fazla uçucu madde ihtiva eden kömürlerin yansıtma kabiliyetleri uçucu madde miktarından ziyade kömürün maseral bileşimi ve damarın bulunduğu derinliğe göre değişmektedir.

İncelenen kömürlerin ışığı yansıtma kabiliyetleri doğudan batıya doğru azalmakta ve yağlı kömürden (gras à coke) gazlı kömüre (flambants à gaz) geçilmektedir. Kömürlerin ışığı yansıtma kabiliyeti Kilimli bölümünde en yüksek oranda olmaktadır. Bu bölümdeki kömürlerin ışığı yansıtma kabiliyetleri % 1,36 - 1,17 arasında değişmektedir. Gelik bölümü numunelerinin yansıtma yetenekleri % 1,30 - 1,24, Karadon bölümü numunelerinde % 1,24 - 1,098, İhsaniye bölümünde % 1,16 % 1,015, İnçirharmanı bölümünde ise % 1,16 - 0,99 arasında değişmektedir. Aynı bölgeden alınan kömürlerin ışığı yansıtma kabiliyetleri yaşlı damarlardan daha genç damarlara doğru azalmaktadır. Birkaç istisna haricinde kömürlerin yansıtma kabiliyetlerindeki azalma Hilt kanunu çerçevesinde olmaktadır.

Zonguldak bölgesi kömürlerinin doğudan batıya doğru değişen bir kömürleşme derecesi ve maseral kompozisyonu göstermeleri, bölgede hükümsüren kömürleşme olayında değişik faktörlerin oynadığı rolü açıklamada yardımcı olmaktadır. Bize göre kömürleşme büyük ölçüde orojenez hareketlerinin başlamasından önce bölgenin doğusunda ve batısında değişik oranda gerçekleşmiştir. Bölgenin doğusundaki kömürler, kömürleş-

menin birinçi safhasında , biokimyasal kömürleşme, oksidasyona uğramışlar bu nedenle hem uçucu madde bakımından fakirleşmişler hemde batıdaki kömürlere nazaran daha ileri bir kömürleşme derecesine ulaşmışlardır. Bu fark jeokimyasal kömürleşme safhasında daha belirgin hale gelmiştir.

T A B L E D E S M A T I E R E S

	PAGES
AVANT-PROPOS	I
ÖZET (en turc)	IV
TABLE DES MATIERES	VIII
LISTE DES FIGURES	XIV
INTRODUCTION	1
HISTORIQUE DES RECHERCHES	3

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

LES GRANDS TRAITES GEOLOGIQUES DU BASSIN HOULLER DE LA TURQUIE

I - GENERALITES - STRUCTURE D'ENSEMBLE	9
II - STRATIGRAPHIE DU BASSIN DE ZONGULDAK	12
II-1. Viséen	12
II-2. Carbonifère productif	12
II-2.1. Série d'Alacaagzi	13
II-2.2. Série de Kozlu	14
II-2.3. Série de Karadon	17
II-2.4. Les terrains dits "de couverture"	19

CHAPITRE DEUXIEME

NOMENCLATURE ET METHODES D'ETUDES

I- NOMENCLATURE	22
I-1. Nomenclature utilisée.....	22
I-2. Choix du type d'analyse et méthode de comptage	23
I-3. Reconnaissance des macéraux	24
I-3.1. Définition du macéral	24
I-3.2. Les macéraux du groupe de la vitrinite	26
I-3.2.1. Collinite	26
I-3.2.2. Télinite	28
I-3.3. Les macéraux du groupe de l'exinite	29
I-3.3.1. Sporinite	29
I-3.3.2. Cutinite	30
I-3.3.3. Résinite	31
I-3.3.4. Alginite	31

I-3.4. Les macéraux du groupe de l'inertinite	32
I-3.4.1. Fusinite	32
I-3.4.2. Semifusinite	32
I-3.4.3. Micrinite	34
I-3.4.4. Sclérotinite	37
I-4. Les inclusions minérales	38
II- METHODES D'ETUDES	39
II-1. Mode d'échantillonnage	39
II-2. Préparation des échantillons au laboratoire	41
II-2.1. Broyage et tamisage	43
II-2.2. Homogénéisation	44
II-2.3. Enrobage	44
II-2.4. Préparation de l'échantillon moyen	45
II-2.5. Polissage	45
II-2.5.1. Dégrossissage	46
II-2.5.2. Polissage	46
II-2.6. Difficultés rencontrées pendant le polissage	47
II-3. Techniques d'études	48
II-3.1. Analyse macérale	48
II-3.1.1. Microscope utilisé	48
II-3.1.2. Comptage des macéraux	48
II-3.2. Mesure du pouvoir réflecteur	49
II-3.3. Etude en microscopie fluorescente	49

DEUXIEME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

ANALYSE MACERALE

I- REPRESENTATION DES RESULTATS	51
I-1. Composition macérale : les histogrammes	51
I-2. Composition en groupe de macéraux	51
I-2.1. Diagramme horizontal	51
I-2.2. Diagramme triangulaire	52
II- RESULTATS DES ANALYSES MACERALES	52
II-1. Etudes des veines Acilik et Sulu	52
II-1.1. Variations latérales des teneurs en macéraux et minéraux .	53

II-1.1.1. Collinite	53
II-1.1.2. Téliinite	53
II-1.1.3. Sporinite	53
II-1.1.4. Cutinite et résinite	55
II-1.1.5. Micrinite fine	55
II-1.1.6. Micrinite massive.....	57
II-1.1.7. Semifusinite	59
II-1.1.8. Fusinite	59
II-1.1.10. Sclérotinite	61
II-1.1.11. Conclusions	62
II-1.2. Variations latérales de faciès	63
II-1.2.1. Veine Acilik	63
II-1.2.2. Veine Sulu	67
II-1.3. Variations latérales de faciès	70
II-1.3.1. Les secteurs Karadon et Gelik	70
II-1.3.2. Le secteur Kilimli	71
II-1.3.3. Les secteurs Ihsaniye et Incirharmani	76
II-1.3.4. Conclusions	78
II-1.4. Conclusions sur l'étude des veines Acilik et Sulu	79
II-2. Analyse macérale des veines du secteur Karadon	79
II-2.1. Veine Kürtşerif	80
II-2.2. Veine Hacipetro	84
II-2.3. Veine Çay	84
II-2.4. Veine Hacimemiş	85
II-2.5. Veine Milopero	86
II-2.6. Veine Lucika	87
II-2.7. Veine Messoglu	88
II-2.8. Veine Acenta	88
II-2.9. Veine Taşbaca	89
II-2.10. Veine Domuzcu	89
II-2.11. Veine Karamanyan	90
II-2.12. Veine Büyük	90
II-2.13. Conclusions	90
II-3. Analyse macérale des veines du secteur Gelik	92

II-3.1. Veine Hacipetro	92
II-3.2. 1ère veine	94
II-3.3. 2ème veine	95
II-3.4. 4ème veine	96
II-3.5. Conclusions	97
II-4. Analyse macérale des veines du secteur Kilimli	97
II-4.1. Veine Hacipetro.....	99
II-4.2. Passée Cay	99
II-4.3. Veine Cay	102
II-4.4. Passée Acilik	103
II-4.5. Veine Lui	104
II-4.6. Veine Leonidas	105
II-4.7. Veine Hacimemis	106
II-4.8. Veine Neomi	107
II-4.9. Veine Alin	108
II-4.10. Conclusions	108
II-5. Analyse macérale des veines du secteur Ihsaniye	109
II-5.1. Veine Milopero	110
II-5.2. Veine Rabut	114
II-5.3. Passée Rabut	114
II-5.4. Veine Messoglu	115
II-5.5. Veine Domuzcu	116
II-5.6. Veine Büyük	117
II-5.7. Conclusions	117
II-6. Analyse macérale des veines du faisceau de Kiliclar	118
II-6.1. Veine Alimolla	118
II-6.2. Veine Büyük kilic	122
II-6.3. Veine Topuz	124
II-6.4. Passée Topuz	127
II-6.5. Veine Civelek	127
II-6.6. Passée avant Ömeraga	128
II-6.7. Veine Ömeraga	130
II-6.8. Passée Ömeraga	130
II-6.9. Conclusions	131

II-7. Analyse macérale des veines du secteur Incirharmani	131
II-7.1. Veine Kürtşerif	132
II-7.2. Veine Hacipetro	136
II-7.3. Veine Çay	137
II-7.4. Veine Piriç	138
II-7.5. Veine Hacimemiş	138
II-7.6. Veine Neomi	139
II-7.7. Veine Milopero	140
II-7.8. Veine Rabut	142
II-7.9. Veine Messoglu	142
II-7.10. Veine Acenta	143
II-7.11. Veine Taşbaca	144
II-7.12. Veine Domuzcu	144
II-7.13. Veine Büyük	145
II-7.14. Conclusions	146
II-8. Etudes de la fréquence des macéraux	146
II-8.1. Fréquence de la collinite	147
II-8.2. Fréquence de la télinite	147
II-8.3. Fréquence de la sporinite	147
II-8.4. Fréquence de la cutinite	149
II-8.5. Fréquence de la résinite	149
II-8.6. Fréquence des micrinites	149
II-8.7. Fréquence de la sclérotinite	151
II-8.8. Fréquence de la semifusinite	151
II-8.9. Fréquence de la fusinite	151
II-8.10. Fréquence des matières minérales	152
II-9. Conclusions du premier chapitre	157

DEUXIEME CHAPITRE

DETERMINATION DU RANG

I- GENERALITES	159
II-POUVOIR REFLECTEUR DE LA VITRINITE	161
II-1. Historique des travaux	161
II-2. Principe de la méthode	164

	Pages
II-2.1. Appareils utilisés pour les mesures du pouvoir réflecteur....	165
II-2.2. Calcul de la moyenne du pouvoir réflecteur	167
II-3. Résultats des mesures du pouvoir réflecteur	168
II-3.1. Dispersion des résultats	168
II-3.2. Relations entre pouvoir réflecteur et composition macérale ..	183
II-3.3. Relations entre pouvoir réflecteur et teneurs en matières volatiles	189
II-3.4. Relations entre pouvoir réflecteur et profondeur des lieux de prélèvements	191
II-3.5. Conclusions	199
III- ETUDE EN LUMIERE FLUORESCENTE	201
III-1. Généralités	201
III-2. Microscopie de fluorescence	202
III-2.1. Technique d'étude	204
III-2.2. Résultats de l'étude en microscopie de fluorescence des charbons des secteurs Gelik et Ihsaniye	205
III-3. Photométrie de fluorescence monochromatique	206
III-4. Photométrie de fluorescence spectrale	207
CONCLUSIONS GENERALES	211
BIBLIOGRAPHIE	213
PLANCHES	
CARTES	

LISTE DES FIGURES

	PAGES
Coupe 1 : Coupe géologique N-S du bassin de Zonguldak	11
Coupe 2 : Coupe stratigraphique des terrains couvertures	20
Tableau I : légende des étages du bassin de Zonguldak	40
Figure 1.- Préparation des échantillons	42
2.- Variations latérales de la collinite dans les veines Acilik et Sulu	54
3.- Variations de la sporinite	56
4.- Variations des micrinites	58
5.- Variations latérales des tissus ligneux	60
6.- Variations latérales des rapports Mm/Sp , Mm/Sf et Sp/Sf .	64
7A- Composition macérale de la veine Acilik dans les secteurs Gelik et Karadon	65
7B- Composition macérale de la veine Acilik dans les secteurs Kilimli, Ihsaniye et Incirharmani	66
8.- Composition macérale de la veine Sulu	68
9.- Composition en V.E.I.M. de la veine Acilik	72
10.- Composition en V.E.I. de la veine Acilik	73
11.- Composition en V.E.I.M. de la veine Sulu	74
12.- Composition en V.E.I. de la veine Sulu	75
13A- Composition en V.E.I. des veines du secteur Karadon ..	81
13B- Composition en V.E.I.M. des veines du secteur Karadon ..	82
14.- Composition moyenne en V.E.I. des veines du secteur Karadon	83
15.- Compositions en V.E.I.M. et V.E.I. des veines du secteur Gelik	93
16.- Composition moyenne en V.E.I. des veines des secteurs Gelik et Kilimli	98
17.- Composition en V.E.I.M. des veines du secteur Kilimli ..	100
18.- Composition en V.E.I. des veines du secteur Kilimli	101
19.- Composition en V.E.I.M. des veines du secteur Ihsaniye..	111
20.- Composition en V.E.I. des veines du secteur Ihsaniye..	112
21.- Composition moyenne des veines du secteur Ihsaniye	113
22.- Composition en V.E.I.M. des veines du faisceau de Kiliclar	119
23.- Composition en V.E.I. des veines du faisceau de Kiliclar	120
24.- Composition moyenne des veines du faisceau de Kiliclar ...	121
25.- Composition en V.E.I.M. des veines du secteur Incirharmani	133

Figure 26.- Composition en V.E.I. des veines du secteur Incirharmani	134
27.- Composition moyenne des veines du secteur Incirharmani	135
28.- Fréquence des macéreaux	148
29.- Fréquence des macéreaux et minéraux	150
30.- Fréquence de la sporinite et de la fusinite d'Est en Ouest	153
31.- Variations des fréquences de la sporinite et de la semifusinite d'Est en Ouest	154
32.- Variations des fréquences de la semifusinite et de la fusinite	155
33.- Variations des pourcentages de la sporinite et de la micrinite fine	156
34.- Classification des charbons selon divers indices	160
35.- Pouvoir réflecteur des groupes de macéreaux	162
36A- Trajet du faisceau lumineux lors de la détermination des lumières parasites	166
36B- Trajet des rayons lumineux dans l'étalon	166
37.- Réflectogrammes de la veine Acilik dans les secteurs Gelik, Karadon et Kilimli	169
38.- Réflectogrammes de la veine Acilik dans les secteurs Kilimli, Ihsaniye et Incirharmani	170
39.- Réflectogrammes de la veine Sulu	171
40.- Réflectogrammes des veines du secteur Gelik	173
41.- Réflectogrammes des veines Kürtşerif, Hacipetro, Hacimemis, Milopero du secteur Karadon	174
42.- Réflectogrammes des veines Lucika, Messoglu et Acenta..	175
43.- Réflectogrammes des veines Tasbaca, Domuzcu, Karamanyan	176
44.- Réflectogrammes des veines Karamanyan et Büyük du secteur Karadon	177
45.- Réflectogrammes de la veine Büyük	178
46.- Réflectogrammes des veines du secteur Kilimli	180
47.- Réflectogrammes des veines du secteur Kilimli	182
48.- Réflectogrammes des veines du secteur Ihsaniye	182
49.- Réflectogrammes des veines du secteur Incirharmani	184
50.- Réflectogrammes des veines du secteur Incirharmani	185
51.- Réflectogrammes des veines du secteur Incirharmani.....	186
52.- Réflectogrammes des veines du faisceau Kiliclar	187
53.- Réflectogrammes des veines du faisceau Kiliclar	188

Figure 54.- Relation entre le pouvoir réflecteur et des matières volatiles	190
55.- Evolution du PR de la veine Acilik en fonction de la profondeur	192
56.- Evolution du PR de la veine Sulu en fonction de la profondeur	194
57.- Qualification des charbons à partir du pouvoir réflecteur	200
58.- Equipement utilisé pour la photométrie de fluorescence..	203
59.- Variations des spectres moyens de fluorescence de sporinite	208
60.- Diagenèse des liptinites en fonction du rang	209

ERRATA

<u>Page</u>	<u>Ligne</u>	
II	10	lire Monsieur PULINCKX au lieu de M. PULINKX
2	27	lire la nature au lieu de la rupture
8	9	lire M.TEICHMULLER et K.OTTENJANN (1977) au lieu de (1975)
8	17	lire D.WHITE (1915) au lieu de (1975)
13	5	lire H.N. PAMIR (1959)
15	33	lire <i>Sphenopteris (renaulita) schatzlarensis</i> au lieu de <i>Schztzlarensis</i>
24	1	lire M.Th. MACKOWSKY au lieu de MACKOXXKY
34	23	lire 100 à 1000 Å au lieu de 100 à 100 Å
46	13	lire binoculaire au lieu de bonoculaire
70	14	lire semifusinite au lieu de smifusinite
80	15	lire les figures 13A et 13B au lieu de 15A et 15B
85	19	lire deuxième au lieu de deusième
106	3	lire $V = 58,66$ au lieu de $V = 58,6$
117	1	lire Domuzcu au lieu de Domuscu
122	5	lire 5 % au lieu de 5 M
151	36	lire Ihsaniye au lieu de Inhsaniye
172	21	lire veines au lieu de vaines
179	21	lire 1,113 % au lieu de 1,129 %
191	26	lire 1,242 % au lieu de 1,142 %
196	9	lire 1,237 à 1,23
197	27	lire A l'étage -360 où, au lieu de A l'étage -360 ù
199	11	lire VASSOEVICH et al. au lieu de WASSOJEWITSCH et al.
212	5	lire pré-orogénique au lieu de pré-orogébique

INTRODUCTION

"Le charbon est une roche sédimentaire, combustible, 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"(C.I.P.C., 1963).

On connaît deux types de bassins houillers :

- les bassins limniques ou intracontinentaux,
- les bassins paraliques ouverts aux incursions marines.

D'une manière plus ou moins régulière, le fond des bassins houillers s'affaissait progressivement jusqu'à des profondeurs parfois très importantes. A la suite de cette subsidence, les débris végétaux déposés dans les bassins houillers ont subi une évolution due aux facteurs classiques de la diagenèse et du métamorphisme qui sont la température et la pression.

Le charbon est le résultat final d'une longue série de transformations. Dans la mesure où la tourbification est prise en considération dans la carbonification, on distingue deux phases principales :

- 1) La diagenèse,
- 2) le métamorphisme ou carbonification géochimique.

La diagenèse débute par une carbonification biochimique ou tourbification et se déroule dans des conditions à peu près normales de température et de pression. Au premier stade, les débris végétaux subissent une décomposition pour donner la tourbe. La fin de ce stade est marquée par la disparition des bactéries anéorabiles. Cette première phase se termine au stade du lignite tendre.

Au cours du stade de la carbonification géochimique ("métamorphisme"), interviennent des augmentations de température et de pression. Pendant ce deuxième stade, les tourbes et lignites tendres se transforment par diagenèse en lignite brillant, en houille et en anthracite. Lors de l'évolution, les matières organiques renferment des pourcentages de moins en moins élevés en matières volatiles (en oxygène, en hydrogène, en azote, en gaz carbonique et en oxyde de carbone) et, inversement, de plus en plus élevés en carbone. En outre, le pouvoir réflecteur, la microdureté, le pouvoir calorifique montrent une variation en fonction de l'appauvrissement en matières volatiles. Le stade atteint par le charbon au cours de cette évolution est le rang.

On sait depuis longtemps que le charbon montre une composition hétérogène au microscope. Les constituants qui le forment sont des macéraux. Les macéraux se groupent en associations caractéristiques que l'on désigne sous le nom de microlithotypes. Les macéraux des charbons sont rassemblés en trois groupes selon leurs propriétés physiques et chimiques. Ces trois groupes sont :

- le groupe de la vitrinite,
- le groupe de l'exinite,
- le groupe de l'inertinite.

Dans les charbons humiques, à l'oeil nu, on peut distinguer quatre lits élémentaires différents. Ces lits macroscopiques sont appelés "lithotypes".

Les lithotypes sont :

- le vitrain,
- le clarain,
- le Durain,
- le fusain.

Entre la nature des constituants du charbon et leurs conditions de dépôt, d'une part, et les propriétés physico-chimiques des houilles qui les contiennent d'autre part, existent des relations mises en évidence depuis fort longtemps. Ainsi, dans les milieux peu aérés, en eau calme et profonde, une accumulation d'êtres phyto-planctoniques et de fins débris végétaux conduit à la genèse de charbons particuliers, riches en hydrogène qu'H. POTONIE a décrit sous le nom de charbons sapropéliques (Bogheads et Cannel-Coals). L'accumulation de débris végétaux en milieu riche en oxygène conduit à la genèse des charbons désignés par H. POTONIE sous le nom de charbons humiques. Dès 1933, A. DUPARQUE a proposé une classification pétrographique basée sur les relations existant entre la rupture des combustibles et l'origine de débris végétaux.

Les charbons sont caractérisés :

- par le type pétrographique, c'est-à-dire la teneur en différents constituants,
- et par le rang, c'est-à-dire son degré de houillification.

Pour définir un charbon, on a intérêt donc à réaliser des études différentes.

Le but de ce travail est de mettre en évidence les caractères essentiels des houilles du bassin de Zonguldak. Pour cela j'ai été amené à utiliser les méthodes classiques de la pétrographie des charbons : analyses macérales à fin de définir le type des houilles et mesures du pouvoir réflecteur pour déterminer leur rang. En outre, ces analyses ont été complétées par des études en fluorescence sur les échantillons des secteurs Gelik et Ihsaniye.

HISTORIQUE DES RECHERCHES

Les travaux effectués pour connaître les caractères macroscopiques et microscopiques des houilles datent d'assez longtemps. Quand A. DUPARQUE et E. STACH ont abordé l'étude pétrographique des combustibles solides (houilles), personne ne doutait de l'origine végétale des houilles mais la structure intime du charbon était encore mal connue, malgré de nombreuses études. On trouvera déjà une longue liste des chercheurs qui se sont occupés de ces questions, dans la bibliographie du mémoire d'A. DUPARQUE. Les techniques d'études utilisées à cette époque sont très variées et les procédés étaient souvent assez violents que l'on peut se demander si les structures décrites alors ne sont pas des images très déformées de la réalité.

Pour étudier les caractères pétrographiques des charbons, certains auteurs s'attachent à la confection de lames minces. Cependant, les houilles sont des matériaux opaques. Certains macéraux sont cependant transparents et les bonnes figures que l'on trouve dans la littérature ne concernent que les houilles à teneurs en matières volatiles supérieures à 26 %. Peu à peu, on a pu dévoiler les structures de ces combustibles. En 1923, on admettait généralement l'existence des houilles riches et des houilles très pauvres en spores alors que d'autres en seraient dépourvues. Déjà à cette époque, l'existence d'une substance amorphe, souvent prédominante, était acceptée.

H. FAYOL décrit déjà, en 1887, les constituants macroscopiques des houilles. Ces constituants sont nommés par H. FAYOL respectivement :

- fusain ou houille mate, fibreuse,
- houille claire,
- houille moyenne ou foliaire,
- houille terne ou grenue.

En 1919, M.C. STOPES propose de les désigner par les termes de fusain (fusain ou houille mate), vitrain (houille claire), durain (houille terne) et clarain (houille moyenne). Plus tard, en 1954, les constituants macroscopiques des houilles sont réunis par C.A. SEYLER sous la dénomination de "lithotypes". Ce sont les termes utilisés dans la nomenclature internationale actuelle dite "Stopes-Heerlen".

A partir du début de ce siècle, quelques auteurs tentent d'interpréter les résultats de leurs examens microscopiques. Ainsi, l'on franchissait une nouvelle étape et les chercheurs ont touché là le problème particulièrement difficile de l'origine des houilles. Tout de suite, deux doctrines ont fait leur apparition, les allochtonistes s'opposent alors aux autochtonistes.

Quand il commence à étudier les houilles, A. DUPARQUE s'attache tout d'abord à résoudre le problème préliminaire qui consiste à mettre au point une nouvelle méthode d'étude des houilles permettant une meilleure observation. Il recherche une tectonique applicable à tous les types de combustibles solides. Il attire notamment l'attention sur le fait que la confection de lames minces ne convient qu'à certains types de houille et que l'attaque chimique des surfaces peut masquer certaines structures et en détruire d'autres. Il adopte la technique d'étude des houilles par réflexions et par de minutieuses et patientes recherches. A. DUPARQUE maîtrise les difficultés de polissage. Nous lui devons la méthode de simple polissage dont il précise les différentes étapes en détail dans son mémoire. Après avoir mis au point cette méthode, A. DUPARQUE s'est attaché à décrire et à définir les composants microscopiques des combustibles solides; en même temps, il essaie d'avancer les bases d'une classification des houilles et d'en proposer un mode possible de formation. Avec ses observations et ses conclusions, il apporte, à la connaissance géologique des bassins houillers, des données permettant de mieux comprendre leur genèse. Grâce à ces recherches magistrales et aux résultats fondamentaux obtenus par A. DUPARQUE, les chercheurs ont trouvé d'emblée des applications lors du traitement et de la mise en valeur technologique des charbons et de leurs sous-produits. Le grand départ était donné et A. DUPARQUE reconnaissant lui-même que : "l'étude microscopique des houilles laisse subsister un champ d'investigation très vaste..... et dont la mise en valeur sera l'oeuvre de demain".

Les travaux d'A. DUPARQUE ont ouvert la voie aux méthodes plus fines et plus avancées de la pétrographie houillère. En 1935, M.C. STOPES crée le terme " macéral " par analogie avec les minéraux des roches pour définir dans un langage commun les différents constituants élémentaires des houilles. Au cours de la même année, E. STACH (1935) a publié un très important précis de pétrographie des charbons. Il cite dans cet ouvrage quelques notions sur les études quantitatives. Un peu plus tard, P.A. HACQUEBART (1943) et A.L.F.J. MAURENBRECHER (1944) tentent de faire des corrélations de veines en composant les pourcentages de vitrain, clarain, durain et fusain. En 1948, B.C. PARKS et H.J. O'DONNELL recommandent une méthode de détermination quantitative des composants microscopiques dans les lames minces de houille à l'aide d'un micromètre du type "Whipple-disc". En 1951, P.A. HACQUEBARD utilise pour étudier les charbons canadiens, les méthodes proposées antérieurement et qui lui ont donné de bons résultats en Hollande. La même année, C. ABRAMSKI, M.-Th. MACKOWSKY, W. MANTEL et E. STACH font des observations microscopiques quantitatives grâce à un micromètre strié. Les appareils micrométriques se perfectionnent de plus en plus et permettent d'apprécier les compositions macérales des combustibles

avec beaucoup de précisions. Pour l'analyse des microlithotypes, à la grille de comptage (Whipple disc) américaine, correspondent en Europe des réticules et des oculaires à 20 points. Depuis ce temps, les analyses quantitatives ont pris la place des observations qualitatives et c'est à ces méthodes modernisées que les laboratoires de recherche se sont attachés. En même temps, la représentation des résultats s'améliore et se diversifie. On représente les résultats avec des histogrammes, profil de veines, diagrammes triangulaires en plan C (cf. in ALPERN, 1959) ou dans l'espace (V.HEVIA RODRIGUEZ, 1964).

On savait depuis longtemps que certains composants ainsi que le degré d'évolution des houilles influençaient les phénomènes de la cokéfaction ou certaines propriétés industrielles (M.LEGRAYE, 1929 & 1931). La concordance des termes de la classification de GRUNER (1874) avec les types pétrographiques de houilles définis par A. DUPARQUE (1933) est une illustration logique. De plus en plus, grâce aux travaux effectués dans certains laboratoires spécialisés, les relations entre les composants pétrographiques et les propriétés technologiques sont précisées. L'industrie exige toujours davantage des pétrographes. Ainsi les spécialistes des charbons ont été amenés à rechercher des techniques précises de comptages des macéraux. Cette recherche systématique des données quantitatives par l'analyse pétrographique des houilles permet de prévoir la qualité des cokes obtenus à partir de différents types de combustibles.

La composition macérale n'est pas le seul caractère qui influence les propriétés industrielles des houilles. Le degré de houillification, c'est-à-dire le rang, est lui aussi un facteur déterminant. E. BURSTLEIN (1951 et 1954) a obtenu de bons résultats, en tenant compte des différences de dureté des lithotypes, dans le domaine de la cokéfaction. P.C. NEWMANN et P.F. WHELAN (1952) avait fait progresser les techniques de cokéfaction en utilisant le pouvoir réflecteur des houilles. Petit à petit la recherche pure a fait son entrée dans les instituts de recherche appliquée. Les problèmes sont abordés avec des techniques de plus en plus avancées fournissant des résultats importants. Compte-tenu de l'abondance des travaux dans ce domaine, il n'est pas possible de citer chaque publication. Je donnerai un simple résumé des grandes tendances issues de ces recherches.

E. MERIAUX (1969) a cité un long répertoire des travaux effectués dans ces domaines. B. ALPERN (1956, 1959, 1966) a étudié les propriétés physico-chimiques et cokéfiantes des macéraux. On a étudié les problèmes de cokéfaction sous des angles nouveaux (A.F. BOYER, S. DURIF et B. ALPERN, 1954; I.L. AMMOSOV, I.V. EREMIN et B.G. BABASHKIN, 1954; P.L. COPPENS et R. NOEL, 1954; G.A. MONNOT et

A. LADAM, 1955; W. SPACKMAN, A.H. BRISSE et W.F. BERRY, 1956; B. ALPERN, 1956b, I.L. AMMOV, I.V. EREMIN, S.I. SUHKENTO et L.S. OSHURKOVA, 1957, A. LADAM, P. ISELIN et B. ALPERN, 1958, C.E. MARSHALL, J.A. HARRISSON, J.A. SIMON et M.A. PARKER, 1958; I.V. EREMIN 1959, J.A. HARRISSON, 1961; W. SPACKMAN, W.F. BERRY, R.R. DUTCHER et A. H. BRISSE, 1960; M.Th. MACKOWSKY, 1962, H.S. PAREEK, 1963, R. BUSSO et B. ALPERN, 1963; R. NOEL in P.L COPPENS, 1967). La pétrographie des charbons et l'industrie charbonnière ainsi deviennent complémentaires (E.STACH 1953, G.H. CADY, 1958) et les méthodes utilisées sont comparées (M.Th. MACKOWSKY 1958). La microscopie prend une place prédominante dans l'industrie charbonnière (M.E. MARSHALL, 1955, M.Th. MACKOWSKY et K. KOTTER, 1960, B. ALPERN, 1961, V. RODRIGUEZ HEVIA, 1959 et 1964). Les pétrographes des charbons, en plus des applications technologiques, se sont occupés aussi des grands problèmes posés par la genèse et les phénomènes de houillification. (M.Th. MACKOWSKY, 1953, P.P. TIMOFEEV, 1955; R. TEICHMULLER, 1952; M. TEICHMULLER, 1958; K. PATTEISKY et M. TEICHMULLER, 1960; W. SPACKMAN et R.G. MOSES, 1961; E. STACH et J. DEPRIEUX, 1964; R. NOEL, 1966; B. ALPERN, 1969). Les pétrographes ont abordé les problèmes de plus en plus variés (A. DAVIS et W. SPACKMAN, 1964 et B. ALPERN, 1965; E. SCHNEIDER, 1965 a,b et 1968).

Il ne faut pas oublier dans cette analyse historique que c'est grâce à une connaissance de plus en plus poussée de la stratigraphie et de la tectonique des bassins qu'il a été possible de procéder à des études plus fines de mécanisme des dépôts et des phénomènes d'évolution. Parmi les travaux effectués dans ce domaine, on peut citer : R. ZEILLER, 1899; G. RALLI, 1895 et 1933; F. CHARLES 1931, 1933, 1947 et 1948; P. ARNI, 1938, 1939, 1940 et 1941; R. EGEMEN et S. PEKMIZCILER, 1945; M. TOKAY, 1952, 1955 et 1962; K. YAHSIMAN, 1959; H.N. PAMIR, 1959; R. EGEMEN, 1959; B. AGRALI, 1964; E. AKYOL, 1964; Y. KONYALI, 1967; S. LOBOZIAK et N. DIL, 1973; N. DIL, 1975.

C'est en 1953 qu'est créé le Comité International de Pétrologie des Charbons. Ce comité s'est attaché immédiatement à l'élaboration d'un lexique de Pétrographie des charbons. Les pétrographes de charbons ont été amenés à effectuer des observations nouvelles afin de définir précisément les macéraux et leurs caractères technologiques. Au cours de ces travaux, des nouveaux termes sont apparus et leurs définitions ont été proposées à la Commission de Nomenclature. En 1954, C.A. SEYLER a introduit le terme microlithotype correspondant à des associations typiques de macéraux. Les microlithotypes peuvent être monomacéraux, bimacéraux et trimacéraux. Les limites de microlithotype sont définies quantitativement. L'année suivante, en 1955, la Commission International

des Analyses est créée dans le but d'universaliser l'emploi de ces termes et de comparer les résultats obtenus. Les conclusions des travaux de la Commission de Nomenclature sont réunis, en 1957, dans la première édition du lexique du Comité International de Pétrologie des Charbons. Les perfectionnements de la technique microscopique, optique et électronique permettent d'étudier avec beaucoup de finesse les macéraux (B. ALPERN, ET G. NOMARSKI, 1954; B. ALPERN et S. PREGERMAIN, 1956 et 1965). En 1963, la deuxième édition du lexique international de Pétrographie des Charbons est publiée. Dans la première partie qui est consacrée aux nomenclatures, on trouve la définition des termes utilisés dans les différents systèmes (STOPES-HEERLEN, THIESSEN, Bureau of Mines, W. SPACKMAN et Institut de Géologie de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S.). Les tonsteins, les minéraux des charbons y sont aussi définis ainsi que le rang des charbons. Les résultats des travaux de la Commission des Analyses sont exposés dans la deuxième partie dont le but est : "de mettre au point des méthodes capables de définir quantitativement avec précision les macéraux, les microlithotypes et le rang des charbons".

Au cours de recherches ultérieures, de nouveaux composants des houilles sont discernés. B. ALPERN, en 1955, introduit le terme vitrinertite et en 1964, il a proposé une subdivision de la collinite, dans le cadre du système STOPES-HEERLEN, en homocollinite et hétérocollinite. E. STACH et B. ALPERN (1966) ont montré que l'on peut diviser la micrinite (au sens large) en trois macéraux distincts : l'inertodétrinite, la macrinite et la micrinite (sens strict).

En 1971, il y eut un supplément à la 2ème édition du lexique. Cette édition est consacrée surtout à la définition des macéraux de lignites. On y découvre encore quelques précisions sur les méthodes d'analyses macérales, détermination de rang et des nouveaux macéraux des charbons.

Depuis quelques temps, la nécessité d'obtenir des précisions de plus en plus fines a amené les pétrographes des charbons à utiliser de nouvelles méthodes pour la définition du rang. Après la microdureté et surtout le pouvoir réflecteur, on a procédé à des examens microscopiques en fluorescence. Les études en microfluorescence ne sont pas tout à fait récentes. Les recherches ont été conduites avec succès antérieurement sur les macéraux des liptinites. Mais elles sont restées essentiellement descriptives (SHOCHARDT, 1943; JACOB, 1964, 1972; STACH, 1969). En 1974, K. OTTENJANN, M. TEICHMULLER et M. WOLF préconisent une méthode microscopique de détermination du rang des charbons peu houillifiés. P. VAN GIJZEL (1967) a introduit pour la première fois les mesures de fluorescence spectrales sur des sporomorphes en lumière

transmise. W. HOMANN (1972) a introduit la mesure des spectres de fluorescence de sporinite sur sections polies, en lumière réfléchie. La microscopie de fluorescence s'est révélée irremplaçable pour l'analyse des liptites, notamment dans le domaine des lignites. Ce moyen d'étude reste encore relativement peu employé, particulièrement dans les houilles. D'après ses études en fluorescence effectuées sur les charbons peu houillifiés, M. TEICHMULLER (1974) propose quelques nouveaux macéraux du groupe de l'exinite. Ils ne sont reconnaissables qu'en microscopie fluorescente. Ce sont : la fluorinite, la bituminite et l'exsudatinite. M. TEICHMULLER et K. OTTENJANN (1975) font une subdivision dans la bituminite, d'après la fluorescence des bitumes non figurés des charbons (bituminite I, bituminite II et bituminite III).

Le dernier complément du lexique est paru en 1975. Il apporte une mise au point sur la plus récente de techniques de microscopie des charbons, la fluorescence, qui donne la définition des nouveaux macéraux mis en évidence grâce à elle.

Les pétrographes des charbons ont abordé aussi les relations entre les charbons et la genèse des hydrocarbures (pétrole) (M. TEICHMULLER, 1974; B. ALPERN, 1970; D. WHITE, 1975). Dans ce domaine, les travaux ont apporté des notions plus précises sur ces relations. Parmi les assez nombreux travaux et publications relatifs à la microscopie fluorescente, je citerai : B. ALPERN, 1976; F.J. RAYNAUD et P. ROBERT, 1976; M. WOLF, 1977; M. TEICHMULLER, et M. WOLF, 1973; W. SPACKMANN, A. DAVIS et G.D. MITCHELL, 1976; M. TEICHMULLER et K. OTTENJANN, 1977; P. VAN GIJZEL, 1975. Tous ces auteurs ont étudié les macéraux de l'exinite avec des méthodes de microscopie fluorescente.

CHAPITRE I



LES GRANDS TRAITES GEOLOGIQUES DU BASSIN HOULLER DE LA TURQUIE

I - GENERALITES. STRUCTURE D'ENSEMBLE (Carte 1)

Le bassin houiller de la Turquie est situé sur le littoral de la Mer Noire, au Nord-Ouest de l'Anatolie. L'ensemble du bassin houiller est désigné sous le nom de "Bassin de Zonguldak". Autrefois, on utilisait également les noms de "Bassin d'Eregli" (Héraclée) ou de "Bassin de Filyos". La Filyos est le nom d'une rivière qui se jette dans la Mer Noire et qui traverse le bassin carbonifère. Elle constitue la limite entre les bassins de l'Ouest (Alacaagzi, Kozlu, Zonguldak, Gelik) et les petits bassins de l'Est (Amasra, Sögütözü, Azdavay). Parmi les noms utilisés de nos jours, nous retiendrons l'appellation de "Bassin de Zonguldak" qui est la plus usitée. En effet, en dehors de certains affleurements situés dans le département de Kastamonu, l'ensemble de la partie exploitée se trouve dans le département de Zonguldak et même dans les environs immédiats de la ville de Zonguldak.

Bien que se trouvant en Asie, le bassin de Zonguldak peut être rattaché au groupe des bassins paraliques européens. Le bassin de Zonguldak est l'un des rares bassins incorporés à la chaîne des plissements alpins. La base du Carbonifère est constituée par un Viséen de faciès Culm surmonté par une puissante série houillère où les flores du Namurien, du Westphalien et du Stéphanien se succèdent. La position de ce bassin dans la zone des plissements alpins en a déterminé les principaux caractères structuraux. Repris par l'orogénèse alpine, il présente en effet une structure plus compliquée et plus réduite que celles des bassins purement hercyniens.

La connaissance géologique du bassin de Zonguldak est loin d'être complètement acquise, malgré une découverte du gisement et une exploitation qui remontent à plus d'un siècle. Une étude exhaustive d'ensemble n'a pratiquement jamais été faite. Quelques études sérieuses effectuées par G. RALLI (1933), P. ARNI (1938), W. GRANCY (1939), E. CHARLES (1930, 1947, 1948), M. TOKAY (1952, 1955, 1961) constituent le matériel de base de nos connaissances actuelles mais elles sont loin de concerner l'ensemble du bassin de Zonguldak.

D'après les études de G. RALLI (1933), de P. ARNI (1938), de W. GRANCY (1939) et du M.T.A. (Institut d'Etudes et de Recherches Minières de la Turquie),

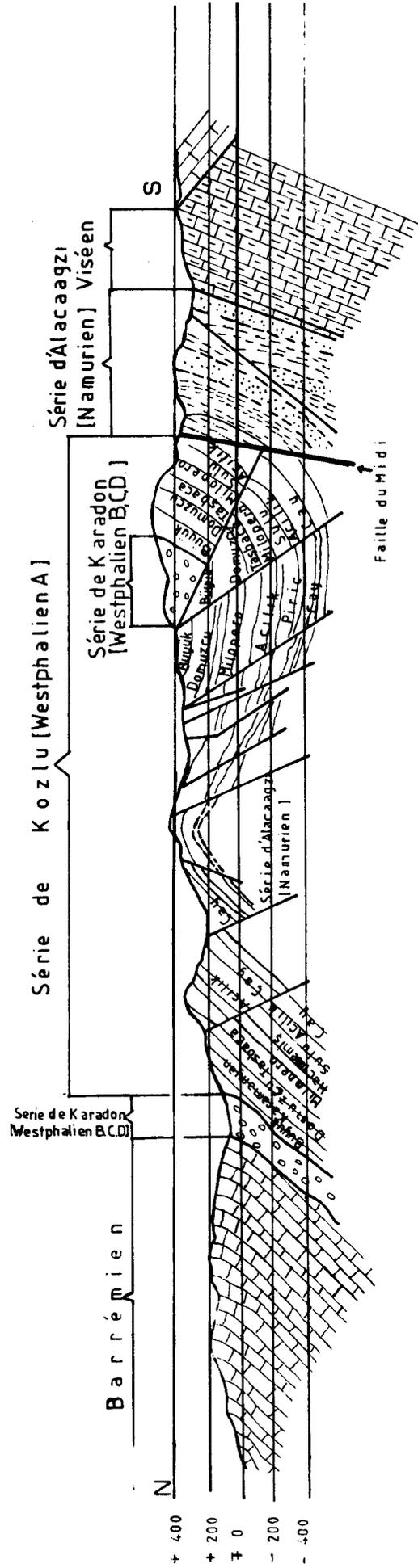
les affleurements de Köseagzi, près d'Eregli, constituent la limite occidentale du bassin alors que les affleurements de Pelitova-Kapusu, près de Cide et ceux de Sögütözü situés à l'intérieur sont les plus orientaux. La distance séparant ces affleurements extrêmes est de 180-200 km. Dans la partie Ouest du bassin, la limite méridionale est constituée par la "faille du Midi" située à 3 km du Sud de Kozlu, à 2 km du Sud de Zonguldak et à 7 km du Sud de Kilimli. La limite Sud des bassins de l'Est n'est pas bien connue; l'existence du bassin en affleurement et en profondeur a été mise en évidence à Azdavay, à Karafasil, à Gegendere et à Arıtdere et il est peu probable que ces formations puissent s'étendre davantage vers l'intérieur des terres, des terrains plus anciens (Dévonien ou plus ancien) formant une barrière au Nord de Daday.

Le bassin de l'Ouest est constitué par des affleurements assez rapprochés et très réduits à l'extrémité occidentale. La superficie totale des affleurements du bassin productif à Köseagzi-Mirendere, Camli, Kandilli, Alacaagzi, Teflenli, Kireclik et Cavuşagzi ne dépasse guère 1 km².

Le Houiller affleure de nouveau à Kozlu, à 15 km de Cavuşagzi, si l'on ne tient pas compte de quelques affleurements minuscules à Illisu, où il occupe une largeur de 2 à 6 km. La superficie des affleurements des blocs de Kozlu, Zonguldak et de Kilimli-Gelik est de 42 km² environ. C'est la partie la plus exploitée et par conséquent la mieux connue.

A l'Est de Gelik, le terrain houiller est recouvert par le Crétacé et affleure seulement au-delà de la rivière Bartın et à Amasra. Les affleurements du Houiller sont plus nombreux, mais dispersés sur une très grande étendue, à l'Est de la rivière Bartın; les principaux affleurements sont situés à Gavurpinari-Süzekderesi, à Tarlagazi-Amasra, à Cakraz-Gecgün, à Pelitova-Kapusu, toutes ces localités sont situées sur le littoral de la Mer Noire. Vers l'intérieur, on peut citer les affleurements de Sögütözü, de Kozluviran, de Kirmaci, d'Azdavay et de Karafasil.

Au point de vue tectonique (carte 2), dans les bassins houillers du Nord-Ouest de l'Anatolie, la plus importante faille est la faille du Midi. Cette faille constitue la limite méridionale des bassins houillers de Zonguldak. D'après G.RALLI (1933), la "faille du Midi" se serait produite avant le Crétacé inférieur et elle a séparé les calcaires du Viséen, la série d'Alacaagzi et le faisceau des veines Kiliclar de la série Kozlu et la série Karadon. Par contre, d'après les travaux récents et plus détaillés



Coupe 1: Coupe géologique N-S du bassin de Zonguldak [D'après RALLI (1933) extrait de BAYKAL (1971)]



de H.N.PAMIR (1959), la faille du Midi se serait formée pendant le Crétacé ou un peu plus tard et aurait laminé le faisceau des veines Kiliclar.

Au Nord de la faille du Midi, il y a des failles moins importantes orientées transversalement par rapport à la faille du Midi. Ces failles transverses de deuxième ordre limitent trois blocs de l'Ouest à l'Est: bloc de Kozlu, bloc de Zonguldak et bloc de Gelik-Kilimli (carte 3) (Coupe 1).

Le bloc de Kozlu s'est enfoncé le long de la faille de Sagüksu. Le bloc de Zonguldak a été déplacé vers l'Ouest par la faille de Baglik-Bastarta. Les failles de deuxième degré sont plus ou moins inclinées vers la faille du Midi. De plus, un réseau de failles a morcelé le flanc sud de l'anticlinal d'Uzulmez-Gelik. Au Nord de la faille du Midi, le bassin est plissé en une suite d'anticlinaux et de synclinaux (carte 2).

II - STRATIGRAPHIE DU BASSIN DE ZONGULDAK

Dans ce paragraphe, je donnerai quelques renseignements sur la série carbonifère et les terrains de couverture (Crétacés et les plus récents). La série carbonifère dans le bassin de Zonguldak comprend, de la base vers le sommet :

II-1. Viséen

Il surmonte en concordance le Tournaisien du Sud-Est d'Eregli et dans la région de Bartin, se termine par des couches de dolomites, de calcaires, de phtanites et de schistes noires appartenant au Viséen supérieur. Dans ce Viséen, on a trouvé *Posidonomya becheri* (= *Posidonia*) BRONN et des Goniatites.

II-2. Carbonifère productif

Le Viséen est surmonté par le Carbonifère productif qui est subdivisé en trois séries nettement différenciées par leurs flores, à savoir :

- série d'Alacaagazi, à la partie inférieure (Namurien A-B),
- série de Kozlu, au milieu (Namurien sup.-Westphalien A)
- série de Karadon, au sommet (Westphalien B, C, D).

Cette subdivision établie d'abord par G. RALLI (1933) a été légèrement modifiée à la suite des études de P. ARNI (1938).

R. ZEILLER (1899) a étudié la flore des formations carbonifères du bassin de Zonguldak. Il y a déterminé 122 espèces dont la majorité était déjà connue dans les autres bassins européens, ce qui lui a permis de rapprocher les bassins houillers de Zonguldak des bassins de Silésie-Bohême. Cependant, plus récemment, H.N.PAMIR (195) montre que l'ensemble floristique recueilli dans les bassins du Nord-Ouest de l'Anatolie s'apparente plus à la flore du Bassin du Donetz.

II-2.1. Série d'Alacaagzi (Namurien A et B)

Cette série surmonte les schistes noirs du Viséen supérieur. Elle est constituée par des schistes argileux avec intercalations gréseuses. Les intercalations gréseuses forment des lentilles et des couches dont l'épaisseur varie de 50 cm à quelques mètres. La série d'Alacaagzi est facilement reconnaissable en affleurement du fait de l'érosion différentielle; elle peut être divisée en deux parties :

- la partie inférieure,
 - la partie supérieure.
- La partie inférieure est très schisteuse, presque stérile et ne comporte que quelques veinules et de très rares empreintes végétales. Son épaisseur est de 100 à 300 m. Cette partie inférieure est la seule où l'on trouve occasionnellement quelques coquillages attestant la présence d'invasions marines de très courte durée.
- la partie supérieure est nettement plus gréseuse et comporte de nombreuses veines de houille et quelques niveaux avec faune d'eau douce. Au-dessus de la veine Tekke qui est l'une des plus anciennes veines du bassin de Zonguldak, on trouve trois zones de Lamellibranches sur une épaisseur de 50 à 100 m. Aucun niveau marin n'y a été signalé. La flore qu'elle contient est semblable à celle de l'assise de Waldenburg (bassin de la Basse Silésie) et de Basse Loire en France.

On évalue l'épaisseur totale de la série d'Alacaagzi à 500 m. Dans cette série, 16 veines dépassent 0,60 m d'épaisseur et l'épaisseur totale exploitable atteint une quinzaine de mètres. Dans cette série, R. ZEILLER (1899) a pu reconnaître un certain nombre de Sphenopterides (*Pteridosperinae* ou *Pteridophylla*) parmi lesquels dominent :

Sphenopteris (*Lyginopteris*) *larischi* Stur

Sphenopteris (*Lyginopteris*) *bermudensi* -*formis* Schlotheim

Sphenopteris (*Lyginopteris*) *divaricata* Goeppert
Diploptmema (? *Lyginopteris*) *dicksonioides* (Goeppert) Stur
Diploptmema *dissectum* (Brongniart) Stur
Diploptmema *elegans* (Brongniart) Stur
Adiantites *oblongifolium* Goeppert

Il s'y adjoint *Cardiopteris polymorpha* (Goeppert) Schimper ainsi que quelques Arthropytes:

Sphenophyllum tenerrimum Ellinghausen
Sphenophyllum sewardi Zeiller
Asterocalamites (Schlotheim) Stur
Calamites ostraviensis Stur

Les Lepidophytes n'y sont représentés que par un petit nombre de Lépidodendracées :

Lepidodendron acuminatum (Goeppert) Unger
Lepidophyllum lanceolatum Lindley et Hutton

Il s'agit là d'un ensemble floristique tout à fait comparable à la flore que l'on rencontre dans les couches d'Ostran-Waldenburg et datée Numurien inférieur.

II-2.2. Série de Kozlu (Namurien supérieur-Westphalien A)

Cette série est formée essentiellement par des conglomérats, des grès conglomératiques et des grès. Elle ne comporte que très peu de schistes argileux, ces derniers étant surtout localisés au voisinage des veines de houille et formant des intercalations plus ou moins importantes dans l'épaisseur de celles-ci.

La série de Kozlu est la série la plus importante du houiller productif tant par son épaisseur, 1200 m environ, que par le nombre de veines qu'elle contient, 22 veines principales de plus de 0,60 m d'épaisseur, totalisant une épaisseur de houille de 35,5 m.

Au Sud de la vallée de Kozlu, on trouve des couches reposant en discordance sur la série de Kozlu et plongeant vers le Nord avec des pendages de 75 à 90°. Ces mêmes couches sont concordantes sur la série d'Alacaagzi. G. RALLI (1933) en faisait un faisceau distinct : "Faisceau de Kiliclar", ce qui signifiait "épées".

R. ZEILLER (1899) et G. RALLI (1933) ont placé le faisceau des Kiliclar entre la série d'Alacaagzi et la série de Kozlu en tenant compte de la flore fossile qu'il renferme. J. WILSER (1927) et P. ARNI (1938) pensent que le

faisceau des Kiliclar constitue la partie inférieure de la série de Kozlu. D'après P. ARNI, les deux dernières veines du faisceau des Kiliclar, la veine Civelek et la veine Omeraga sont sûrement dans la série de Kozlu. Au point de vue du faciès, les veines Omeraga et Civelek peuvent être corrélées facilement avec les veines Kürtserif, Hacipetro et Cay de la série de Kozlu. Cependant, P. ARNI pense que les faciès du faisceau des Kiliclar et de la série de Kozlu proprement dite, étaient différents.

La flore de cette zone inférieure de la série de Kozlu est peu variée et peu abondante. On y rencontre, à la base, une grande veine et une importante épaisseur de conglomérats que la flore date encore namurienne (Namurien supérieur), tandis qu'à son sommet, comprenant 4 veines, les plantes recueillies sont purement westphaliennes.

Le faisceau des Kiliclar en effet se caractérise par la présence de *Pecopteris aspera* Brongniart, plante peu recueillie au Westphalien, associée à un certain nombre d'espèces classiques du Westphalien A, telles que *Neuraethopteris schlehani* (Stur) Laveine ou *Mariopteris acuta* (Brongniart) Zeiller.

Il renferme en outre un certain nombre de plantes qu'on ne retrouve pas dans la série de Kozlu. Ce sont des *Sphenopteris* divers :

- Sphenopteris* (*Zeilleria*) *freuzli* Stur.
- Sphenopteris* (*Crossotheca*) *schatzlarensis* Stur
- Sphenopteris* (*crossotheca*) *crepini* Zeiller
- Sphenopteris* (*renaulita*) *laurenti* Andrae

On y rencontre également *Pecopteris plumosa* (Artis) Brongniart, *Lepidodendron lycopodioides* Sternberg et quelques Sigillaires dont *Sigillaria germanico* Weiss.

Le faisceau de Kozlu (partie supérieure de la série de Kozlu), la flore y est plus abondante. R. ZEILLER y a reconnu des espèces communes avec le faisceau précédent :

- Pteridospermes et Filicophytes

- Eusphenopteris schillingsi* (Andrae) Van Ameron
- Sphenopteris* (*Lyginopteris*) *baumleri* Andrae
- Sphenopteris* (*Renaulita*) *schatzlarensis* Stur
- Sphenopteris* (*Renaulita*) *bella* Stur
- Mariopteris acuta* (Schlotheim) Zeiller
- Mariopteris muricata* (Schlotheim) Zeiller
- Alethopteris decurrens* (Artis) Zeiller
- Alethopteris lonchitica* (Schlotheim) Unger

Nemaletopteris schlehani (Sternberg) Gothan
Paripteris gigantea (Sternberg) Gothan

- Lycophytes

Lepidodendron acuteatum Sternberg
Lepidodendron obovatum Sternberg
Lepidophyllum lanceolatum
Sigillaria elegans Brongniard

- Arthrophytes

Sphenophyllum cuneifolium (Sternberg) Zeiller
Calamites suckowi Brongniard
Asterophyllites equisetiformis (Schotheim) Brongniard

Les plantes propres au faisceau de Kozlu sont :

- Pteridospermes et Filicophytes :

Eusphenopteris obtusiloba (Brongniart) Novik
Eusphenopteris sauveurii (Crépin) Simson-Scharold
Lyginopteris hoeninghausi (Brongniart) Gothan

et diverses petites Fougères sphénopteridiennes.

Rhacopteris subpetiola Potonié
Palmatopteris furcata (Brongniart) Potonié
Pecopteris pennaeformis Brongniart
Alethopteris deveuxi (Brongniart) Goeppert
Lonchopteris eschweileciana Andrae
Neuropteris heterophylla Brongniart

- Arthrophytes :

Calamites cisti Brongniart
Calamites ramosus Artis
Calamites schützei Stur
Asterophyllites grandis (Sternberg) Feinitz

ainsi que quelques *Annularia*.

- Lycophytes :

Lepidodendron dichotomum Sternberg
Lepidophloios laricinus Sternberg
Lepidostcubus geinitzi Schimper
Lepidophyllum lanceolatum Lindley et Hutton

et de nombreuses Sigillaires parmi lesquelles :

Sigillaria elongata Brongniart
Sigillaria schlotheimi Brongniart
Sigillaria scutellata Brongniart
Sigillaria davreuxi Brongniart
Sigillaria bablagi Brongniart
Sigillaria mamillaris Brongniart

- Cordaites :

Cordaites principalis (German) Geinitz
Cordaites bocassifolius (Sternberg) Unger
Dorycordaites patmaeformis (Goeppert) Grand'Eury

De l'étude de cette flore, R. ZEILLER tire la conclusion que ce faisceau est d'âge Westphalien A, peut-être déjà Westphalien B dans sa partie supérieure.

L'ensemble de la série de Kozlu s'apparente, par sa flore, aux couches de Schatzlar de Silésie-Bohême.

II-2.3. Série de Karadon (Westphalien B (?), C, D)

D'après R. ARNI (1938), la base de la série de Karadon montre les mêmes faciès que la série de Kozlu et surmonte cette dernière dans la région de Zonguldak. La partie supérieure de la série de Karadon est beaucoup plus épaisse et bien caractérisée du point de vue lithologique, avec beaucoup de conglomérats gris verdâtre à ciment calcareux. Cette partie est attribuée par la flore qu'elle contient au Westphalien D ou considérée comme constituants des couches de passage entre le Westphalien supérieur et le Stéphanien.

L'épaisseur de la série de Karadon est environ de 400 m, les veines qu'elle contient ne sont pas bien connues. D'après R. RALLI (1933), il y aurait, dans la région de Zonguldak, 8 veines de houille totalisant une épaisseur de 10 m, qui appartiendraient à cette série.

Dans la série de Karadon, R. ZEILLER (1899) a reconnu un mélange de plantes westphaliennes et stéphanienues, à côté d'espèces caractéristiques du Westphalien D. Ce sont :

- Pteridospermes et Filicophytes :

Sphenopteris (*Hymenophyllites*) *bronni* Gutbier

Sphenopteris (*crossotheca*) *crepini* Zeiller

Palmatopteris *alata* (Brongniart) Potonié

De nombreux *Pecopteris* parmi lesquelles, on citera :

Pecopteris *miltoni* Artis

Pecopteris *unita* Brongniart

Pecopteris (*Dicksoniites*) *pluckeneti* (Schlotheim) Sternberg

Alethopteris *pontica* Brongniart

Alethopteris *grandini* Brongniart

Alethopteris *serli* (Brongniart) Goepfert

Odontopteris *ceichiana* Gutbier

Neuropteris *rarinervis* Bunbury

Neuropteris *scheuchzeri* Hoffmann

Linopteris *obliqua* (Bunbury) Zeiller

Reticyclopteris *munsteri* (Eicwald) Gothan

Caulopteris *patria* Grand'Eury

Phycopteris *macrodiscus* (Brongniart) Corda

- Arthrophytes :

Plinthiotheca *anatolica* Zeiller

Sphenophyllum *emarginatum* Brongniart

Sphenophyllum *oblongifolium* German et Kauffoss

Sphenophyllum *cuneifolium* Bronn

Sphenophyllum *majus* Sternberg

Annularia *stellata* (Schlotheim) Wood

Annularia *sphenophylloides* (Zenker) Gutbier

- Lycophytes :

Lepidodendron *jaraczewskii* Zeiller

Sigillaria *tessellata* Brongniart

- Cordaites :

Cordaites *borassifolius* (Sternberg) Unger

Cordaites *principalis* (Germain) Geinitz

Cordaicarpus *congruens* Grand'Eury

Il en conclut, comme d'ailleurs G. RALLI (1933), quelques années plus tard, que la série de Karadon est d'âge Westphalien supérieur (C et D) et correspond

du moins partiellement à l'étage de Schwadowitz du bassin de Silésie-Bohême et à la partie inférieure de la série d'Ottweiler du bassin de la Sarre (Westphalien D).

Les formations du Westphalien B n'ont jamais été caractérisées d'une façon précise dans la partie occidentale du bassin de Zonguldak.

La série de Karadon, telle qu'elle est définie entre Eregli et Gelik correspond dans l'esprit de certains auteurs (RALLI, 1933; ZEILLER, 1899) à l'ensemble du Westphalien B, C et D avec une lacune du Westphalien B. P. ARNI (1938) et R. EGEMEN & S. PEKMEZCILER (1945) ne partagent pas cette façon de voir et se refusent à vouloir établir un parallélisme très étroit entre le bassin de Zonguldak et divers bassins de l'Europe occidentale ou centrale. P. ARNI a retrouvé des plantes du Westphalien B aux environs de Zonguldak et de Gelik. D'après P. ARNI, entre la série de Kozlu et la série de Karadon, une lacune stratigraphique ne peut pas exister. D'ailleurs, R. EGEMEN (1959) a mis en évidence la présence de Westphalien B dans quelques localités du Sud du bloc de Kozlu. Quant à S. LOBOZIAK et N. DIL (1973), ils parlent de la série de Karadon "attribuée au Westphalien B et peut-être C et D".

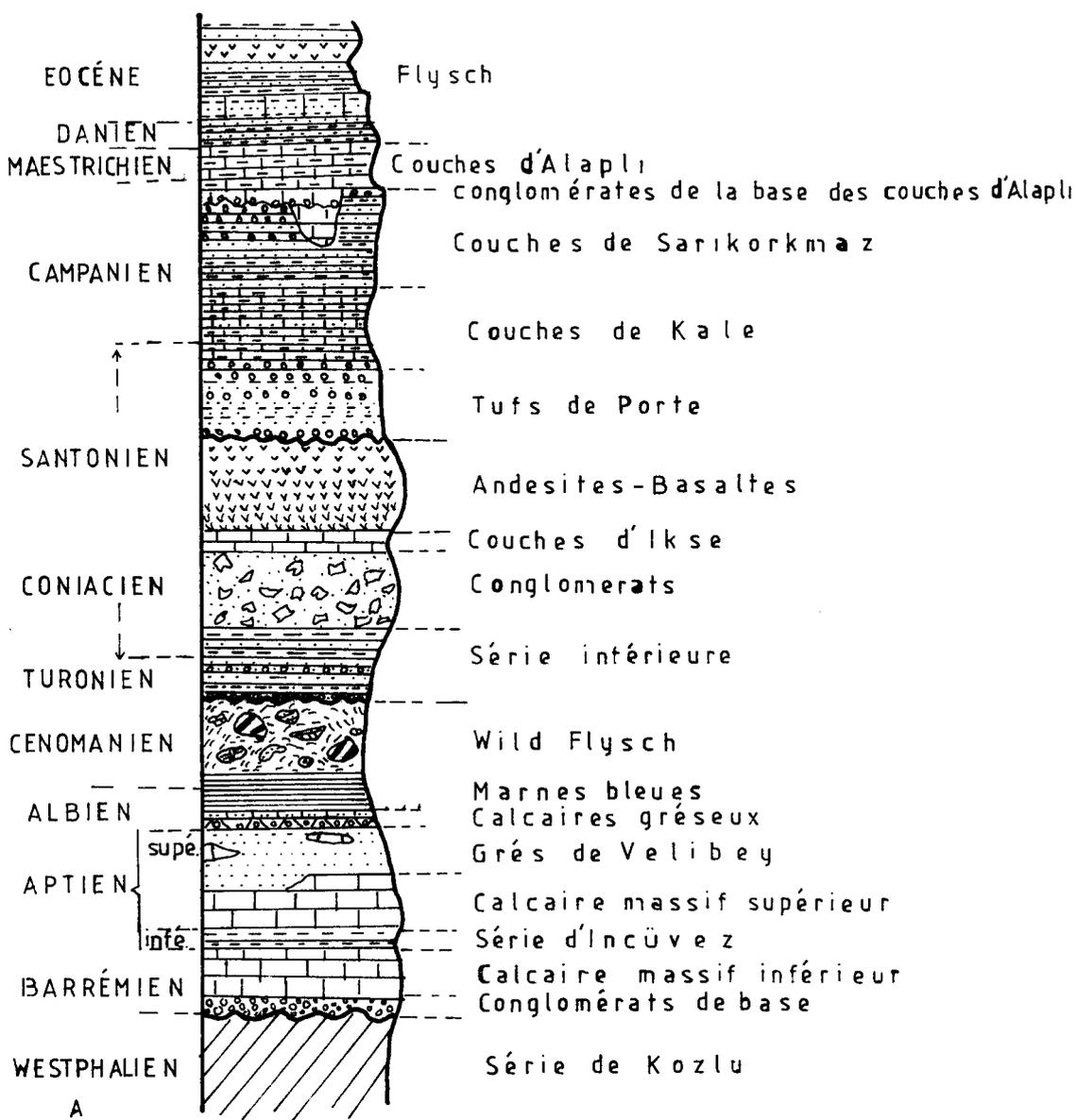
Par contre, à Amasra, le Westphalien B fait suite au Westphalien A. Il est bien caractérisé et se distingue par des arguments phytopaléontologiques; il est constitué par des couches de grès gris, de schistes gréseux et, rarement, de microconglomérats.

II-2.4. Les terrains dits "de couverture" (coupe 2)

Les conglomérats de la série de Karadon épais de plus de 250 m sont surmontés par des grès rouges et les marnes du Permien d'une épaisseur de 180 m environ.

Entre Eregli et Zonguldak, le houiller est souvent recouvert en discordance par le Crétacé dont l'épaisseur atteint 1500-2000m. Dans cette région, la transgression qui débute au Crétacé inférieur s'est effectuée sur une surface aplanie par l'érosion.

D'après les études de G. RALLI (1933) et surtout de P. ARNI (1938), les terrains de couverture débutent, sur l'ensemble du bassin, par un conglomérat de base de 10 à 15 m d'épaisseur, formé par des galets de grès ou de schistes provenant du houiller et à ciment argileux ou calcaireux.



Coupe 2: Coupe stratigraphique des terrains couvertures du bassin de Zonguldak entre Ereğli - Alacaagzı [D'après M.TOKAY (1952) extrait de F.BAYKAL (1971)]



Sur le conglomérat de base, reposent (coupe 2) :

- a - le calcaire barrémien (de faciès urgovien)
- b - la série d'Incubez avec des argiles et des schistes d'âge Aptien inférieur
- c - le Schrattenkalk et les grès de Velibey représentant les deux faciès de l'Aptien supérieur,
- d - la série des grès verts ou calcaires gréseux d'âge Albien inférieur et moyen.
- e - les marnes bleues argileuses attribuées à l'Albien supérieur.

A l'Albien supérieur, succède le flysch cénomaniens (Wild flysch) qui recouvre l'ensemble du bassin de Zonguldak, aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest de la rivière Filyos.

A la surface de ce flysch, on trouve souvent des blocs qui ont une taille de quelques cm³ à des millions de m³ et des klippes appartenant au Houiller ou au Crétacé inférieur et dont l'origine est souvent controversée. L'existence de tels blocs, qui ont souvent été pris pour des affleurements naturels du houiller semble indiquer une surrection de la partie méridionale du bassin crétacé supérieur, surrection qui aurait entraîné la rupture et le glissement vers le Nord de falaises d'âge carbonifère au Crétacé inférieur (M.TOKAY, 1962).

Après le Cénomaniens, les séries du Turonien, Coniacien, Santonien avec des Andésites-basaltes et des tufs, Campanien, Maestrichtien, Danien et Eocène (de faciès flysch) se succèdent.

C H A P I T R E I I



NOMENCLATURE ET METHODES D'ETUDES

I - NOMENCLATURE

I-1. Nomenclature utilisée

Quatre systèmes de nomenclature sont actuellement en usage dans le Monde. Ce sont :

- le système Stopes-Heerlen employé en Europe,
- le système Thiessen-Bureau of Mines,
- le système W. Spackman, ces deux-ci utilisés au Etats-Unis
- le système de l'Institut de Géologie de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S.

Ces systèmes diffèrent par les méthodes d'observation préconisées : lames minces, surfaces polies ou lames minces polies et selon les buts que l'on souhaite atteindre. Par exemple : le système de l'Institut de Géologie de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., applicable aussi bien aux houilles qu'aux lignites, définit essentiellement les caractères génétiques des combustibles. Le système de nomenclature Thiessen-Bureau of Mines utilise la lumière transmise pour la définition des termes. Le système W. Spackman propose de définir les "entités-types", non seulement par leur composition pétrographique, mais aussi en tenant compte de la valeur de leur pouvoir réflecteur maximal dans l'huile.

Le système Stopes-Heerlen, employé largement en Europe, préconise d'identifier les macéraux sur des surfaces polies, examinées à l'immersion dans l'huile en lumière réfléchiée, naturelle ou polarisée. C'est ce système européen que j'ai adopté dans mon étude des charbons turcs du bassin de Zonguldak.

On sait que dans le système Stopes-Heerlen on a reconnu par l'examen en lumière réfléchiée, 14 macéraux fondamentaux qui sont rassemblées en trois groupes :

- | | | |
|-------------------|---|-----------|
| 1. Collinite (Co) |) | |
| 2. Télinite (Te) |) | |
| 3. Vidrodetrinite |) | Vitrinite |

- 4. Sporinite (Sp))
- 5. Cutinite (Cu))
- 6. Résinite (Re)) Exinite
- 7. Alginite)
- 8 Liptodétrinite)

- 9. Micrinite(fine (Mf)
(massive(Mm)
- 10. Macrinite
- 11. Semifusinite (Sf)
- 12. Fusinite (F)
- 13. Sclérotinite (Sc)
- 14. Inertodétrinite

Avec la méthode de microscopie de fluorescence, ce nombre s'est encore accru de nouveaux constituants appartenant au groupe de l'exinite ayant pu être mis en évidence.

Des associations typiques de macéraux en lits d'au moins 50 microns d'épaisseur déterminent des microlithotypes. Ces derniers sont au nombre de 8. Ce sont :

- Vitrite)
- Liptite ou sporite) microlithotypes monomacéraux
- Fusite)
- Clarite)
- Durite) microlithotypes bimacéraux
- Vitrinertite)
- Clarodurite V+E+I, I V) microlithotypes trimacéraux
- Duroclarite V+E+I, V I)

I-2. Choix du type d'analyse et méthode de comptage

On peut procéder à deux types d'analyse microscopique :

- l'analyse des microlithotypes
- l'analyse macérale

L'analyse microlithotype d'une veine de charbon peut être intéressante pour l'étude sédimentologique. Si l'on dispose d'un pilier complet, on peut imaginer qu'il est facile d'observer la structure complète de la veine du mur au toit. Mais la présentation des résultats d'une telle étude pose des problèmes. En adoptant une échelle raisonnable, 5 mm pour 50 microns, on obtiendrait déjà un profil de 100 mètres de longueur correspondant à une veine de 1 m d'épaisseur. On a essayé de supprimer cette difficulté de représentation en juxtaposant des microlithotypes qui sont naturellement superposés. On divise arbitrairement la veine en bandes horizontales de hauteur uniforme

(C. ABRAMSKI, M.-Th. MACKOXY, W. MANTEL et E. STACH, 1951) ou en zones de même faciès, d'épaisseur variable dont la délimitation reste subjective (R.NOEL 1956a). Mais cette manière de représentation des résultats de l'analyse microlithotype peut cacher totalement la composition exacte de la veine. En plus, les difficultés de prélèvement ne permettent pas d'avoir toujours un pilier complet.

Les échantillons de charbons turcs dont je disposais, étaient assez friables, ce qui rendait difficile l'étude de blocs. J'ai donc été amené à utiliser l'analyse macérale de préférence à celle des microlithotypes.

Bien entendu, il est possible de réaliser des analyses quantitatives de microlithotypes sur des échantillons en grains. Ce type d'analyse présente "un caractère plus conventionnel que l'analyse macérale" (C.I.P.C., 1963). La Commission des Analyses a recommandé au cours du Congrès International de Sheffield, d'effectuer un certain nombre de distinctions lors des comptages de microlithotypes sur des échantillons en grains. On compte à part la vitrinite d'un lit pur (vitrite) et la vitrinite isolée. On sépare ainsi la vitrinite d'une clarite de celle d'une vitrinertite ou d'une trimacérite ou d'une vitrite. Pourtant, il s'agit toujours de matériels génétiquement analogues.

En outre, la précision des résultats obtenus par l'analyse macérale est supérieure à celle d'une analyse de microlithotypes dont la définition est plutôt arbitraire. De plus, selon l'oculaire utilisé, c'est-à-dire un micromètre oculaire ou un oculaire à 20 points les pourcentages des microlithotypes donnent des résultats différents.

Ces quelques considérations ont été longuement développées par E.MERIAUX dans son mémoire.

I-3. Reconnaissance des macéraux

I-3.1. Définition du macéral

On sait que les constituants microscopiques élémentaires des charbons sont désignés sous le nom de "macéral" par analogie avec le terme minéral employé pour les constituants des roches. Le terme macéral a été créé par M.C. STOPES en 1935. La Commission de Nomenclature a réservé pour les macéraux le suffixe "inite" (C.I.P.C., 1963).

Les macéraux des charbons sont formés à partir des différents organes ou tissus des plantes en raison des modifications plus ou moins importantes intervenant au cours de la carbonification et il n'est pas toujours possible de reconnaître le matériau végétal d'origine.

Les macéraux évoluent de façon continue pendant le processus de houillification, ce qui entraîne des variations de leurs propriétés physiques et chimiques. Les macéraux ne présentent pas toujours des propriétés physiques homogènes. Les macéraux d'un charbon d'un rang donné ne constituent donc pas des substances homogènes mais sont un mélange de plusieurs composés.

Au cours de la houillification les macéraux peuvent se transformer pour donner d'autres macéraux; par exemple, la bituminite et la résinite donnent de la micrinite ou bien avec l'avancement de la houillification, de nouveaux macéraux, n'existant pas auparavant, peuvent se former (exsudatinite, par exemple). M. TEICHMULLER (1974) insiste sur cette transformation au cours de la houillification et propose une revalorisation du concept de macéral à la lumière des nouvelles études, notamment des études en microscopie fluorescente.

En ce qui concerne les houilles, nous l'avons vu plus haut, quatorze macéraux ont été définis par l'examen en lumière réfléchie. Mais en général, les dix macéraux cités plus haut sont couramment pris en considération dans les analyses macérales. Les quatre macéraux suivants : vitrodétrinite, liptodétrinite, macrinite et inertodétrinite ne sont pas toujours faciles à distinguer et il subsiste toujours un grand risque de les confondre avec les autres macéraux dont ils dérivent. Pour cette raison et afin de faciliter les analyses, je n'ai pas pris en considération ces macéraux.

En utilisant la microscopie fluorescente, M. TEICHMULLER (1974) a pu définir trois nouveaux macéraux dans le groupe d'exinite. Ces nouveaux macéraux de liptinite sont :

- la fluoronite,
- la bituminite,
- l'exsudatinite.

Les macéraux sont répertoriés en trois groupes, selon leur pouvoir réflecteur et d'autres propriétés physico-chimiques. La différence de réflectance est maximale dans le domaine des lignites, elle décroît de façon continue avec le degré d'évolution dans le domaine des houilles et disparaît presque complètement dans les anthracites. Dans le domaine de ces derniers, la forme et la structure sont les principaux critères de reconnaissance des macéraux. Il est d'ailleurs nécessaire souvent de faire appel pour leur mise en évidence, à des techniques complémentaires (attaques - lumière polarisée).

Les trois groupes de macéraux (Vitrinite, Exinite, Inertinite) se distinguent nettement les uns des autres par leurs propriétés chimiques et technologiques. Il existe aussi une relation étroite entre le pouvoir réflecteur du macéral et sa teneur en matières volatiles ou sa teneur en carbone.

I-3.2. Les macéraux du groupe de la Vitrinite

C'est le groupe de macéraux le plus abondant dans les houilles humiques.

Dans les conditions habituelles d'observation en lumière réfléchiée, la télinite présente une structure d'origine botanique, tandis que les deux autres macéraux : la collinite et la vitrodétrinite, n'en révèlent pas. La vitrodétrinite dont l'aspect est plus ou moins homogène tel celui de la collinite, peut s'en distinguer par son degré de dégradation poussée. Ces deux macéraux du groupe de la vitrinite peuvent révéler une structure botanique à la suite d'une attaque oxydante. Les macéraux qui révèlent une structure avec des procédés particuliers sont appelés des cryptomacéraux.

Les macéraux de ce groupe sont caractérisés par une couleur grise à blanche en lumière réfléchiée et leur pouvoir réflecteur est intermédiaire, sauf dans les anthracites, entre celui de l'exinite et celui de l'inertinite des charbons du même rang.

La réflectance de la vitrinite est moins dispersée que celle des autres groupes de macéraux. La réflectance du groupe de la vitrinite est aussi la seule à évoluer d'une manière continue (bien qu'avec des vitesses différentes) au cours de toute la houillification. De ce fait, la réflectance de la vitrinite sert de référence pour la mesure du rang des charbons et éventuellement pour celle du degré d'évolution des sédiments associés.

I-3.2.1. Collinite (Pl.3, fig. 3, 4, 5)

La collinite constitue le ciment amorphe de tous les autres macéraux. C'est aussi le seul macéral qui, dans les conditions normales d'étude en lumière réfléchiée, ne présente aucune structure cellulaire visible. La collinite est le macéral le plus abondant et le plus homogène des houilles carbonifères. Elle est appelée également ciment amorphe, pâte ou gelée ou substance fondamentale (A. DUPARQUE, 1933).

La couleur de la collinite est grise à blanche en lumière réfléchie suivant le rang du charbon qui la renferme. Son pouvoir réflecteur varie de 0,5 à 8 % en immersion dans l'huile. En général, la collinite n'est pas un macéral fluorescent, sa fluorescence étant pratiquement nulle.

D'après les études approfondies, la collinite correspond à un ensemble de constituants qui ont à peu près la même réflectance. Elle regroupe quatre macéraux :

- la télcollinite,
- la gélocollinite,
- la desmollinite,
- la corpollinite.

- La télcollinite

C'est un sub-macéral proche de la collinite et de la télinite. Elle possède une structure cellulaire qui n'apparaît qu'après attaque oxydante des surfaces polies. L'aspect de ce sub-macéral est homogène. La télcollinite forme des lits plus larges que d'autres macéraux de la collinite. Les limites de ces lits sont encore visibles. Son pouvoir réflecteur est légèrement plus fort que celui des autres sub-macéraux. Ce constituant avait été décrit sous les noms de "vitrite A" par BROWN, COOK et TAYLOR et "homollinite" par ALPERN en 1964. Dans les échantillons finement broyés, les limites naturelles des lits de la télcollinite disparaissent et sont remplacées par des cassures; de ce fait, la télcollinite devient difficile à distinguer de la gélocollinite.

- La gélocollinite

Elle représente une grande partie de la collinite. Celle-ci correspond au gel colloïdal pur d'où son aspect homogène et compact. Contrairement à la télcollinite, elle n'a pas de contours propres. Elle englobe les différents macéraux et prend leurs formes.

La gélocollinite a servi à la mesure systématique du pouvoir réflecteur. Sa réflectance est très proche de celle de la télcollinite et supérieur à celle de la desmollinite. Il n'est pas toujours possible de faire une distinction entre gélocollinite et télcollinite dans le cas des échantillons en grains.

- La desmollinite

Ce sub-macéral de la collinite n'a pas été observé au cours des analyses macérales que j'ai effectuées, mais lors de l'étude du pouvoir réflecteur on voit que certaines plages de collinite ont des valeurs de réflectance inférieures à la moyenne, ce sont des plages de desmollinite. La desmo-

collinite possède souvent un aspect plus ou moins hétérogène. Cette hétérogénéité originelle de constitution se traduit par une baisse plus ou moins forte du pouvoir réflecteur notamment dans les charbons de bas rang.

La desmocollinite a été décrite sous le nom de Vitrinite B (BROWN, COOK et TAYLOR, 1964) et hétérocollinite (ALPERN, 1964). Des études au microscope électronique ont montré que la desmocollinite possède une structure granulaire, car les cendres intrinsèques et les minéraux s'y sont préférenciellement concentrés, ce qui abaisse la valeur du pouvoir réflecteur (B.ALPERN et A. QUESSON, 1956).

- La corpocollinite

Elle se trouve dans les houilles soit à l'état isolé, soit en inclusions cellulaires. La taille moyenne des inclusions est celle des cellules végétales habituelles; à l'état isolé, sa taille peut être beaucoup plus grande.

La collinite peut présenter un autre aspect : elle colmate les fissures du charbon. Ce ciment homogène qui remplit les fissures a un pouvoir réflecteur supérieur à celui de la collinite qui l'entoure. La différence entre les pouvoirs réflecteurs peut être importante. Ces galets de collinite représentent des solutions colloïdales oxydées au cours du transport, même si celui-ci est très bref ou bien encore formées postérieurement à la diagénèse, à partir de collinite préexistante.

I.3.2.2. Télinite

C'est un macéral proche de la collinite. La télinite montre une structure cellulaire visible dans les conditions normales de réflexion sans attaque chimique préalable. Sa couleur varie en fonction du rang, gris plus ou moins foncé à blanche en lumière réfléchie. D'après la commission de nomenclature du Comité International de Pétrologie des Charbons, ce terme ne doit être utilisé que pour désigner les membranes des cellules visibles dans la vitrinite. Les parois cellulaires sont fortement gélifiées, les cavités cellulaires sont plus ou moins arrondies ou ovales, ou bien, elles sont réduites à de simples lignes. La télinite est mieux visible lorsque les cavités cellulaires sont remplies de césinite ou de micrinite. Il existe aussi des télinites dont les cavités cellulaires sont remplies par la collinite (Pl. 2, fig. 4,5,6; Pl. 3, fig. 1; Pl.5, fig. 4).

Le pouvoir réflecteur de la télinite est à peine supérieur à celui de la collinite correspondante. Dans les stades ultimes de la houillification, les télinites sont difficiles à distinguer des semi-fusinites. En général, la télinite n'est pas fluorescente sauf dans quelques houilles de bas rang.

I-3.3. Les macéraux du groupe de l'exinite

Les macéraux de ce groupe proviennent principalement de l'exine des spores, des grains de pollen et des cuticules des feuilles. Les macéraux du groupe de l'exinite ne sont pas nécessairement des exines mais on leur attribue des propriétés technologiques analogues. Dans ce groupe, on trouve les macéraux suivants :

- la sporinite,
- la cutinite,
- la résinite,
- l'alginate.

M. TEICHMULLER (1974) propose trois nouveaux macéraux dans ce groupe. Ces nouveaux macéraux, reconnus grâce à l'étude du microscope fluorescent, sont :

- la fluorinite,
- la bituminite,
- l'exsudatinitite.

I-3.3.1. Sporinite (Pl. 1, fig. 1,2,3,4,5,6; Pl. 5, fig. 3,6).

La sporinite correspond à la membrane externe (exine et perine) des spores et des grains de pollen. En lumière réfléchiée, elle a une couleur plus foncée que celle des autres macéraux et elle est facilement reconnaissable dans les charbons peu évolués. La sporinite devient gris de plus en plus clair lorsque le rang augmente.

Les spores sont aplaties dans le plan de stratification des charbons et la cavité est réduite à une simple ligne. La grandeur des spores varie d'environ 10 à 2000 microns. En fonction de la taille, on peut différencier des microspores et des mégaspores.

Les échantillons étudiés renferment des lits de spores formés par des microspores et des macrospores isolées ou entourées par les microspores. Ces microspores sont séparées les unes des autres par la collinite et on voit souvent de la micrinite fine autour d'elles. Les microspores ont, en général, une couleur gris moyen, tandis que les macrospores ont des teintes gris foncé à clair. Certaines macrospores de teinte claire

ont un aspect granulaire. Ce phénomène fut observé déjà par E. STACH (1964). La granulation de la sporinite semblerait liée à son effacement.

Dans un même échantillon, on peut observer des spores ayant des degrés d'évolution différents. D'après E. STACH (1964) les spores les plus évoluées sont de teinte claire. Elles ont subi une décomposition biochimique plus poussée avant leur enfouissement.

Le pouvoir réflecteur de la sporinite varie très peu dans les charbons peu évolués. A partir du "saut de houillification" (environ 29 % M.V. dans la vitrinite), son pouvoir réflecteur augmente considérablement. Il rejoint le pouvoir réflecteur de la vitrinite vers 1,5 - 1,6 % P.R. (environ 20 % de M.V. dans la vitrinite).

D'après TEICHMULLER, il y a deux sauts de houillification dans l'évolution des charbons. Le premier saut de houillification s'effectue environ à 42-40 % de M.V. et 0,6 % du pouvoir réflecteur, c'est-à-dire à la limite flambants - flambants à gaz (TEICHMULLER, 1974). Après ce premier saut de houillification commence à croître plus vite en fonction du rang estimé par % C, % M.V. et H/C. Le deuxième saut de houillification (celui de E. STACH qui est connu depuis longtemps), se place entre les charbons à gaz et les charbons gras, environ 29 % M.V. et 1,2-1,3 % pouvoir réflecteur. Le deuxième "saut" est marqué dans les vitrites par une inflexion vers 87 %C (soit 1,3 % PR). A partir de ce point, les MV %, N_2O % et H/C décroissent très vite avec l'accroissement du %C.

Dans les houilles de bas rang, la sporinite a une fluorescence jaune clair à foncé, orange et brun. La fluorescence de la sporinite disparaît au stade des houilles de rang élevé. A partir de charbons à coke (environ 25 % MV, 1,3 % de réflectance), la sporinite n'est pas fluorescente.

I-3.3.2. Cutinite (Pl. 1, fig. 3; Pl. 6, fig. 2)

La cutinite provient des cuticules des feuilles. Les cuticules sont souvent en bandes plus ou moins parallèles au plan de stratification. La bordure externe des cuticules est lisse tandis que la bordure interne a une structure denticulée, correspondant aux restes du parenchyme des feuilles. Elle a la même couleur et pratiquement le même relief que la sporinite. Dans les charbons peu évolués, la cutinite est gris foncé à noire, légèrement plus claire que la sporinite correspondante. Avec le rang sa teinte s'éclaircit et, dans les charbons à moins de 20 % de MV, elle a presque la même teinte que la vitrinite correspondante.

Son pouvoir réflecteur évolue comme celui de la sporinite. Il rejoint celui de la collinite au-dessous de 20 % MV. L'étude systématique des variations du pouvoir réflecteur des cutinites permet, dans certains cas, de conclure à la corrélation stratigraphique des veines prélevées en des endroits peu éloignés les uns des autres (E. SCHNEIDER, 1965).

I-3.3.3. Résinite (Pl. 2, fig. 4,5; Pl. 7 (fig. 6).

La résinite est un macéral accessoire des houilles, de couleur noire à grise et de relief plus ou moins faible. Elle provient de l'ensemble des cires et des résines fossiles. La résinite se présente généralement en remplissage des lumières des cuticules et aussi des cavités cellulaires des tissus télinitiques (télinite) ou en remplissage des fissures et en imprégnation plus ou moins diffuses dans la collinite. A. DUPARQUE (1933) a décrit de nombreux aspects de la résinite dans son mémoire. La diversité de leurs formes et les différences de relief et de pouvoir réflecteur montrent une pluralité de l'origine de la résinite.

Dans certains cas, on peut observer des corpuscules présentant une zonation qui est due à une polymérisation superficielle. En microscopie fluorescente, on a également observé (B. ALPERN, 1972) des zones de fluorescence différente.

D'après E. STACP (1966), la résinite peut passer avec l'évolution des charbons à la vitrinite et même à la sclérotinite. Cet auteur en fait une "résinite-sclérotinite". J'ai observé des corpuscules ovales ayant un très fort pouvoir réflecteur ; d'après leur structure, il me semble que ces corpuscules ont une origine résineuse.

La résinite a un pouvoir réflecteur inférieur à celui de la vitrinite correspondante dans les charbons à plus de 20 % MV. Son pouvoir réflecteur rejoint, dans les charbons contenant moins de 20 % MV, celui de la vitrinite.

I-3.3.4. Alginite

C'est un macéral que l'on trouve très rarement dans des charbons humiques comme les charbons turcs. Je ne l'ai pas observé dans les houilles que j'ai étudiées et elle n'apparaît donc pas dans les histogrammes présentés plus loin.

I-3.4. Les macéraux du groupe inertinite

Ce groupe est constitué principalement par des tissus ligneux en lentilles ou en fragments. Les macéraux de ce groupe se distinguent des macéraux des autres groupes par leur couleur, leur fort relief et leur fort pouvoir réflecteur. Ce groupe doit son nom au fait que les macéraux qui le composent agissent comme des amaigrissants lors de la cokéfaction. Dans ce groupe, on rassemble les macéraux suivants :

- Fusinite,
- Semifusinite,
- Micrinite (fine
 (massive
- Sclérotinite

I-3.4.1. Fusinite (Pl. 4, fig. 2,3,4,6 ; Pl. 6, fig.3,4,5; Pl. 7, fig. 2,3,4)

La fusinite est pratiquement le seul macéral qui résiste au polissage. Elle représente les restes du tissu ligneux du bois ou du sclérenchyme à structure cellulaire nette et régulière. La désagrégation de la structure cellulaire donne naissance à une structure étoilée. On rencontre la fusinite en lits réguliers formés de tissus végétaux intacts permettant parfois d'en retrouver l'origine botanique. On observe aussi de fins fragments de fusinite, disséminés dans la collinite et associés à la micrinite.

Les cavités cellulaires de fusinite sont généralement vides, parfois remplies de matières minérales (argile, carbonate de calcium). La fusinite peut être associée souvent à la pyrite.

La fusinite a une couleur blanc jaunâtre et un relief très fort. Son pouvoir réflecteur est toujours très élevé, quelque soit le rang du charbon; il varie très peu lors de l'évolution des charbons. La fusinite n'est jamais fluorescente même dans les charbons de bas rang.

I-3.4.2. Semi-fusinite (Pl.1, fig. 3,6; Pl. 3, fig. 5,6; Pl. 4, fig. 1,6;

Comme son nom l'indique, la semifusinite est un macéral représentant un stade intermédiaire entre ceux de la vitrinite et de la fusinite. De relief assez fort et de couleur gris clair à blanc, elle est constituée des mêmes éléments que ceux de la fusinite (du bois et du sclérenchyme) mais la semifusinite a subi une gélification des parois plus ou moins poussée. Les cavités cellulaires sont moins ouvertes, les parois plus épaisses et la structure est donc moins nette que chez la fusinite.

La gélification des parois peut présenter des aspects et des degrés de gélification assez divers. Si la gélification est très poussée, on a une substance presque amorphe et son aspect est très proche de celui de la collinite. Dans ce cas, on peut penser que la gélification ultime de la semifusinite aurait conduit à la formation de collinite. Mais cette interprétation est en contradiction avec l'observation en lumière polarisée de tissus ligneux (A. DUPARQUE, 1949 et E. MERIAUX, 1967). Une étude en lumière polarisée révèle encore la structure cellulaire. Le processus de gélification a dû être très complexe. Certaines cellules gélifiées ont, semble-t-il, conservé l'épaisseur originelle de leur parois tandis que pour d'autres, la gélification a provoqué un épaississement considérable. Dans le cas ultime de gélification des parois, le caractère organisé du tissu peut être décelé par les substances originellement contenues dans les cavités cellulaires. Les micrinites fines et les particules argileuses disposées en minces filets discontinus ayant le même ordre de grandeur que celle d'une cellule aplatie sont témoins de l'organisation cellulaire primitive de semifusinite. En outre, le pouvoir réflecteur de telles substances gélifiées est plus élevé que celui de la collinite correspondante. Cette obturation des lumières des cellules révèle, selon E. MERIAUX (1969) :

- soit l'apport extérieur de matières sous forme colloïdale,
- soit l'autodestruction des lumières des cellules végétales :
les cellules produisant elles-mêmes un gel qui se fixerait sur leurs parois.

Il semblerait que la gélification des tissus ligneux puisse être due, au moins en partie, à des phénomènes antérieurs à la sédimentation, car on trouve dans tous les types de charbon la semifusinite coexistant avec la fusinite. On peut en déduire que la gélification n'est pas totalement liée au degré d'évolution du charbon.

La semifusinite possède un pouvoir réflecteur plus élevé que celui de la collinite. Son pouvoir réflecteur est comparable à celui de la fusinite mais peut être un peu moins élevé suivant l'état de gélification des tissus. Le pouvoir réflecteur de la semifusinite varie de 0,6 à 7 %. La semifusinite, comme la fusinite, n'est pas fluorescente lors de l'excitation en lumière bleue utilisée pour les charbons ($\lambda = 390 \text{ nm}$).

I-3.4.3. Micrinite

La micrinite est un constituant finement ou grossièrement granulaire de forme variable sans aucune structure cellulaire. Elle a une couleur gris clair à blanche, parfois blanc jaunâtre. Son pouvoir réflecteur est plus élevé que celui de la collinite correspondante.

On divise, généralement, la micrinite d'après la dimension des grains en micrinite fine et en micrinite massive.

- Micrinite fine (Pl.2, fig.6; Pl.3, fig. 1,2)

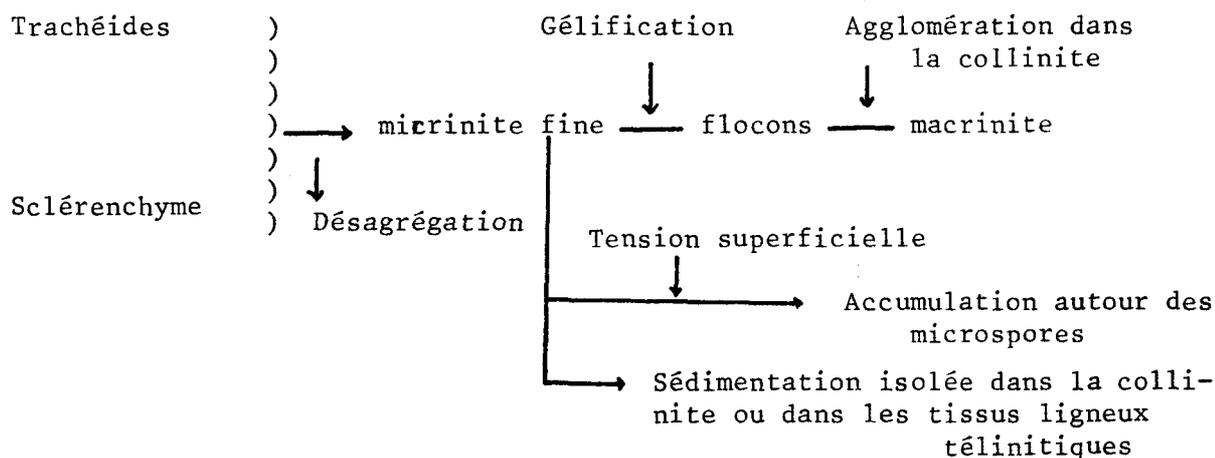
La micrinite fine possède des contours quelconques. La taille des grains est inférieure au micron. La détermination de la micrinite fine en immersion dans l'huile est assez facile. On la trouve dans les cavités cellulaires de la télinite, intimement mélangée aux lits constitués de fines particules argileuses (probablement des bituminites). Elle accompagne très souvent des spores et principalement des microspores. Elle se trouve également en état dispersée dans la collinite.

Malgré la reconnaissance relativement facile de la micrinite fine, les pétrographes des charbons ne sont pas unanimes sur son origine. B. ALPERN et S. PREGERMAIN (1965) et G.H. TAYLOR (1966) ont étudié ce macéral au microscope électronique. Leurs études ont apporté des précisions sur la forme et les dimensions des grains de micrinite fine. D'après ces études, les micrograins individuels de micrinite fine sont plus ou moins sphériques, leur dimension moyenne est de 0,05 micron, avec des variations allant de 100 à 100 Å.

E. STACH (1932 et 1935) a mentionné la présence de granulations opaques (opakkornchen) au voisinage des microspores. En 1964, en signalant que les petits grains s'accumulent en formant des sortes de flocons, E. STACH propose de rechercher l'origine de la micrinite dans les microspores, en d'autres termes dans leur contenu protoplasmique. E. MERIAUX (1969) ne partage pas complètement cette opinion. D'après lui, il n'y a pas de lien génétique entre ces deux composants. Il attribue la présence de micrinite fine autour des microspores à des phénomènes de tension superficielle. E. STACH et B. ALPERN (1966) admettent que la micrinite provient de restes protoplasmiques essentiellement constitués de protides. H.POTONIE (1950) décrit la micrinite comme un bitume polymérisé, finement divisé (métabitume stable). M. TEICHMULLER (1974) a observé des stades de passages nets de la bituminite à la micrinite fine dans les charbons peu houillifiés. Elle a également relevé dans les mêmes charbons des passages

de remplissages cellulaires résinitiques à la micrinite fine. Cette dernière observation peut nous expliquer le remplacement de cavités cellulaires de la télinite par la micrinite fine. Donc l'évolution des résinites et bituminites peut donner naissance à la micrinite. R. THIESSEN et G.S. SPRUNK (1936) voient l'origine de l'"opaque matter" et de la micrinite fine dans la pulvérisation des restes des parois secondaires des trachéites. C. DELATTRE et E. MERIAUX (1966) ont étudié dans un filet charbonneux inclus dans un tonstein un aspect différent de la micrinite fine. Ils décrivent la transformation en micrinite fine d'un tissu sclérenchyme. Cette transformation d'après eux, est incontestablement dû à une désagrégation du tissu.

E. MERIAUX (1969) a proposé un schéma présentant les différents origines et la répartition de la micrinite fine.



La micrinite fine se trouve, dans les charbons humiques, en plus ou moins grande quantité, dans les durites riches en exinite, dans les trimacérites aussi bien que dans les clarites. On l'y trouve souvent très disséminée dans la desmocollinite, souvent associée à la bituminite et à la surface supérieure des microspores. Il n'est pas rare de voir que la micrinite fine remplit les îlots cellulaires de la télinite. H.S. PAREEK (1963) mentionne qu'il a rencontré de la micrinite dans les corps résineux, en Inde, dans les charbons du Gondwana. J. KOCH (1970) a observé la formation de la micrinite fine, par chauffage, à partir de fragments de résine provenant d'une lignite espagnole. M. TEICHMULLER (1974) avait déjà signalé, dans les charbons flambants de Haute Silésie orientale, des passages de remplissages cellulaires résinitiques à la micrinite fine.

Dans les charbons humiques avec une dominante sapropélique (haute teneur en MV et H, grand pouvoir gonflant à la cokéfaction), la micrinite fine est particulièrement fréquente (M. TEICHMULLER, 1955; C. DIESEL, 1961). C. DIESEL décrivait que la micrinite fine est associée à la résinite et à la sporinite. La micrinite fine est rarement observée dans les charbons qui se sont formés dans des conditions aérobies dominantes, comme c'est le cas des charbons du Gondwana, riches en inertinites. Ils sont très pauvres aussi bien en exinite qu'en micrinite fine et il est probable que ces charbons se sont formés dans des conditions particulières. D'après M.-Th. MACKOWSKY (1975), en Gondwana, l'exinite est plus rare dans les charbons paraliques que dans les charbons limniques. Ceci s'explique par l'abondance de l'ion hydrogène qui crée un milieu acide. Sous l'influence de l'eau de mer, le milieu devient alcalin; c'est pourquoi l'exinite peut y être détruite, étant donné qu'elle résiste mieux dans un milieu acide. Dans la mesure où on trouve la micrinite fine autour des macéraux du groupe de l'exinite, et ces macéraux étant rares au Gondwana, il est normal d'éprouver une difficulté certaine à les rencontrer. Ce motif explique leur faible pourcentage dans les charbons du Gondwana.

B. ALPERN et S. PREGERMAIN (1965) ont étudié au microscope électronique la micrinite fine dans l'entourage des spores dans une coupe mince d'un charbon flambant lorrain. E. STACH et B. ALPERN (1966) montrent que la micrinite fine est étroitement liée à des fines granulations sombres qui sont probablement les précurseurs de la micrinite fine, dans un charbon peu houillifié. J.T. Mc CARTNEY et al. (1966) ont montré, grâce à une étude en coupe mince au microscope électronique d'un charbon à faible pouvoir réflecteur, que la micrinite fine se présente sous la forme de petits grains de 300 à 1000 Å dans une masse fondamentale très claire, probablement la résinite, dans des cellules de télinite. G.H. TAYLOR (1966) décrit au microscope électronique : "de fins grains sphériques - généralement 100 à 1000 Å - souvent en agrégats" qui entourent les parois des spores.

D'après ces observations, il apparaît vraisemblable qu'au moins une très grande partie de la micrinite fine a pris naissance pendant le processus de houillification à partir des bituminites, de certaines résinites et des produits de destruction des sporinites et des desmocollinites. Des passages de la cutinite à la micrinite fine n'ont jamais été observés. La haute teneur en matières volatiles (M. TSCHAMLER et E.D. RUITER, 1966), l'oxydabilité et la susceptibilité à la chaleur de la micrinite fine confirment son origine exinitique.

- Micrinite massive : (Pl. 1, fig. 2,3,4,5 et 6) (Pl.5, fig. 3)

La micrinite massive a des contours plus nets et une taille plus grande que la micrinite fine. Vraisemblablement, elle provient du morcellement des tissus ligneux. La micrinite massive se trouve souvent dans des lits de durite. D'après les différences du pouvoir réflecteur, on peut dire que ce macéral peut représenter des états physiques divers.

I-3.4.4. Sclérotinite (Pl. 1, fig. 3,6; Pl.2, fig. 1,2,3; Pl.5, fig. 6; Pl.6, fig.1)

La sclérotinite possède un fort relief et une couleur variant du gris clair ou blanc, ou blanc-jaunâtre. Elle a un pouvoir réflecteur toujours plus élevé que celui de la vitrinite et même, son pouvoir réflecteur peut être supérieur à celui de la fusinite. Elle se présente sous la forme de corpuscules ronds ou ovales, de taille variable, qui sont, comme leur nom l'indique, plus souvent des sclérotites de champignons, parfois des spores de champignons ou des corps résineux fort évolués. Elle a un aspect caverneux très irrégulier, différent de celui de la fusinite où les cavités sont régulièrement disposées.

Plusieurs auteurs ont étudié les caractères spécifiques de la sclérotinite. E. STACH (1956) prévoit d'utiliser la sclérotinite pour identifier les veines et établir des corrélations. A. DUPARQUE et Ch. DELATTRE (1954) ont précisé les caractères exacts des sclérotites, des spores de champignons et des faux tissus de champignons des houilles paléozoïques. A. DUPARQUE et F.MORAND-JUDAS (1956) ont montré que la sclérotinite peut avoir une pluralité d'origine. Récemment, M. TEICHMULLER (1974) révèle que certains corps résineux se transformaient en sclérotinite au cours de la diagenèse. Ces corps ont un fort pouvoir réflecteur.

La sclérotinite est assez fréquente mais généralement peu abondante dans les charbons. Elle se trouve dans presque tous les charbons et microlithotypes. E. STACH (1956) pense qu'elle a joué un rôle assez important dans l'origine de la durite.

I-4. Les inclusions minérales

Les inclusions minérales que l'on rencontre dans les charbons sont :

- soit des minéraux qui sont inclus dans la masse du charbon au cours de la sédimentation : minéraux détritiques primaires (Pl. 1, fig. 1,2; Pl.3, fig. 4; Pl. 4, fig. 5; Pl. 5, fig. 1,2,4);
- soit des minéraux qui remplissaient ultérieurement les fractures et les fissures du charbon : minéraux secondaires (Pl. 6, fig. 5,6).

Les argiles, les grains de pyrite et quartz sont en général des minéraux détritiques, primaires et syngénétiques. Les carbonates de calcium, les carbonates de fer et certains grains de pyrite remplissent des fissures secondaires.

Pour ma part, je n'ai observé que très rarement des carbonates. Quand ils sont présents, ils colmatent les fissures larges du charbon. Les argiles se trouvent, soit dans les fissures ou sont dispersées dans le charbon. J'ai observé des amas argileux disposés régulièrement dans la collinite, il semble qu'ils remplissent les lumens des cellules végétales originelles. Dans certains échantillons, ces amas montrent une fluorescence brun rougeâtre; il s'agit probablement de la présence de la fluorinite, un des nouveaux macéraux du groupe de l'exinite décrit par M. TEICHMULLER en 1974, et confondu jusqu'alors avec les argiles.

J'ai rencontré fréquemment des grains de pyrite associés aux fissures et cavités de la fusinite. J'ai observé également des pyrites finement dispersées dans la collinite. En général, les grains de pyrite sont particulièrement fréquents dans les veines surmontées d'un toit marin.

Les inclusions minérales peuvent parfois donner des indications importantes pour l'identification des veines et pour leurs synonymes. S'il y a une concentration particulièrement importante d'un minéral déterminé présentant une grande extension horizontale dans une veine ou dans des lits déterminés d'une veine, les bandes de quartz, les tonsteins, les concrétions de sidérite et des pyrites finement concrétionnées peuvent servir à identifier les veines qui les contiennent et permettre des corrélations.

J'ai regroupé, dans les histogrammes, les matières minérales, essentiellement argileuses, en une seule colonne.

II - METHODES D'ETUDES

II-1. Mode d'échantillonnage

On sait que la meilleure façon d'échantillonner une veine ou une passée est de prélever un pilier prismatique complet selon une verticale du toit au mur, perpendiculairement à la stratification. R. NOEL (1956) a proposé une technique de prélèvement des piliers de charbon applicables à tous les types de charbon en vue de leur échantillonnage. Grâce à cette technique de prélèvement, on peut transporter les piliers facilement et les stocker longtemps. En plus cette méthode facilite les études au laboratoire. Lorsqu'il n'est absolument pas possible de prélever un pilier complet de veine, le prélèvement peut être réalisé avec une technique plus rudimentaire mais mieux adaptée aux différentes conditions d'échantillonnage et applicable à tout type de prélèvement. L'accessibilité des veines ou des passées, la structure, la schistosité et la friabilité des charbons ne permettent pas toujours de prélever des fragments superposés, afin de reconstituer un pilier complet. Dans ces conditions, on peut prélever des blocs de 10 cm d'épaisseur environ, sur une ligne orthogonale à la stratification. Même les poussières extraits sur une verticale, du toit au mur, peuvent remplacer un pilier complet. Les échantillons que l'on m'a confiés ont été prélevés en poussières sur une verticale du toit au mur. Chaque veine prélevée est numérotée et sa position géographique repérée. Tous les renseignements concernant les échantillons sont consignés sur papier et placés dans un sachet avec l'échantillon.

Tous les prélèvements qui ont fait l'objet de la présente étude ont été effectués dans les galeries d'E.K.I. (Exploitation Houiller d'Eregli). L'E.K.I. indique les galeries avec cinq chiffres. Ces cinq chiffres nous montrent, dans le bassin de Zonguldak, les régions, les secteurs, les étages et les galeries.

Dans l'ensemble des cinq chiffres, le premier est le numéro de la région du bassin houiller de Zonguldak. Ce bassin est divisé en cinq régions et chaque région a un chiffre différent. Les régions correspondent aux chiffres suivants :

Etages	1 K A N D I L L I			2 C O S L O U (K O Z L U)			3 Ü Z Ü L M E Z				4 G E L İ K		5 K İ L İ M L İ	6 A M A S R A
	1Kandilli	2 Camlı	3 Kireçlik	1 İhsaniye	2 İncirharmanı	3 Ali Soydas	1 Derebaca	2 Kemergün	3 Asma	4 Caydamar	1 Gelik	2 Caradon	1 Kilimli	1 Amasra
9									+420					
8									+385					
7									+341					
6									+287					
5	+216								+225					
4	+170								+186		+220			
3	+98			+73					+141		+140			+160
2				+53,+60					+80,+100	+82	+80		+146	+100
1	+17,+35			+20,+11,+33			+38		+38,+60	+30	+20		+50	+40
0									+10,+20	+17		-83,-160		
1	-17			-30,-50						-50,-30			-360,-14	-30
2	-40			-100			-72			-75		-260	-60	
3	-70						-100			-100	-250	-360	-100	
4	-120			-150										
5				-200										
6	-165													
7				-300	-300									
8				-360	-360									
9				-425										

Tableau I : Légende des étages du bassin de Zonguldak

Kandilli	: 1
Kozlu	: 2
Uzülmez	: 3
Gelik	: 4
Kilimli	: 5
Amasra	: 6

Chaque région se divise en secteurs. Le deuxième chiffre indique le secteur. Pour l'ensemble du bassin, les secteurs sont :

Kandilli	= 1. Kandilli	2. Camli	3. Kireclik
Kozlu	= 1. Ihsaniye	2. Incirharmani	3. Alisoydas
Uzülmez	= 1. Derebaca	2. Kemergun	3. Asma 4. Caydamar
Gelik	= 1. Gelik	2. Karadon	
Kilimli	= 1. Kilimli		
Amasra	= 1. Amasra		

Le troisième chiffre correspond aux étages. Quant aux deux derniers chiffres ce sont les numéros des galeries. Ces dernières sont numérotées de 0 à 99. Les numéros 0 à 49 correspondent aux galeries situées au-dessous du niveau de la mer, les numéros de 50 à 99 au dessus du niveau de la mer (cote 0).

Exemple : le numéro 41309 signifie que la galerie 09 se trouve à l'étage -250 dans le secteur de Gélik de la région Gelik (tableau 1).

Pour numérotter les échantillons, on a pris le numéro de la galerie, lequel est suivi d'un numéro de veine. Ces numéros de veines sont 01, 02 etc ... lorsqu'on passe à des veines de plus en plus jeunes (en s'élevant dans la série stratigraphique).

Par exemple, dans la galerie 20 de l'étage -360 du secteur d'Incirharmani de la région Kozlu, 20 prélèvements ont été effectués et les numéros suivants leur ont été attribués :

2282001
2282002
:
:
2282020

II-2. Préparation des échantillons au laboratoire (fig. 1)

Le but de mon étude était la réalisation d'analyses macérales et de mesures de pouvoir réflecteur. Les analyses chimiques de ces charbons et les études palynologiques ont été effectuées dans les laboratoires de M.T.A. à Ankara par M. Erol AKYOL (partie palynologique) et M.A. DEMIRBAS (partie chimique).

C

debitage au marteau

concasseur à mâchoire

concasseur à cônes

tamissage

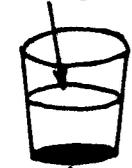
0,800 mm

homogénéisation

poudre

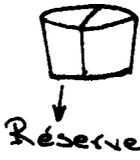
enrobage

Norsodyne (30gr)

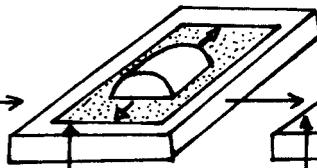


poudre (15gr)

débitage

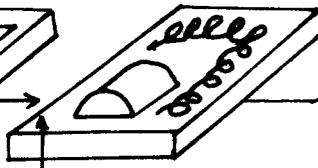


Réserve



eau + papier émeri { 120 A
240 A
400 A
600 A

polissage



eau potée d'opticien



eau + oxyde de chrome puis précipite d'alumine



Fig:1: Préparation des échantillons (extrait de MÉRINUX, 1969)

Les échantillons prélevés, en petits fragments et en poussières selon une ligne orthogonale à la stratification, sont divisés en quatre parties l'une étant mise en réserve, la deuxième est envoyée au laboratoire pour évaluer ses caractères chimiques. La troisième partie est consacrée aux études palynologiques et la dernière partie est utilisée pour les études pétrographiques : analyse macérale , mesures du pouvoir réflecteur.

Pratiquement, tous mes échantillons étaient en petits fragments, même en poussières. Pour cette raison, je n'ai pu étudier, sauf pour de rares exceptions, des échantillons en blocs, et j'ai été contraint de préparer tous mes échantillons en grains enrobés dans la résine. Les échantillons en grains ont été confectionnés d'après les normes fixées par la Commission des Analyses du Comité international de Pétrologie des Charbons (C.I.P.C. 1963). La méthode préconisée n'étant pas exactement circonscrite, j'ai utilisé surtout la méthode décrite par E. MERIAUX (1969) dans son mémoire. Cette méthode s'applique à tous les types de charbons avec les mêmes chances de succès.

II.2.1. Broyage et tamisage

Le but du broyage est d'obtenir des grains de taille comprise entre 100 et 800 microns. Ceci est conseillé par la Commission des Analyses (C.I.P.C., 1963). Pendant le broyage, on doit éviter d'obtenir une granulométrie inférieure à 100 microns.

J'ai traité tous mes échantillons à l'aide d'un simple broyeur du type moulin à café, à manivelle. Ce moulin donne, en effet, de meilleurs résultats que le broyeur électrique qui provoque la formation d'une poudre trop fine dont une grande partie est constituée d'éléments inférieurs à 100 microns. Le contenu de chaque sachet appartenant au même échantillon est passé au broyeur et chaque produit de broyage est déposé sur un tamis de taille de maille égale à 800 microns (module 30 de la série AFNOR). L'échantillon soumis au polissage doit être composé de broyés passés au tamis de taille de maille égale à 800 microns mais retenus par le tamis de taille égale à 100 microns. Les grains retenus par le tamis à 800 microns sont à nouveau broyés et tamisés. Tout le charbon d'un même prélèvement est finalement tamisé avec un tamis à 800 microns. La quantité de grains inférieurs à 100 microns était relativement faible et je l'ai négligée.

Au cours du broyage et du tamisage, toutes les précautions sont prises pour éviter le mélange des grains provenant des différents prélèvements. Entre chaque broyage des charbons originaires des différents prélèvements, il faut nettoyer le broyeur et le récipient dans lequel le charbon a été recueilli; il faut aussi brosser soigneusement les tamis à sec après le tamisage de chaque prélèvement.

II-2.2. Homogénéisation

Les grains dont on dispose pour la confection d'un échantillon en grains ont, nous venons de le voir, un diamètre compris entre celui du tamis à 800 microns et celui du tamis à 100 microns. Pour avoir une bonne répartition des grains, le produit du tamisage doit être homogénéisé avant d'être enrobé dans la résine. Le produit du tamisage d'un prélèvement est versé sur une feuille de papier, résistante et assez rigide. En levant les coins du papier, on fait rouler la poudre pendant quelques minutes. Il faut éviter un classement granulométrique en pliant la feuille, les plis étant gênants pour l'homogénéisation car susceptibles de recréer un classement granulométrique au sein de la poudre. Au bout de quelques minutes, on obtient une poudre parfaitement homogénéisée.

Pour éviter un mélange de différents prélèvements, il faut changer la feuille de papier après l'homogénéisation de chaque échantillon.

II-2.3. Enrobage

Il est conseillé de prélever 5 grammes de charbon broyé et de les enrober dans 10 grammes de résine (Lexique I.C.C.P.). E. MERIAUX (1969) a enrobé 15 grammes de charbon dans 30 grammes de résine. Il a été démontré, en effet, que de cette manière l'échantillon est bien représentatif de la roche. J'ai suivi la voie adoptée par E. MERIAUX.

Pour enrober 15 grammes de charbon, j'ai pris 30 grammes de résine et 1 à 2 grammes de catalyseur. J'ai utilisé comme résine le Palatal P 4 de la B.A.S.F. C'est un polyester non saturé en solution dans le styrène. Le Palatal P4 est préférable à d'autres résines en raison de ses qualités optiques, thermiques, chimiques et mécaniques.

Le catalyseur et la résine doivent être bien mélangés en évitant les bulles d'air. Après avoir mélangé le catalyseur, on ajoute 2 cm³ d'accélérateur et on l'intègre à la résine car il a une tendance à rester en surface.

On laisse échapper les bulles d'air pendant quelques instants avant de verser la résine dans un moule qui contient du charbon. La résine est mélangée avec le charbon jusqu'à ce que l'ensemble devienne pâteux afin d'obtenir un ensemble homogène et éviter toute décantation. Cette opération ne soit évidemment pas recréer les bulles d'air dans le mélange.

La température du milieu d'opération joue un rôle important sur le déclenchement de la polymérisation. Plus elle est élevée, plus la polymérisation est rapide, plus elle est basse, plus la polymérisation est lente. Dans ce cas, en augmentant la quantité de catalyseur, on peut déclencher la polymérisation plus rapidement. L'état pâteux s'obtient au bout de quelques minutes puis on laisse polymériser et refroidir.

Au bout de quelques heures, on peut démouler l'échantillon et graver le numéro de l'échantillon sur le bloc. Enfin l'échantillon est débité en deux parties à la scie à diamant selon un plan orthogonal au plan de sédimentation virtuel des grains pour lui donner les dimensions conseillées par la Commission des Analyses.

II-2.4. Préparation de l'échantillon moyen

La préparation de l'échantillon moyen est réalisé à partir de prélèvements effectués dans la même veine. Après avoir homogénéisé chaque produit du broyage, on prélève la masse souhaitée proportionnellement à l'épaisseur de chaque prélèvement.

Il paraît logique de traduire en poids le rapport des puissances des prélèvements en prenant 1 gramme de matière charbonneuse pour 10 cm de puissance. J'ai préparé chaque lot de cette manière; après une nouvelle homogénéisation, j'ai enlevé 15 grammes de matière charbonneuse à enrober dans 30 grammes de résine.

II-2.5. Polissage

Après avoir scindé le bloc en deux parties, l'une est mise en réserve et l'autre destinée aux analyses macérales et aux mesures du pouvoir réflecteur.

Les échantillons doivent subir une série d'opérations avant d'être étudiés au microscope. Ils doivent être convenablement polis. Ce polissage est un travail délicat et demande beaucoup d'attention car la qualité et la facilité d'observation des macéraux dépendent de cette opération.

II-2.5.1. Dégrossissage

Avant de passer l'échantillon sur le disque, la surface à étudier doit être bien plane et sans aucune aspérité. Le dégrossissage se fait au papier émeri : j'ai utilisé successivement des papiers émeri 120 A, 240 A, 400 A et 600 A, c'est-à-dire dans l'ordre croissant du degré de finesse. Ce travail se fait sous un faible courant d'eau. On frotte le bloc d'un mouvement alternatif et sans le tourner sur le papier émeri posé bien à plat sur une plaque de verre. En prévision de son passage sur le disque, on brise les arêtes et les coins du bloc sur le papier à gros grains. En effet, une arête tranchante peut empêcher un bon polissage et risquer de déchirer le drap de polissage.

Après chaque passage sur les papiers d'émeri, il faut vérifier la surface au binoculaire pour suivre l'aplatissement des stries. Le dégrossissage se termine avec le passage sur la potée d'émeri (poudre d'opticien W 6, 12 microns, 1600 fils). Celle-ci supprime complètement les stries laissées par le papier d'émeri le plus fin. La potée d'émeri est déposée sur la plaque de verre bien plane. En frottant par des mouvements circulaires, on arrive en quelques minutes à obtenir une surface mate, plane, sans stries, prête au polissage. Après le passage à la potée d'émeri, il est nécessaire de bien rincer l'échantillon sous un jet d'eau violent.

II-2.5.2. Polissage

Pour pouvoir étudier l'échantillon au microscope, il faut avoir une surface réfléchissante. Le polissage permet d'obtenir cette surface réfléchissante.

La surface à polir subit successivement deux passages au tour.

- Polissage préparatoire : C'est un passage à l'oxyde de chrome dilué (125 cm³ d'oxyde de chrome pour 875 cm³ d'eau) sur un feutre analogue au drap de billard. Il faut tenir le bloc de l'échantillon bien à plat sur le disque de la polisseuse et faire tourner le bloc sur le drap à contre sens du disque. Vers la fin de ce passage, le disque doit être souvent arrosé, l'eau est destinée au rincage de la surface. Après ce passage, on rince la surface sous jet d'eau violent et on vérifie au binoculaire sa propreté. Si la surface n'est pas assez propre, il faut recommencer l'opération ou un autre passage à l'oxyde de chrome plus fin que le précédent.

- Polissage final : ce passage est effectué sur un disque garni d'un drap de coton tournant à grande vitesse et imbibé du précipité d'alumine "Tonerde I". Avec ce passage on parvient à supprimer les impuretés les plus rebelles et à accentuer le poli de l'ensemble. Lors de ce passage, il faut éviter le contact brutal de la surface avec le feutre et faire tourner le bloc sur le disque lentement. La surface est rincée d'abord sous jet d'eau violent, puis de nouveau avec l'eau distillée pour éviter les dépôts calcaires en cercles concentriques que l'eau du robinet peut laisser en s'évaporant.

II-2.6. Difficultés rencontrées pendant le polissage

Les difficultés que l'on rencontre lors du polissage proviennent de la nature des composants de l'échantillon et du choix du feutre polisseur.

En ce qui concerne les échantillons étudiés, j'ai éprouvé des difficultés surtout en raison de la présence des grains de pyrite; les matières schisteuses entraînent aussi des difficultés de polissage.

- Difficultés dues à la présence de grains de pyrite : après le passage de l'oxyde de chrome, la surface, normalement, aurait dû être suffisamment propre pour passer au polissage final. Mais l'examen au binoculaire révélait sur la surface un grand nombre de stries qui défiguraient plusieurs macéraux. Ces stries ont été aperçues notamment sur la surface des échantillons qui contenaient une quantité plus ou moins importante de grains de pyrite. Ce sont les grains de pyrite qui, en se détachant au cours du polissage sur le disque, provoquent de nombreuses stries. A ce moment, j'ai dû recommencer le dégrossissage pour pouvoir enlever ces stries, surtout pour les échantillons des secteurs Kilimli et Gelik. Je n'ai pu, malgré parfois plusieurs tentatives, éliminer les stries laissées par les grains de pyrite.

La fusinite, par nature, est le plus résistant macéral au polissage. Quand elle est imprégnée de pyrite, son polissage devient très difficile. La fusinite pyriteuse, au passage du précipité d'alumine, laisse un trait sur le feutre, ce que nous ne remarquons pas lors du passage à l'oxyde de chrome.

- Difficultés dues à la présence de matières schisteuses : il m'est arrivé aussi de devoir entreprendre à nouveau un polissage à partir du stade papier émeri à 600 A avec les échantillons contenant en grande quantité des matières pélitiques. En m'y reprenant à plusieurs reprises, j'ai pu obtenir une surface convenablement polie.

II-3. Techniques d'Etude

II-3.1. Analyse macérale

II-3.1.1. Microscope utilisé

J'ai utilisé pour mes analyses macérales l'équipement suivant :

- un microscope Ortholux (Leitz)
- un objectif Leitz x 25 à immersion d'huile
- un oculaire Leitz x 10 avec réticule
- un compteur de points automatique Swift.

L'huile utilisée est l'huile Leitz "Immersion 501" N = 1515. Le grossissement net est de 250 fois. Le microscope utilisé est un microscope ordinaire transformé en microscope à réflexion par adjonction d'un illuminateur à prisme. L'objectif joue le rôle de condensateur.

II-3.1.2. Comptage des macéraux

Le comptage a été effectué d'après les normes fixées par la Commission des Analyses du Comité International de Pétrographie des Charbons. La Commission des Analyses a prévu de compter 500 points sur un carré de 2 cm de côté, en effectuant un balayage systématique de la surface suivant deux directions perpendiculaires et en déplaçant la préparation de 0,5 mm chaque fois (C.I.P.C., 1963).

D'après les normes fixées, le macéral compté doit être sur un grain de taille d'au moins 50 microns. On compte le macéral qui se trouve à la croisée des fils du réticule (C.I.P.C., 1963).

La Commission des Analyses précise de compter l'impact sous la croisée des fils du réticule, mais il est parfois difficile de voir le macéral qui est sous la croisée. Les fils du réticule peuvent cacher complètement le macéral que l'on cherche à reconnaître, telle la micrinite fine par exemple. J'ai donc utilisé la méthode préconisée par E.MERIAUX (1969) en identifiant le macéral qui se trouvait dans le quadrant NE et immédiatement au contact des fils du réticule.

Il faut remarquer que dans les échantillons en grains enrobés dans la résine, le point d'impact se trouve souvent sur la résine d'enrobage. Dans ce cas, on déplace, bien entendu, la platine sans compter.

La surface étudiée doit être bien horizontale et donc perpendiculaire à l'axe du microscope. L'horizontabilité de la surface est obtenue en fixant à l'aide d'une presse à main, le bloc sur une lame de verre par l'intermédiaire de "pâte à modeler". Au moment du pressage, il faut protéger la surface polie avec une feuille de papier filtre, pour éviter des stries.

II-3.2. Mesure du pouvoir réflecteur

J'ai suivi pour étudier le pouvoir réflecteur des houilles du bassin houiller de Zonguldak les méthodes préconisées par K. KOTTER en 1960, perfectionnées progressivement en 1961 par K. KOTTER et W.D. LANGER et en 1965 par W. PICKHART et K. ROBACK.

J'expliquerai le principe de mesure du pouvoir réflecteur dans le chapitre de "Détermination du rang".

II-3.3. Etude en microscopie fluorescente

La microscopie fluorescente n'est pas utilisable pour la détermination du rang des houilles évoluées (houille de PR $>$ 1.3). Cette méthode est utilisée surtout dans les domaines des tourbes et des lignites et des houilles de bas rang; elle donne apparamment pour ces types de combustibles, des résultats plus précis que les autres méthodes de détermination du rang.

Pour ma part, j'ai effectué des études en microscopie fluorescente sur les échantillons des secteurs Gelik et Ihsaniye. Je donnerai le principe d'étude de cette nouvelle méthode dans le chapitre "Etude en lumière fluorescente".

DEUXIEME PARTIE

CHAPITRE I



A N A L Y S E M A C E R A L E

La précision des mesures des propriétés physiques, pouvoir réflecteur, microdureté Vickers etc... dépend de la sensibilité des appareils utilisés mais il n'en est pas de même pour des analyses macérales, car le caractère subjectif des déterminations est prédominant.

I - REPRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats de l'analyse de la composition macérale sont représentés par des tableaux et des graphiques pour faciliter leur examen et leur comparaison.

I-1. Composition macérale : les histogrammes

Ils représentent les pourcentages de chaque macéral et des matières minérales. Les teneurs des divers macéraux dans les houilles du bassin houiller de Zonguldak montrent des écarts sensibles. A cause de ces grandes différences, il est difficile de présenter les résultats en pourcentage à l'aide d'une seule échelle. J'ai dû adopter quatre échelles différentes sur un même histogramme. E. MERIAUX (1969) lui aussi, avait adopté différentes échelles sur un même histogramme; "Cela constitue, bien évidemment, un défaut majeur de l'histogramme si ce dernier est considéré à part, mais étant mieux équilibré, il est plus aisé d'établir des comparaisons entre un grand nombre d'entre eux " (fig. 7A). Ainsi, un centimètre représente :

- . 20 % pour la collinite (Co) et les matières minérales (M),
- . 1 % pour la télinite (Te), la cutinite (Cu), la résinite (Re) et la sclérotinite (Se),
- . 2 % pour la sporinite (Sp), la micrinite fine (Mf) et la micrinite massive (Mm),
- . 5 % pour la fusinite (F) et la semifusinite (Sf).

I-2. Composition en groupe de macéraux

I-2.1. Diagramme horizontal (fig. 9 et 10)

Ces diagrammes nous montrent les pourcentages des différents groupes de macéraux. J'ai représenté les pourcentages de trois groupes de macéraux de deux façons : tout d'abord, sans considérer les matières minérales, puis en tenant compte des pourcentages des matières minérales.

Les diagrammes des veines étudiées nous permettront de voir d'un seul coup d'oeil, en juxtaposant les diagrammes, les grandes variations verticales

et latérales des groupes de macéraux et des matières minérales.

I-2.2. Diagramme triangulaire (fig. 14)

Utilisés à l'origine à des fins technologiques, les diagrammes triangulaires peuvent aussi donner une idée précise de la variation des conditions de dépôt. Un certain nombre de macéraux tels que la télinite, la cutinite, la résinite et la sclérotinite sont des macéraux accessoires des houilles, ne représentent en effet que 0,5 à 1 % de la composition macérale globale, y compris les matières minérales, des charbons étudiés. Donc la vitrinite d'un diagramme triangulaire représente essentiellement la collinite, le pourcentage en exinite correspondant, en grande partie, à la teneur en sporinite et celui de l'inertinite à celle des tissus ligneux gélifiés et non gélifiés et à celle des micrinites.

En examinant les diagrammes triangulaires établis à partir d'échantillons répartis du mur au toit, on affirmera que le dépôt est homogène si les points sont concentrés dans une même zone. Une grande dispersion des points attestera l'hétérogénéité du dépôt et renseignera sur les variations intérieures au cours de la sédimentation.

II - RESULTATS DES ANALYSES MACÉRALES

J'ai étudié les veines de houille, datées du Westphalien A, exploitées dans les secteurs Karadon, Gelik, Kilimli, Ihsaniye, Incirharmani et les veines du faisceau dit Kılıclar, datées du Westphalien A inférieur et exploitées dans le secteur Ihsaniye.

J'ai analysé les différentes veines secteur par secteur; cela m'a permis d'étudier les variations verticales de faciès dans le bassin et de voir l'évolution des caractères de la sédimentation au cours des temps.

Pour suivre les variations latérales de la sédimentation dans l'ensemble du bassin, j'ai étudié d'une façon continue d'Est en Ouest, les veines Acilik et Sulu, deux veines qui se succèdent dans la série stratigraphique. Les études des veines Acilik et Sulu seront présentées les premières.

II-1. Etude des veines Acilik et Sulu

Dans l'exposé qui va suivre, je précise que seule la veine Acilik a pu être analysée sans interruption dans tous les secteurs de l'Est à l'Ouest. Ce n'est pas le cas de la veine Sulu qui n'a pu être prélevée dans le secteur Gelik.

II-1.1. Variations latérales des teneurs en macéraux et minéraux

II-1.1.1. Collinite (fig.2)

D'une manière générale, on constate que pour chacune des deux veines, les proportions de collinite diminuent de l'Est à l'Ouest. La diminution des pourcentages de la collinite est de 5 à 13 %. La veine Sulu fait exception à la règle dans le secteur Ihsaniye où elle renferme 68 % de collinite.

La collinite montre, excepté dans le secteur Ihsaniye, une diminution de l'ordre de 5% de l'Est à l'Ouest, dans la veine Sulu. Quant à la veine Acilik, la variation des pourcentages de collinite est plus importante. Entre ces deux points extrêmes, il y a un écart de 13%.

Les veines Acilik et Sulu renferment les teneurs suivantes en collinite :

<u>Secteur</u>	<u>Veine Acilik</u>	<u>Veine Sulu</u>
Gelik	67,5 %	-
Karadon	66,4 %	61,1 %
Kilimli	62 %	58,3 %
Ihsaniye	55,3 %	68 %
Incirharmani	54,3 %	57 %

II-1.1.2. Télinite

Le télinite est un composant accessoire des houilles, de ce fait, je n'ai pas suivi son évolution dans le bassin. D'une manière générale, on remarque cependant une légère augmentation vers l'Ouest du bassin. Elle possède des pourcentages élevés quand la veine renferme moins de matières minérales.

II-1.1.3. Sporinite (fig. 3)

La comparaison des teneurs en sporinite des veines étudiées révèle une différence importante entre les charbons de la partie Est du bassin et ceux de la partie Ouest. En effet, il apparaît que les combustibles situés à l'Est, plus précisément ceux des secteurs Karadon et Gelik, contiennent de faibles proportions de sporinite alors que,

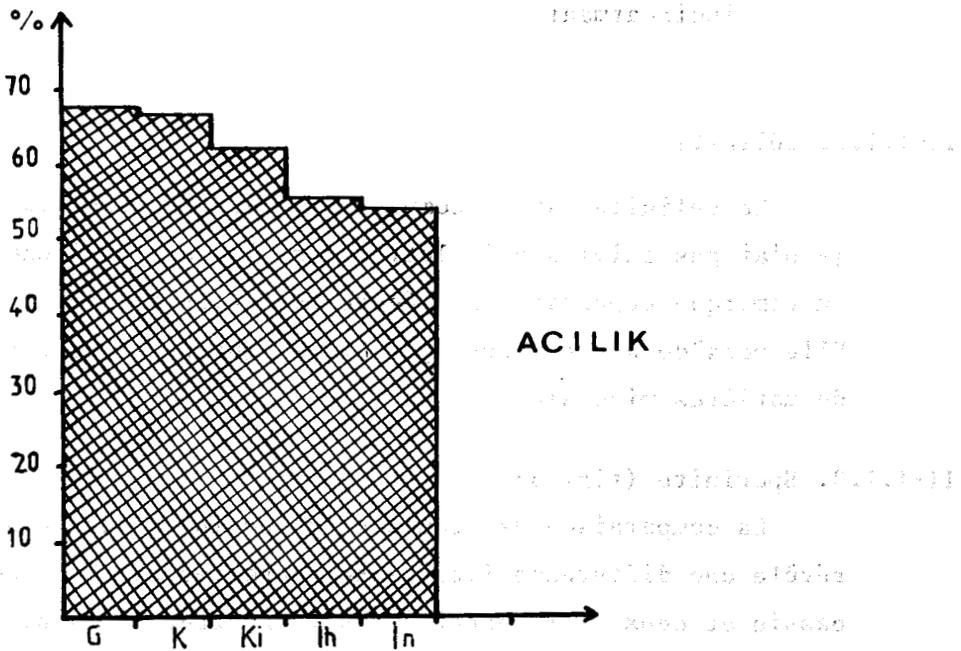
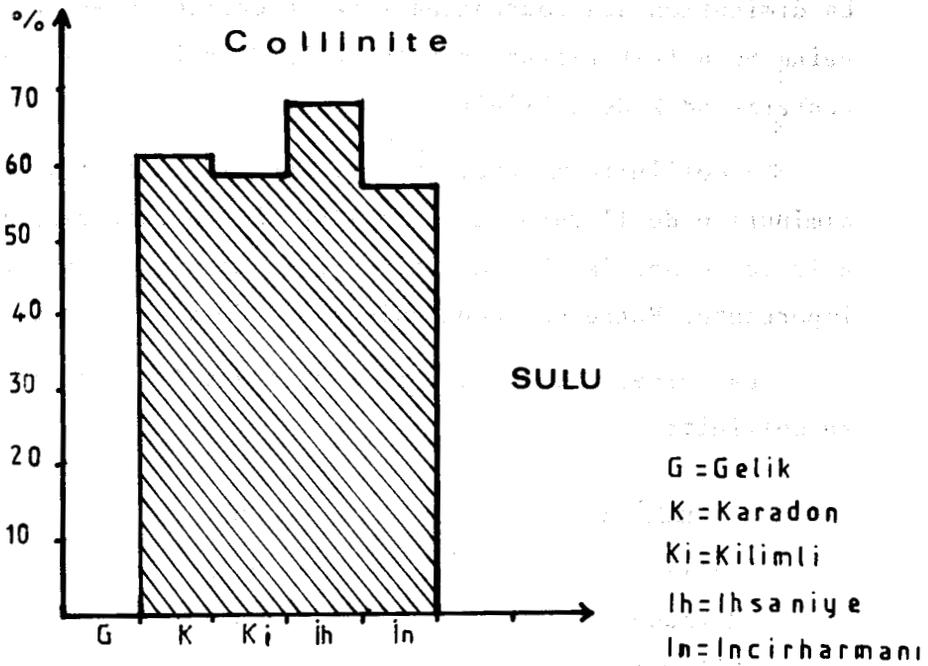


Figure 2: Variations latérales de la collinite dans les veines Acilik et Sulu



dans les secteurs Kilimli, Ihsaniye et Incirharmani, les houilles montrent des pourcentages bien plus élevés de ce constituant. L'augmentation progressive d'exinite, dont la sporinite est le principal constituant, vers l'Ouest, se fait dans le même sens que celle de l'inertinite. Ceci met en évidence l'apport important de corps figurés dans les secteurs Ouest du bassin. Les veines Acilik et Sulu contiennent 0,2 % à 2 % de sporinite dans les secteurs Gelik et Karadon. A l'Ouest du bassin, le pourcentage de sporinite atteint 6,5 %-7 %. Ces deux veines renferment les teneurs suivants en sporinite, d'Est en Ouest :

<u>Secteur</u>	<u>Veine Acilik</u>	<u>Veine Sulu</u>
Gelik	2 %	-
Karadon	0,2 %	1,4 %
Kilimli	4,7 %	5,3 %
Ihsaniye	6,7 %	4 %
Incirharmani	7 %	6,7 %

II.1.1.4. Cutinite et résinite

Ces deux macéraux sont classés comme des macéraux accessoires. Je n'ai pas étudié leur évolution complète mais grosso-modo, toutes deux montrent encore une augmentation en % vers l'Ouest du bassin.

II.1.1.5. Micrinite fine

En commençant l'étude de la répartition de la micrinite fine, je rappellerai que l'analyse des teneurs en V.E.I. a montré que les proportions d'inertinite deviennent plus importantes à l'Ouest du bassin. La veine Sulu est une exception dans le secteur Ihsaniye. Ces combustibles contiennent en moyenne 3 à 5 % de micrinite fine. Au niveau étudié, les veines Acilik et Sulu des différents secteurs en renferment respectivement :

<u>Secteur</u>	<u>Veine Acilik</u>	<u>Veine Sulu</u>
Gelik	4,5 %	-
Karadon	2,5 %	3,4 %
Kilimli	4,5 %	9 %
Ihsaniye	1,6 %	2,7 %
Incirharmani	6 %	5,2 %

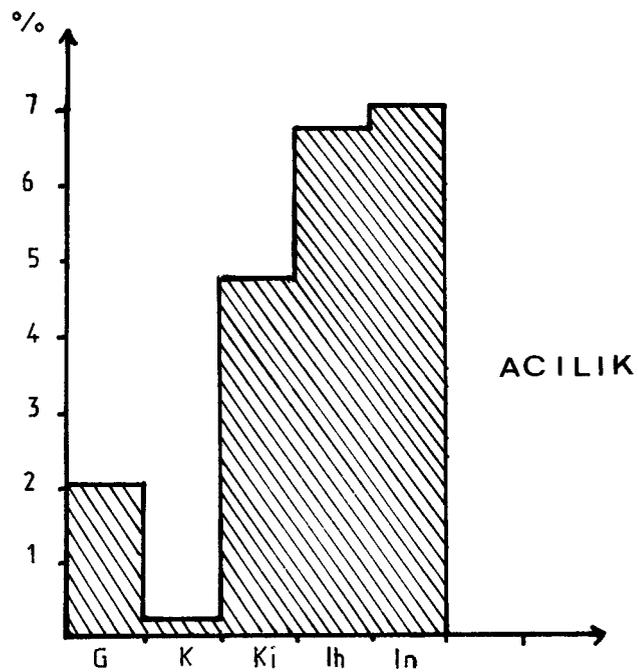
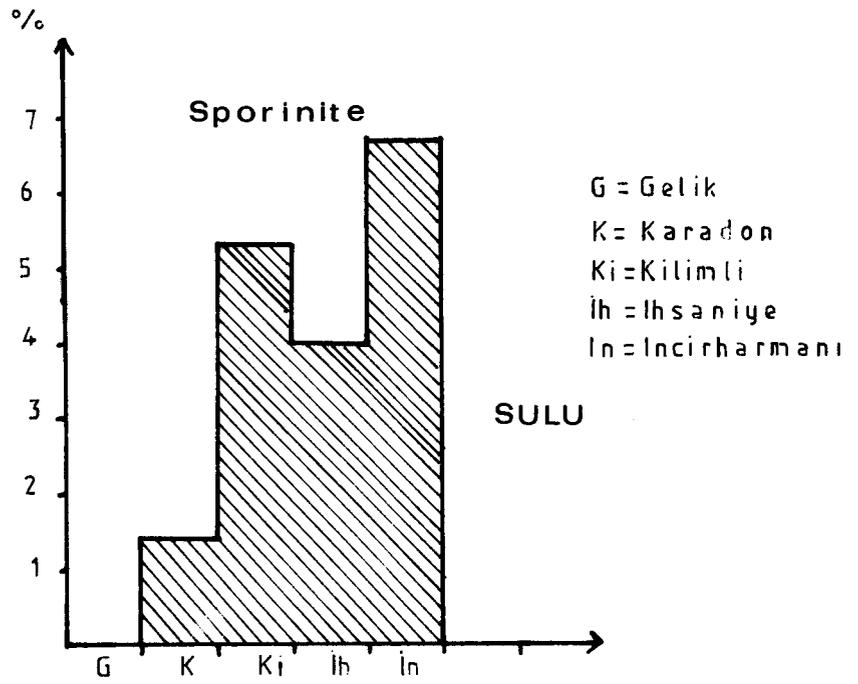


Figure 3: Variations de la sporinite dans les veines Acilik et Sulu



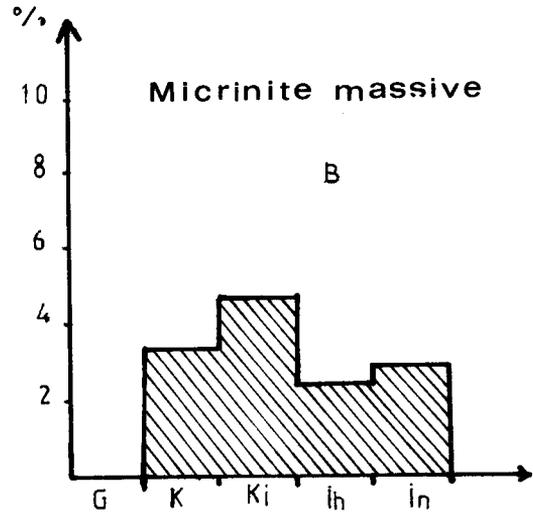
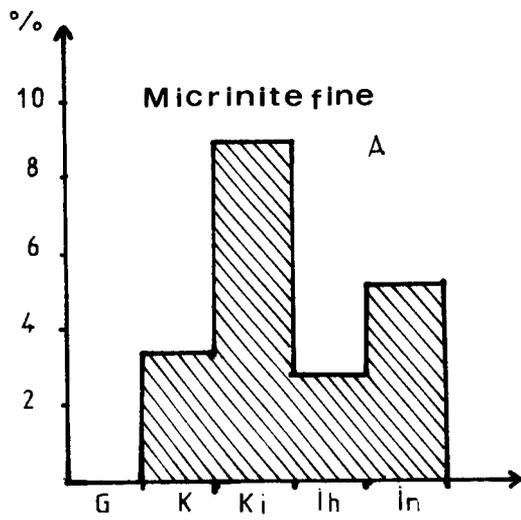
Les échantillons de la veine Sulu sont particulièrement riches en micrinite fine dans le secteur Kilimli. Dans ce secteur, la micrinite fine atteint pratiquement le même pourcentage que la semi-fusinite (9 %). Les figures 4A et 4C montrent ces résultats d'ensemble. Tout naturellement, on est amené à penser aux relations génétiques présumées entre la micrinite fine et la sporinite. La comparaison des figures 3, 4A et 4C montre d'une manière générale une dépendance presque quasi totale entre la répartition de ces deux macéraux. Toutefois, la micrinite fine possède des pourcentages plus élevés que la sporinite dans l'Est du bassin. Dans l'Ouest, c'est le contraire. La sporinite possède des pourcentages plus élevés que la micrinite fine.

II-1.1.1.6. Micrinite massive

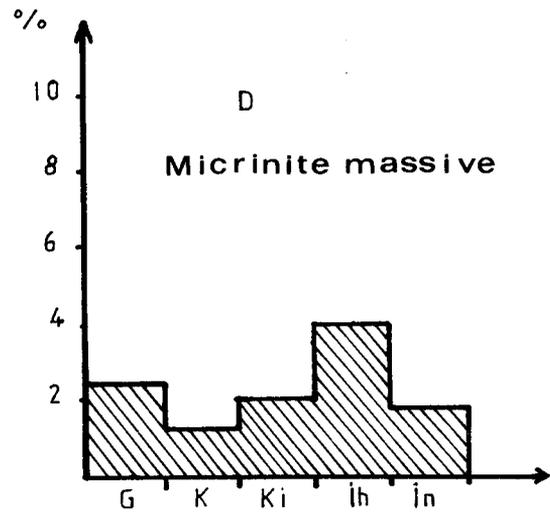
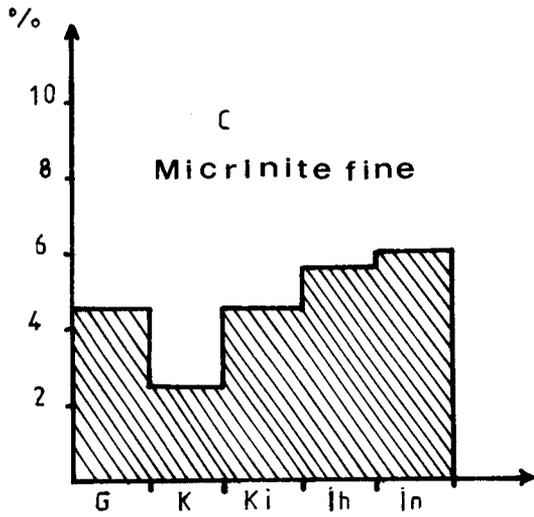
Les teneurs moyennes en micrinite massive des veines Acilik et Sulu des différents secteurs ont les valeurs suivantes :

<u>Secteurs</u>	<u>Veine Acilik</u>	<u>Veine Sulu</u>
Gelik	2,4 %	-
Karadon	1,3 %	3,4 %
Kilimli	2 %	4,7 %
Ihsaniye	4 %	2,4 %
Incirharmani	1,8 %	2,9 %

On constate qu'en général les veines Sulu et Acilik du bassin de Zonguldak contiennent des proportions plutôt faibles de ce macéral. La figure 4B-D en montre la répartition latérale dans les deux veines. Pour chacune des veines étudiées, le pourcentage de micrinite massive présente des valeurs de 2 à 4 %, en moyenne, dans tous les secteurs. La veine Sulu en renferme des pourcentages un peu plus élevés que la veine Acilik. Comme on pense que la micrinite massive provient du morcellement des tissus ligneux fusinitiques, il est logique de penser que les tissus ligneux ont subi un morcellement plus important dans la veine Sulu que dans la veine Acilik. La comparaison des figures 4 B-D et 5 B-D montre qu'il existe une ressemblance entre les deux graphiques. Ceci est plus net pour la veine Sulu. On sait que la sporinite est, en très grande partie, représentée par des microspores. Or les microspores et la micrinite massive sont souvent associés dans les houilles. Leur existence conjointe pourrait être due au fait que ces macéraux d'origine différente ont des dimensions voisines dont dépendrait leur mode de gisement (E. MERIAUX, 1969).



S U L U



A C I L I K

Figure 4: Variations des micrinites dans les veines Acilik et Sulu

G = Gelik K = Karadon Ki = Kilimli Ih = Ihsaniye
In = Incirharmani



II-1.1.7. Semifusinite

Les veines Acilik et Sulu renferment en moyenne 7-8 % de semifusinite. D'une manière générale, la semifusinite est distribuée dans les différents secteurs pour ces deux veines, de la façon suivante :

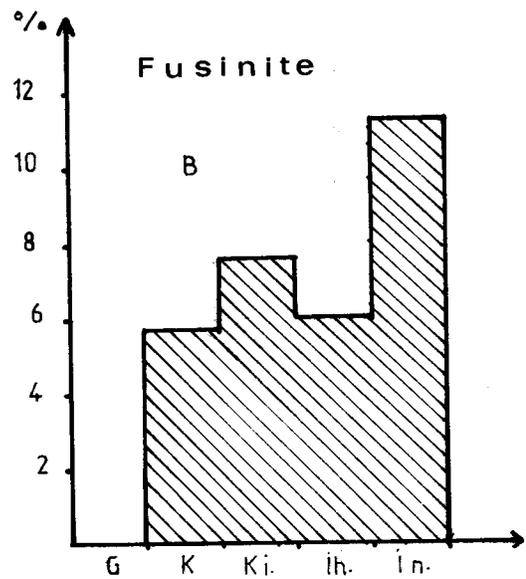
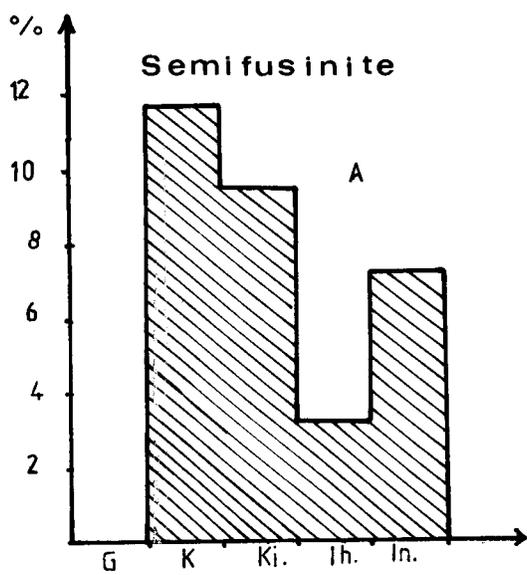
<u>Secteurs</u>	<u>Veine Acilik</u>	<u>Veine Sulu</u>
Gelik	5 %	-
Karadon	7,6 %	11,6 %
Kilimli	5,3 %	9,5 %
Ihsaniye	8,3 %	3,2 %
Incirharmani	8,5 %	7,2 %

On voit donc, sur toute l'étendue du bassin, que la distribution de ce macéral gélifié est relativement homogène. Les figures 5A et C montrent ces résultats généraux. La veine Acilik renferme, quelque soit le secteur considéré, des proportions du même ordre. La veine Sulu présente dans le secteur Karadon des pourcentages assez importants de ce macéral. Par contre, la même veine renferme un pourcentage assez faible de semifusinite dans le secteur Ihsaniye. En comparant les figures 2 et 5 A et C, on remarque que les proportions de collinite et de semifusinite contenues dans les charbons des différents secteurs varient en sens inverse. D'un prélèvement à l'autre, l'augmentation du pourcentage en semifusinite s'accompagne d'une diminution de celui de la collinite. Par ailleurs, on constate, en examinant les figures 2 et 5 A et C, que les variations latérales de ces macéraux s'effectuent d'une manière semblable. D'après ces pourcentages, la semifusinite apparaît comme un macéral important dans ces charbons.

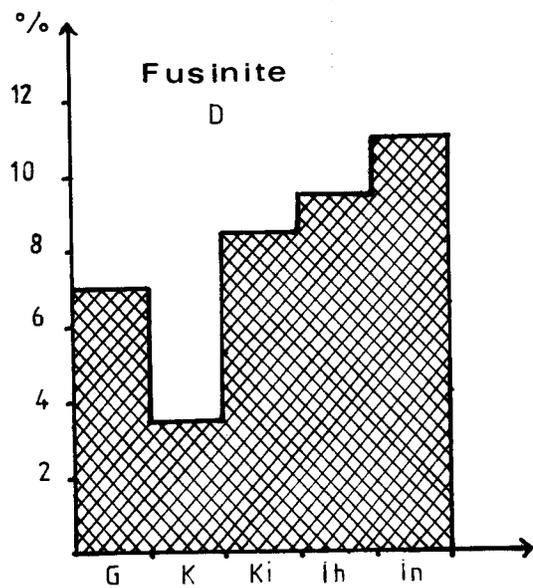
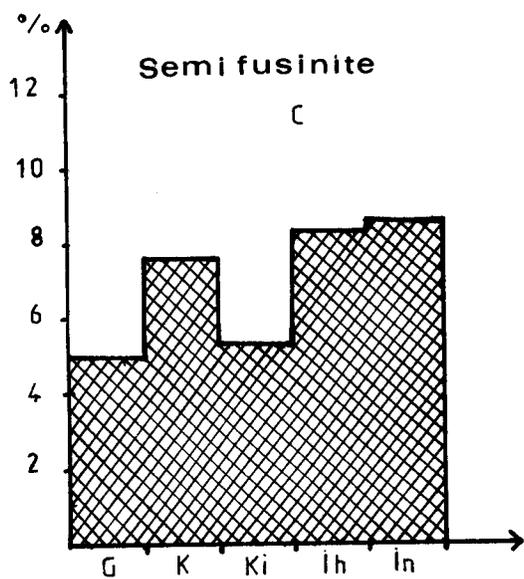
II.1.1.8. Fusinite

La fusinite représente 6 à 11 % des macéraux constitutifs des veines Acilik et Sulu. D'une manière générale, nous l'avons signalé plus haut, ce composant est plus abondant dans les secteurs ouest du bassin. La fusinite se répartit de la manière suivante dans les différents secteurs d'exploitation :

<u>Secteurs</u>	<u>Veine Acilik</u>	<u>Veine Sulu</u>
Gelik	7 %	-
Karadon	3,5 %	5,7 %
Kilimli	8,5 %	7,6 %
Insaniye	9,5 %	6 %
Incirharmani	11 %	11,3 %



S U L U



A C I L I K

Figure 5: Variations latérales des tissus ligneux dans les veines Acilik et Sulu

G = Gelik K = Karadon Ki = Kilimli

Ih = Ihsaniye In = Incirharmani



On voit très bien que les prélèvements du secteur Incirharmani renferment une proportion plus importante de ce macéral que les autres secteurs. Excepté quelques cas, la fusinite possède des pourcentages plus élevés que la semi-fusinite. La semifusinite est seulement plus abondante que la fusinite dans les secteurs Karadon et Kilimli pour la veine Sulu et dans le secteur Karadon pour la veine Acilik. Par ailleurs, les pourcentages de ces macéraux se répartissent d'une manière semblable dans le bassin. En examinant les figures 2 et 5 A,B,C,D, on constate que les proportions de collinite, de semifusinite et de fusinite contenues dans les deux veines varient en sens inverse. D'est en ouest, la diminution du pourcentage en collinite est accompagnée d'une augmentation de celui de la fusinite et également de la semifusinite. Un point attire l'attention, dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais, les charbons contenant des proportions importantes en sporinite sont moins riches en tissus ligneux, (E. MERIAUX, 1969). Mais pour les charbons turcs, il n'en est pas de même. Dans le bassin houiller turc, les charbons contiennent de plus en plus de sporinite et de matières volatiles de l'Est à l'Ouest du bassin et ils contiennent des proportions de plus en plus importantes en tissus ligneux non gélifiés dans le même sens; on ne peut donc marquer ici les mêmes mécanismes de classement que ceux proposés pour le bassin houiller paralique du Nord de la France.

II-1.1.9. Sclérotinite

Les veines Acilik et Sulu renferment en moyenne 1 % de sclérotinite. Ce macéral se répartit dans le bassin de la façon suivante :

<u>Secteurs</u>	<u>Veine Acilik</u>	<u>Veine Sulu</u>
Gelik	0,3 %	-
Karadon	0,3 %	0,6 %
Kilimli	1 %	1,4 %
Insaniye	1 %	1,7 %
Incirharmani	2 %	1,4 %

En examinant les chiffres donnés ci-dessus on voit que les proportions de sclérotinite montrent une nette augmentation à l'Ouest du bassin. Ce phénomène est d'ailleurs très caractéristique pour les autres macéraux accessoires.

II-1.1.10. Minéraux

Les matières minérales sont réparties d'une manière très irrégulière. Les apports en matières minérales ont dû s'opérer par pression, ce qui a causé une répartition irrégulière.

Pourtant, généralement, les matières minérales diminuent nettement vers l'Ouest du bassin. Les teneurs moyennes en matières minérales des veines

Acilik et Sulu des différents secteurs ont les valeurs suivantes :

<u>Secteurs</u>	<u>Veine Acilik</u>		<u>Veine Sulu</u>	
	Épaisseur	Min.	Épaisseur	Min.
Gélik	1,20 m	10 %	-	-
Karadon	3 m	18 %	3 m	11,8 %
Kilimli	7 m	10,1 %	1,80m	1,6 %
Ihsaniye	4 m	5,2 %	2,5 m	11 %
Incirharmani	4 m	5,5 %	3,3 m	5,5 %

La veine Acilik contient beaucoup de matières minérales dans les secteurs Gelik, Karadon et Kilimli. Malgré une épaisseur moindre, sa teneur en matières minérales est nettement plus importante que pour les autres secteurs. Elle possède une épaisseur de 3 m et 18 % de matières minérales, dans le secteur Karadon, 1,20 m d'épaisseur et 10 % de matières minérales dans le secteur Gelik et 7 m d'épaisseur et 10,1 % de matières minérales dans le secteur Kilimli. Dans les secteurs Ihsaniye et Incirharmani, elle contient 5,2 % et 5,5 % de matières minérales pour 4 m d'épaisseur. Pour la veine Sulu, le pourcentage de matières minérales augmente avec l'épaisseur de la veine. Elle contient 11,8 et 11 % de matières minérales pour 3 m d'épaisseur pour les secteurs Karadon et Ihsaniye et 1,6 % de matières minérales pour 1,80 m d'épaisseur dans le secteur Kilimli.

II.1.1.11. Conclusions

Les veines étudiées, Acilik et Sulu, renferment des macéraux que l'on peut classer en deux catégories. Ce sont :

- les macéraux essentiels,
- les macéraux accessoires.

- Les macéraux essentiels :

En premier lieu, la collinite apparaît très importante, elle constitue en effet environ 60 % de la composition des veines. La fusinite, la semi-fusinite, la sporinite, la micrinite fine et massive viennent ensuite. La micrinite fine et la micrinite massive sont réparties de façon plus ou moins homogène dans le bassin. Par contre, la fusinite, la semifusinite et la sporinite peuvent être considérées comme macéraux caractéristiques.

En effet, leur distribution dans le bassin en fait, surtout pour la sporinite, des composants intéressants. J'ai traduit les rapports Mm/Sf, Sp/ Sf, Mm/Sp sur la figure 6, pour ces deux veines dans les secteurs étudiés. Sur cette figure, on constate que dans les secteurs Karadon et Gelik, la sporinite possède des pourcentages moindres que ceux de la micrinite massive et de la semifusinite. Dans les autres secteurs, les pourcentages de la sporinite et de la semifusinite sont très proches et la sporinite est plus abondante que la micrinite massive.

- Les macéraux accessoires

La télinite, la cutinite, la résinite, la sclérotinite représentent 1 % en moyenne des macéraux constitutifs des veines étudiées. Bien qu'ils apparaissent comme des macéraux accessoires, leur présence dans les charbons n'est pourtant pas négligeable. La présence des lits riches en résinite ou en sclérotinite peut permettre de préciser leurs caractères paléobotaniques (E. STACH et W. PICKHARDT, 1957 et 1964), microscopiques (A. DUPARQUE et Ch. DELATTRE, 1954; A. DUPARQUE et F. MORAND-JUDAS, 1956) et chimiques (E. STACH, 1966). L'étude systématique du pouvoir réflecteur des cutinites permet de conclure à la corrélation stratigraphique de veines prélevées en des endroits peu éloignés les uns des autres (E. SCHNEIDER, 1965).

II-1.2. Variations latérales de faciès

Les figures 7 A,B et 8 montrent les changements latéraux de compositions moyennes de chacun des macéraux rencontrés dans les veines Acilik et Sulu. En examinant les différents histogrammes, il est possible de suivre les variations latérales du faciès de ces veines.

II-1.2.1. Veine Acilik

La composition moyenne de la veine Acilik a été représentée pour chaque point de prélèvement par des histogrammes rassemblés sur les figures 7A et 7B.

Les combustibles de la veine Acilik présentent un certain nombre de caractères semblables. On peut citer la présence quasi-constante de micrinite fine dans tous les échantillons. Seuls les échantillons du secteur Karadon en contiennent un peu moins par rapport aux autres secteurs. Par ailleurs, ces combustibles contiennent des proportions de micrinite fine supérieures à celles de la micrinite massive. Les pourcentages de fusinite sont en général moins importants que ceux de la semifusinite. En examinant les

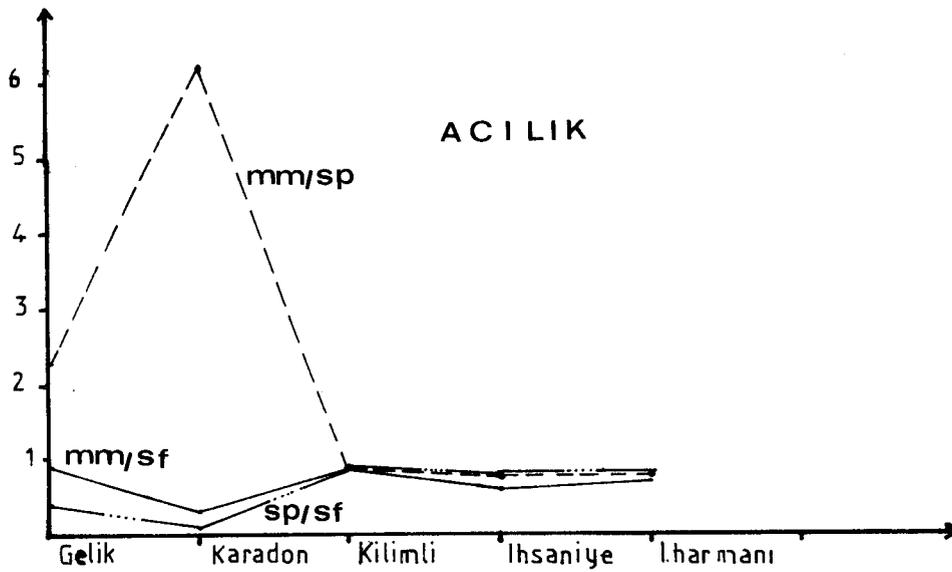
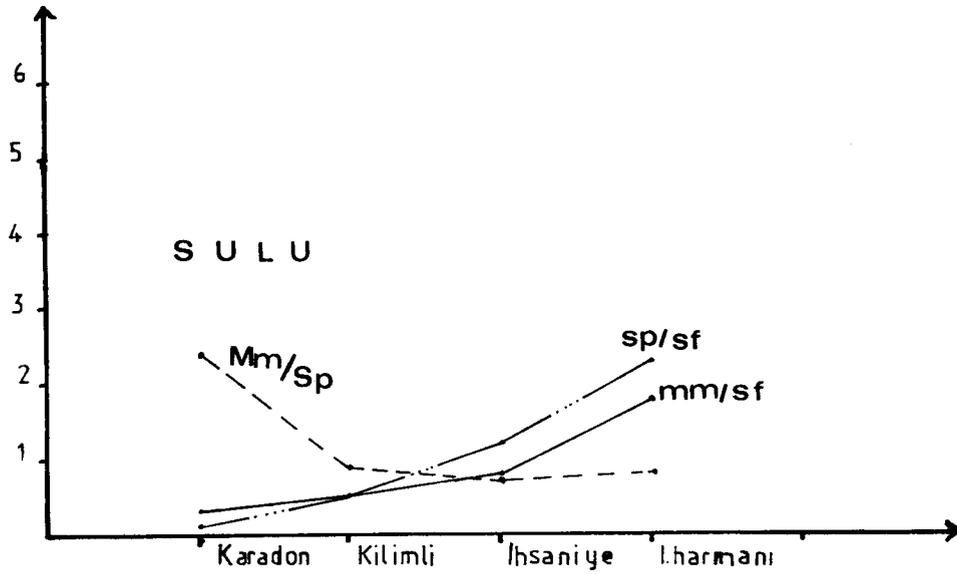


Figure 6: Variations latérales des rapports mm/sp , mm/sf et sp/sf des veines
Acılık et Sulu



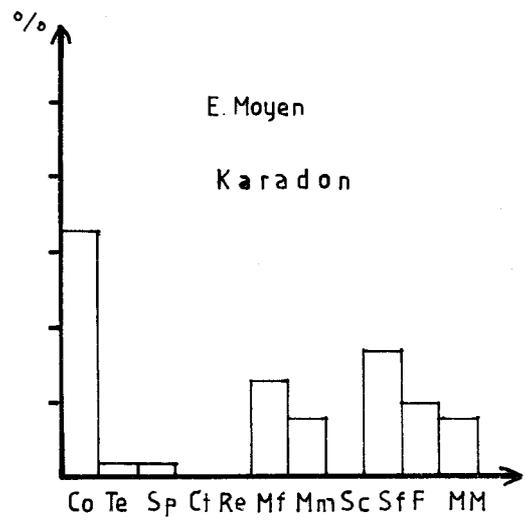
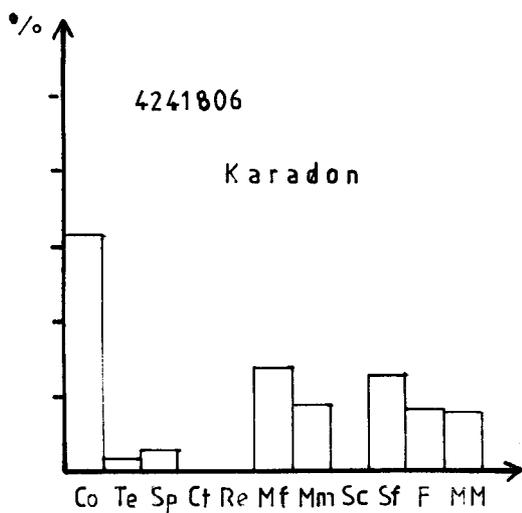
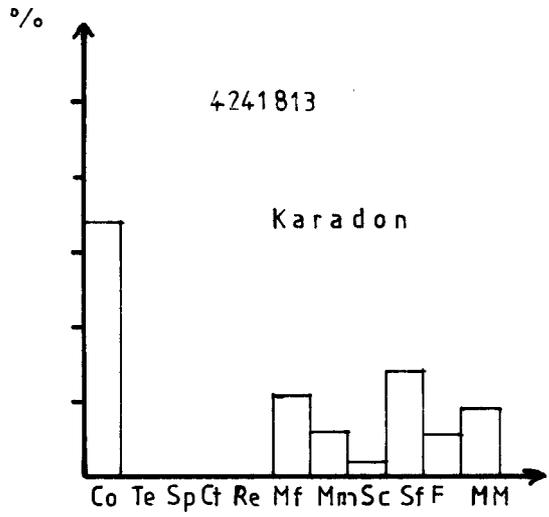
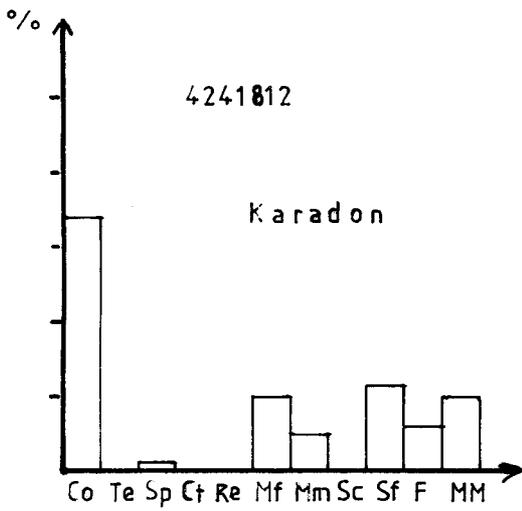
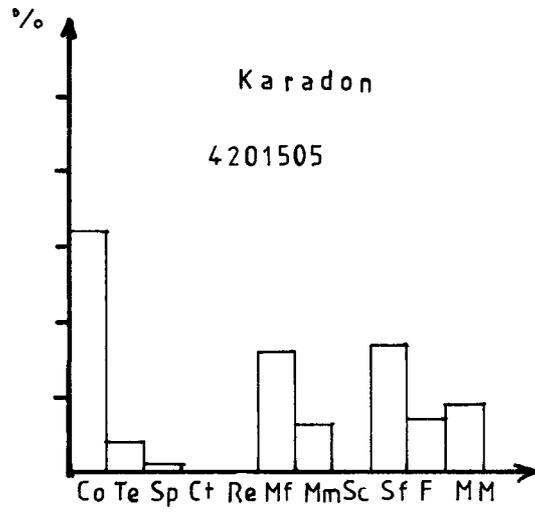
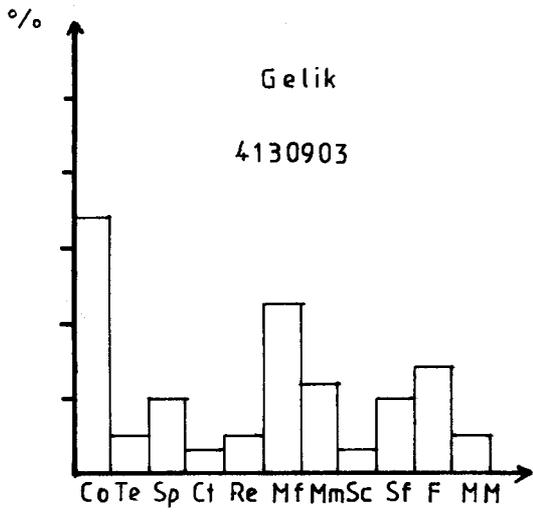


Figure 7A. Composition macérale de la veine Acılık dans les secteurs Gelik et Karadon

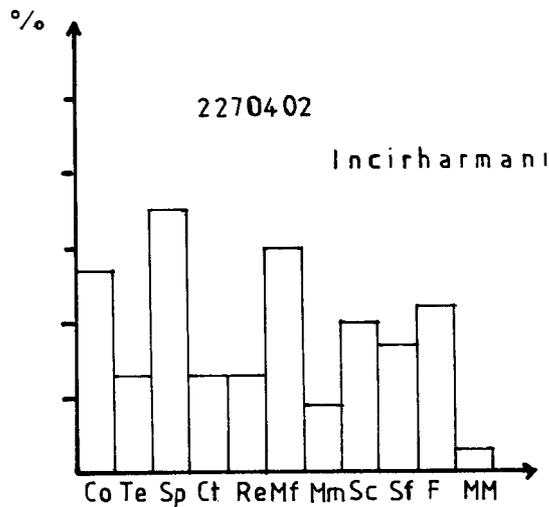
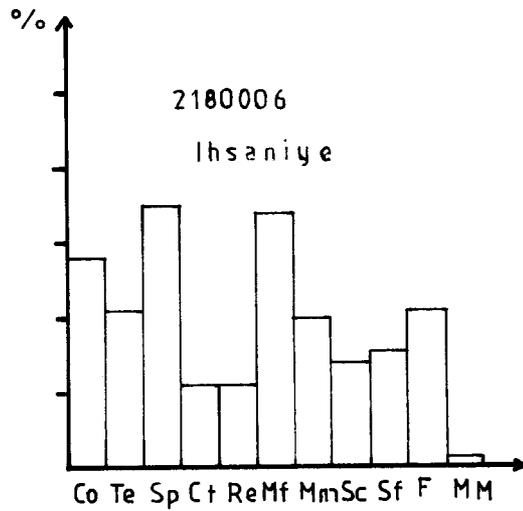
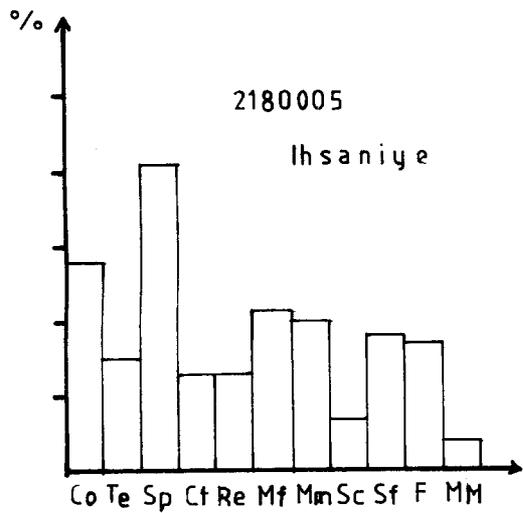
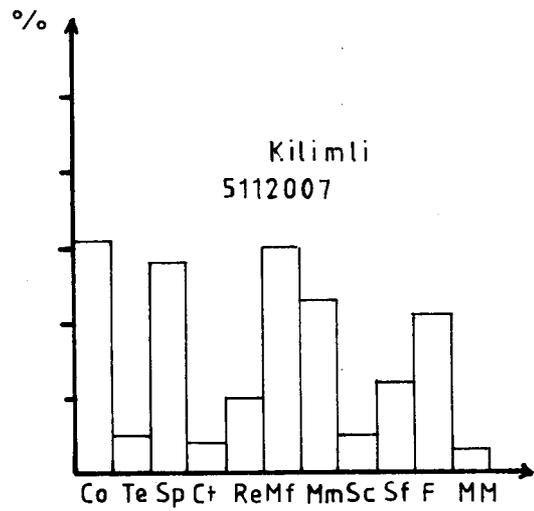
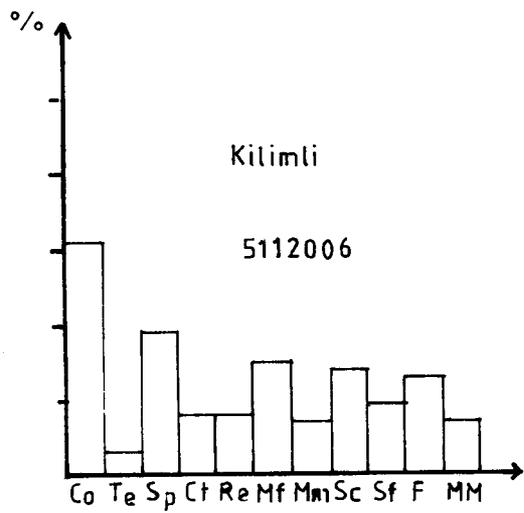


Figure 7B: Composition macérale de la veine Acılık dans les secteurs Kilimli, Ihsaniye et Incirharmani

histogrammes de la figure 7A, on remarque que, dans le secteur Karadon, on trouve des houilles dont les tissus ligneux gélifiés sont plus abondants que les tissus ligneux non gélifiés. En outre, on constate que les secteurs de l'Ouest contiennent des combustibles dont les macéraux du groupe de l'exinite sont plus importants que ceux des secteurs de l'Est. Ceci est valable également pour la sclérotinite. Par ailleurs, on remarque que les proportions de collinite et de matières minérales de ces combustibles varient dans le même sens, c'est-à-dire que les prélèvements renfermant une proportion élevée de matières minérales sont parallèlement riches en collinite, en général. Les produits végétaux qui sont à l'origine de la collinite devaient être souillés par des particules minérales, en particulier argileuses. Les combustibles riches en macéraux du groupe de l'exinite et de l'inertinite apparaissent donc ici moins

II-1.2.2. Veine Sulu

La composition moyenne de la veine Sulu est représentée pour chaque point de prélèvement par des histogrammes rassemblés sur la figure 8.

Les combustibles de la veine Sulu présentent un certain nombre de caractères semblables à ceux de la veine Acilik. Il faut noter la présence quasi constante de micrinite fine dans tous les échantillons excepté ceux du secteur Kilimli. Le prélèvement du secteur Kilimli, en effet, en renferme beaucoup plus que tout autre. Les combustibles de cette veine contiennent des proportions de micrinite fine supérieures à celles de la micrinite massive. Ces combustibles renferment aussi des proportions de macéraux du groupe de l'exinite supérieures dans les secteurs Kilimli, Ihsaniye et Incirharmani à celles trouvées dans le secteur Karadon. Dans les prélèvements du secteur Karadon, les proportions de micrinite fine et massive sont également supérieures à celles de la sporinite. Ceci est valable pour la veine Acilik dans le même secteur. En outre, les proportions de semifusinite sont supérieures à celles de la fusinite dans les secteurs Karadon et Kilimli. Pour les échantillons venant des secteurs de l'Ouest, Ihsaniye et Incirharmani, les pourcentages des tissus non gélifiés sont supérieurs à ceux des tissus gélifiés. Dans tous les échantillons, en général, les proportions de fusinite et de semifusinite sont supérieures à celles de la sporinite, de la micrinite fine et de la micrinite massive. Les proportions de semifusinite et de fusinite varient en sens inverse de celles de la collinite, tandis que les proportions de collinite et de matières minérales vont de paire, toutes deux augmentant ou diminuant en même temps.

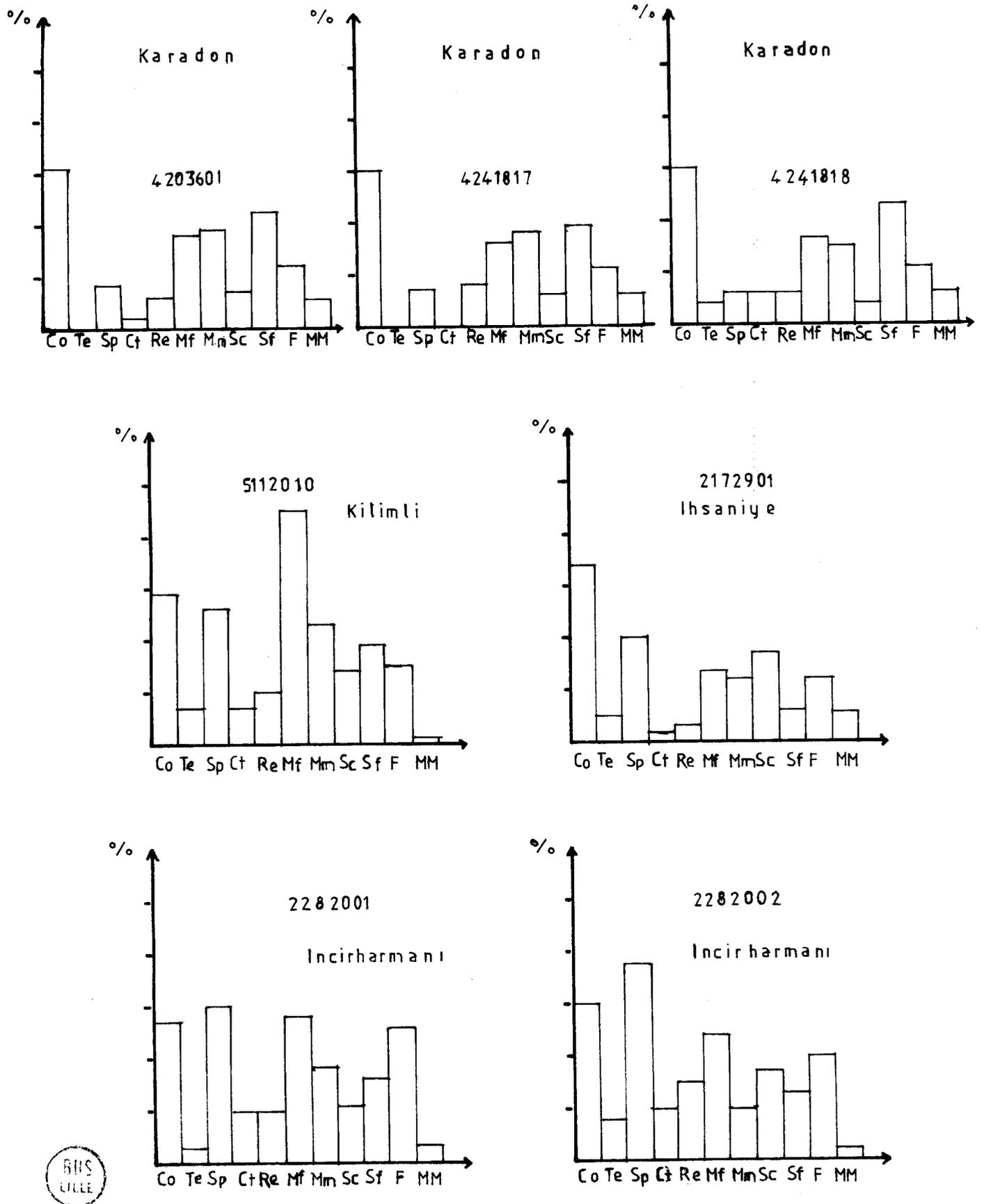


Figure 8: Composition macérale de la veine Sulu dans les secteurs Karadon, Kilimli, Ihsaniye et Incirharmanı

On a pu montrer précédemment que la sporinite, la micrinite massive, la fusinite et la semifusinite pouvaient être considérées comme des macéraux plus ou moins caractéristiques. La répartition de la micrinite fine est relativement homogène dans le bassin. J'envisage d'étudier ici les rapports entre la micrinite massive, la sporinite et la semifusinite. La figure 6 montre les variations latérales des rapports Mm/Sp, Mm/Sf et Sp/ Sf d'Est en Ouest du Bassin pour chacune des deux veines.

Les graphiques de la figure 6 permettent de mettre en évidence deux régions renfermant des dépôts phytogènes aux caractères différents.

- Une région orientale : les secteurs Gelik, Karadon et Kilimli :

Les combustibles de cette partie du bassin houiller turc renferment des proportions de micrinite massive supérieures à celles de la sporinite et des proportions de semifusinite supérieures à celles de la micrinite massive et donc également de la sporinite. Les houilles de ces secteurs peuvent être caractérisées par les relations :

$$\text{Mm} \succ \text{Sp} \quad \text{Sf} \succ \text{Mm} \quad \text{et} \quad \text{Sf} \succ \text{Mm} \succ \text{Sp}$$

Dans le secteur Karadon, les combustibles de la veine Solu et Acilik renferment des proportions de semifusinite supérieures à celles de la fusinite, elles-mêmes supérieures à celles de la micrinite massive et de la sporinite. Puisqu'il est prouvé que les proportions de semifusinite étaient supérieures à celles de la micrinite massive elles-mêmes supérieures à celles de la sporinite. Les relations deviennent :

$$\text{Sf} \succ \text{F} \succ \text{Mm} \succ \text{Sp} \quad (1)$$

dans le secteur Karadon.

Les échantillons de la veine Acilik du secteur Gelik ne suivent pas cette règle. Dans ce secteur, les proportions de fusinite sont supérieures à celles de la semifusinite. Ainsi, pour la veine Acilik, dans le secteur Gelik, on aurait :

$$\text{F} \succ \text{Sf} \succ \text{Mm} \succ \text{Sp} \quad (2)$$

Une partie de la région orientale, le secteur Kilimli montre des caractères différents de ceux des secteurs Gelik et Karadon. Les combustibles de cette partie du bassin renferment des proportions de sporinite supérieures ou égales à celles de la micrinite massive. Tandis que les proportions de semifusinite sont supérieures à celles de la sporinite. Les relations entre ces trois macéraux deviennent :

$$\text{Sp} \geq \text{Mm}, \quad \text{Sf} \succ \text{Sp}, \quad \text{Sf} \succ \text{Sp} \geq \text{Mm}$$

Dans les échantillons de la veine Sulu, les proportions de semifusinite sont supérieures à celles de la fusinite elles-mêmes supérieures à celles de la micrinite massive et de la sporinite. Ainsi, dans le secteur Kilimli, les houilles de la veine Sulu peuvent être caractérisées par les relations :

$$Sf > F > Sp \geq Mm \quad (3)$$

D'autre part, les échantillons de la veine Acilik contiennent des proportions de fusinite supérieures à celles de semifusinite. Les autres relations sont encore valables. Donc les combustibles de la veine Acilik dans le secteur Kilimli, peuvent être caractérisées par les relations :

$$F > Sf > Sp \geq Mm \quad (4)$$

- Une région occidentale : les secteurs Ihsaniye et Incirharmani

Les combustibles de cette partie du bassin contiennent des proportions de sporinite supérieures à celles de micrinite massive. Les proportions de smifusinite sont supérieures à celles de la sporinite mais inférieures à celles de la fusinite. Les houilles de ces secteurs peuvent être caractérisées par les relations :

$$Sp > Mm, \quad Sf > Sp > Mm \quad \text{et} \quad F > Sf$$

$$\text{dont on tire : } F \triangleright Sf \triangleright Sp \triangleright Mm \quad (5)$$

On peut préciser que les houilles des secteurs Karadon et Gelik ont des caractères pétrographiques très proches. Les combustibles du secteur Kilimli sont voisins, au point de vue pétrographique, des combustibles de la partie orientale (secteurs Karadon et Gelik) et surtout des combustibles de la partie occidentale (secteurs Ihsaniye et Incirharmani).

II-1.3. Variations verticales de faciès (fig. 9, 10, 11, 12)

II.1.3.1. Les secteurs Karadon et Gelik

Dans la région orientale du bassin, pour les secteurs Karadon et Gelik, les combustibles des veines Acilik et Sulu possèdent des proportions de V.E.I. plus ou moins variables. Les combustibles de la veine Sulu sont constitués par :

69,5 % de vitrinite
2,5 % d'exinite
28 % d'inertinite

Dans la veine Acilik, les proportions de la vitrinite sont supérieures à celles de la veine Sulu. Les combustibles de la veine Acilik sont constitués par

plus de 75 % de vitrinite
environ 2 % d'exinite
environ 21 % d'inertinite

La quasi totalité de la vitrinite est représentée par la collinite. La télinite y est très rare. L'exinite est pratiquement représentée exclusivement par la sporinite. La cutinite et la résinite sont considérées comme des macéraux accessoires. Elles possèdent des pourcentages faibles allant de 0,1 à 0,5 %. La micrinite fine (3,5 % environ), la micrinite massive (2-3% en moyenne), la semifusinite (au voisinage de 8 %) et la fusinite (6-7 % en moyenne) forment la grande partie de l'inertinite. La sclérotinite y est rare (0,3 % en moyenne).

L'analyse macérale de tous les échantillons des veines de ces secteurs, a permis de constater une homogénéité quasi générale de la distribution relative des macéraux dans toute l'épaisseur des veines. Mis à part quelques exceptions, les proportions de micrinite fine sont supérieures à celles de la micrinite massive. Ainsi les pourcentages de semifusinite sont supérieures à ceux de la fusinite. Les pourcentages de fusinite sont souvent supérieurs à ceux de la semifusinite dans les échantillons du secteur Gelik. Ceci peut se présenter aussi bien au mur qu'au toit de la veine. En outre dans quelques échantillons de la veine Sulu, les pourcentages de micrinite massive sont supérieurs à ceux de la micrinite fine dans le secteur Karadon.

II-1.3.2. Le secteur Kilimli

On a déjà montré que les houilles du secteur Kilimli possédaient des caractères proches à la fois de ceux des houilles des secteurs Karadon et Gelik, d'une part, et de ceux des secteurs Ihsaniye et Incirharmani, d'autre part.

Dans ce secteur, la veine Sulu est constituée, en moyenne, par :

60 % de vitrinite
7 % d'exinite
33 % d'inertinite

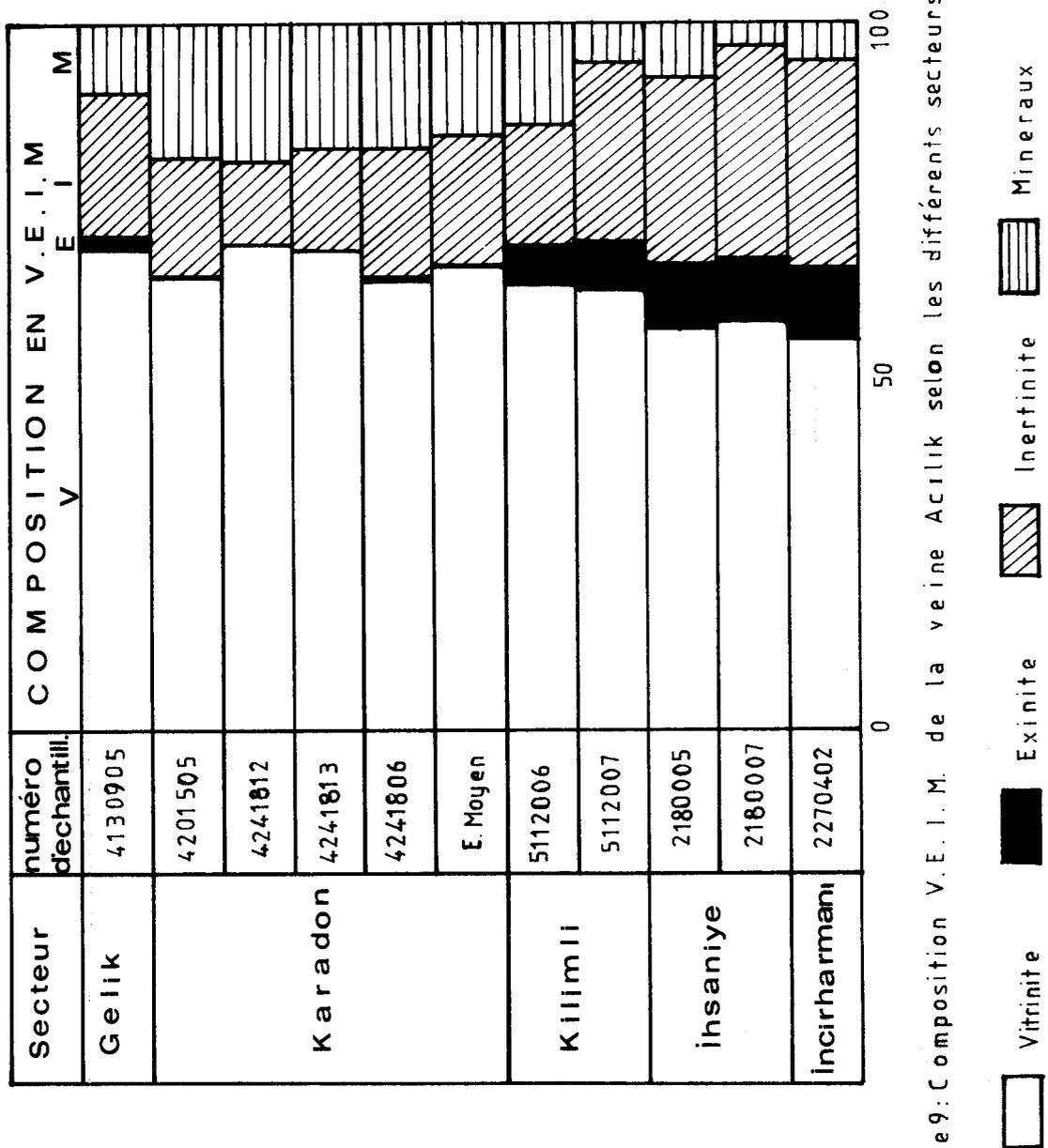


Figure 9: Composition V.E.I.M. de la veine Acırlık selon les différents secteurs

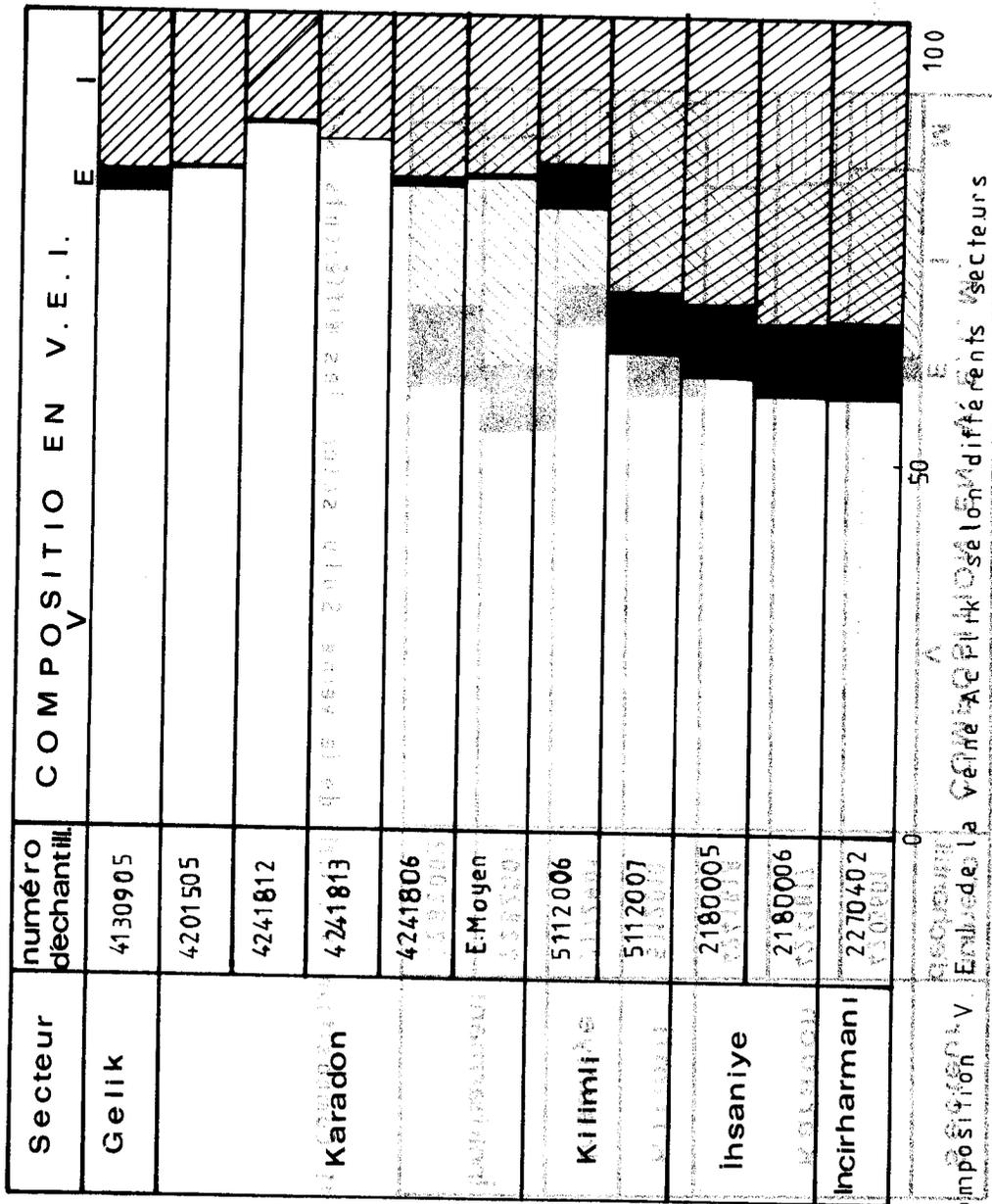


Figure 10: Composition Vitrinite, Exinite et Inertinite dans différents secteurs

Vitrinite
 Exinite
 Inertinite



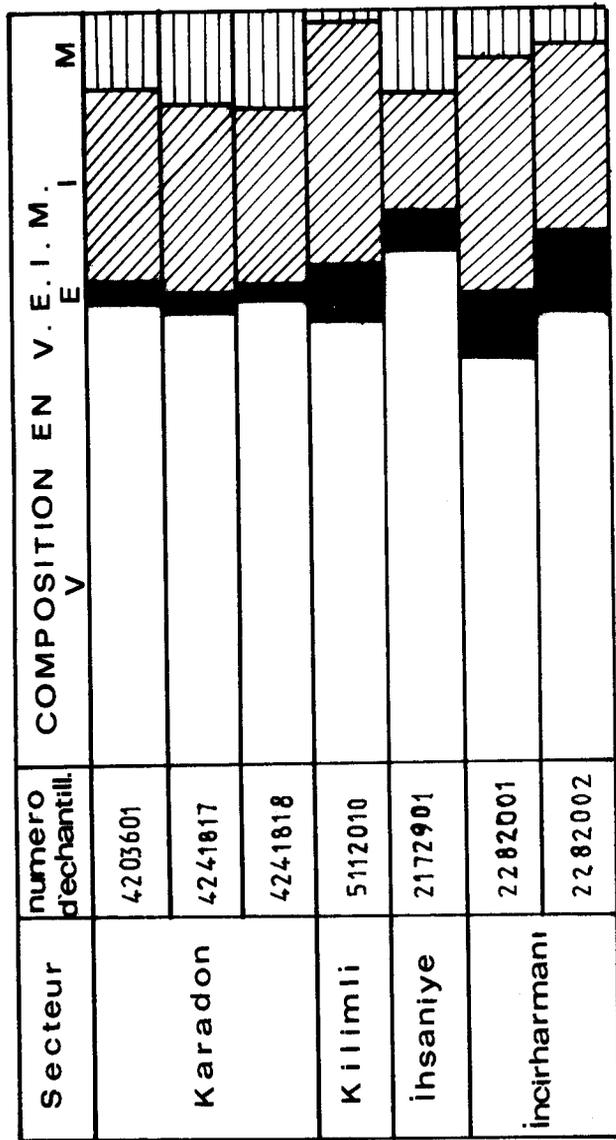


Figure 11: Composition V. E. I. M. de la veine Sulu selon les différents secteurs



Secteur	numero d'échantill.	COMPOSITION EN V. E. I.		
		V	E	I
Karadon	4203601			
	4241817			
	4241818			
Kilimli	5112010			
İhsaniye	2172901			
İncirharmanı	2282001			
	2282002			

Figure 12: Composition V. E. I. de la veine Sulu selon les différents secteurs



Les combustibles de la veine Acilik sont constitués en moyenne par

plus de 65 % de vitrinite
plus de 6 % d'exinite
et plus de 20 % d'inertinite

La majeure partie de la vitrinite est représentée encore par la collinite (58,5 % sur 60 %, en ce qui concerne la veine Sulu et de plus de 62 % sur 68 % pour la veine Acilik). Certains niveaux contiennent une forte proportion de matières minérales.

Les analyses macérales des échantillons du secteur Kilimli ont permis de constater que les proportions de sporinite sont supérieures à celles de la micrinite fine elles-mêmes supérieures à celles de la micrinite massive. De plus les pourcentages de fusinite sont supérieurs à ceux de la semifusinite pour la veine Acilik.

Par ailleurs, les résultats de l'analyse macérale des échantillons de la veine Sulu ont révélé que, dans certains niveaux, soit à la base de la veine soit au toit, les combustibles contiennent des proportions de micrinite fine supérieures à celles de la sporinite et à celles de la fusinite. A tous les niveaux, les pourcentages de sporinite sont supérieurs à ceux de la micrinite massive mais inférieurs à ceux de la fusinite. Les proportions de semifusinite sont supérieurs sans exception à celles de la micrinite fine ainsi qu'à celles des autres macéraux, exceptée la collinite.

Dans ce secteur on observe un changement de faciès pétrographique entre la veine Acilik et la veine Sulu. Les combustibles de la veine Acilik du secteur Kilimli peuvent être caractérisés par les relations :

$$F \triangleright Sf \triangleright Mf \triangleright Sp \triangleright Mm$$

alors que ceux de la veine Sulu sont caractérisés par les relations :

$$Sf \triangleright Mf \triangleright F \triangleright Sp \triangleright Mm$$

II.1.3.3. Les secteurs Ihsaniye et Incirharmani

Dans le secteur Ihsaniye, les combustibles de la veine Acilik sont constitués par

60,5 % de vitrinite
9,5 % d'exinite
30 % d'inertinite

et ceux de la veine Sulu sont constitués dans le même secteur par

75 à 77 % de vitrinite
5 % d'exinite
18 à 20 % d'inertinite

La collinite représente toujours la plus grande partie de la vitrinite (55 % sur 60 % pour la veine Acilik et 68 % sur 75 % pour la veine Sulu). La veine Sulu contient une forte proportion de matières minérales qui influence fortement sa composition en V.E.I. La télinite est relativement fréquente dans la veine Acilik (2 % environ) alors que les combustibles de la veine Sulu en contiennent très peu (0,5 %).

Les échantillons de la veine Acilik sont plus riches en exinite et en inertinite que ceux de la veine Sulu. La sporinite représente une grande partie de l'exinite dans la veine Acilik et la presque totalité dans la veine Sulu. La dispersion de la sporinite dans l'épaisseur des veines est assez homogène. La cutinite et la résinite sont relativement fréquentes dans la veine Acilik mais très rares dans la veine Sulu.

Les combustibles du secteur Ihsaniye renferment des proportions de fusinite supérieures à celles de la semifusinite, sauf dans un niveau localisé vers la base de la veine Acilik. La micrinite fine et la micrinite massive ont une dispersion homogène dans les deux veines. Dans tous les niveaux, les proportions de sporinite sont supérieures à celles de micrinite fine elles-mêmes supérieures à celles de la micrinite massive. En outre, les pourcentages de semifusinite sont supérieurs à ceux de la sporinite, donc également à ceux de la micrinite massive et de la micrinite fine.

Dans le secteur Incirharmani, les combustibles de la veine Acilik et de la veine Sulu sont constitués par

environ 60 % de vitrinite
10 % d'exinite
30 % d'inertinite
pour la veine Acilik
50-63,5 % de vitrinite
8,5-10,5 % d'exinite
33,5-26 % d'inertinite
pour la veine Sulu.

Comme dans le cas des autres secteurs, la grande partie de la vitrinite est représentée par de la collinite, la télinite y étant plus ou moins rare.

Parmi les macéraux du groupe de l'exinite, la sporinite qui est la plus abondante, montre une dispersion assez homogène. La cutinite et la résinite sont fréquentes dans certains niveaux vers le toit de la veine Acilik.

Les macéraux du groupe de l'inertinite ont une dispersion assez homogène. La sclérotinite représenté plus de 2 % des macéraux dans quelques échantillons. Celle-ci étant abondante principalement vers le toit de la veine Sulu et, sans précision de niveau, dans la veine Acilik.

Les combustibles du secteur Incirharmani renferment sans exception des proportions de sporinite supérieures à celles de la micrinite fine, elles-mêmes supérieures à celles de la micrinite massive. Les pourcentages de fusinite sont toujours supérieurs à ceux de la semifusinite, eux-mêmes supérieurs sauf pour quelques exceptions, à ceux de la sporinite.

On peut constater que les combustibles des secteurs ihsaniye et incirharmani se sont sédimentés dans des conditions semblables. La distribution relative des macéraux du mur au toit est assez constante dans le secteur Ihsaniye, excepté pour la veine Sulu qui montre un appauvrissement en exinite et inertinite.

II-1.3.4. Conclusions

Les analyses macérales ont montré que les houilles situées sur une même verticale présentent généralement, dans la partie occidentale du bassin, le même faciès pétrographique. Tandis que dans la partie orientale du bassin, les faciès pétrographiques montrent quelques petites variations sur une même verticale. Par exemple, les échantillons de la veine Acilik du secteur Gelik contiennent des tissus non gélifiés plus abondants que les tissus gélifiés. Il en est de même pour quelques échantillons de la veine Sulu dans le secteur Karadon chez lesquels les proportions de micrinite fine sont supérieures à celles de la sporinite.

La partie orientale et la partie occidentale du bassin montrent des faciès pétrographiques plus ou moins différents. Dans la partie occidentale, les combustibles sont caractérisés par les relations suivantes :

$$F \triangleright Sf \triangleright Sp \triangleright Mf \triangleright Mm$$

tandis que les combustibles de la partie orientale sont, en général, caractérisés par les relations :

$$Sf \triangleright F \triangleright Mf \triangleright Mm \triangleright Sp$$

La répartition verticale des macéraux étudiés est plus ou moins constante. Pour un point donné, la veine Acilik et la veine Sulu montrent chacune du mur au toit des caractères pétrographiques en général stables.

II-1.4. Conclusions sur l'étude des veines Acilik et Sulu

L'analyse macérale des veines Acilik et Sulu m'a permis de suivre leurs variations verticales dans cinq secteurs du bassin, puis d'en étudier les variations latérales de faciès sur l'ensemble du bassin.

Grâce à l'étude des variations verticales et latérales, j'ai pu constater que :

- les macéraux constitutifs peuvent être classés en deux groupes :
 - a) les macéraux essentiels,
 - b) les macéraux accessoires.
- les macéraux sont répartis de façon plus ou moins homogènes du mur au toit pour les deux veines.
- les combustibles des veines Acilik et Sulu montrent un faciès pétrographique différent dans la partie orientale et dans la partie occidentale du bassin.
- les veines Acilik et Sulu sont pauvres en exinite dans les secteurs Karadon et Gelik et relativement riches dans les secteurs Kilimli, Ihsaniye et Incirharmani.
- les tissus ligneux non gélifiés sont en général plus abondants que les tissus ligneux gélifiés ($F \gg Sf$) dans la partie occidentale et c'est l'inverse dans la partie orientale ($Sf \gg F$)
- les macéraux accessoires sont relativement plus abondants dans la partie occidentale (secteurs Ihsaniye, Incirharmani) que dans la partie orientale du bassin (secteurs Gelik et Karadon).
- les houilles de ces veines ont des proportions de collinite allant de paire en général, avec celles des matières minérales. L'augmentation des pourcentages des matières minérales dans les veines provoque une diminution en exinite et en inertinite au profit de la vitrinite.

II-2. Analyse macérale des veines du secteur Karadon

J'ai déjà effectué dans une étude antérieure des analyses macérales de onze veines du secteur Karadon (M. ARSLAN, 1977). En vue de compléter l'analyse macérale des veines de ce secteur, j'ai fait quelques prélèvements complémentaires dans trois veines qui n'avaient pas été étudiées auparavant : la veine Kürtserif, la veine Hacimemis et la veine Lucika.

La position stratigraphique de ces veines est la suivante :

- la veine Kürtserif située juste sous la veine Hacipetro s'avère être la veine la plus âgée du secteur;
- la veine Hacimemis se trouve entre les veines Sulu et Milopero;
- la veine Lucika se localise entre la veine Milopero et la veine Messoglu.

En donnant les résultats de l'analyse macérale de ces trois veines du secteur Karadon, je rappellerai brièvement les résultats obtenus pour les veines étudiées antérieurement.

Les veines du secteur Karadon renferment de 25 à 30 % de MV. Elles sont assez riches en matières minérales avec en moyenne 12 à 15 %. Les prélèvements sont effectués à quatre étages différents : -83, -160, -260 et -360.

J'ai représenté la composition de V.E.I.M. et de V.E.I. des veines du secteur Karadon sur les figures 15A et 15B. Le diagramme triangulaire de la figure 14 montre que les veines du secteur Karadon sont assez pauvres en exinite.

II-2.1. Veine Kürtserif

La veine Kürtserif a été échantillonnée à l'étage -160 m. A l'endroit du prélèvement, elle possède une épaisseur de 1 m. La houille est assez pure puisqu'elle ne renferme que 3 % de matières minérales. Sa teneur en MV est de 29 %.

L'analyse macérale de la veine Kürtserif révèle une assez grande richesse en exinite et en inertinite comparativement aux veines étudiées antérieurement dans le même secteur (M.ARSLAN, 1977).

La collinite constitue 55 % du charbon. Dans la collinite, on distingue fréquemment des lits de micrinite fine et des grains de pyrite dispersés. Les matières minérales forment de fines bandes au sein de la collinite. La télinite représente 0,4 % du charbon.

La veine Kürtserif apparaît la plus riche en sporinite dans ce secteur. Le pourcentage de la sporinite est de 6 %. La cutinite constitue 1 % du charbon ainsi que la résinite.

VEINES		COMPOSITION EN V. E. I.	
KÜRTŞERİF			
HACIPETRO			
ÇAY			
ACILIK			
SULU			
HACIMEMİŞ	4241701		
	4231401		
MILOPERO			
LUÇİKA			
MESİOGLU			
ACENTA			
TASBACA			
DOMUZCU			
KARAMANYAN			
BÜYÜK			

Figure 13A : Composition en V.E.I. des veines du secteur Karadon.

VEINES		COMPOSITION EN V. E. I. M.
KÜRTŞERİF		
HACİPETRO		
ÇAY		
ACILIK		
SULU		
HACİMEMİŞ	4241701	
	4231401	
MILOPERO		
LUÇİKA		
MESSOĞLU		
ACENTA		
TASBACA		
DOMUZCU		
KARAMANYAN		
BÜYÜK		

Figure 13 B: Composition V.E.I.M. des veines du secteur Karadon.



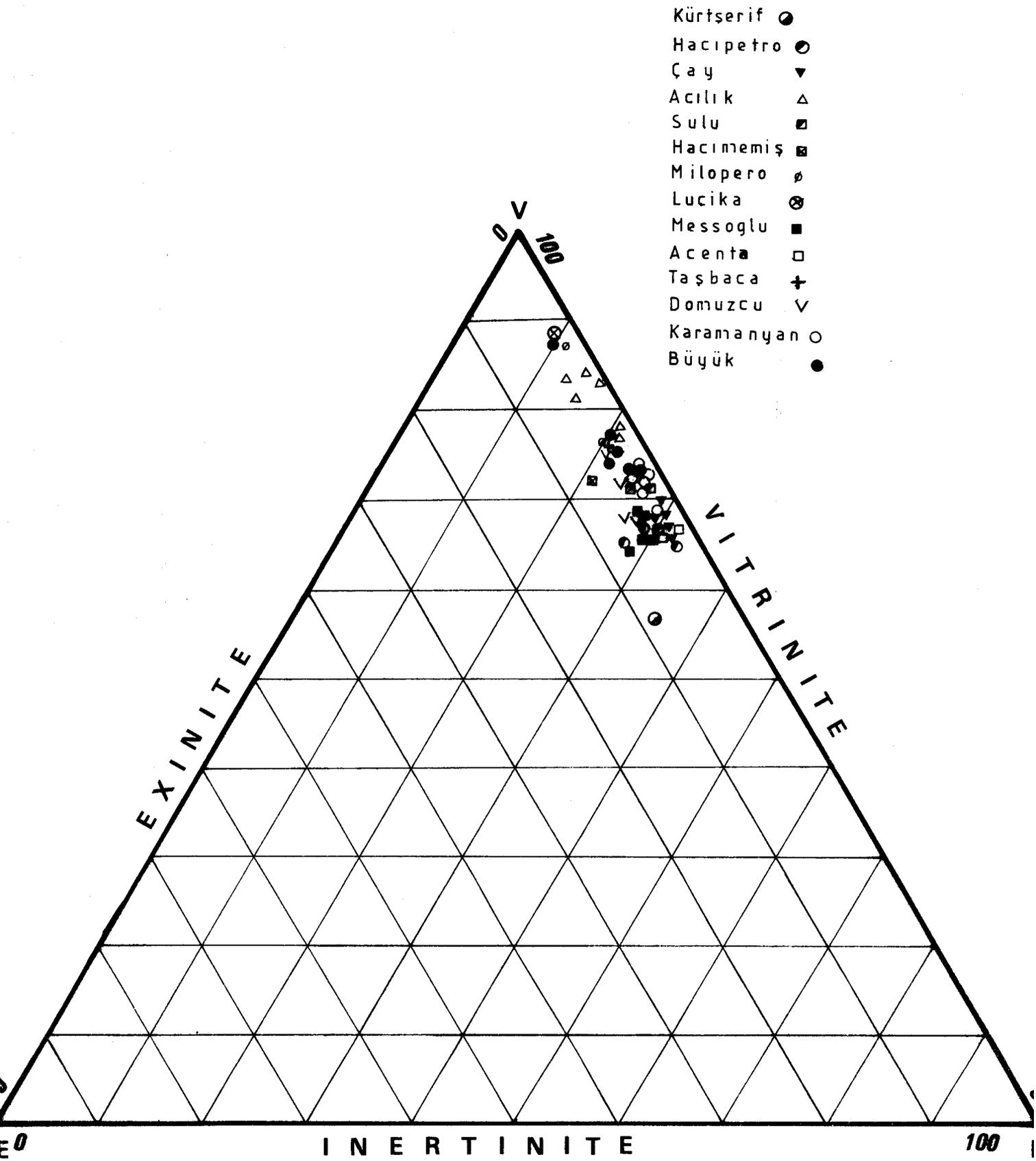


Figure 14: Composition moyenne des veines du secteur Karadon



Dans la veine Kürtserif, les macéraux du groupe de l'inertinite représentent une bonne partie du charbon. La fusinite forme 11,5 % de la veine. La semifusinite, elle, possède 10 % du charbon. La veine Kürtserif est la veine la plus riche en micrinite fine dans le secteur Karadon (7,3%). La micrinite massive représente 3,5 % et la sclérotinite, relativement abondante dans cette veine, 1,3 %.

La composition de V.E.I.M. de la veine Kürtserif (fig. 13B) est de :

V = 55,4 %
E = 8 %
I = 33,6 %
M = 3 %

Si l'on ne tient pas compte des matières minérales, la composition en V.E.I. de la veine Kurtserif est la suivante :

V = 57,1 %
E = 8,3 %
I = 34,6 %

II-2.2. Veine Hacipetro

La veine Hacipetro a été prélevée aux étages -160 et -360. Elle renferme 25 % de MV.

La composition en V.E.I.M. de la veine Hacipetro est la suivante :

V = 58,2 %
E = 3,1 %
I = 26,5 %
M = 12,4 %

sans tenir compte des matières minérales, sa composition en V.E.I. sera de :

V = 66,3 %
E = 3,5 %
I = 30,2 %

Cette veine présente un pourcentage assez élevé de semifusinite (14 % en moyenne).

II-3.3. Veine Cay

Les échantillons de cette veine ont été prélevés aux étages -160 et -360. A l'étage -360, la veine est scindée en deux par une bande de schistes

d'1,50 m d'épaisseur. La partie inférieure de 1,55 m d'épaisseur comprend une autre bande de schiste de quelques cm d'épaisseur. La partie supérieure de la veine a une épaisseur de 1,40 m. A l'étage -160, la veine Cay possède une épaisseur de 3 m. Sa teneur en MV est de 27 à 28 %.

La composition en V.E.I.M. de la veine Cay est la suivante :

V = 56,8 %

E = 1,2 %

I = 25,3 %

M = 16,7 %

soit en V.E.I.

V = 68,1 %

E = 1,5 %

I = 30,4 %

II-2.4. Veine Hacimemis

La veine Hacimemis a été échantillonnée aux deux cotes -360 et -260m. A la cote -360, elle possède une épaisseur de 2,10 m et renferme deux bandes de schiste de quelques cms d'épaisseur. A la cote -260, sa puissance est de 2,80 m. Elle renferme encore deux bandes de schiste mais plus épaisses. La première a une épaisseur de 20 cm et la deuxième 60 cm. La veine Hacimemis dans son ensemble contient 15 à 15,5 M de matières minérales. Sa teneur en matières volatiles est de 28 %.

Les résultats de l'analyse macérale montrent que la veine Hacimemis est plus riche en exinite à la cote -260 et en inertinite à la cote -360.

La collinite représente 50 % de charbon à l'étage -360 et 61 % à l'étage -260. La télinite a un pourcentage de 1 % à 0,6 % dans ces deux prélèvements de la veine Hacimemis.

La sporinite est plus abondante à l'étage -260 qu'à l'étage -360 (4,5 % et 2% respectivement). La cutinite possède des pourcentages identiques à ceux de la télinite dans les deux prélèvements (1 % et 0,6 %). La résinite atteint des pourcentages pratiquement égaux pour les deux prélèvements (0,5 % et 0,4 %).

Les macéraux du groupe de l'inertinite, surtout la fusinite, sont plus abondants à l'étage -360 m. Le pourcentage de fusinite est 12,6 % à l'étage - 360 et 9,3 % à l'étage -260 . La semifusinite représente 3,2 % et 4 % du charbon dans les deux prélèvements. La micrinite fine possède des pourcentages plus ou moins identiques dans les deux prélèvements (2,7 % à l'étage -360 et 2,5 % à l'étage -260). La micrinite massive (2%) et la sclérotinite (0,6 %) atteignent le même pourcentage dans les deux prélèvements.

La composition V.E.I.M. de la veine Hacimemis (fig. 13B) est de =

V = 60 %
E = 3,4 %
I = 21,1 %
M = 15,5 %

à la cote - 360

et V = 61,6 %
E = 5,6 %
I = 17,8 %
M = 15 %

à la cote - 260

La composition V.E.I. exempté de matières minérales, de la veine Hacimemis (fig. 13A) est de :

V = 71 %
E = 4,02 %
I = 24,98 %

à la cote - 360

et V = 72,5 %
E = 6,6 %
I = 20,9 %

à la cote - 260

II-2.5. Veine Milopero

La veine Milopero a été prélevée à l'étage -360. Elle a une épaisseur de 2,70 m. Dans son ensemble, la veine contient beaucoup de matières minérales, 23 % en moyenne. Elle est une des veines les plus riches en matières minérales dans ce secteur.

La composition en V.E.I.M. de la veine Milopero est la suivante :

V = 63,5 %

E = 1,2 %

I = 12,3 %

M = 23 %

sans tenir compte des matières minérales, sa composition en V.E.I. devient :

V = 82,6 %

E = 1,5 %

I = 15,9 %

II-2.6. Veine Lucika

Pour cette veine, les échantillons ont été prélevés à l'étage -260. A l'endroit du prélèvement, elle a une épaisseur de 1,20 m. Elle renferme deux bandes de schiste, la première, localisée juste à la base de la veine, possède 20 à 30 cm d'épaisseur, la deuxième bande, moins épaisse, se trouve au centre de la veine. La veine Lucika, comme les autres veines étudiées dans le même secteur, contient beaucoup de matières minérales (25,4 %).

L'analyse macérale des échantillons révèle que la veine Lucika est très pauvre en exinite et en inertinite dans ce secteur.

La collinite (65,8 %) est le macéral le plus abondant. La télinite représente 0,6 % du charbon.

Les macéraux du groupe de l'exinite sont très rares dans ce prélèvement. La cutinite est quasiment absente et la sporinite n'atteint que 1,2 %. La résinite, moins fréquente encore, ne représente que 0,4 %.

La veine Lucika est assez pauvre en inertinite : la fusinite constitue 3,6 % de la veine et la semifusinite 1 %. Ce pourcentage est le plus bas pour la semifusinite dans le secteur Karadon. Les micrinites fine et massive sont en quantité identique (0,8 %) et la sclérotinite ne représente que 0,4 % du charbon.

La veine Lucika possède une composition en V.E.I.M. (fig. 13B) de :

V = 66,4 %

E = 1,6 %

I = 6,6 %

M = 25,4 %

La composition de V.E.I. pour cette veine (fig. 13A) est de =

V = 89 %
E = 2,1 %
I = 8,9 %

II-2.7. Veine Messoglu

Cette veine a été prélevée aux étages -83, -160 et -260 m. Elle a une épaisseur de 0,70 à 0,80 m.

Sa composition en V.E.I.M. est la suivante :

V = 56,2 %
E = 3,6 %
I = 24,3 %
M = 15,9 %

La composition en V.E.I. est de :

V = 66,8 %
E = 4,3 %
I = 28,9 %

La veine Messoglu est relativement riche en exinite par rapport aux veines précédentes. Les macéraux du groupe de l'inertinite ont un pourcentage important dans l'ensemble de la veine. Elle contient plus de sporinite à l'étage -260 qu'aux étages -83 et -160.

II-2.8. Veine Acenta

La veine Acenta a été prélevée aux étages -160, -260 et -360 m. Cette veine renferme 27 % de MV.

Sa composition en V.E.I.M. est la suivante :

V = 57,7 %
E = 1,3 %
I = 27,2 %
M = **13,8** %

soit en V.E.I :

V = 67 %
E = 1,5 %
I = 31,5 %

La veine Acenta est l'une des veines les plus riches en fusinite dans ce secteur (13 % en moyenne). Elle contient beaucoup de grains de pyrite associés aux schistes.

II-2.9. Veine Tasbaca

Les prélèvements de la veine Tasbaca ont été effectués aux étages -160 et -260m. A l'étage - 160, la veine est schisteuse au mur et au toit. On peut dire que le charbon est encadré par des schistes charbonneux. A l'étage -260, le charbon est en lentilles dans les schistes. Cette veine renferme 26 % de MV.

La composition en V.E.I.M. de la veine Tasbaca est la suivante :

$$V = 64,7 \%$$

$$E = 1,3 \%$$

$$I = 18,8 \%$$

$$M = 15,2 \%$$

Sans tenir compte des matières minérales, sa composition en V.E.I. sera de :

$$V = 76,2 \%$$

$$E = 1,7 \%$$

$$I = 22,1 \%$$

La veine Tasbaca est plus riche en micrinite fine à l'étage -260. A cet étage, la micrinite fine est disséminée plutôt dans la collinite.

II-2.10. Veine Domuzcu

Cette veine a été prélevée à l'étage -260. Elle a une épaisseur de 2,70 m. Elle contient deux bandes de schistes intercalées ayant une épaisseur de 15 à 50 cm.

Sa composition en V.E.I.M. est la suivante :

$$V = 58,9 \%$$

$$E = 2,3 \%$$

$$I = 20,6 \%$$

$$M = 18,2 \%$$

soit en V.E.I.

$$V = 72 \%$$

$$E = 2,8 \%$$

$$I = 25,2 \%$$

II-2.11. Veine Karamanyan

La veine Karamanyan a été prélevée aux étages -160 et -260 m. Cette veine contient plusieurs lentilles de schistes, d'épaisseurs différentes. Elle renferme 26 % de MV.

La composition en V.E.I.M. de la veine Karamanyan s'établit comme suit :

$$V = 61,5 \%$$

$$E = 1,2 \%$$

$$I = 22,9 \%$$

$$M = 14,4 \%$$

sans tenir compte des matières minérales, sa composition en V.E.I. sera de :

$$V = 71,9 \%$$

$$E = 1,4 \%$$

$$I = 26,7 \%$$

II-2.12. Veine Büyük

Cette veine a été prélevée aux étages -260 et -360m. Elle renferme en moyenne 28 à 30 % de M.V.

Sa composition en V.E.I.M. est la suivante :

$$V = 68,2 \%$$

$$E = 1,8 \%$$

$$I = 18,9 \%$$

$$E = 11,1 \%$$

sans mentionner les matières minérales, sa composition en V.E.I. est de :

$$V = 76,7 \%$$

$$E = 2 \%$$

$$I = 21,3 \%$$

II-2.13. Conclusions

D'après l'examen des résultats de l'analyse macérale des veines du secteur Karadon, on peut conclure que :

- les veines du secteur Karadon contiennent 55 à 68,2 % de vitrinite. La télinite est un macéral très rare. Elle ne dépasse guère 0,5 %, exceptée dans la veine Messoglu où elle oscille entre 1,5 et 2,5%. Par contre, la collinite apparaît très abondante dans les charbons de ce secteur. La veine Kurtserif est la moins riche (55%) et la veine Buyük la plus riche (67,8 %) en collinite.

- les veines du secteur Karadon sont pauvres en exinite, excepté la veine Kürtserif (8%) et la veine Hacimemis (5,6 %), les veines Hacipetro et Messoglu ont un pourcentage supérieur à 3 % en exinite. Mais toutes les autres veines en contiennent toujours moins de 2,5 %. La veine Acilik apparait la veine la plus pauvre en exinite avec 0,36 %.
- les veines du secteur Karadon contiennent, en général, 19 à 33,6 % d'inertinite. Les veines Lucika, Milopero et Acilik font exception. La veine Lucika s'avère être la plus pauvre en inertinite avec 6,6 %. Les veines Milopero et Acilik contiennent respectivement 12,3 % et 15,6 % d'inertinite dans ce secteur. La veine la plus âgée, la veine Kurtserif, est plus riche en inertinite (33,6 %). Les veines du secteur Karadon ont une tendance à l'appauvrissement en inertinite de la veine la plus ancienne (veine Kurtserif, 33,6%) vers la plus jeune (veine Büyük, 19%). Dans ce secteur, la semifusinite, parmi les macéraux du groupe de l'inertinite, est le macéral le plus abondant, excepté pour les veines Kürtserif et Hacimemis.
- mise à part la veine Kürtserif (3% de matières minérales), les veines de ce secteur contiennent toujours plus de 11% de matières minérales. Les veines Lucika et Milopero sont les plus cendreuses. Leur teneur en matières minérales est respectivement 25,4 % et 23 %. Ces deux veines sont les plus pauvres en inertinite (6,6 % et 12,6 %). Les veines du secteur Karadon contiennent de très nombreux grains de pyrite. Les veines Acenta, Tasbaca, Domuzcu et Buyük sont les plus riches en grains de pyrite. Les grains de pyrite sont souvent associés aux fissures, aux schistes et à la fusinite.

On constate que la teneur en matières volatiles est inversement proportionnelles à la teneur en matières minérales. Si la veine est riche en matières minérales, sa teneur en MV s'abaisse et vice-versa. La veine Kürtserif étant la plus âgée, renferme 29,7 % de matières volatiles et 3% de matières minérales. La veine Hacipetro renferme 25 % MV et 12,4 de matières minérales. Ainsi que les veines Hacimemis (28% MV. et 15 % de matières minérales), Acenta (27 % MV et 13,8 % de matières minérales), Domuzcu (26 % MV et 18,2 % de matières minérales). Ceci est dû au fait que les analyses chimiques ont été effectuées sur les échantillons bruts. La connaissance des pourcentages de cendres permet de "corriger" les teneurs en MV. Les veines relativement riches en exinite ont un pourcentage élevé en matières volatiles par rapport aux autres.

II-3. Analyse macérale des veines du secteur Gelik

Des prélèvements de cinq veines ont été effectués dans deux galeries de l'étage - 250 m. Les charbons du secteur Gelik contiennent en général 26 à 28 % de MV. Les échantillons étudiés appartiennent à deux veines bien connues, la veine Hacipetro et la veine Acilik et à trois autres veines renfermant plusieurs lits minces et lentilles de schiste.

II-3.1. Veine Hacipetro

L'épaisseur de la veine Hacipetro est voisine de 50 cm à l'endroit de prélèvement. Le charbon contient 7-8 % de matières minérales et 26 à 27 % de matières volatiles. C'est l'unique veine qui ne contient aucune intercalation schisteuse dans ce secteur, parmi l'ensemble des veines étudiées. Les matières minérales sont surtout des argiles finement dispersées dans la veine. Elles sont associées à la fusinite et à la collinite.

La veine Hacipetro est la plus riche en exinite du secteur. Elle contient 7 % de sporinite. Les spores, généralement des microspores, sont réparties en lits minces au sein de la vitrinite et de la clarite. La veine Hacipetro est aussi la plus riche en cutinite et en résinite du secteur. La cutinite représente 1 % du charbon. La résinite, elle, est assez fréquente. Son pourcentage est de 1,5 %.

La collinite (54 %) est le macéral dominant comme pour les autres veines. La télinite n'est pas fréquente (0,5 %). Les plages de la collinite renferment souvent des lits minces d'argile et de micrinite fine. La forme des lits de micrinite fine ressemble à la forme des cellules végétales. J'ai même observé de la micrinite fine au sein de la résinite remplissant les vides cellulaires de la télinite.

Les macéraux du groupe de l'inertinite sont assez importants dans l'ensemble de la veine. La micrinite fine est particulièrement abondante dans cette veine. Elle représente 8,5 % du charbon. La micrinite fine est suivie par la semifusinite et la fusinite dont les pourcentages sont très proches (7,6 % et 7,5 %). La micrinite massive présente un pourcentage de 4,5 %. Dans la veine Hacipetro, la sclérotinite est très rarement observée (0,3 à 0,5 %).

La composition en V.E.I.M. de la veine Hacipetro (fig. 15B) est de :

V = 54,5 %

E = 9,5 %

I = 28,2 %

M = 7,8 %

Veines	numéro d'échantillon	COMPOSITION EN		
		V	V. E. I. E	I
Hacıpetro	4130301			
1ère veine	4130901			
2ème veine	4130902			
4ème veine	4130904			
Acılık	4130905			

A

Veines	numéro d'échantillon	COMPOSITION EN			
		V	V. E. I. M. E	I	M
Hacıpetro	4130301				
1ère veine	4130901				
2ème veine	4130902				
4ème veine	4130903				
Acılık	4130905				

B

Figure 15 : Compositions V.E.I.M. et V.E.I. des veines du secteur Gelik



sans tenir compte des matières minérales, la composition en V.E.I. de cette veine (fig. 15A) sera de :

V = 59,1 %

E = 10,3 %

I = 30,6 %

Si on regarde la composition en V.E.I. de la veine Hacipetro, on constate que, dans ce secteur, elle est la veine la plus riche en exinite et en inertinite. De plus, elle contient des matières minérales en quantité inférieure à celle des autres veines (fig. 15B).

II-3.2. 1ère Veine

Cette veine qui possède une épaisseur de 1,10 m contient plusieurs lentilles de schiste. Le pourcentage des matières minérales est très élevé pour un charbon commercial (17,5-18 %).

L'analyse macérale de la veine a donné les résultats suivants : la collinite est le macéral le plus abondant. Le charbon étant, dans son ensemble, très fissuré, il est difficile de trouver une plage de collinite tout à fait propre et homogène. Mises à part quelques lentilles de schiste observables à l'oeil nu, les matières minérales sont finement dispersées dans la collinite.

Cette veine est assez pauvre en inertinite et même en exinite par rapport à la veine précédente. Dans cette veine, la sporinite ne dépasse guère 3 %. La cutinite (1 %) est représentée par quelques cuticules plus ou moins épaisses.

Les inertinites sont fréquentes mais peu abondantes. La fusinite représente 6,3 % du charbon. Les plages de fusinite sont associées aux argiles. La structure en étoile est très courante. La semifusinite représente 4,5 % du charbon dont la gélification est très avancée. La micrinite fine possède un pourcentage proche de celui de la semifusinite (3,5 %). La micrinite massive et la sclérotinite sont présentes, mais leur pourcentage ne dépasse pas 0,5 % pour la sclérotinite et 2 % pour la micrinite massive.

Pendant l'analyse macérale, je n'ai rencontré ni télinite, ni résinite.

La composition en V.E.I.M. de cette veine (fig. 15B) est, en moyenne :

V = 61,3 %
E = 4,1 %
I = 16,9 %
M = 17,7 %

sans tenir compte des matières minérales, la composition en V.E.I. (fig.15A) est de :

V = 74,5 %
E = 5 %
I = 20,5 %

II-3.3. 2ème veine

Cette veine présente une épaisseur de 1,60 m, mais le charbon pur ne dépasse pas 70-80 cm. En effet, les lentilles de schistes sont assez épaisses à certains endroits. Le pourcentage de matières minérales (22 %) est très élevé.

La collinite est le macéral principal (53,5 %). Elle est très fissurée et l'on y discerne de très minces couches d'argile. Il n'est pas rare de trouver des grains de pyrite associés surtout dans les fissures de la collinite.

La fusinite et la micrinite fine sont deux autres macéraux atteignant la limite des 5 %. La fusinite comparativement aux autres macéraux est relativement importante; elle représente 12 % du charbon. La micrinite fine arrive assez loin avec 5,5 %. La semifusinite et la micrinite massive atteignent presque les mêmes pourcentages (3 % et 2,5 %).

Dans cette veine, la fusinite se trouve mêlée aux matières minérales à l'état très pulvérisé. La structure étoilée est très courante. Il semble que les îlots cellulaires soient remplis par l'argile.

D'après le résultat de l'analyse macérale, cette veine s'avère être pauvre en exinite. Je n'ai trouvé ni cutinite, ni résinite et la sporinite est caractérisée par un pourcentage très faible (1,2 %). Les quelques spores que j'ai pu discerner sont des microspores de teinte très claire.

Cette veine possède une composition en V.E.I.M. (fig.15B) qui est la suivante :

V = 53,5 %

E = 1,2 %

I = 23,3 %

M = 22 %

La composition de V.E.I. de cette veine, sans mentionner les matières minérales, donne les pourcentages suivants (fig. 15A) :

V = 68,6 %

E = 1,5 %

I = 29,9 %

II-3.4. 4ème veine

Sans nom particulier, cette petite veine de 42 cm d'épaisseur renferme, telles les deux précédentes, plusieurs lentilles de schiste. Le pourcentage des matières minérales est voisin de 13 à 15 %.

D'après les résultats de l'analyse macérale, la collinite (52 %) se révèle être le seul représentant des macéraux du groupe de la vitrinite; je n'ai en effet pas trouvé de télinite.

Parmi les macéraux du groupe de l'exinite, tous présents, la sporinite atteint le pourcentage plus élevé de tous (3,6 %), la cutinite et la résinite atteignant 0,8 % et 0,6 %.

Parmi les macéraux du groupe de l'inertinite, la fusinite et la semi-fusinite présentent des pourcentages plus ou moins importants. La semifusinite vient en tête de ce groupe avec 10 %; la fusinite constitue 7,6 % de la veine et les deux micrinites présentent des pourcentages très proches : 5,7 % pour la micrinite fine et 5,4 % pour la micrinite massive. La sclérotinite est relativement fréquente mais peu abondante. Son pourcentage est de 1%.

La composition en V.E.I.M. (fig. 15B) de cette veine est la suivante :

V = 52 %

E = 5 %

I = 29,7 %

M = 13,3 %

La composition en V.E.I.M. de cette veine nous montre que les macéraux du groupe de l'inertinite ont une importance considérable. Sans mentionner les matières minérales, la composition en V.E.I. (fig. 15A) est de :

V = 60 %

E = 5,8 %

I = 4,3 %

II-3.5. Conclusions

De l'examen des résultats de l'analyse macérale de cinq veines du secteur Gelik, on peut tirer les conclusions suivantes :

- les veines du secteur Gelik contiennent entre 59 % et 76 % de vitrinite. Par ailleurs, la télinite étant un macéral assez rare, la collinite apparaît très abondante dans le charbon de ce secteur.
- les macéraux du groupe de l'exinite montrent une diminution de la veine Hacıpetro à la veine Acilik. Partant de 10,5 % à la base de la veine Hacıpetro, ils descendent à 3 % dans la veine Acilik. On peut préciser que ce résultat confirme que dans la partie la plus orientale du bassin (secteurs Gelik et Karadon), l'exinite subit une diminution de la veine la plus âgée aux veines plus jeunes. Cette conclusion se dégageait déjà d'une étude antérieure du secteur Karadon (M.ARSLAN, 1977).
- les macéraux du groupe de l'inertinite varient suivant une fourchette de valeurs assez large, de 34 % à 21 %. Les pourcentages de macéraux du groupe de l'inertinite changent très irrégulièrement. Les raisons de ces variations de 3 à 5 % selon le macéral, dépendent de la stabilité de l'apport phytogène et plus ou moins du pourcentage en matières minérales.
- dans le secteur Gelik, les matières minérales atteignent des pourcentages plus ou moins importants qui peuvent monter jusqu'à 22 % dans la 2ème veine. Les matières minérales contenues dans les veines montrent une augmentation de la veine Hacıpetro à la veine Acilik. Un traitement à la cellule de flottation permet d'abaisser les teneurs jusqu'à 4 à 5 %. Ceci indique que le milieu de sédimentation du secteur situé entre la veine Hacıpetro et la veine Acilik était troublé. Il y a eu un changement dans l'alimentation du milieu avec apport de matières minérales détritiques plus ou moins important selon les endroits en entraînant la formation de lentilles et de bandes schisteuses intercalées dans les veines.

II-4. Analyse macérale des veines du secteur Kilimli

Dans le secteur Kilimli, les veines étudiées contiennent 25 à 28 % de MV à l'exception de la veine Neomi qui en renferme 33,5 %.

J'ai représenté les compositions en V.E.I.M. et en V.E.I. des veines de ce secteur sur les figures 17 et 18. Sur un diagramme triangulaire, j'ai également représenté la composition en V.E.I. des veines étudiées dans ce secteur et dans le secteur Gelik. Sur le diagramme triangulaire de la figure 16, on note que les veines du secteur Kilimli sont en général plus riches en exinite que les veines des secteurs Gelik et Karadon.

GELİK ●

KILIMLI ■

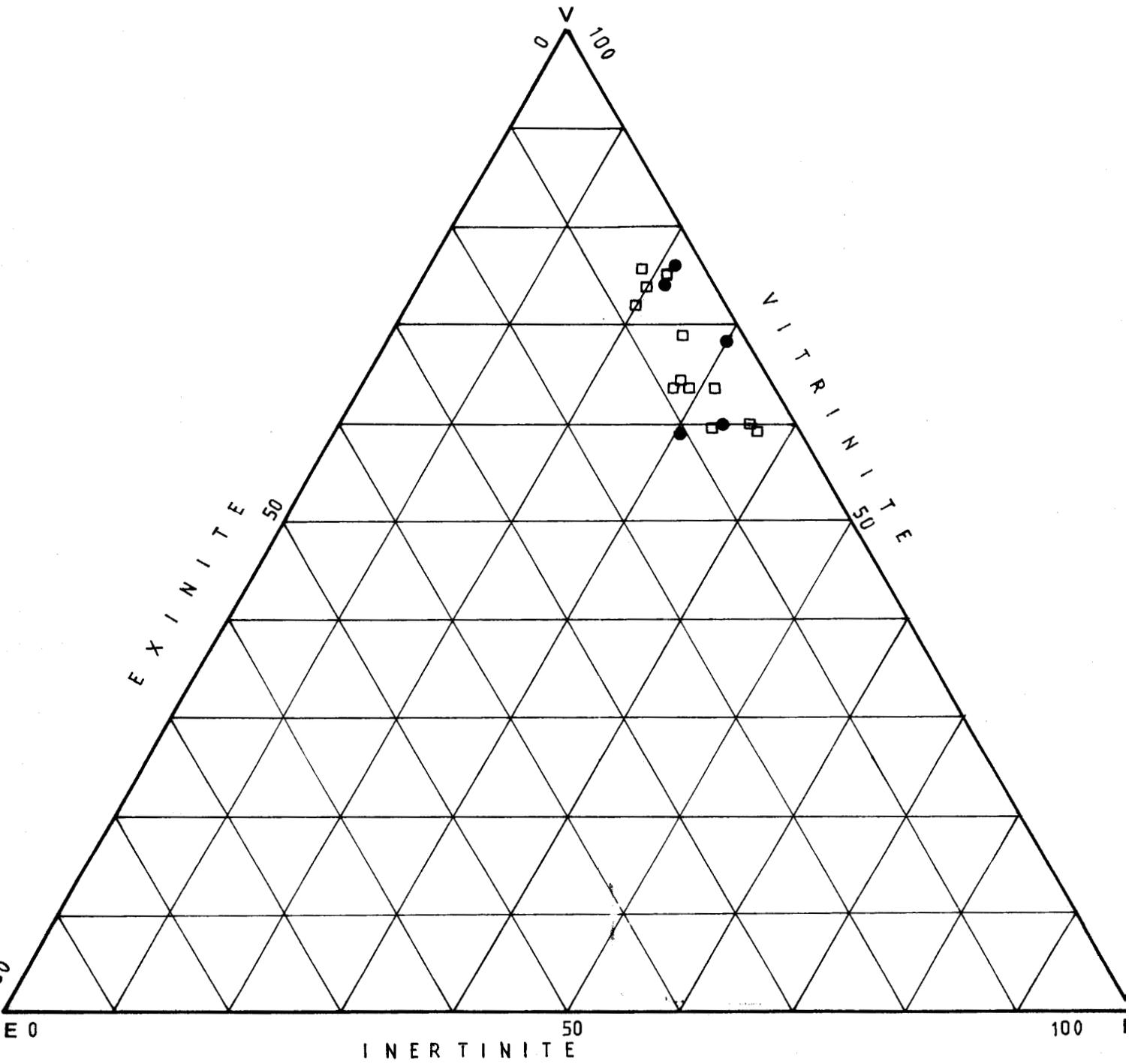


Figure 16: Composition moyenne des veines des secteurs Gelik et Kilimli



II-3.1. Veine Hacidetro

C'est la veine la plus âgée du secteur. Elle a une épaisseur de 3,10 m. La houille est assez pure puisqu'elle ne contient que 4,5 % de matières minérales. La teneur en MV de cette veine est de 26 %.

Au point de vue de l'analyse macérale, la collinite est le macéral prédominant avec un pourcentage de 57 %. La collinite est suivie par la semifusinite et la fusinite dont les pourcentages atteignent respectivement 12,5 et 13,5 %.

Les macéraux du groupe de l'exinite ne sont pas abondants dans la veine Hacidetro, la sporinite représentant 2,5 % du charbon et la résinite, fréquente mais peu abondante, formant 1 % du charbon. La cutinite présente le même pourcentage que la télinite, 0,3 %.

La veine Hacidetro est assez riche en inertinite. La fusinite (13,5%) et la semifusinite (12,5 %) représentent des pourcentages assez élevés. La micrinite fine et la micrinite massive atteignent des pourcentages très proches, 4 % et 3,5 % respectivement. La sclérotinite représente 0,9 % du charbon.

La veine Hacidetro a une composition en V.E.I.M. (fig.17) qui est la suivante :

$$V = 57,3 \%$$

$$E = 3,8 \%$$

$$I = 34,4 \%$$

$$M = 4,5 \%$$



Sa composition devient, exempte de matières minérales, (fig. 18) :

$$V = 60 \%$$

$$E = 3,98 \%$$

$$I = 36 \%$$

La micrinite fine se trouve plus souvent en lentilles ou en lits minces dans la collinite et autour des spores, évidemment. Les spores ont une couleur très claire; elles sont à peine visibles et il est difficile de les distinguer de la collinite.

II-3.2. Passée Cay

Cette passée a une épaisseur de 1,40 m. A l'endroit du prélèvement, on a décelé dans la passée deux lentilles de schistes d'environ 25 cm d'épaisseur chacune. Le charbon renferme 8 % de matières minérales et son pourcentage de MV est de 25,5 %.



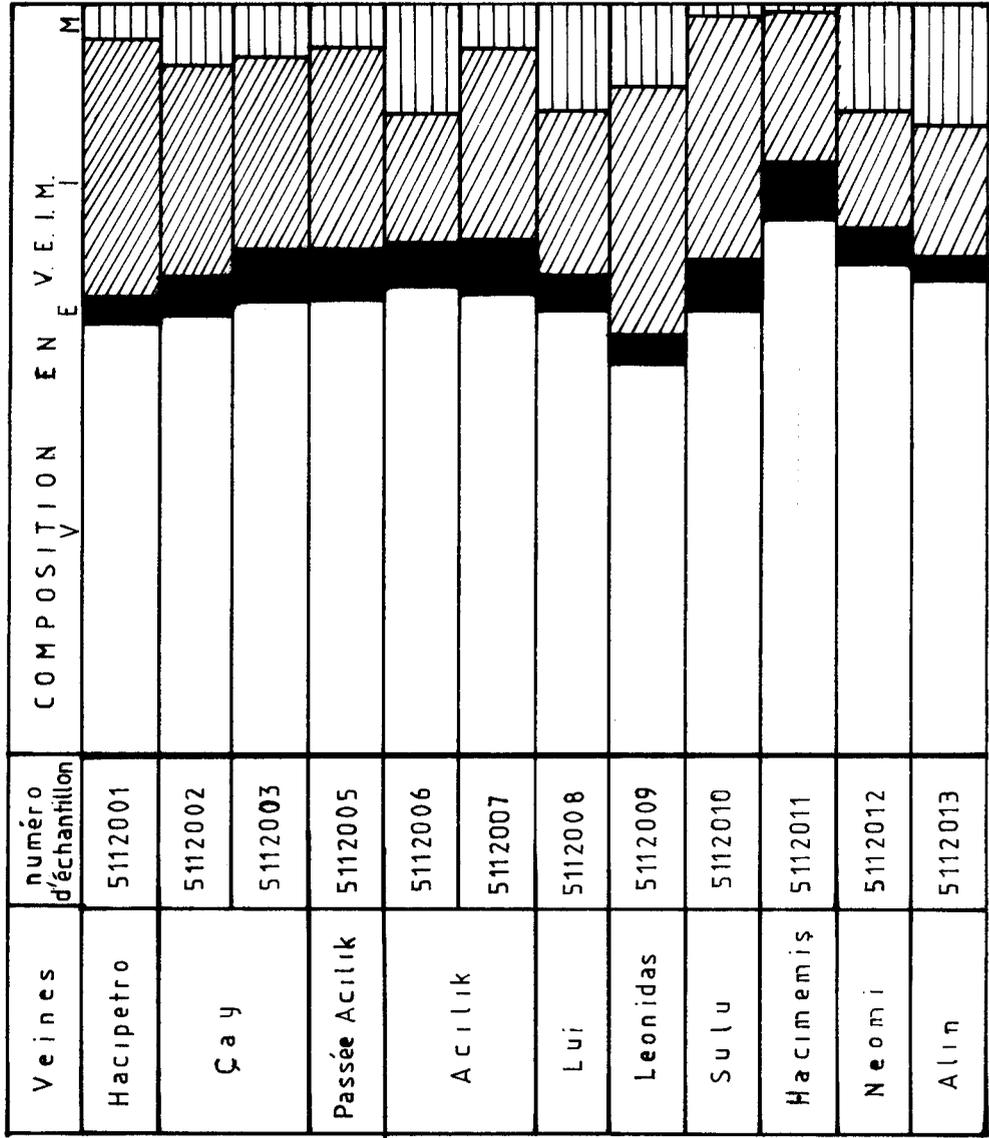


Figure 17: Composition V.E.I.M. des veines du secteur Kilimli



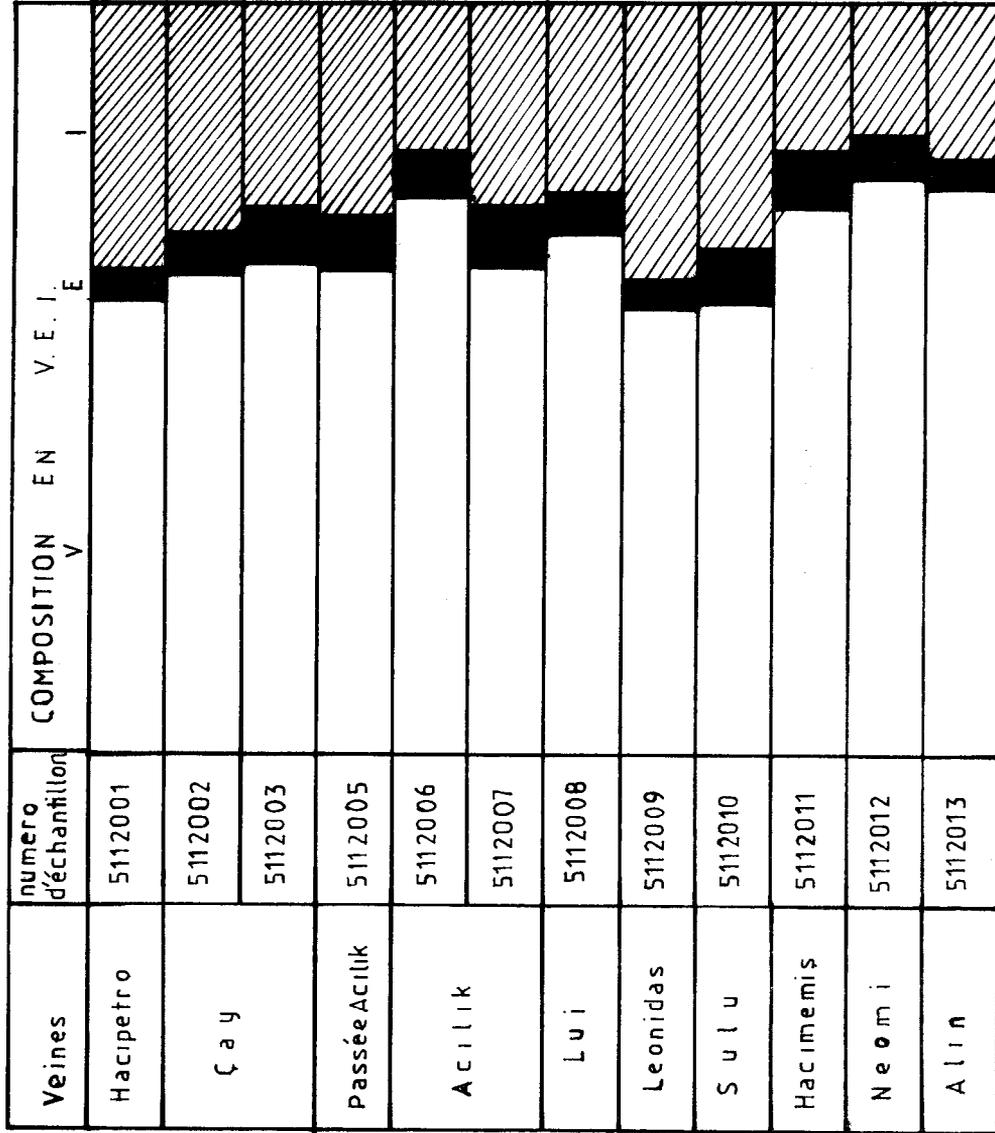


Figure 18: Composition V. E. I. des veines du secteur Kilimli



La collinite, comme dans la veine précédente, est le macéral largement dominant. Son pourcentage s'élève à 58,3 %. La télinite y est rare. Elle constitue 0,5 % du charbon.

Cette passée est un peu plus riche en sporinite que la veine précédente. Elle constitue 3,5 % du charbon. La résinite est fréquente et a un pourcentage de 1%. La cutinite, rare, forme 0,4 % de l'ensemble.

La semifusinite et la fusinite sont deux macéraux assez abondants du groupe de l'inertinite. Elles représentent respectivement 10,6 % et 9,5 % du charbon. La micrinite fine constitue 5% de la veine et la micrinite massive 2,5 %. La sclérotinite y est rare, son pourcentage est de 0,7 %.

La passée Cay montre la composition suivante (fig.17) en V.E.I.M. :

V = 58,8 %
E = 4,9 %
I = 28,3 %
M = 8 %

Sa composition de V.E.I. devient, si l'on excepte les matières minérales (fig. 18) :

V = 63,9 %
E = 5,3 %
I = 30,9 %

Les pourcentages de sporinite et de micrinite fine sont voisins avec une légère dominance pour la micrinite fine. On trouve la micrinite fine essentiellement dispersée au sein de la collinite, en lentilles ou en lits minces.

Dans cette passée, on constate une augmentation de la vitrinite et de l'exinite par rapport à la veine précédente.

II-4.3. Veine Cay

La veine Cay est une des plus épaisses veines du secteur Kilimli. Elle possède une épaisseur de 6 mètres. La veine ne contient guère d'intercalations minérales. Le taux de matières minérales s'élève à 7 %. La veine Cay renferme 24,5 à 25 % de MV dans le secteur Kilimli.

D'après les résultats de l'analyse macérale, la collinite est le macéral le plus important avec un pourcentage de 60,3 %. Ce macéral montre des fissures orientées en tous sens. La télinite est un macéral rare (0,4%).

Les macéraux du groupe de l'exinite sont plus abondants que dans la passée Cay. La sporinite constitue 5% du charbon. La cutinite est toujours rare (0,4 %) et la résinite représente 1,5 % de la veine. Dans la veine Cay, les spores présentent une couleur assez claire. On trouve des microspores (les plus abondantes) et des macrospores.

La veine Cay est moins riche que la passée Cay en inertinite. La fusinite représente 8,2 % et la semifusinite 7,3 %. La micrinite fine atteint un pourcentage plus ou moins élevé voisin de 6,4 %. La micrinite massive constitue 3% du charbon. La sclérotinite y est assez rare (0,5%).

La composition en V.E.I.M. de la veine Cay (fig. 17) est de :

V = 60,7 %

E = 6,9 %

I = 25,4 %

M = 7 %

soit en V.E.I., sans compter les matières minérales (fig. 18) :

V = 65,3 %

E = 7,4 %

I = 27,3 %

II-4.4. Passée Acilik

Elle a une épaisseur de 1,10 m à l'endroit du prélèvement. Le charbon est relativement pur et le pourcentage de matières minérales s'élève à 5,5 %. Les matières minérales sont constituées essentiellement d'argile finement dispersée dans le charbon; aucune bande de matières minérales n'est observable, que ce soit à l'oeil nu ou au microscope. Cette passée possède 27% de matières volatiles.

Les résultats de l'analyse macérale montrent que la collinite est ici encore largement dominante avec un pourcentage de 60 %. Les plages de collinite sont souvent mêlées d'argile. La télinite est peu fréquente. Elle constitue 0,7 % du charbon. Les cavités cellulaires sont remplies par la résinite.

Les macéraux du groupe de l'exinite sont assez fréquents. La sporinite en particulier, constitue 5,3 % du charbon. La cutinite a un pourcentage de 0,7 %. La résinite rencontrée surtout dans les cavités de la télinite ne représentent que 1% du charbon.

Les macéraux du groupe de l'inertinite constituent presque un tiers de l'ensemble. La fusinite est la plus fréquente (10%) et en quantité

presque double de celle de la semifusinite (5,6 %). La micrinite fine atteint un pourcentage supérieur à celui de la semifusinite. Elle représente 6,5 % du charbon. On la trouve dispersée au sein de la collinite et autour des spores. La micrinite massive constitue 3,7 % du charbon. La sclérotinite est fréquente mais peu abondante. Son pourcentage est 1% du charbon. Cette passée possède donc, la composition suivante en V.E.I.M. (fig. 17) :

$$\begin{aligned} V &= 60,7 \% \\ E &= 7 \% \\ I &= 26,8 \% \\ M &= 5,5 \% \end{aligned}$$

sans compter les matières minérales, la composition en V.E.I. devient (fig. 18) :

$$\begin{aligned} V &= 64,23 \% \\ E &= 7,41 \% \\ I &= 28,36 \% \end{aligned}$$

II-4.5. Veine Lui

C'est une veine, plutôt une veinule, de 40 cm d'épaisseur à l'endroit du prélèvement. Le charbon contient un pourcentage de matières minérales assez important, (14 %). La veine emprisonne souvent des lentilles schisteuses d'épaisseur variable.

L'analyse macérale montre que, dans cette veine, la collinite représente 59,2 % du charbon et la télinite 0,4 %.

Chez les macéraux du groupe de l'exinite, on observe une légère diminution par rapport à la veine précédente. La sporinite constitue 3;5 % du charbon alors que la cutinite et la résinite sont peu fréquentes (0,6 % et 0,4 % respectivement).

La fusinite montre une légère augmentation et les autres macéraux du groupe de l'inertinite une légère diminution. Elle représente 12 % du charbon et se trouve, souvent, en débris pulvérisés associés aux matières minérales. La semifusinite constitue 4,5 % du charbon. La micrinite fine et la micrinite massive présentent des pourcentages assez voisins (2;6 % et 2 % respectivement). La sclérotinite peu abondante, ne représente que 0,8 %.

La composition en V.E.I.M. de ce prélèvement de la veine Lui (fig.17) est la suivante :

V = 59,6 %
E = 45 %
I = 21,9 %
M = 14 %

La composition en V.E.I. de cette veine (fig. 18) est de :

V = 69,30 %
E = 5,24 %
I = 25,46 %

II-4.6. La veine Léonidas

Dans ce secteur, la veine Leonidas a une épaisseur de 70 cm. A l'oeil nu, le charbon dans son ensemble paraît assez pur, mais au microscope, on observe des matières minérales finement dispersées et le pourcentage des matières minérales s'élève à 11 %.

D'après les résultats de l'analyse macérale, cette veine est la veine la plus pauvre en collinite par rapport aux autres veines du secteur. La collinite (52 % du charbon) est très fissurée en tous sens.

Cette veine est relativement pauvre en exinite. La sporinite, macéral le plus fréquent des macéraux de ce groupe, ne représente que 3 % du charbon. La cutinite et la résinite atteignent des pourcentages de 0,3 à 0,5 %.

La veine Léonidas est assez riche en inertinite, particulièrement en micrinite fine qui représente 7 % du charbon dans lequel on la trouve essentiellement dispersée au sein de la collinite. La micrinite massive, elle, constitue 5 % du charbon. Ce pourcentage est le plus élevé qu'elle possède dans ce secteur. La semifusinite (10,9 %) existe en quantité légèrement supérieure à celle de la fusinite (9,6 %); la sclérotinite ne représente que 0,5 %.

La composition en V.E.I.M. de la veine Leonidas (fig. 17) est la suivante :

V = 52,2 %
E = 3,8 %
I = 33 %
M = 11 %

Sans matières minérales, la composition en V.E.I. de la veine Leonidas (fig. 18) est de :

$$V = 58,6 \%$$

$$E = 4,27 \%$$

$$I = 37,07 \%$$

II-4.7. Veine Hacimemis

L'épaisseur de la veine Hacimemis, dans le secteur Kilimli, est de 2,5 m. Le charbon, très pur, ne contient que 1 % de matières minérales, qui sont des argiles dispersées associées aux structures étoilées des fusinites. Le pourcentage de MV de la veine Hacimemis est de l'ordre de 26 %.

Dans la composition macérale de cette veine, on observe un changement relativement important. La proportion de vitrinite est inversement proportionnelle à celle de l'inertinite. La collinite atteint son plus haut pourcentage (68,8 %) dans le secteur Kilimli. Dans la veine Hacimemis la télinite apparaît brusquement plus importante (2,8 %) alors que dans l'analyse précédente elle ne dépasse guère 0,5 %.

La sporinite est le macéral le plus important (5,4 %) du groupe de l'exinite. La cutinite, elle, n'atteint que 0,5 %. La résinite qui est l'élément principal de remplissage des cavités cellulaires du tissu télinitique, augmente en même temps que la télinite. Son pourcentage est de 1,5 %.

La fusinite est la plus fréquente parmi les macéraux du groupe de l'inertinite. Elle représente 8,5 % du charbon. La semifusinite est dépassée pour la première fois par la sporinite et la micrinite fine. Elle présente un pourcentage de 4 %, donc du même ordre que celui de la micrinite fine (5,4 %). La micrinite massive représente 2 % de la veine et la sclérotinite (0,5 %) est donc en quantité égale à celle de la cutinite.

La composition en V.E.I.M. de la veine Hacimemis (fig. 17) est la suivante :

$$V = 71,6 \%$$

$$E = 7,4 \%$$

$$I = 20 \%$$

$$M = 1 \%$$

La composition en V.E.I., exempte de matières minérales, (fig. 18) sera de :

$$V = 72,32 \%$$

$$E = 7,48 \%$$

$$I = 20,20 \%$$

II-4.8. Veine Neomi

Cette veine qui possède une épaisseur de 1,05 m est scindée en deux parties : l'une de 20 cm, l'autre de 55 cm d'épaisseur, par une bande de schiste de 30 cm. Le charbon renferme un taux assez important de matières minérales, provenant surtout des très minces bandes de schiste se trouvant dans la partie supérieure. Le pourcentage des matières minérales s'élève à 14 %. Si on pratique une séparation des matières minérales à l'aide de la cellule de flottation, le pourcentage de matières minérales diminue jusqu'à 3 ou 4 %. Cette veine renferme 33 % environ de MV.

La collinite est largement dominante avec 65 %. La télinite est un macéral assez rare dans cette veine. Son pourcentage est de 0,6 %.

Les macéraux du groupe de l'exinite subissent une diminution sensible dans cette veine par rapport à la veine précédente. La sporinite représente 3,5 % du charbon. Son pourcentage est légèrement plus élevé que ceux de la micrinite fine et de la semifusinite. La résinite est moins fréquente que dans la veine précédente (0,8 %). La cutinite comme la sclérotinite, ne dépasse pas 0,4 %.

La veine Neomi est la veine du secteur Kilimli la plus pauvre en inertinite. La fusinite représente 7 % de la veine, la semifusinite et la micrinite fine atteignent pratiquement le même pourcentage (3,3 % et 3 % respectivement) et la micrinite massive représente 2 %.

La veine Neomi possède une composition en V.E.I.M. (fig. 17) suivante :

$$V = 65,6 \%$$

$$E = 4,7 \%$$

$$I = 15,7 \%$$

$$M = 14 \%$$

La composition en V.E.I., sans compter les matières minérales (fig. 18) est de :

$$V = 76,28 \%$$

$$E = 5,46 \%$$

$$I = 18,26 \%$$

Ces résultats montrent que cette veine est la plus riche en vitrinite et la plus pauvre en inertinite du secteur Kilimli.

II-4.9. Veine Alin

Cette veine ne dépasse guère 40 cm d'épaisseur. Le pourcentage des matières minérales y est le plus élevé du secteur (16 %). Elles sont constituées surtout d'argile et de grains de pyrite.

L'analyse macérale de cette veine donne les résultats suivants : la collinite est toujours le macéral le plus important. Son pourcentage est pratiquement du même ordre que celui de la veine précédente (63 %). La télinite étant très rare, présente un pourcentage de 0,5 %.

Cette veine est la plus pauvre en exinite dans ce secteur. La sporinite descend à son niveau le plus bas avec 1,7 %. La cutinite et la résinite présentent des pourcentages de 0,7 et 0,5 %.

Dans ce prélèvement, la micrinite fine et la micrinite massive, elles, sont en faible quantité, la plus basse du secteur. Leur pourcentage est de 1 %. Il en est de même pour la sclérotinite. La semifusinite constitue 3,6 % du charbon. Quant à la fusinite, elle représente la plus grosse partie de l'inertinite avec un pourcentage de 11 %.

Cette veine présente la composition suivante en V.E.I.M. (fig. 17) :

V = 63,5 %
E = 2,9 %
I = 17,6 %
M = 16 %

Sans tenir compte des matières minérales, la composition en V.E.I. (fig.18) est de :

V = 75,59 %
E = 3,46 %
I = 20,95 %

II-4.10. Conclusions

Les veines du secteur Kilimli sont, en général, riches en collinite. Les pourcentages de la collinite oscillent de façon irrégulière entre 52 % et 68,8 %. La télinite est assez rare dans les veines de ce secteur, sauf dans la veine Hacimemis qui en renferme une quantité relativement importante.

La sporinite, excepté pour la veine Alin, varie entre 3 % et 5,6 %. La cutinite est rarement observée dans ce secteur. Son pourcentage ne dépasse pratiquement jamais 0,5 %. La résinite présente des pourcentages de 0,5 % à 1,5 % (le plus souvent au voisinage de 1%). Elle atteint son niveau le plus élevé en compagnie de la télinite dans la veine Hacimemis.

Mis à part la sclérotinite et la micrinite massive, les macéraux du groupe de l'inertinite dans l'ensemble des veines du secteur sont assez importants. La sclérotinite ne dépasse guère 1 %, tandis que la micrinite massive varie de 1 % à 3,5 % avec un sommet à 5 % dans la veine Leonidas. La micrinite fine fait partie des macéraux essentiels dans la quasi totalité des cas. Ses pourcentages, sauf dans les veines Lui et Alin, varient de 3% à 9 %. La semifusinite et la fusinite sont des macéraux assez importants dans ce secteur. Les pourcentages de semifusinite oscillent entre 3,5 % et 12,5 %. Ce constituant occupe en général la troisième place derrière la fusinite et la collinite. La fusinite, macéral le plus abondant après la collinite, présente des pourcentages allant de 6,6 % à 13,5 %.

Le pourcentage des matières minérales varie suivant une marge assez grande. Ce changement ne se déroule pas de façon régulière. Les matières minérales, dont la quantité est comprise entre 1 % et 16 %, atteignent leur niveau le plus haut dans la veine Alin.

Les MV augmentent plus ou moins régulièrement de la veine la plus ancienne vers la veine la plus récente. On discerne quand même quelques exceptions dans la série; c'est le cas des veines Cay, Acilik, Hacimemis qui ne suivent pas la loi Hilt et tend à montrer l'importance de la nature des débris végétaux.

II-5. Analyse macérale des veines du secteur Ihsaniye

Dans ce secteur des veines du Westphalien A et des veines du faisceau de Kiliclar, ont été prélevées. Ces dernières se trouvent dans la série stratigraphique, entre la série d'Alacaagzi et la série de Kozlu. Les prélèvements ont été effectués aux étages -300m, -360 m et -425 m.

J'étudierai d'abord les veines du Westphalien A dont les teneurs en matières volatiles varient de 25 à 31 %, puis, successivement, les veines du faisceau de Kiliclar.

Les compositions en V.E.I.M. et en V.E.I. des veines étudiées sont représentées sur les figures 19, 20 et 21. Ces diagrammes montrent que les veines du secteur Ihsaniye sont plus riches en exinite que celles des secteurs précédents.

Dans ce secteur, la veine la plus âgée prélevée est la veine Acilik; elle est suivie de la veine Sulu. Ces deux veines ont été étudiées séparément dans l'ensemble du bassin et leur étude ne sera reprise ici.

II-5.1. Veine Milopero

Cette veine possède une épaisseur de 1,40 m. Vers le mur, les schistes deviennent importants. A certains endroits leur épaisseur atteint 60 cm. Dans son ensemble, la veine Milopero contient 12 % de matières minérales et sa teneur en matières volatiles est de 30 %.

La veine Milopero montre, comme la veine Sulu, une diminution des exinites et des inertinites dans ce secteur comparativement au secteur Incirharmani et la vitrinite augmente contrairement aux deux autres groupes de macéraux.

La collinite représente 60 % du charbon. Les plages de collinite sont souvent assez propres. La télinite constitue 2 % du charbon dont les cavités cellulaires sont remplies de résinite et de temps à autre de micrinite fine et de collinite.

La sporinite forme 4 % du charbon. Les spores sont dans l'ensemble des microspores. La cutinite apparaît timidement et elle représente 0,1 à 0,5 % du charbon. La résinite est pratiquement en quantité égale à celle de la collinite (13).

Parmi les macéraux du groupe de l'inertinite, la micrinite fine est la plus abondante dans la veine Milopero. On aperçoit de la micrinite fine en lits minces associés à la collinite dans les cavités cellulaires de la télinite et autour des spores. Elle représente 7,5 % du charbon. La fusinite et la semifusinite atteignent le même pourcentage. Chacune d'elles constitue 5 % du charbon. La micrinite massive montre des pourcentages oscillant entre 2 et 2,4 %. La clérotinite forme 1 % du charbon.

La composition en V.F.I.M. de la veine Milopero (fig. 19) est la suivante :

V = 62 %
E = 5,5 %
I = 20,5 %
M = 12 %

soit en V.E.I. (fig. 20) :

V = 70,46 %
E = 6,25 %
I = 23,29 %

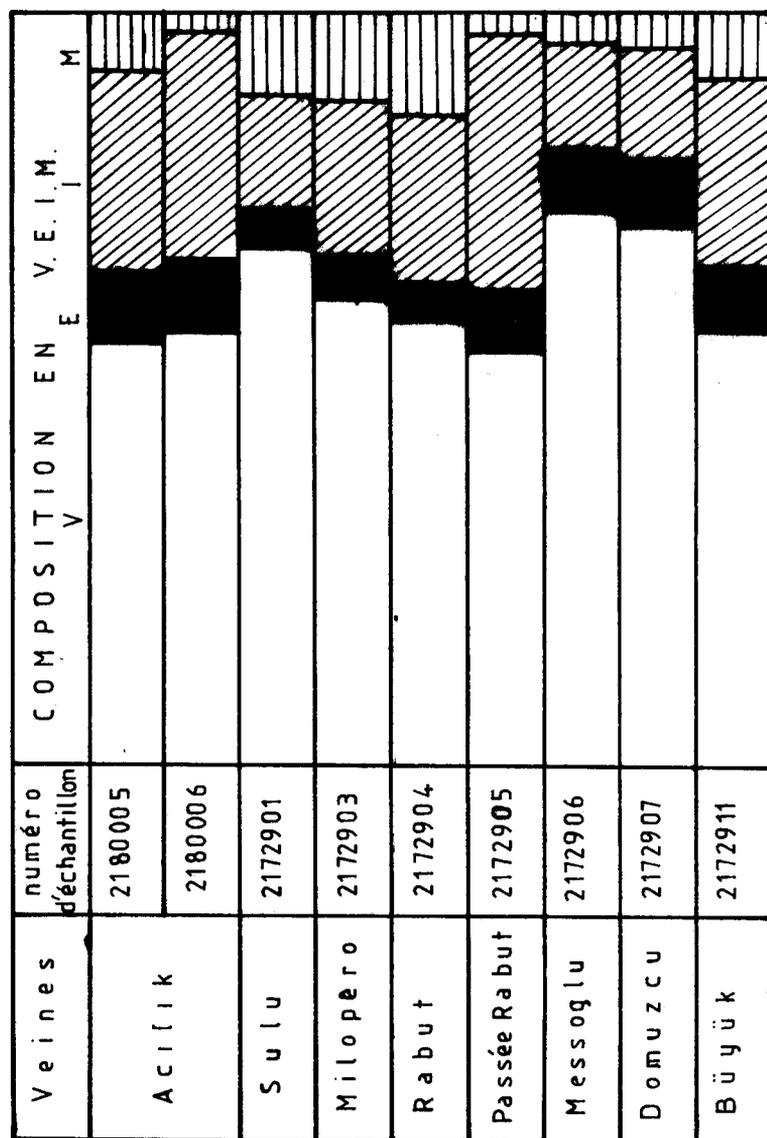


Figure 19: Composition V.E.I.M. des veines du secteur Ihsaniye



Veines	Numero d'échantillon	COMPOSITION EN V.E.L.
Acilik	2180005	[Bar chart showing composition for sample 2180005]
	2180006	[Bar chart showing composition for sample 2180006]
Sulu	2172901	[Bar chart showing composition for sample 2172901]
Milopero	2172903	[Bar chart showing composition for sample 2172903]
Rabut	2172904	[Bar chart showing composition for sample 2172904]
Passée Rabut	2172905	[Bar chart showing composition for sample 2172905]
Mesoğlu	2172906	[Bar chart showing composition for sample 2172906]
Domuzcu	2172907	[Bar chart showing composition for sample 2172907]
Büyük	2172911	[Bar chart showing composition for sample 2172911]

Figure 20: Composition V.E.L. des veines du secteur İhsaniye



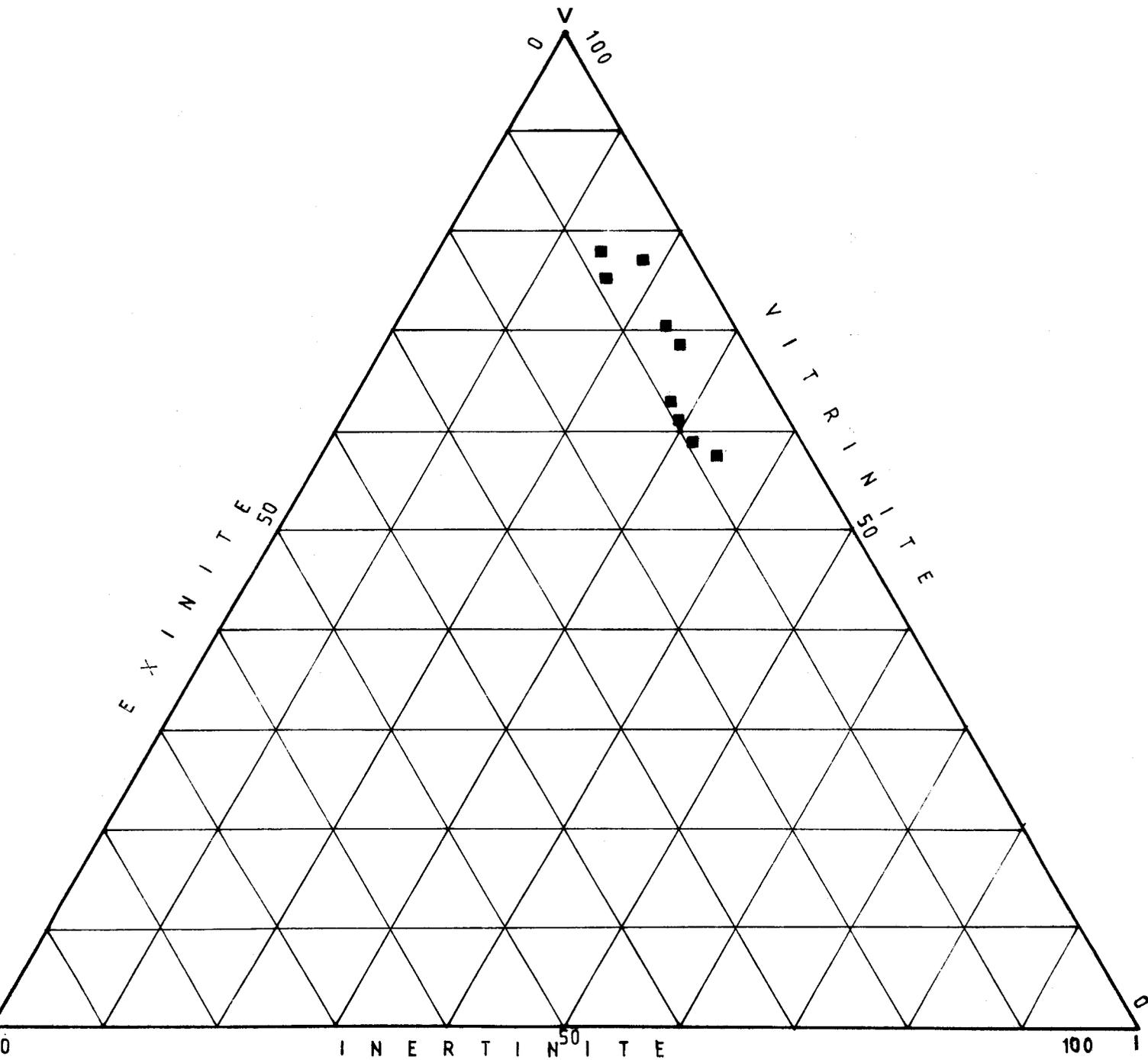


Figure 21: Composition moyenne des veines du secteur Ihsaniye



II-5.2. Veine Rabut

L'ouverture de la veine Rabut a 1,90 m d'épaisseur à l'endroit du prélèvement. On observe deux bandes de grès de 10 et 50 cm d'épaisseur et, vers le mur, quelques petites lentilles de schistes. Cette veine possède 14 % de matières minérales. Les grains de pyrite représentent une bonne partie des matières minérales. On les trouve dans les niveaux de schiste et dans les fissures du charbon, notamment de la collinite.

L'analyse macérale de la veine Rabut livre les résultats suivants : la collinite représente 58 % du charbon. La télinite dont les cavités sont remplies exclusivement de résinite constitue 0,8 % du charbon.

La sporinite représente 4,6 % de l'ensemble; il s'agit essentiellement de microspores. La cutinite est un macéral rare ne formant que 0,2 % du charbon. Quant à la résinite, elle, n'en représente que 0,6 %.

Dans cette veine, la fusinite domine nettement les autres macéraux du groupe de l'inertinite (11%). La semifusinite atteint un pourcentage de 4,2%. La micrinite fine présente le même pourcentage que la sporinite, (4,6 %), la micrinite massive varie entre 1,6 et 1,8 %. La sclérotinite forme environ 0,4 % du charbon.

La veine Rabut présente la composition suivante, en V.E.I.M. (fig.19) :

V = 58,8 %
E = 5,4 %
I = 21,8 %
M = 14 %

soit en V.E.I. (fig. 20) :

V = 68,37 %
E = 6,28 %
I = 25,35 %

II-5.3. "Passée Rabut"

Cette passée possède une épaisseur de 1,35 m. Le charbon est assez pur (3,7 % de matières minérales). La teneur en matières volatiles est de 29 à 30 %.

D'après les résultats de l'analyse macérale, la collinite représente 54 % du charbon; elle apparaît en plages assez homogènes légèrement fissurées. Dans cette passée, la télinite forme 1 % du charbon.

La passée Rabut est plus riche en sporinite que la veine Rabut. La sporinite représente 6 % du charbon. Les spores sont surtout des microspores, les macrospores étant rares. La cutinite représente 1% du charbon, les cuticules sont de grande taille. La résinite, elle aussi, représente 1% du charbon.

Cette passée renferme pratiquement la même quantité de fusinite (9,7%) et de semifusinite (10 %). La micrinite fine est assez abondante dans cette passée (8%) et se trouve plus ou moins dispersée dans la collinite ou autour des spores. La micrinite massive (5 %) est surtout abondante dans les microlithotypes riches en exinite et en inertinite. La sclérotinite constitue 0,6 % du charbon.

La passée Rabut possède une composition en V.E.I.M. (fig. 19) de :

V = 55 %
E = 8 %
I = 33,3 %
M = 3,7 %

soit en V.E.I. (fig. 20) :

V = 57,11 %
E = 8,31 %
I = 34,58 %

Dans ce secteur, cette passée apparaît comme étant la veine la plus riche en inertinite et la plus pauvre en vitrinite.

II-5.4. Veine Messoglu

Dans le secteur Ihsaniye la veine Messoglu possède une épaisseur de 0,70 m. Le charbon est d'apparence mat et friable, il ne contient pas d'intercalations schisteuses. Le taux des matières minérales est voisin de 6 %.

L'analyse macérale de la veine Messoglu montre sa richesse en vitrinite et sa pauvreté relative en inertinite.

Dans cette veine, la collinite représente la plus grande partie du charbon. Elle est très fissurée en tous sens. Le pourcentage en collinite atteint jusqu'à 73 %. Malgré l'abondance de ce macéral, la télinite s'affirme timidement (0,7%)

La sporinite représente à peu de chose près la totalité de l'exinite. Son pourcentage est de 7 %. La veine Messoglu est assez pauvre en cutinite et en résinite (respectivement 0,1 et 0,3 %).

La veine Messoglu est caractérisée dans ce secteur par sa pauvreté en inertinite. La fusinite, macéral le plus abondant de ce groupe, ne constitue que 4,3 % du charbon. La micrinite fine atteint, elle, un pourcentage de 3,4 %. La micrinite se localise surtout autour des microspores. La semifusinite représente 2,6 %, la micrinite massive 2 % et la sclérotinite 0,3 %.

D'après les résultats de l'analyse macérale de la veine Messoglu, sa composition en V.E.I.M. est de :

V = 73,7 %

E = 7,4 %

I = 12,9 %

M = 6 %

soit, sans matières minérales (fig. 20) :

V = 78,41 %

E = 7,87 %

I = 13,72 %

II-5.5. Veine Domuzcu

Cette veine possède 0,45 m d'épaisseur à l'endroit du prélèvement. Macroscopiquement, le charbon est brillant et friable. Le pourcentage des matières minérales est de 5,2 %. Les matières minérales sont des argiles finement dispersées dans le charbon.

La veine Domuzcu, comme la veine Messoglu, se montre très riche en vitrinite mais pauvre en inertinite.

D'après les résultats de l'analyse macérale, la collinite est encore le macéral le plus important et le plus abondant (71 %). Les plages de collinite sont assez pures; elles renferment cependant des argiles finement dispersées par endroits. La télinite est assez rare, 0,4%.

La sporinite représente la plus grande partie de l'exinite (7 %) ; la cutinite (1,2%) montre une augmentation assez importante dans cette veine. La résinite qui colmate les cavités cellulaires de télinite forme 0,5 % du charbon.

Les macéraux du groupe de l'inertinite possèdent des pourcentages oscillant entre 0,5 et 5,2 %. La fusinite, la plus abondante, représente 5,2 % du charbon. Elle est suivie de très près par la micrinite fine dont le pourcentage est 5 %. La semifusinite et la micrinite massive constituent chacune 2 %. La sclérotinite, elle, représente 0,5 %.

La composition en V.E.I.M. de la veine Domuscu (fig. 19) est la suivante :

V = 71,4 %
E = 8,7 %
I = 14,7 %
M = 5,2 %

soit en V.E.I. (fig. 20) :

V = 75,32
E = 9,17
I = 15,51

II-5.6. Veine Büyük

Elle a une épaisseur de 1,40 m dans ce secteur. Le charbon, brillant et friable au mur, devient de plus en plus schisteux vers le toit. Le taux des matières minérales est voisin de 9 %. L'analyse chimique révèle 31% de MV.

L'analyse macérale de la veine Büyük livre les résultats suivants : la collinite (56,7 %) montre une diminution importante par rapport aux deux veines précédentes. La télinite présente un pourcentage de 0,6 %.

La sporinite constitue 6,5 % du charbon. Les spores sont en général, des microspores, les macrospores étant peu abondantes. La cutinite (1,5%) est relativement abondante dans cette veine alors que la résinite ne représente que 0,4 %.

Dans la veine Büyük, l'inertinite montre une augmentation sensible par rapport aux deux veines précédentes. La fusinite (7 %), la micrinite fine (6,8 %), la semifusinite (6,5 %) apparaissent donc en quantités voisines. La micrinite massive, elle, possède un pourcentage inférieur (4%). La sclérotinite enfin ne représente que 1 %.

La veine Büyük possède la composition suivante en V.E.I.M. (fig. 19):

V = 57,3 %
E = 8,4 %
I = 25,3 %
M = 9 %

soit en V.E.I. (fig. 20) :

V = 62,97 %
E = 9,23 %
I = 27,80 %

II-5.7. Conclusions

D'après les résultats de l'analyse macérale des veines du secteur Ihsaniye,

on peut conclure que :

- les veines de ce secteur sont assez riches en vitrinite; la veine de la passée Rabut étant la plus pauvre en vitrinite avec 57 % et la veine Messoglu la plus riche avec 78 %;
- les veines de ce secteur deviennent de plus en plus riches en exinite de la veine Milopero (6,25 %) à la veine Büyük (9,23 %). L'augmentation en matières volatiles varie dans le même sens. En outre les matières minérales, montrent une diminution en partant de Milopero (12 %) vers la veine Büyük.
- les veines de ce secteur contiennent 13,72 % à 34,58 % d'inertinite. Elles montrent une augmentation nette jusqu'à la passée Rabut où le maximum est atteint suivie d'une diminution dans les veines Messoglu et Domuzcu.
- Dans ce secteur les veines contiennent entre 3,7 % (Passée Rabut) et 14 % (veine Rabut). De la veine Acilik à la veine Rabut on constate une augmentation progressive en matières minérales; ces dernières passent de 7,8 % à 14 %. La passée Rabut s'avère la moins riche en matières minérales (3,7 %) et on décèle encore une augmentation progressive des matières minérales vers la veine Büyük.

II-6. Analyse macérale des veines du faisceau de Kiliclar

Les veines du faisceau Kiliclar ont été échantillonnées à trois niveaux et dans quatre galeries différentes. On a réalisé ainsi 14 prélèvements pour cinq veines et trois passées. Les échantillons proviennent des étages -100 m, -300m, - 360 m et -425 m. Les veines du faisceau de Kiliclar renferment 32 à 38 % de MV. Dans ce faisceau, la veine Büyük Kilic renferme 53 % de MV à certains endroits. D'après G. RALLI (1933), il s'agit probablement de bogheads. La teneur en MV diminue en montant dans la série stratigraphique, contrairement à la loi Hilt. Les veines du faisceau de Kiliclar contiennent des quantités variables de matières minérales. Les figures 22, 23 et 24 représentent la composition en V.E.I.M. et V.E.I. des veines de ce faisceau.

II-6.1. Veine Alimolla

C'est la veine la plus âgée du faisceau. Elle a une épaisseur d'1 m à l'étage -300 m. Le charbon qui contient 8,5 % des matières minérales a une teneur en MV de 32-33 %.

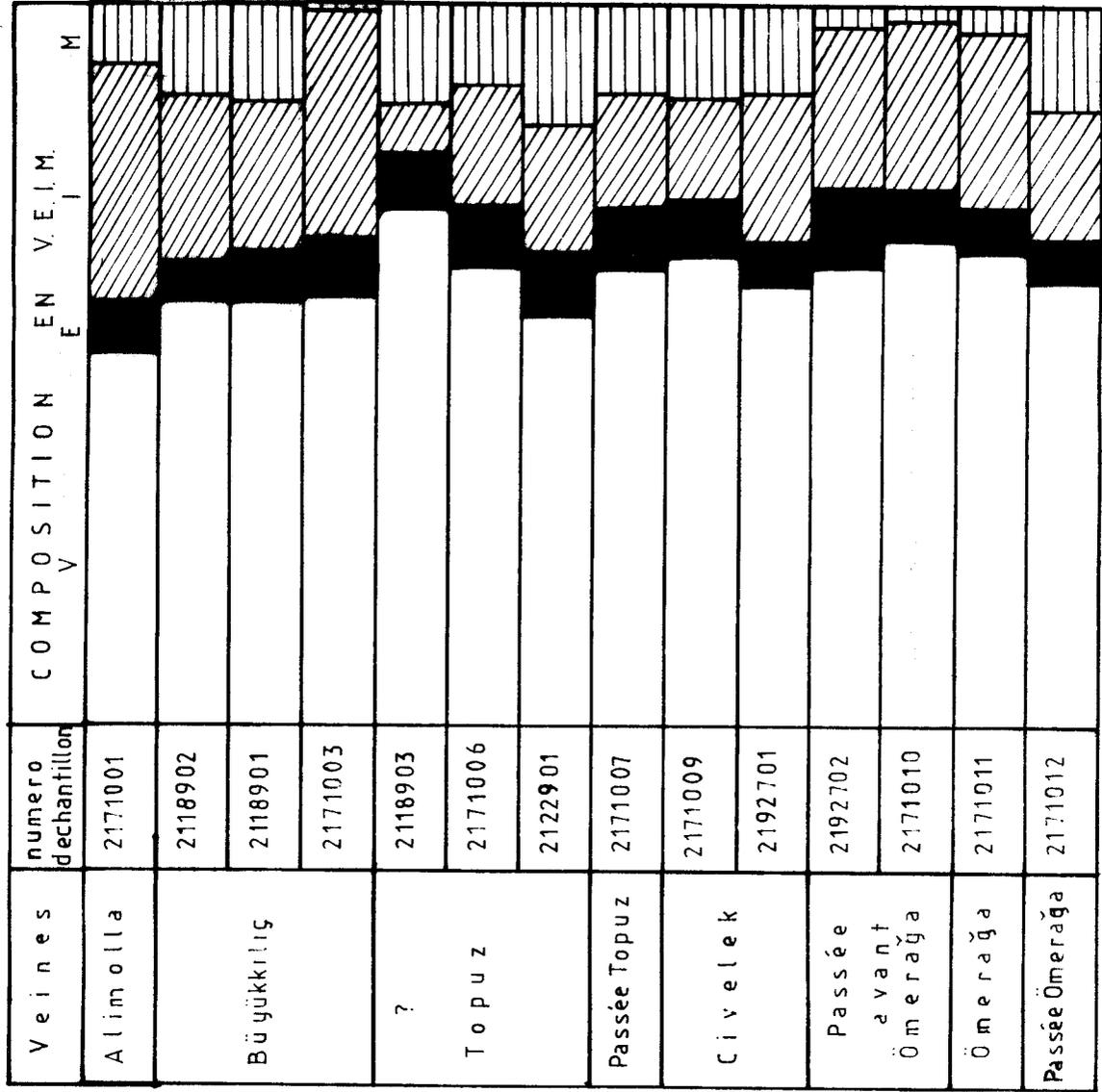


Figure 22. Composition V.E.I.M. des veines du faisceau de Kılıçlar



Figure 23: Composition V.E.I. des veines du faisceau de Kiliçlar

Veines	Numero dechantillon	COMPOSITION EN V.E.I.
Alimolla	2171001	
Büyükkilic	2118902	
	2118901	
	2171003	
?	2118903	
Topuz	2171006	
	2122901	
Passée Topuz	2171007	
Civilek	2171009	
	2192701	
Passée avant Ömerağa	2192702	
	2171010	
Ömerağa	2171011	
Passée Ömerağa	2171012	

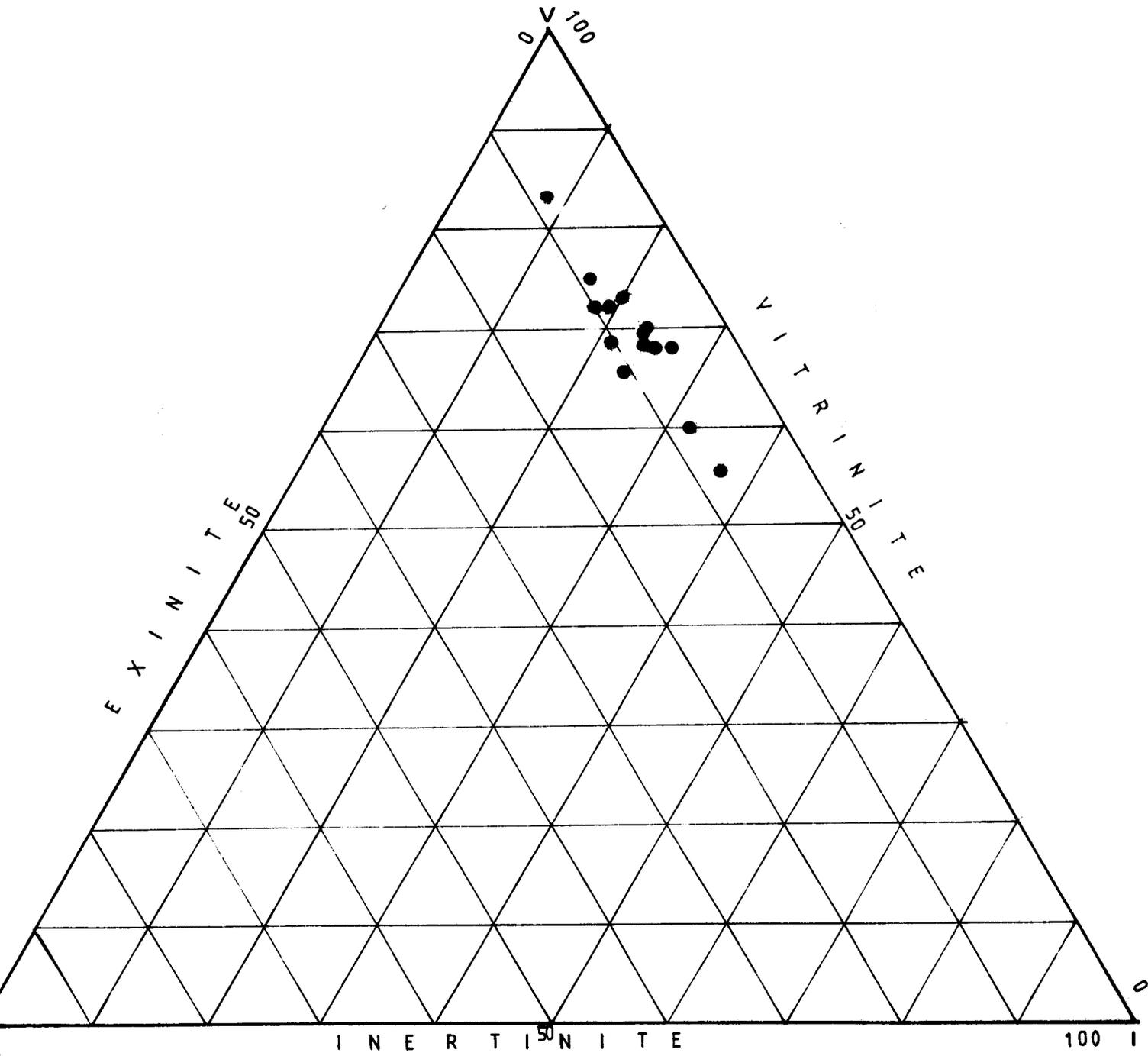


Figure 24 : Composition moyenne des veines du faisceau de Kiliclar



La collinite est le macéral le plus important et représente 50 % du charbon. Les plages de collinite renferme de l'argile finement dispersée. La télinite, macéral accessoire, représente 1 % du charbon; les cavités cellulaires sont remplies de résinite ou de collinite.

La veine Alimolla contient 5 M de sporinite. Les spores sont des micro et macrospores, mais les microspores sont toutefois plus abondantes. La cutinite représente 1,5 % du charbon. C'est le pourcentage le cutinite le plus important rencontré dans ce faisceau. La résinite, tout comme la télinite, présente un pourcentage de 1 %.

La veine Alimolla est également la plus riche en inertinite du faisceau de Kiliclar. La fusinite (13 %) est assez bien conservée. La semifusinite suit la fusinite avec 8 %. La micrinite fine constitue 5,5 % du charbon. Elle est suivie par la micrinite massive dont le pourcentage est de 4,5 %. La sclérotinite représente 2 % du charbon, ce qui représente pour ce macéral, le pourcentage le plus élevé dans ce faisceau.

La composition en V.E.I.M. de cette veine est (fig. 22) :

V = 51 %
E = 7,5 %
I = 33 %
M = 8,5 %

soit en V.E.I. (fig. 23) :

V = 55,7 %
E = 8,2 %
I = 36,1 %

II-6.2. Veine Büyükkilic

La veine Büyükkilic a été échantillonnée aux étages -300m et - 360m.

- à l'étage - 300 m, la veine Büyükkilic possède une épaisseur totale de 4,5m. Mais les 2 premiers mètres, à partir du mur, renferment plusieurs lentilles de schistes assez épaisses et cette partie schisteuse n'a pas été prélevée; seule la partie supérieure (2,5m- a été échantillonnée. Cette partie supérieure constituée par un charbon plutôt friable, est assez pure et ne contient que 1,2 % de matières minérales. Sa teneur en MV est de 32%.
- à la cote -360 m, la veine Büyükkilic est divisée en deux parties dites : Büyükkilic 1ère veine et Büyükkilic 2ème veine; La veine Büyükkilic 1ère veine possède 1 m d'épaisseur et contient 13 % de matières minérales et 36 % de MV. La veine Büyükkilic 2ème veine a une épaisseur de 1,50 m. Le

charbon qui renferme 13,5 % de matières minérales est plutôt mat. Sa teneur en matières volatiles est de 38 %.

Les deux parties de la veine Büyükkilic (1^{ère} et 2^{ème} veine) contiennent en général les mêmes pourcentages de collinite et de matières minérales. La première veine contient 58,3 % de collinite et 0,6 % de télinite. La deuxième veine renferme 58 % de collinite et 0,7 % de télinite.

La sporinite représente 4% du charbon dans la 1^{ère} veine et 5,8 % dans la 2^{ème} veine où l'on discerne plusieurs macrospores. La 1^{ère} veine possède 0,6 % de cutinite et la seconde en a 0,3 %. La résinite présente le même pourcentage dans les deux veines (0,6 %).

La veine Büyükkilic 1^{ère} veine contient 8,4 % de fusinite. Le pourcentage de fusinite est plus faible dans la 2^{ème} veine : 6,3 %. La semifusinite forme 8 % dans la 1^{ère} veine et 6 % dans la 2^{ème} veine. La fusinite et la semifusinite montrent une augmentation de l'ordre de 2 % dans la 1^{ère} veine. Contrairement à l'augmentation des fusinites, les micrinites marquent une diminution dans la 1^{ère} veine. La micrinite massive est plus abondante que la micrinite fine dans la veine Büyükkilic. Elle constitue 3 % du charbon dans la 1^{ère} veine et 4,5 % dans la 2^{ème} veine. La micrinite fine a un pourcentage de 2,7 % dans la 1^{ère} veine et 3,7 % dans la 2^{ème} veine. La sclérotinite présente un pourcentage de 0,8 % dans la 1^{ère} veine et 0,6 % dans la 2^{ème}.

La veine Büyükkilic est très pure à l'étage -300 m. Elle ne contient que 1,2 % de matières minérales. Cette veine est moins riche en vitrinite et plus riche en inertinite à ce niveau qu'à l'étage -360m.

La collinite demeure le macéral le plus abondant dans ce prélèvement comme d'ailleurs dans les deux autres et représente 58,3 % du charbon. La télinite montre une très légère augmentation avec un pourcentage de 1 % dans ce prélèvement et ses cavités sont remplies par de la micrinite fine et de la résinite.

La sporinite forme 7,2 % du charbon. Les microspores sont encore plus abondants que les macrospores. Son pourcentage est donc supérieur de près de 2 % à ce qu'il était dans le prélèvement étudié précédemment. La cutinite représente 0,5 % de la veine et la résinite 0,6 %.

Les macéraux du groupe de l'inertinite montrent dans leur ensemble une augmentation sensible dans ce prélèvement. Ils sont représentés par la fusinite (8,5%), la semifusinite (11,5 %), la micrinite fine (5 %) et la micrinite massive (4,7 %), la sclérotinite (1,5 %). Ce dernier macéral est donc, ici, à l'étage -300 m, relativement important.

La veine Büyükkilic possède des compositions en V.E.I.M. assez homogènes à l'étage -360 m (fig. 22) :

1ère veine	2ème veine
V = 58,9 %	58,7 %
E = 5,2 %	6,7 %
I = 22,9 %	21,1 %
M = 13 %	13,5 %

Sa composition en V.E.I. devient (fig. 23) :

1ère veine	2ème veine
V = 67,7 %	67,86 %
E = 5,98 %	7,75 %
I = 26,32 %	24,39 %

A l'étage - 300, elle présente les compositions suivantes en V.E.I.M. et V.E.I. (fig. 22-23) :

V = 59,3 %	V = 60 %
E = 8,3 %	E = 8,4 %
I = 31,2 %	I = 31,58 %
M = 1,2 %	

II-6.3. Veine Topuz

La veine Topuz a été échantillonnée aux étages -100 m, -300 m et -360m. Il faut noter que l'appartenance du prélèvement de l'étage -360 m à la veine Topuz était douteuse. Les résultats de l'analyse macérale nous l'ont confirmé, et l'on peut trouver ici un exemple de l'application de l'analyse macérale.

A l'endroit de ce prélèvement, la veine possède une épaisseur de 1,15m. Le charbon contient 14 % de matières minérales et 36,5 % de MV. L'épaisseur de la veine Topuz est de 1,30 m à l'étage -300 et d'1,50 m à l'étage -100 m. Cette veine renferme quelques lentilles de schistes à la cote -300 m où elle présente 11 % de matières minérales et 32 % de MV. A la cote -100 m elle renferme 17 % de matières minérales et 36 % de MV.

Je donnerai d'abord les résultats de l'analyse macérale du prélèvement à l'étage -360 m dont l'appartenance à la veine Topuz est douteuse. La veine Topuz apparaît très pauvre en inertinite et très riche en vitrinite dans ce prélèvement. La collinite constitue la plus grande partie de la veine. Son pourcentage s'élève à 69,4 %. Ce prélèvement est relativement riche en télinite avec 2,2 %. Les cavités cellulaires de la télinite sont colmatées presque exclusivement par la résinite.

La sporinite constitue 5,5 % du charbon. La cutinite est difficile à détecter et ne représente que 0,5 % de la veine. La résinite, parallèlement à la télinite, est relativement abondante. Elle représente 1,5 % du charbon.

Les macéraux du groupe de l'inertinite sont très rares dans ce prélèvement. Leur pourcentage global ne dépasse guère 7 %. La fusinite, macéral le plus important de ce groupe, ne forme que 4 % de la veine. La semifusinite, réellement très peu abondante, atteint à peine 1,3 %. La micrinite fine et la micrinite massive, elles aussi très rares dans ce prélèvement, forment respectivement 0,5 % et 0,7 % de la veine. Quant à la sclérotinite, elle présente ici un pourcentage de 0,4 %.

Ce prélèvement montre une composition en V.E.I.M. (fig. 23) de :

$$V = 71,6 \%$$

$$E = 7,5 \%$$

$$I = 6,9 \%$$

$$M = 14 \%$$

soit en V.E.I. (fig. 23) :

$$V = 83,26 \%$$

$$E = 8,72 \%$$

$$I = 8,02 \%$$

L'épaisseur de la veine Topuz augmente progressivement, nous l'avons vu plus haut, de l'étage -360 à l'étage -100 m. Dans le même sens, elle devient de plus en plus riche en inertinite alors que la quantité de vitrinite diminue.

L'analyse macérale du prélèvement de l'étage -300 m donne les résultats suivants :

La collinite montre une diminution importante par rapport au prélèvement précédent. Elle forme 63 % du charbon. La télinite représente 0,7 %, la sporinite constitue 7 % de la veine et la cutinite 0,7 %, et la résinite 0,6 %.

Les macéraux du groupe de l'inertinite montrent une nette augmentation dans ce prélèvement à l'étage -300 m. La fusinite représente 8% soit par conséquent, une augmentation de 4 % par rapport à l'étage -360. La semi-fusinite atteint un pourcentage de 3 %, la micrinite fine forme 3 % de la veine, la micrinite massive (2%) et la sclérotinite (1%). Les matières minérales représentent 11 %.

La composition en V.E.I.M. de ce prélèvement est (fig.22) de :

$$V = 63,7 \%$$

$$E = 8,3 \%$$

$$I = 17 \%$$

$$M = 11 \%$$

ce qui donne en V.E.I. (fig. 23) :

$$V = 71,57 \%$$

$$E = 9,33 \%$$

$$I = 19,10 \%$$

L'analyse macérale du dernier prélèvement de la veine Topuz à l'étage -100 m montre encore une augmentation de l'inertinite et de l'exinite et la diminution de la vitrinite.

La collinite présente un pourcentage de 55,5 %. La télinite dont le pourcentage est relativement élevé comparativement à l'étage -300 m atteint 1,4 %. La sporinite constitue 7 % du charbon, la cutinite 0,4 % et la résinite 1 %.

La fusinite présente un pourcentage de 9 %, la semifusinite et la micrinite fine de 3 %. La micrinite massive, 2,3 % et la sclérotinite 0,4%.

Les matières minérales atteignent dans ce prélèvement 17 %. La composition en V.E.I.M. de la veine Topuz (fig. 22) est la suivante :

$$V = 56,9 \%$$

$$E = 8,4 \%$$

$$I = 17,7 \%$$

$$M = 17 \%$$

soit en V.E.I. (fig. 23) :

$$V = 68,55 \%$$

$$E = 10,12 \%$$

$$I = 21,33 \%$$

II-6.4. "Passée Topuz"

La passée Topuz a été échantillonnée à l'étage -300 m où elle possède une épaisseur de 1,80 m à l'endroit du prélèvement. Le charbon renferme ici 12,2 % de matières minérales et sa teneur en MV est de 34 %.

L'analyse macérale de la passée Topuz a fourni les résultats suivants : la collinite en plages légèrement fissurées, constitue 62 % du charbon, la télinite ne représente que 1 %.

La sporinite forme 6 % de la veine (macrospores et surtout microspores). La cutinite représente 1,4 % du charbon et la résinite 1,2 %.

Les macéraux du groupe de l'inertinite sont relativement peu abondants. Ce sont la micrinite fine (5%), la plus importante; la fusinite (4%), la semifusinite et la micrinite massive (3,1 % chacune), la sclérotinite (1%). Dans cette passée, on a observé à plusieurs reprises, de la micrinite fine en lits minces ou en lentilles dans la collinite. Elle remplit les cavités cellulaires de la télinite.

La passée Topuz possède la composition suivante en V.E.I.M. (fig.22) :

V = 63 %
E = 8,6 %
I = 16,2 %
M = 12,2 %

Sa composition en V.E.I. devient, matières minérales exclues (fig. 23) :

V = 71,75%
E = 9,8 %
I = 18,45 %

II-6.5. Veine Civelek

Cette veine a été échantillonnée à l'étage -425 m et à l'étage -300 m. Elle possède une épaisseur de 2,80 m à l'étage - 425 m où elle renferme deux lentilles de schiste de 50 cm et 60 cm d'épaisseur dans la partie inférieure. A l'étage -300 m, sa puissance n'est que de 1,50 m. Ici une bande de schistes de 0,15 m d'épaisseur sépare la veine en deux parties. Les teneurs en cendres sont très voisines pour ces deux prélèvements : 12,5 % pour le premier, 13 % pour le second. La teneur en MV est de 35 %.

L'analyse macérale révèle un pourcentage de vitrinite et d'exinite plus élevé et un pourcentage d'inertinite moins élevé à l'étage -300 qu'à l'étage -425m.

La collinite représente la plus grande partie du charbon dans les deux prélèvements (58 % à l'étage -425 m et 63 % à l'étage -300 m). La télinite forme 3 % du charbon à l'étage -425 m et 2,3 % à l'étage -300 m.

Le prélèvement de l'étage-300 m révèle une quantité de sporinite plus élevée (6,7 %) qu'à l'étage - 425 (4 %). La cutinite forme 1 % du charbon à l'étage -425 et 0,4 % à l'étage -300 . La résinite, elle aussi, est en quantité inférieure à l'étage -300 m (1% à l'étage -425 m et 0,8 % à l'étage -300 m).

Le prélèvement de l'étage -425 m est particulièrement riche en micrinite massive qui représente 9 % du charbon. Son pourcentage tombe à 1,3 % dans le prélèvement de l'étage -300 m. La micrinite fine représente 3 % du charbon dans le prélèvement de l'étage -425 m et 2 % à l'étage - 300 m. La sclérotinite possède des pourcentages de 0,5 % et 0,4 % dans les deux prélèvements. Le prélèvement de l'étage - 425m contient 6 % de fusinite et 2 % de semifusinite. Quant au prélèvement de l'étage -300 m, il contient 4,7 % de fusinite et 5,7 % de semifusinite.

Les deux compositions en V.E.I.M. des deux prélèvements sont très voisines (fig. 22) :

<u>cote -425 m</u>	<u>cote -300 m</u>
V = 61 %	V = 65 %
E = 6 %	E = 7,9 %
I = 20,5 %	I = 14,1 %
M = 12,5 %	M = 13 %

soit en V.E.I. (fig. 23)

<u>cote -425 m</u>	<u>cote -300 m</u>
V = 69,71 %	V = 74,71 %
E = 6,85 %	E = 9,08 %
I = 23,43 %	I = 16,21 %

II-6.6. "Passée avant Omeraga"

Cette passée a été prélevée à l'étage -425m et à l'étage -300 m. Son épaisseur est de 0,90 m à l'étage -425m et de 0,95 m à l'étage -300m. Le charbon est assez pur et cette passée ne contient que 3 % de matières minérales à l'étage -425m et 2,5 % à l'étage -300m. La teneur en MV est de 32 % pour les deux prélèvements.

L'analyse macérale des prélèvements de la passée avant Omeraga montre que le prélèvement de l'étage -425m est plus riche en exinite que le prélèvement de l'étage -300m. Contrairement à l'exinite, la vitrinite est plus importante à la cote -300m qu'à la cote -425m.

L'analyse macérale a révélé 63 % de collinite à l'étage -425m et 66% à l'étage -300m. La télinite atteint un pourcentage de 0,7 % à l'étage -425m et 1,5 % à l'étage -300m.

La sporinite est le macéral le plus abondant après la collinite dans le prélèvement de l'étage -425m. Elle représente 9% de charbon. Elle existe en quantité moindre dans le prélèvement de l'étage -300m où elle représente 6,1 % du charbon. La cutinite atteint 1 % à l'étage -425 % et 0,7 % à l'étage -300 m. La résinite, elle, présente des pourcentages de 0,7 % et 0,5 % dans les deux prélèvements.

La semifusinite possède des pourcentages supérieurs à ceux des autres macéraux du groupe de l'inertinite (8,6 % du charbon à l'étage -425m et 7,1 % à l'étage -300 m). La fusinite accuse une augmentation à la cote -300m (6 % à la cote -300 et 4,2 % à la cote -425m). La micrinite fine atteint un pourcentage de 5 % à la cote -425m et 3,6 % à la cote -300m. La micrinite massive, elle, représente 4% du charbon dans le prélèvement à la cote -425m et 5% dans celui à la cote -300m. La sclérotinite possède des pourcentages plus stables que les autres macéraux du groupe de l'inertinite (0,8 % du charbon à la cote -425m et 1% à la cote -300m).

Les compositions en V.E.I.M. des deux prélèvements (fig.22) sont les suivantes :

<u>cote -425 m</u>	<u>cote -300m</u>
V = 63,7 %	V = 67,5 %
E = 10,7 %	E = 7,3 %
I = 22,6 %	I = 22,7 %
M = 3 %	M = 2,5 %

soit en V.E.I. (fig. 23) :

<u>cote -425 m</u>	<u>cote -300 m</u>
V = 65,67 %	V = 69,23 %
E = 11,03 %	E = 7,49 %
I = 23,3 %	I = 23,28 %

Les résultats de la composition V.E.I. de cette passée montre que la veine est plus pauvre en exinite et plus riche en vitrinite à la cote -300m.

II-6.7. Veine Omeraga

A l'endroit du prélèvement effectué à l'étage -300m, cette veine possède une épaisseur de 1,24m. Le taux de matières minérales est ici de 3,6 % et la teneur en MV de 31 %.

La collinite représente 64 % du charbon et la télinite 1%. La sporinite constitué 5,1 %; quelques macrospores ont été observées. Sous forme de cuticules très fines et allongées, la cutinite atteint 1 %. La résinite est le macéral le moins abondant (0,5 %).

Les macéraux du groupe de l'inertinite atteignent des pourcentages voisins les uns des autres : fusinite (7%), semifusinite (6,5 %), micrinite fine (5,1 %), micrinite massive (4,4 %); la sclérotinite, relativement abondante dans cette veine, représente 1,5 %.

La composition en V.E.I.M. (fig. 22) est la suivante :

V = 65,3 %

E = 6,6 %

I = 24,5 %

M = 3,6 %

soit en V.E.I. (fig. 23)

V = 67,74 %

E = 6,85 %

I = 25,41 %

II-6.8. "Passée Omeraga"

Cette passée a été prélevée à l'étage -300m où son épaisseur est de 0,55 m. Elle renferme des lentilles de schiste de 20 à 30 cm d'épaisseur. Elle contient 15 % de matières minérales.

La collinite représente 60,5 % de la veine et la télinite 1,4 %. La sporinite forme 4,7 % du charbon. La cutinite est rarement observée (0,2%). La résinite (1%) remplit surtout les cavités de la télinite.

La fusinite (8%) dépasse sensiblement en quantité les autres macéraux du groupe de l'inertinite: la semifusinite (3,3 %), la micrinite fine (3%) et micrinite massive (2,5 %), la sclérotinite (0,4%).

La composition en V.E.I.M. (fig. 22) est :

V = 61,9 %

E : 5,9 %

I = 17,2 %

M = 15 %

soit en V.E.I. (fig. 23) :

V = 72,8 %

E = 7 %

I = 20,2 %

II-5.7. Conclusions

D'après les résultats de l'analyse macérale des veines du secteur Ihsaniye, on peut conclure que :

- exceptée la veine Alimolla (56 %) et le prélèvement douteux de la veine Topuz (83 %), les veines de ce faisceau contiennent entre 65 % et 74,7 % de vitrinite. D'une façon générale, les proportions de la vitrinite augmentent de la veine Buyukkilic (65 % en moyenne arithmétique) vers la passée Omeraga (72,8 %).
- les veines du faisceau Kiliclar contiennent des proportions d'exinite plutôt homogènes, voisines de 7 à 9 %. La veine Buyukkilic lère veine est la plus pauvre (5,98 %) et la passée avant Omeraga la plus riche en exinite (11,03 %).
- les veines du faisceau Kiliclar renferment, en général, entre 18 % et 26 % d'inertinite. La veine Alimolla (36 %) et la veine Buyukkilic à l'étage -300m (31,58 %) sont les plus riches, contrairement au prélèvement douteux de la veine Topuz qui est le plus pauvre en inertinite (8%). A partir de la veine Topuz, les proportions d'inertinite montrent une augmentation vers les veines plus jeunes. Les veines Civelek et passée avant Omeraga sont plus riches en semifusinite qu'en fusinite; ces deux veines sont plus riches en micrinite massive qu'en micrinite fine.
- Les veines de ce faisceau renferment, en général, de moins en moins de matières minérales, de la veine plus âgée vers la veine plus jeune. La passée avant Omeraga est la moins riche (3%) et la veine Topuz dans le prélèvement -100 m est la plus riche (17 %) en matières minérales.

II-7. Analyse macérale des veines du secteur Incirharmani

Dans ce secteur, on a prélevé toutes les veines exploitées de la série de Kozlu. Les prélèvements sont effectués aux étages -300 et -360m.

Les veines du secteur Incirharmani renferment entre 30 et 35 % de MV. Les teneurs en MV suivent plus ou moins la loi d'Hilt. La veine la plus âgée, la veine Kürtserif renferme 30,5 % de MV et la veine Büyük, la plus jeune, en renferme 35 %. La veine Hacipetro et la veine Acenta font des exceptions.

La veine Hacipetro contient 29,5 % de MV et la veine Acenta en contient 37 %.

J'ai représenté les compositions en V.E.I.M. et V.E.I. des veines de ce secteur sur les figures 25 et 26. La représentation triangulaire V.E.I. des veines étudiées dans le secteur Incirharmani (fig. 27) montre que les veines renferment une composition assez homogène et voisine de 10 % d'exinite.

II-7.1. Veine Kürtserif

La veine Kürtserif a été prélevée aux étages -300 m et -360m où elle possède une épaisseur de 1 m. Le charbon se présente en lentilles dans les schistes. La veine Kürtserif renferme ici 12 % de matières minérales composées surtout d'argiles, de quelques grains de pyrite et de rares carbonates remplissant les fissures du charbon.

La veine Kürtserif est plus épaisse à l'étage -360m où elle atteint 1,40 m. Ce changement d'épaisseur correspond, nous le verrons, à un changement de nature de la sédimentation. Le charbon renferme des lentilles de schiste d'épaisseurs différentes. La veine Kurtserif contient 20 % de matières minérales à l'étage -300 m et sa teneur en MV est de 30,5 % à l'étage -300m et 30 % à l'étage -360m.

La collinite qui atteint pratiquement le même pourcentage dans les deux prélèvements (51 % à l'étage -360 m et 51,6 % à l'étage -300m) n'est pas tellement pure dans l'ensemble et contient des matières minérales finement dispersées, en particulier de l'argile. La télinite est plutôt rare dans le prélèvement de la cote -300 m (moins de 0,5 %). Son pourcentage, en outre, varie de 0,5 % à 0,8 % dans le prélèvement à la cote -360m.

La sporinite est constituée essentiellement de microspores et de quelques macrospores. Elle est un peu plus abondante dans le prélèvement de l'étage -300m (6,5%M) qu'à l'étage -360m (5,5 %). La cutinite et la résinite existent en quantité égale (1,2 %) à l'étage -300m. La cutinite est rare dans le prélèvement de l'étage -360m; son pourcentage se situant au-dessous de 0,5 % et la résinite représente ici 1 %.

Parmi les macéraux du groupe de l'inertinite, la semifusinite est la plus abondante. Elle existe en plus grande quantité à la cote -300m (9,5 %) qu'à l'étage -360m (7,6 %). La fusinite atteint 7,6 % du charbon à l'étage -300m et 7 % à l'étage -360m. La micrinite fine représente 6 % du charbon à l'étage -300 m où elle est nettement plus abondante qu'à l'étage -360 m car le pourcentage tombe à 3,2 %. La micrinite massive, en quantités pratiquement égales dans les deux prélèvements atteint de 2,5 % à 2,7 %. Quant à la

Veines	numero d'échantil.	COMPOSITION EN V.E.I.M.			
		V	E	I	M
Kürtşerif	2270401				
	2281801				
Hacıpetro	2282301				
Çay	2282302				
	2282303				
	2282304				
Piriç	2282601				
Acılık	2270402				
Sulu	2282001				
	2282002				
Hacımemiş	2282003				
Neomi	2282011				
	2282010				
Milopero	2282012				
	2282013				
Rabut	2282014				
Messoglu	2282015				
Acenta	2282016				
Taşbaca	2282017				
Domuzcu	2282018				
Büyük	2282020				



Figure 25: Composition V.E.I.M. des veines du secteur Incirharmanı

Veines	numéro d'échantillon	COMPOSITION EN V.E.I.		
		V	E	I
Kürtşerif	2270401			
	2281801			
Hacipetro	2282301			
Çay	2282302			
	2282303			
	2282304			
Piriç	2282601			
Acılık	2270402			
Sulu	2282001			
	2282002			
Hacımemiş	2282003			
Neomi	2282011			
	2282010			
Milopero	2282012			
	2282013			
Rabut	2282014			
Messoglu	2282015			
Acenta	2282016			
Taşbaca	2282017			
Domuzcu	2282018			
Büyük	2282020			



Figure 26: Composition V.E.I. des veines du secteur Incirharman I

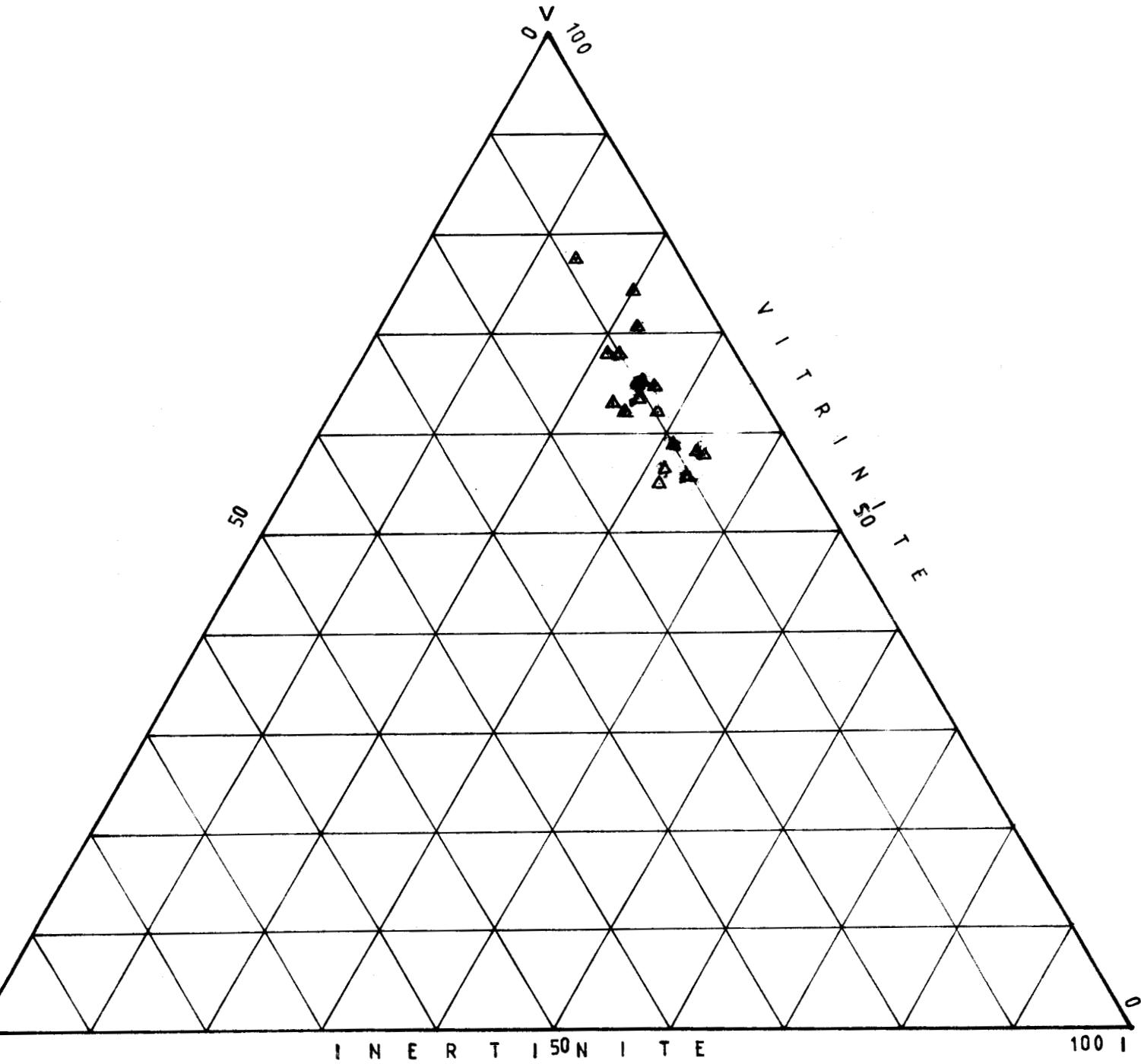


Figure 27: Composition moyenne des veines du secteur Incirharman



sclérotinite, l'analyse en révèle 1,5 %.

La composition en V.E.I.M. de la veine Kürtserif est la suivante (fig.25) :

<u>cote -360 m</u>	<u>cote -300 m</u>
V = 51,7 %	V = 52,1 %
E = 6,9 %	E = 8,7 %
I = 21,4 %	I = 27,2 %
M = 20 %	M = 12 %

soit en V.E.I. (fig. 26) :

<u>cote -360 m</u>	<u>cote -300 m</u>
V = 64,63 %	V = 59,2 %
E = 8,62 %	E = 9,9 %
I = 26,75 %	I = 31 %

II-7.2. Veine Hacipetro

Cette veine a une épaisseur de 1,10m à l'étage -360m où elle a été échantillonnée. Le charbon renferme 3 à 3,5 % de matières minérales et sa teneur en MV est de 29,5 %.

La collinite, macéral le plus important, atteint 67 %. Les plages de collinite sont pratiquement toujours pures et très homogènes. Il s'agit ici de gélocollinite typique. La télinite constitue 1 % de la veine.

La sporinite (4,7%) est représentée le plus souvent par des microspores et les macrospores sont rares. Des cuticules très minces et souvent de petite taille ont pu être observées, le pourcentage de cutinite atteint 0,9 %. Quant à la résinite, elle constitue 1,5 % de l'ensemble.

Dans la veine Hacipetro, la fusinite atteint un pourcentage de 7,8%. Son état de conservation est mauvais et elle est très morcelée. La semifusinite constitue 6% de la veine et la micrinite fine, qui se trouve surtout autour des spores, possède un pourcentage assez proche de celui de la sporinite, avec 4,3%. La micrinite massive représente 2% des macéraux. La sclérotinite représente 1,2 % de la veine.

La composition en V.E.I.M. (fig. 25) est la suivante :

V = 68,2 %
E = 7,1 %
I = 21,3 %
M = 3,4 %

Sa composition en V.E.I. est, sans tenir compte des matières minérales, la suivante (fig. 26) :

V = 70,6 %

E = 7,4 %

I = 22 %

II-7.3. Veine Cay

La veine Cay a été prélevée en trois endroits différents à l'étage -360m. L'épaisseur de cette veine varie de 2,20 m à 3,60 m d'un prélèvement à l'autre. La veine est pratiquement coupée en deux par une bande de schistes de quelques cms d'épaisseur. La veine Cay renferme de 3,5 % à 7,8 % de matières minérales en fonction de l'augmentation de l'épaisseur de la bande schisteuse. La veine Cay renferme en moyenne 31,6 % de matières volatiles. La comparaison des résultats de l'analyse macérale des trois prélèvements montre que la collinite présente des pourcentages moins élevés dès que la proportion de matières minérales augmente. Elle représente 50,4 % à 55 % de la veine. La télinite constitue 0,9 à 1,7 %; ses cavités sont parfois remplies de micrinite fine.

La sporinite atteint des pourcentages compris entre 5,8 % et 7 %. Malgré l'abondance des microspores, on note une augmentation du nombre de macrospores. La cutinite forme 0,6 % à 1,2 % du charbon selon les prélèvements. La résinite représente 1 à 2 % de la veine.

La fusinite est le macéral le plus important du groupe de l'inertinite. Elle présente des pourcentages s'échelonnant de 9,8 % à 13,4 %. La quantité de semifusinite (8 à 9 %) varie moins que celle de la fusinite. La micrinite fine se rencontre soit dans la collinite, soit comme élément remplissant les cavités de la télinite, soit enfin à la périphérie des spores. Dans cette veine elle constitue 3,3 % à 7,5 % du charbon. La micrinite massive présente des pourcentages variant de 2,5 % à 5,3 %. La sclérotinite est encore en faible quantité (0,7 % à 1,4 %).

La composition en V.E.I.M. des prélèvements de la veine Cay est assez homogène (fig. 25) :

V = 51,3 % 56,4 %

E = 9,5 % 7,4 %

I = 31,4 % 32,7 %

M = 7,8 % 3,5 %

soit en V.E.I. (fig. 26) :

V = 55,7 % 58,44 %

E = 10,3 % 7,67 %

I = 34 % 33,89 %

II-7.4. Veine Piric

La veine Piric s'intercale dans la série stratigraphique entre la veine Cay et la veine Acilik. Elle possède à l'endroit où elle a été prélevée, à l'étage -360 m, une épaisseur totale de 0,80 m. Le charbon forme en réalité des lentilles isolées dont l'épaisseur atteint 0,40 à 0,60 m. Dans l'ensemble, sans tenir compte des passages schisteux, cette veine contient 7 % de matières minérales. Parmi les minéraux, l'argile est le plus abondant; on voit aussi des grains de pyrite en relation avec des fissures, ce sont donc des minéraux secondaires. La veine Piric renferme 31 % de MV.

La collinite constitue 52 % du charbon. Elle est assez homogène. On observe cependant quelques fissures remplies de minéraux secondaires. La télinite présente un pourcentage de 0,4 %.

La sporinite (9 %) est représentée essentiellement par des microspores. La cutinite (0,6 %) et la résinite (1,5%) sont donc peu abondantes.

Les minéraux du groupe de l'inertinite sont bien représentés avec la fusinite (9%), la semifusinite (8,5 %), la micrinite fine (7,4%) et la micrinite massive (3,3%) et la sclérotinite (1,5 %).

La veine Piric montre une composition en V.E.I.M. (fig. 25) qui est la suivante :

V = 52,4 %
E = 11,1 %
I = 29,5 %
M = 7 %

soit en V.E.I. (fig. 26) :

V = 56,34 %
E = 11,94 %
I = 31,72 %

II-7.5. Veine Hacimemis

Dans la série stratigraphique normale, la veine Hacimemis se trouve au-dessus de la veine Sulu dont elle est séparée, dans cette région, par une couche stérile de 44 m. Cette veine commence à la base par un charbon brillant et assez pur mais devient schisteuse vers le toit. La veine Hacimemis contient 16,3 % de matières minérales et son épaisseur est de 1,40 m. Si on effectue une séparation des matières minérales par cellule de flottation, les pourcentages de matières minérales tombent aux environs de 5-6%. La teneur en MV de cette veine est de 33%.

La collinite représente 56 % de l'ensemble. Elle est très pure dans les échantillons proches du mur. Vers le toit apparaissent des bandes minces de matières minérales. La télinite constitue 1,2 % du charbon.

La sporinite présente un pourcentage de 6,3 %. Les spores sont essentiellement des microspores. Les macrospores, peu abondantes, sont souvent repliées sur elles-mêmes et, de ce fait, difficiles à distinguer de la cutinite. La cutinite représente 0,8 % du charbon et la résinite, que l'on observe le plus souvent dans les cavités cellulaires de la télinite

La fusinite (8 %) occupe des plages assez larges et montre une structure étoilée dans les schistes. La semifusinite constitue 4% du charbon. La micrinite fine et la micrinite massive atteignent le même pourcentage de 3%. La sclérotinite toujours en faible quantité ne représente que 0,4 %.

La composition en V.E.I.M. (fig. 25) est la suivante :

V = 57,2 %

E = 8,1 %

I = 18,4 %

M = 16,3 %

soit en V.E.I. (fig. 26) :

V = 68,34 %

E = 9,68 %

I = 21,98 %

II-7.6. Veine Neomi

Cette veine a été échantillonnée à l'étage -360m où elle possède une épaisseur de 1,80 m. Elle est scindée en deux par une bande de schiste épaisse de 50 à 60 cm. La partie inférieure de la veine Neomi est constituée par un charbon assez pur et brillant. La partie supérieure renferme encore une bande schisteuse de 5 à 10 cm d'épaisseur. Dans cette partie le charbon est plutôt mat est assez dur à broyer. La veine Neomi est inclinée à cet endroit de 52° vers le NW.

La partie inférieure de la veine Neomi renferme 2,8 % de matières minérales. Tandis que la partie supérieure en renferme beaucoup plus jusqu'à 19 %. Après passage à la cellule flottation des échantillons de la partie supérieure, le pourcentage des matières minérales tombe à 5%.

La collinite représente plus de la moitié du charbon (59,7 % à 62 %). Elle montre cependant une légère diminution vers le toit. La télinite, relativement abondante dans la partie inférieure, constitue 4 % du charbon; elle devient rare dans la partie supérieure de la veine Neomi et son pourcentage tombe à 0,4 %.

La sporinite est mieux représentée dans la partie inférieure que dans la partie supérieure : 6,3 % dans la partie inférieure contre 3,3 % dans la partie supérieure. Les spores sont des microspores et des macrospores dans la partie inférieure et exclusivement des microspores dans la partie supérieure. La cutinite et la résinite possèdent des pourcentages plus élevés dans la partie inférieure de la veine (1 % et 2 %). Dans la partie supérieure, elles possèdent le même pourcentage soit 0,6 %.

La fusinite, dans la partie inférieure, représente 12,4 % du charbon. Elle accuse une diminution vers le toit et descend à 5,6 %. La semifusinite (4%) reste stable du mur au toit. La micrinite fine représente 3,5 % à la partie inférieure et 4 % à la partie supérieure. La micrinite massive représente 1,5 % du charbon dans la partie inférieure et 2 % dans la partie supérieure. La sclérotinite possède le même pourcentage dans les deux parties soit 0,8 %.

La composition en V.E.I.M. est de (fig. 25) :

<u>partie inférieure</u>	<u>partie supérieure</u>
V = 65,7 %	V = 60,1 %
E = 9,3 %	E = 4,5 %
I = 22,2 %	I = 16,4 %
M = 2,8 %	M = 19 %

soit en V.E.I. (fig. 26) :

<u>partie inférieure</u>	<u>partie supérieure</u>
V = 67,5 %	V = 74,2 %
E = 9,5 %	E = 5,5 %
I = 23 %	I = 20,3 %

II-7.7. Veine Milopero

La veine Milopero a été prélevée en deux points différents à l'étage -360 m. A l'endroit du premier prélèvement, elle possède 1,20 m d'épaisseur et devient schisteuse vers le toit. A l'endroit du deuxième prélèvement, elle est plus épaisse (1,50 m). Cette veine contient 9 % à 10 % de matières minérales et sa teneur en MV est de 33%. Elle est inclinée de 56°-58° au NW.

L'analyse macérale donne pratiquement les mêmes résultats pour les deux prélèvements sauf en ce qui concerne la sporinite et la semifusinite, nous allons le voir.

La collinite, fissurée en tous sens, représente 54 à 54,7 % du charbon; elle est nettement plus pure dans le premier prélèvement que dans le second où elle renferme des matières minérales finement dispersées. La télinite varie de 0,9 % à 2 % d'un prélèvement à l'autre.

La sporinite présente des pourcentages compris entre 6 et 4 %. Elle est plus abondante dans le deuxième prélèvement qui concerne surtout la partie supérieure de la veine. On voit essentiellement des microspores, les macrospores sont peu abondantes. La cutinite présente pratiquement les mêmes pourcentages du mur au toit. Elle représente 1,4 % à 1,6 % du charbon. Quant à la résinite, elle montre une légère augmentation dans le deuxième prélèvement (2,2% contre 1 %)

La fusinite représente 8 à 9 % du charbon. Ses pourcentages restent identiques dans toute la veine. La semifusinite diminue dans le deuxième prélèvement et constitue 8,5 % du charbon dans les échantillons du premier prélèvement contre 5,7 % dans ceux du deuxième.

La micrinite fine se trouvant autour des spores, ne suit pas nettement l'augmentation de la sporinite dans le deuxième prélèvement. Elle représente 5 à 5,4 % du charbon dans cette veine. La micrinite massive présente des pourcentages allant de 2,4 % à 2,6 %. La sclérotinite, dans les deux prélèvements est toujours présente mais peu abondante (1,2 à 1,4 %).

En résumé, la composition en V.E.I.M. des deux prélèvements est la suivante (fig. 25) :

V = 55,6 % à 56 %
E = 11,8 % à 8,6 %
I = 22,6 % à 26,1 %
M = 10 % à 9,3 %

soit une composition en V.E.I. (fig. 26) qui est la suivante :

V = 61,8 % à 61,74 %
E = 13,1 % à 9,48 %
I = 25,1 % à 28,78 %

On voit que dans cette veine, la vitrinite reste assez stable. Alors que l'exinite montre une augmentation assez nette dans le deuxième prélèvement, en passe de 9,5 % à 13 %. Contrairement à l'exinite, l'inertinite diminue de 28,5% à 25 %.

II-7.8. Veine Rabut

Cette veine a été prélevée à l'étage -360m. Elle possède là un pendage de 52° vers le NW. L'épaisseur de la veine atteint 1,08m. Elle renferme des lentilles schisteuses et une bande d'argile, épaisse de 10 à 15 cm vers le toit. La veine Rabut contient 11 % de matières minérales et sa teneur en MV peut monter jusqu'à 37 %.

D'après les résultats de l'analyse macérale, on constate que la veine Rabut est très riche en vitrinite et plus ou moins pauvre en inertinite par rapport aux autres veines de cette série. Ce qui explique la haute teneur en MV.

Dans la veine Rabut, la collinite représente 63 % du charbon. Les plages de collinite sont souvent très fissurées. La télinite représente 1 % du charbon dans cette veine.

La sporinite, elle, constitue 6,8 % du charbon. La cutinite forme 0,6% et la résinite 0,8%.

Dans cette veine, les macéraux du groupe de l'inertinite ne sont pas abondants: fusinite (5 %), semifusinite (2,2%), micrinite fine (3,4 %), micrinite massive (1%), sclérotinite (0,3%).

La composition en V.E.I.M. (fig. 25) est la suivante :

V = 69 %
E = 8,2 %
I = 11,8 %
M = 11 %

soit en V.E.I. (fig. 26) :

V = 77,5 %
E = 9 %
I = 13,5 %

II-7.9. Veine Messoglu

Cette veine possède une épaisseur de 1,10 m à l'étage -360m. Le charbon est assez pur et friable. Sa teneur en MV s'élève à 32 %. La veine Messoglu renferme 3 % de matières minérales.

La veine Messoglu, comme les autres, est assez riche en collinite (60,7 %). La télinite présente un pourcentage de 0,5 %.

Dans cette veine, la sporinite se révèle relativement abondante (9%). On trouve des macrospores noyées parmi de nombreuses microspores. La cutinite constitue 1,5 % du charbon et la résinite 2 %.

La fusinite et la semifusinite ont pratiquement la même importance (6,5 % et 7 %). La micrinite fine atteint 5,7 %, la micrinite massive 3 % et la sclérotinite 1%.

La veine Messoglu présente une composition en V.E.I.M. (fig. 25) qui est la suivante :

$$V = 61,4 \%$$

$$E = 12,4 \%$$

$$I = 23,2 \%$$

$$M = 3 \%$$

soit en V.E.I. (fig. 26) :

$$V = 63,3 \%$$

$$E = 12,8 \%$$

$$I = 23,9 \%$$

II-7.10. Veine Acenta

Cette veine est scindée en deux parties par une bande de schiste d'un mètre d'épaisseur. L'épaisseur totale du charbon pur est de 0,95 m. La veine Acenta contient 9 % de matières minérales et sa teneur en MV est de 37 %.

L'analyse macérale de la veine Acenta nous montre sa richesse en vitrinite. La collinite (70 %) est assez pure mais souvent morcelée par de très fines fissures. La télinite forme 0,4% du charbon.

L'exinite (8,4%) est constituée par la sporinite (7,2 %), la cutinite (0,5 %) et la résinite (0,7 %).

Dans la veine Acenta, les macéraux du groupe de l'inertinite sont peu abondants. La fusinite et la micrinite fine atteignent le même pourcentage (4,5 %). La semifusinite représente 1,6 %, la micrinite massive 1,1 % et la sclérotinite 0,5 %.

La composition en V.E.I.M. est la suivante (fig. 25) :

$$V = 70,4 \%$$

$$E = 8,4 \%$$

$$I = 12,2 \%$$

$$M = 9 \%$$

soit en V.E.I. (fig. 26) :

$$V = 77,4 \%$$

$$E = 9,2 \%$$

$$I = 13,4 \%$$

II-7.11. Veine Tasbaca

L'épaisseur moyenne de la veine Tasbaca est de 1,20 m. Elle contient 1,4 % de matières minérales, ce qui est peu. Sa teneur en MV est de 32 %.

Dans cette veine, la collinite représente 54 % du charbon. Les plages de collinite sont très pures. Elle présente les caractères de la gélocollinite. La télinite constitue 0,5 % du charbon.

La sporinite représente 10,5 % du charbon de la veine Tasbaca. Ce pourcentage est le plus haut pourcentage jamais rencontré pour la sporinite dans cette région. Dans cette veine, cutinite et résinite présentent le même pourcentage (1,2 %).

La fusinite constitue 6,4 % du charbon est la semifusinite atteint un pourcentage presque double avec 12 %. La micrinite fine et la micrinite massive sont en quantité identique (6,2 % chacune). C'est la première fois que l'on note une quantité de micrinite massive supérieure à 5 %. Lasclérotinite est encore ici un macéral tout à fait accessoire (0,5 %).

La composition en V.E.I.M. (fig. 25) est la suivante :

$$V = 54,5 \%$$

$$E = 12,9 \%$$

$$I = 31,2 \%$$

$$M = 1,4 \%$$

Les macéraux du groupe de l'inertinite représentent un pourcentage global important (plus de 30 %). La composition en V.E.I. (fig. 26) est la suivante :

$$V = 55,3 \%$$

$$E = 13,1 \%$$

$$I = 31,6 \%$$

II-7.12. Veine Domuzcu

Cette veine, comme la précédente, ne possède que 40 cm d'épaisseur à l'endroit du prélèvement à l'étage -360m mais son épaisseur moyenne est de 1,20 m dans cette région. Elle renferme quelques lentilles schisteuses très minces alignées sur deux niveaux et contient environ 13 % de matières minérales. Il faut noter cependant que les matières minérales sont, en grande partie, fluorescentes; il s'agit peut-être d'une imprégnation de la bituminite mais en L.R. il n'est pas possible de distinguer les schistes fluorescents des matières minérales proprement dites.

La collinite représente 58,5 % du charbon et la télinite 0,5 %. La sporinite représente 7 % du charbon, la cutinite forme 1 % et la résinite 1,5 %.

La fusinite domine les autres macéraux du groupe de l'inertinite avec 8,3 % alors que la semifusinite ne représente que 4,5 %. La micrinite fine 3,5 %, la micrinite massive 1,5 % et la sclérotinite 0,7%.

La composition en V.E.I.M. de la veine Domuzcu (fig. 25) est de :

V = 59 %
E = 9,4 %
I = 18,6 %
M = 13 %

sans mentionner les matières minérales, elle a une composition de (fig. 26) :

V = 67,8 %
E = 10,8 %
I = 21,4 %

II-7.13. Veine Büyük

La veine Büyük est la veine la plus jeune étudiée dans cette région. Elle possède une épaisseur de 2,40 m et contient 7 % de matières minérales. Sa teneur en MV est de 35 %. Cette veine est inclinée très fortement, 78° vers le NW.

La collinite représente 60 % du charbon et la télinite 0,5 %. Les plages de collinite sont souvent imprégnées d'argile (ou de bituminite) qui sont plus ou moins fluorescentes et j'ai observé des grains de micrinite fine autour de ces inclusions.

Dans la veine Büyük la sporinite représente 6,7 %, la cutinite 1 % et la résinite 1,5 %.

La fusinite constitue la majeure partie des macéraux du groupe de l'inertinite avec 13,5 %. La semifusinite atteint 4 %, la micrinite fine 3,3 %, la micrinite massive, 1,8 % et la sclérotinite 0,7 %.

La veine Büyük possède donc la composition suivante en V.E.I.M. (fig. 25) :

V = 60,5 %
E = 9,2 %
I = 23,3 %
M = 7 %

soit en V.E.I. (fig. 26) :

V = 65,05 %
E = 9,9 %
I = 25,05 %

II-7.14. Conclusions

Les veines du secteur Incirharmani appartiennent toutes au Westphalien A. Dans la mesure du possible, on a tenté d'échantillonner toutes les veines exploitées. D'après l'analyse macérale de ces veines, on peut conclure que :

- les veines de ce secteur ne montrent pas une composition homogène; en d'autres termes, les proportions des trois groupes de macéraux varient d'une manière très irrégulière. Les fourchettes de variation sont très étendues d'une veine à l'autre. Les variations des pourcentages sont plus importants en ce qui concerne la vitrinite et l'inertinite que l'exinite qui reste relativement stable.
- la veine Rabut et la veine Acenta sont les deux veines les plus riches en vitrinite avec 77,5 % et les plus pauvres en inertinite : 13,5 %.
- les veines Kurtserif, Cay, Piric, Acilik et Tasbaca sont les plus riches en inertinite.
- l'exinite est le seul groupe qui montre une certaine stabilité dans toute la série stratigraphique. Le pourcentage de l'exinite oscille autour de 10 %. La veine Hacipetro et la veine Neomi étant les plus pauvres, la veine Messoglu et la veine Tasbaca sont les plus riches en exinite. Les veines riches en exinite sont également plus riches en MV.
- la vitrinite montre globalement une augmentation avec quelques exceptions, de la veine la plus âgée vers la plus jeune dans la série stratigraphique.
- contrairement à la vitrinite, l'inertinite subit une légère diminution quand on monte vers les veines plus jeunes. Pendant l'époque de la sédimentation, il y aurait un changement de profondeur du milieu de sédimentation, en d'autres termes, on s'éloigne de plus en plus du rivage par conséquent des aires de développement de la forêt.

II-8. Etudes de la fréquence des macéraux

Comme nous l'avons vu, les houilles étudiées ont des compositions macérales différentes de l'Est à l'Ouest du bassin. Dans ce sens, elles appartiennent à des catégories chimiques différentes. Pour préciser ces observations, j'ai étudié la fréquence des macéraux dans les combustibles. Les figures 28 et 29 montrent la répartition de chacun des macéraux. En abscisse est porté le pourcentage du macéral et en ordonnée le nombre d'échantillons présentant ce pourcentage.

II-8.1. Fréquence de la collinite (fig. 28A)

La collinite est le constituant le plus abondant des houilles du bassin de Zonguldak. Les teneurs oscillent entre 50 et 75 %. La courbe de fréquence de la collinite montre un certain nombre de pics épars aux valeurs 52, 55, 58, 59, 63 et 69 %. La plus grande partie des échantillons contient entre 56 et 61 % de collinite. Le plus important pic se situe à 58-59 %. La courbe de fréquence de la collinite est une courbe unimodale. D'après cette courbe, il n'est pas possible de distinguer des catégories de houilles différentes dans le bassin. Pourtant l'analyse macérale avait révélé un enrichissement en collinite vers l'Est du bassin, dans la mesure où la plupart des échantillons provenant des secteurs Karadon et Kilimli possèdent plus de 62 % de collinite. Mais ceci ne permet pas de distinguer les houilles de ces secteurs de celles des autres secteurs, puisque certaines veines des secteurs de l'Ouest du bassin en contiennent également plus de 62 %.

Dans le secteur Ihsaniye, la veine Sulu possède 68 % de collinite, la veine Messoglu 73 %, la veine Domuzcu 71 %, la veine Omeraga du faisceau de Kiliclar 64 % et dans le secteur Incirharmani, la veine Hacipetro en possède 67 %, la veine Rabut 68 %, la veine Acenta 70 %.

La collinite est le constituant le plus abondant mais loin d'être un macéral caractéristique permettant de distinguer différentes catégories pétrographiques parmi les houilles turques.

II-8.2. Fréquence de la télinite (fig. 28B)

La plus grande partie des houilles du bassin de Zonguldak, surtout celles des secteurs Karadon, Gelik et Kilimli renferment 0,2 à 0,5 % de télinite. Dans les secteurs Ihsaniye et Incirharmani, les pourcentages de télinite sont plus élevés et oscillent alors entre 0,3 et 1,5 %. Quelques échantillons en contiennent plus de 2 % à l'Ouest du bassin. Dans ces conditions, la télinite ne peut permettre de distinguer des houilles du bassin de Zonguldak.

II-8.3. Fréquence de la sporinite (fig. 28C)

La figure 28C représente la courbe de répartition de la sporinite, dans les houilles du bassin de Zonguldak. Sur cette courbe, on voit que pratiquement toutes les veines étudiées contiennent moins de 10 % de sporinite. La majeure partie des houilles en contiennent entre 0,1 et 0,8 %.

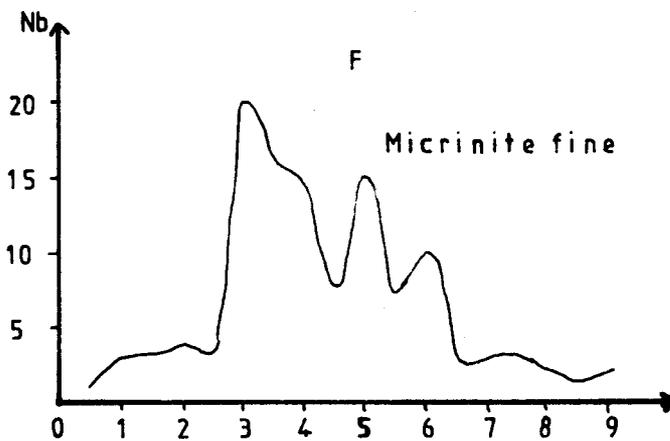
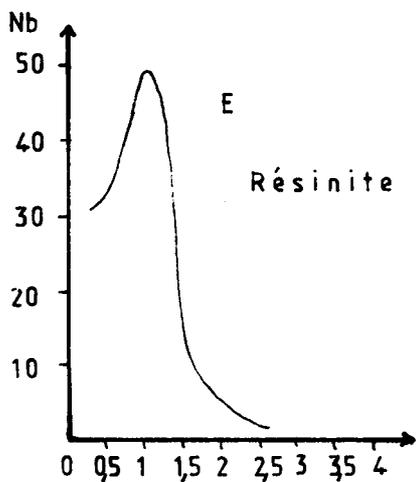
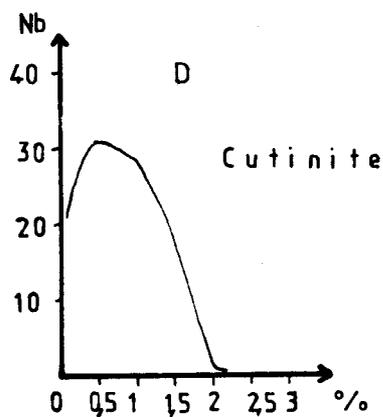
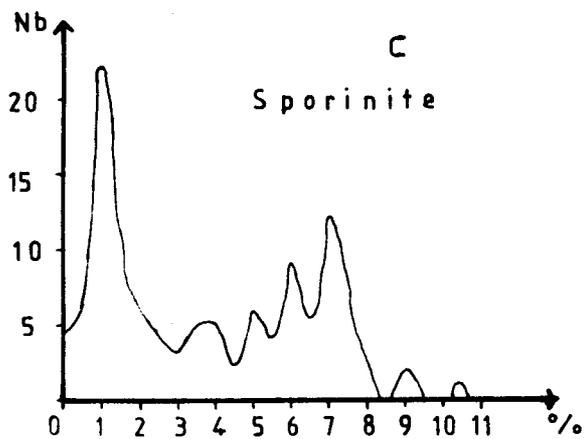
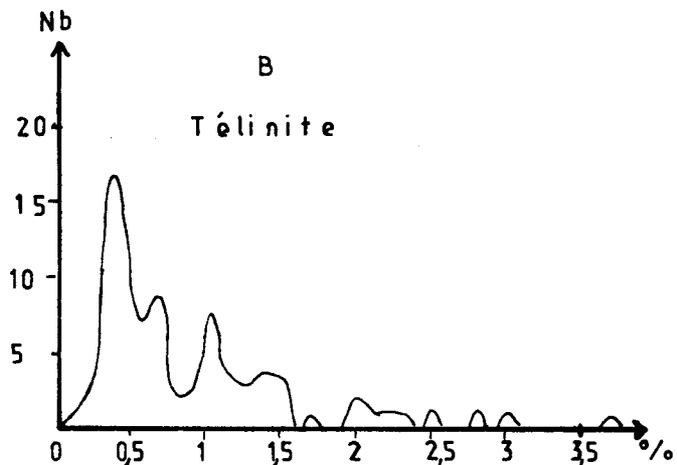
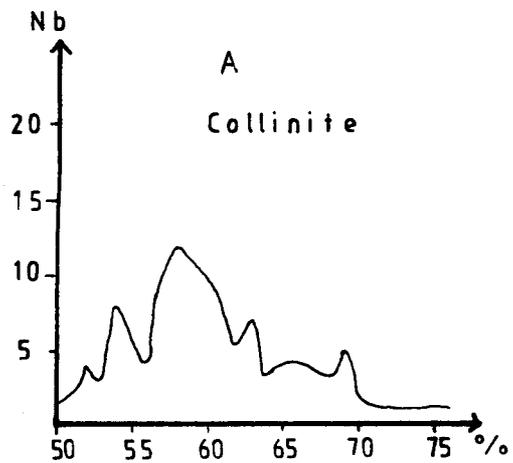


Figure 28 : Fréquence des macéraux dans les veines étudiées.



La courbe de répartition de la sporinite est plutôt une courbe de fréquence bimodale avec un minimum à 4,5 %. Elle montre un certain nombre de pics : les plus importants aux valeurs 1 %, 5 %, 6 % et 7 %. Dans les secteurs Karadon et Gelik, la plupart des échantillons contiennent moins de 3 % de sporinite. Dans les secteurs Ihsaniye et Incirharmani les pourcentages de sporinite sont plus importants que pour les autres secteurs. La grande partie des échantillons de ces secteurs en contient entre 5 et 7,5 %. Le secteur Kilimli assure la transition entre les secteurs Karadon Gelik et les secteurs Ihsaniye et Incirharmani. La moitié des échantillons de ce secteur contient moins de 3 % de sporinite et l'autre moitié en contient plus de 3 %. D'après sa courbe de fréquence, la sporinite peut constituer un caractère distinctif pour les houilles turques. Ainsi on peut distinguer les houilles des secteurs de l'Est, soit les secteurs Karadon et Gelik de celles des secteurs de l'Ouest, soit les secteurs Ihsaniye et Incirharmani.

D'après la classification d'A. DUPARQUE (1933), les houilles déposées au large des rivages sont plus riches en sporinite que les houilles déposées au bord du rivage. A la lumière de cette constatation, nous dirons que les houilles des secteurs Ihsaniye et Incirharmani se sont sédimentées plus au large du littoral que celles des secteurs Karadon et Gelik.

II-8.4. Fréquence de la cutinite (fig. 28D)

Les veines étudiées renferment peu de cutinite, entre 0,1 et 0,6 %. Dans les secteurs Ihsaniye et Incirharmani quelques échantillons en contiennent 1 %, voire plus.

II-8.5. Fréquence de la résinite (fig. 28E)

La résinite est un macéral rare dans les houilles turques comme dans beaucoup de houilles d'ailleurs. La courbe de fréquence est unomodale, avec un maximum à 1%. Pratiquement, trois quart des échantillons contiennent entre 0,1 et 1 % de résinite. Dans l'Ouest du bassin, quelques échantillons en contiennent 1,5 % et plus.

II-8.6. Fréquence des micrinites (fig. 28F et 29A)

Sur la courbe de fréquence de la micrinite fine (fig. 28F) s'élèvent trois pics: aux valeurs 3 %, 5 % et 6 % . La proportion de ce composant globalement est comprise entre 0,5 et 9 %. A l'Est du bassin, dans le secteur Karadon, la plus grande partie des échantillons contient de 1 à 4,5% de micrinite fine et, pour les secteurs de l'Ouest les veines étudiées en ferment dans la plupart des échantillons plus de 4 %. La micrinite fine ne peut être considérée comme un macéral caractéristique dans le bassin de Zonguldak.

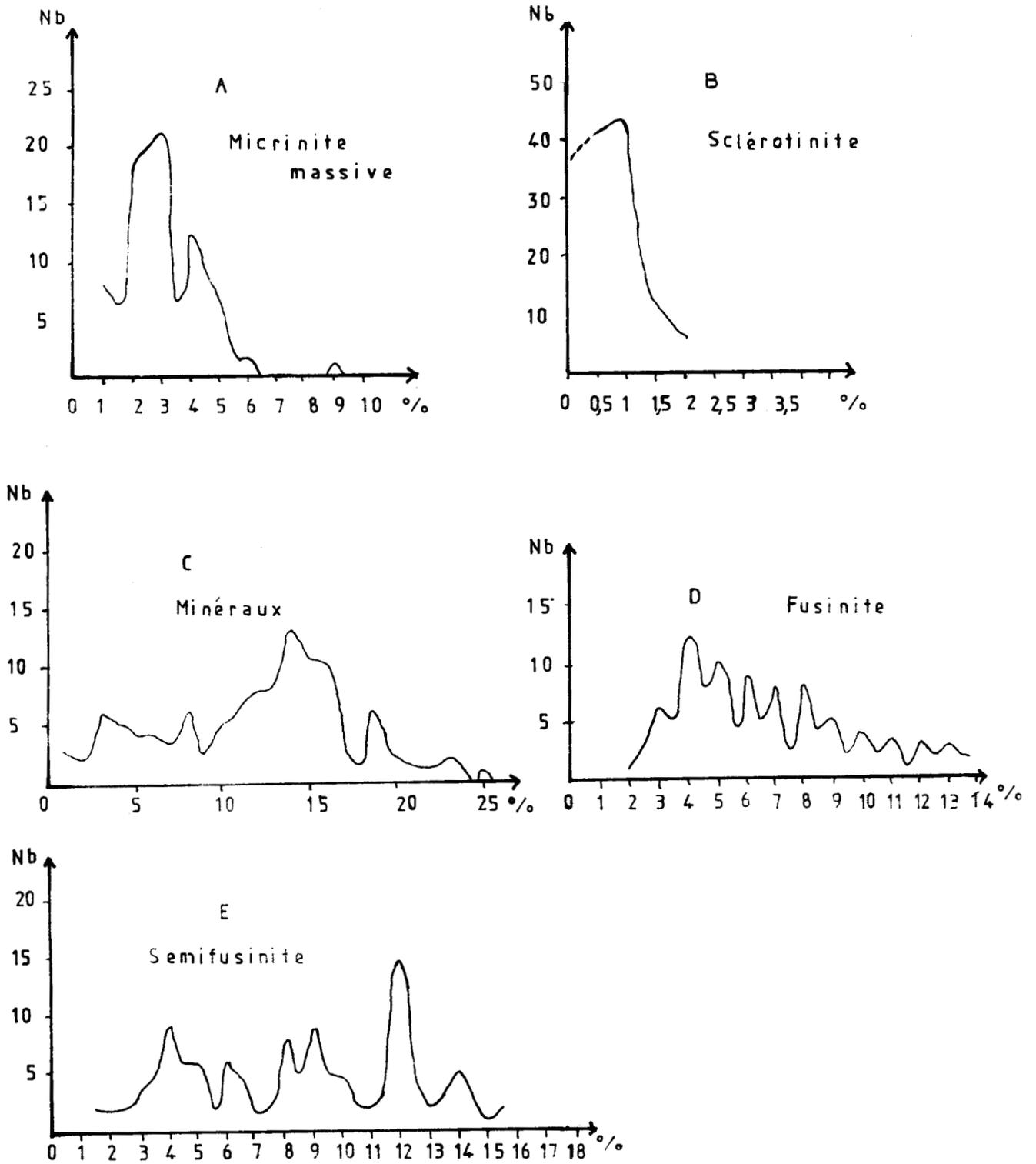


Figure 29: Fréquence des macéraux dans les veines étudiées.

La proportion de la micrinite massive s'étend de 0,5 à 6 % (fig. 29A); un seul échantillon en contient 9 %. La courbe de fréquence de la micrinite massive est une courbe bimodale avec un minimum à 3,5 %. La plus grande partie des échantillons possèdent des pourcentages de micrinite massive compris entre 1,5 et 3,5 %. La micrinite massive comme la micrinite fine ne permet pas de distinguer les houilles des secteurs de l'Est et de l'Ouest.

II-8.7. Fréquence de la sclérotinite (fig. 29B)

Les houilles du bassin de Zonguldak renferment entre 0 et 1,5 % de sclérotinite. La plus grande partie des échantillons en contient de 0,1 à 1 %. Dans l'Ouest du bassin, quelques échantillons en contiennent plus de 1,5 %. On sait bien que la sclérotinite peut présenter toutefois un intérêt stratigraphique en vue de la corrélation des veines. E. STACH (1956). Mais ce macéral accessoire, rappelons-le, ne peut être considéré dans les houilles turques comme caractéristique d'une veine.

II-8.8. Fréquence de la semifusinite (fig. 29.E)

La figure 29E représente la courbe de fréquence de la semifusinite dans les houilles turques, dont les teneurs oscillent entre 1,5 et 15,5%. Sur cette courbe, on voit plusieurs pics séparés : à 4 %, 8 %, 9 % et 12%. La semifusinite, dans le secteur Karadon, est plus abondante que dans les autres secteurs. La plus grande partie des échantillons de ce secteur en contiennent plus de 9%. Dans les autres secteurs, les pourcentages oscillent plutôt entre 3 et 8,5 %. La semifusinite, dans une certaine mesure, nous permet de distinguer les houilles du secteur Karadon de celles des autres secteurs.

II-8.9. Fréquence de la fusinite (fig. 29D)

La figure 29D traduit la courbe de fréquence de la fusinite. Cette courbe montre plusieurs pics, les plus importants aux valeurs 4 %, 5 %, 6%, 7% et 8%. Dans l'ensemble du bassin, les pourcentages de fusinite sont compris entre 2 et 14 %. Dans le secteur Karadon, tous les échantillons contiennent pratiquement moins de 6,5 % de fusinite. Le mode de fréquence de la fusinite dans ce secteur vaut 4 %. Dans les autres secteurs, le mode se situe plutôt vers 7-8%. D'Est en Ouest, on voit des charbons un peu plus riches en fusinite. Dans ce cas, la fusinite peut constituer une référence pour différencier des houilles des secteurs Karadon, Gelik de celles des secteurs Kilimli, Inhsaniye et Incirharmani.

II-8.10 Fréquence des matières minérales (fig. 29.C)

La figure 29C représente la courbe de fréquence des matières minérales. Dans les combustibles, les pourcentages des matières minérales sont compris entre 1 et 24 %. La courbe de fréquence présente un certain nombre de pics. La grande partie des échantillons surtout dans les secteurs de l'Est, possèdent des pourcentages supérieurs à 10 %.

Les études de fréquences des macéraux montre que la sporinite, la semifusinite, la fusinite et peut-être la micrinite fine peuvent permettre de distinguer les houilles des secteurs de l'Est de celles des secteurs de l'Ouest. Après avoir étudié les fréquences des macéraux dans le bassin de Zonguldak, j'ai cherché les relations entre la sporinite-fusinite, sporinite-semifusinite, sporinite-micrinite fine et semifusinite-fusinite.

La figure 30 nous montre les variations des pourcentages de la sporinite et de la fusinite secteur par secteur d'Est en Ouest. Sur cette figure, on voit que la fusinite montre des augmentations moins importantes que la sporinite vers l'Ouest du bassin.

La figure 31 montre les variations de la sporinite et de la semifusinite d'Est en Ouest. La sporinite augmente progressivement d'Est en Ouest tandis que la semifusinite montre une légère diminution dans le même sens.

Sur la figure 32, j'ai traduit les variations de la semifusinite et de la fusinite d'Est en Ouest. On note que la semifusinite est plus importante que la fusinite dans le secteur Karadon. Vers l'Ouest du bassin, la fusinite montre une légère domination par rapport à la semifusinite, mais le total des pourcentages semifusinite-fusinite reste pratiquement le même dans tous les secteurs.

La figure 33 montre les variations des fréquences de la sporinite et de la micrinite fine, deux macéraux associés souvent dans les houilles. Sur cette figure, on note que la sporinite montre une augmentation de pourcentages d'Est en Ouest mais la micrinite fine reste pratiquement stable.

D'après ces résultats, on remarque que la sporinite, la fusinite et la semifusinite peuvent constituer une référence dans la différenciation des houilles des secteurs Est et Ouest.

En résumé, parmi les macéraux des houilles turques, on peut regrouper :
1°) télinite, cutinite, résinite, sclérotinite qui, en raison de leur pourcentage très faible, peuvent être considérées comme macéraux accessoires dans les combustibles. Ils ne peuvent jouer un rôle déterminant dans la recherche des types pétrographiques.

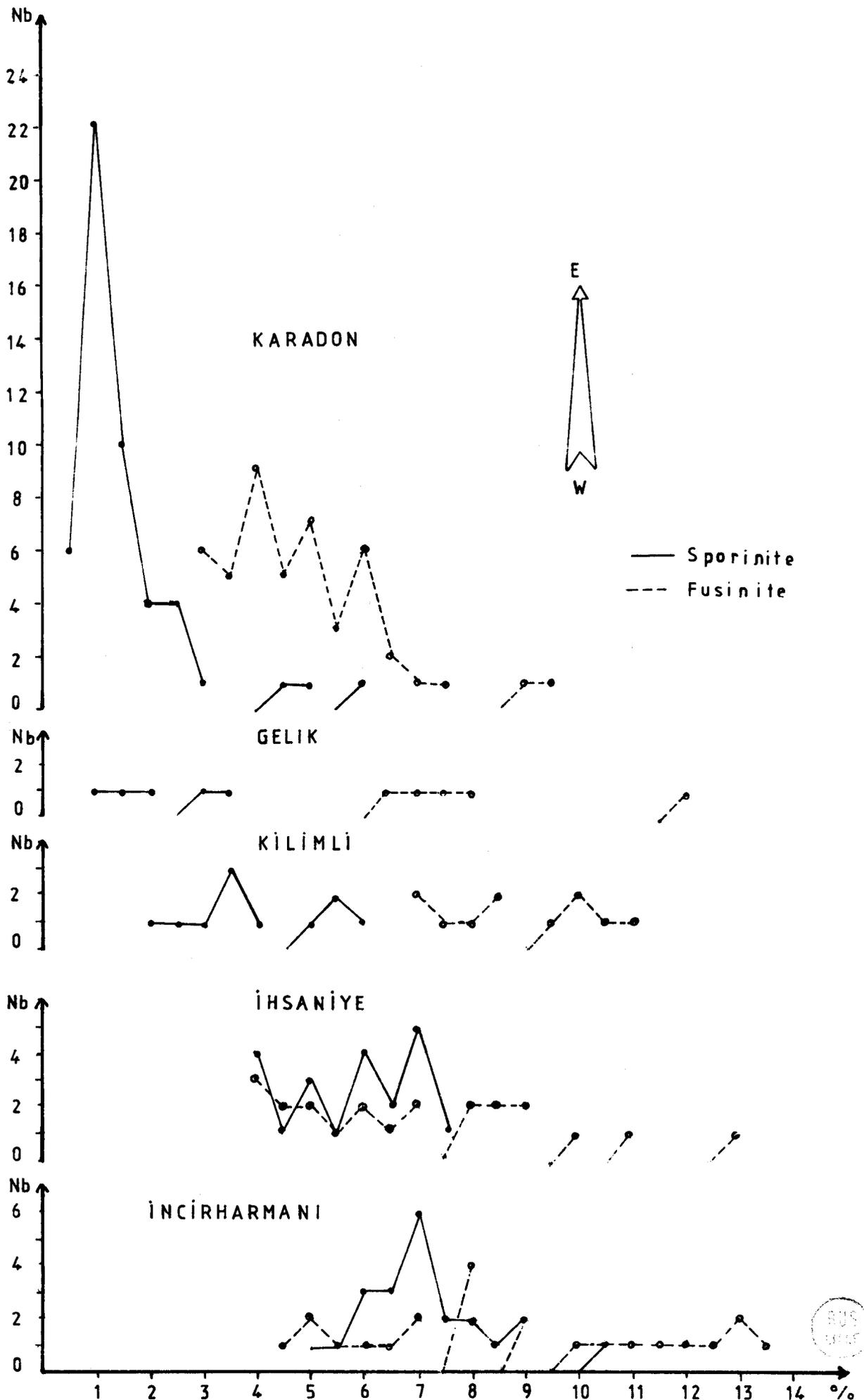


Figure 30: Fréquence de la sporinite et de la fusinite d'Est en Ouest

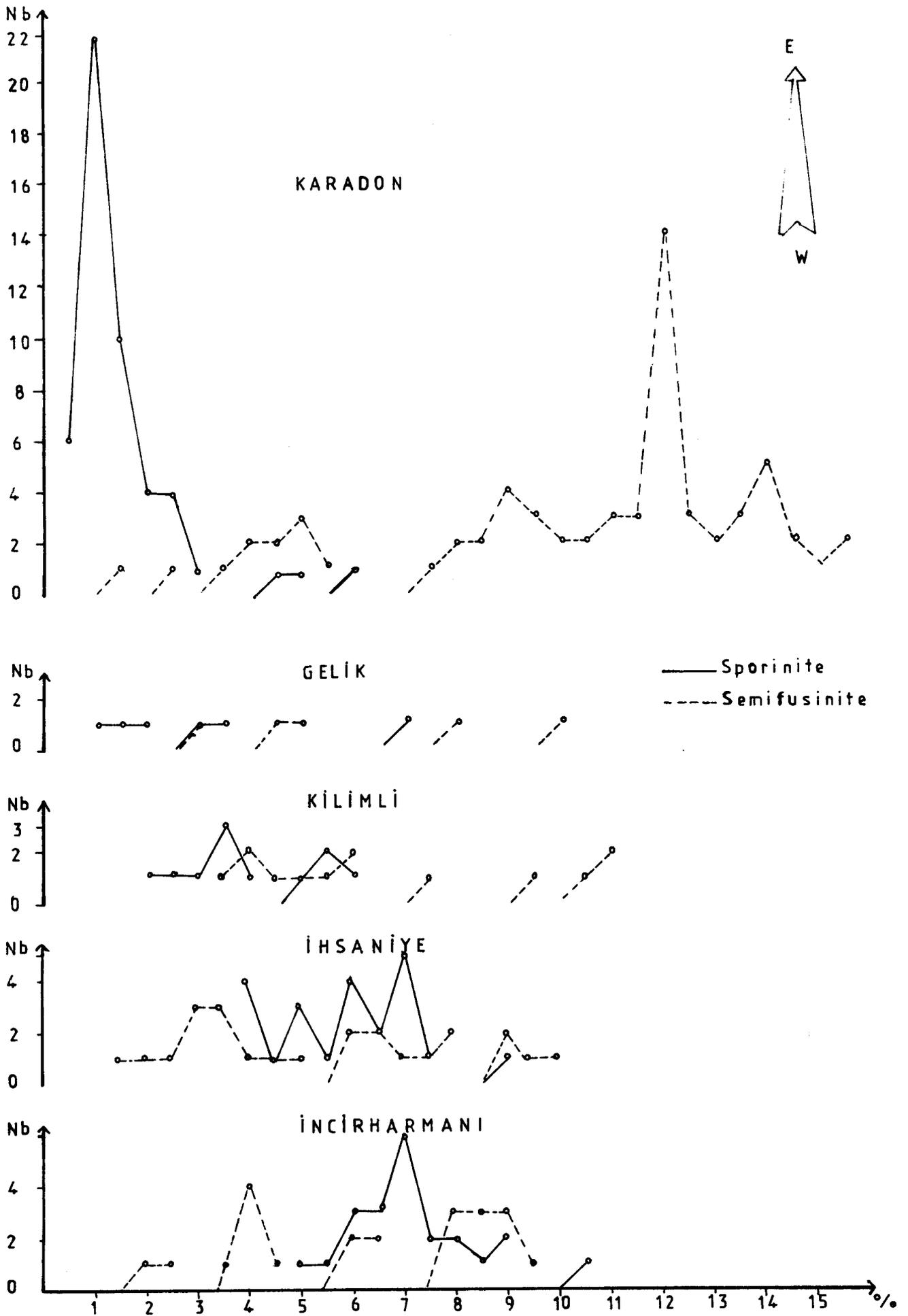


Figure 31: Variation des fréquences de la sporinite et de la semifusinite d'Est en Ouest

BUS
GİÇE

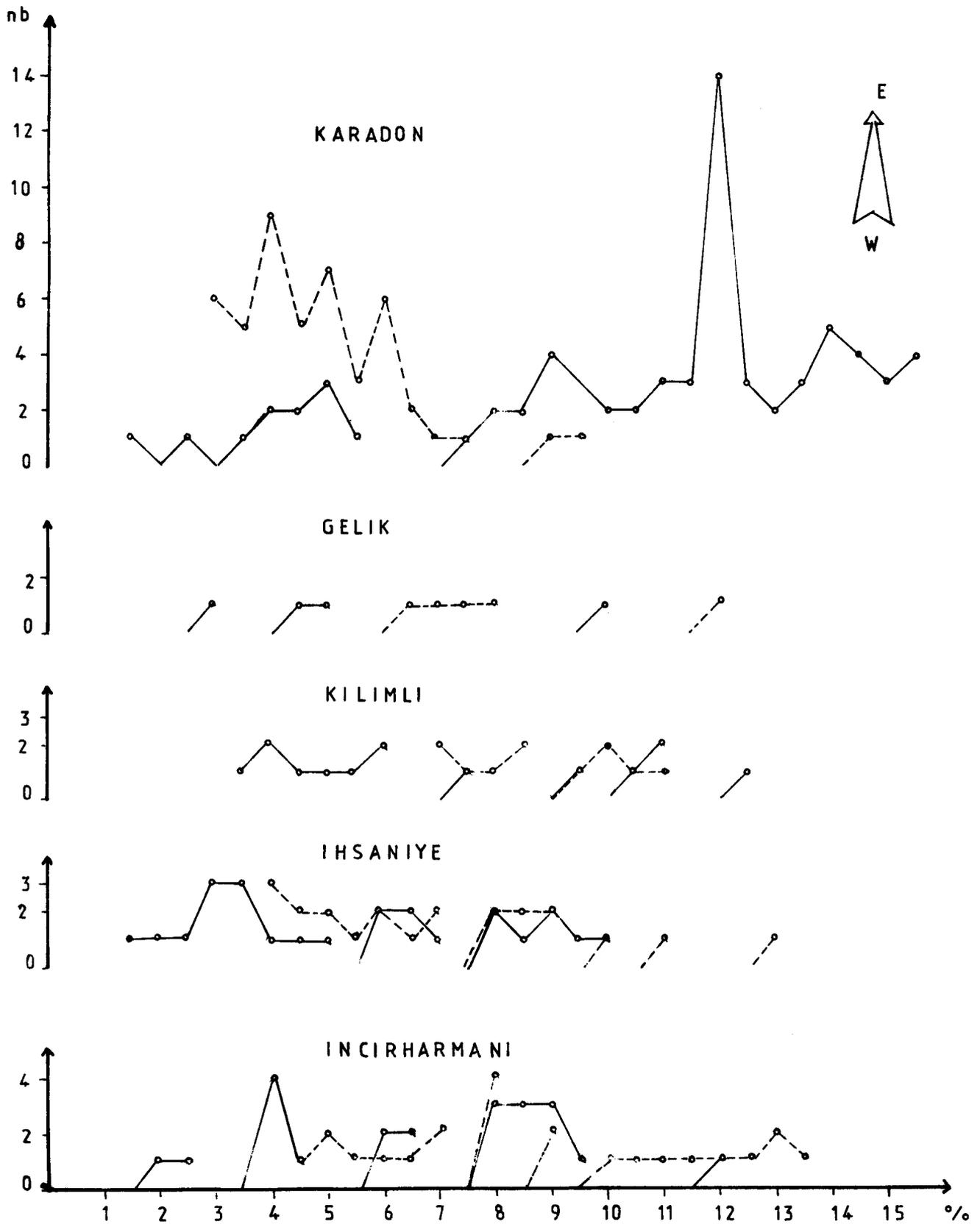


Figure 32 : Variation des fréquences de la semifusinite et de la fusinite

d'Est en Ouest.

— Semifusinite

- - - Fusinite



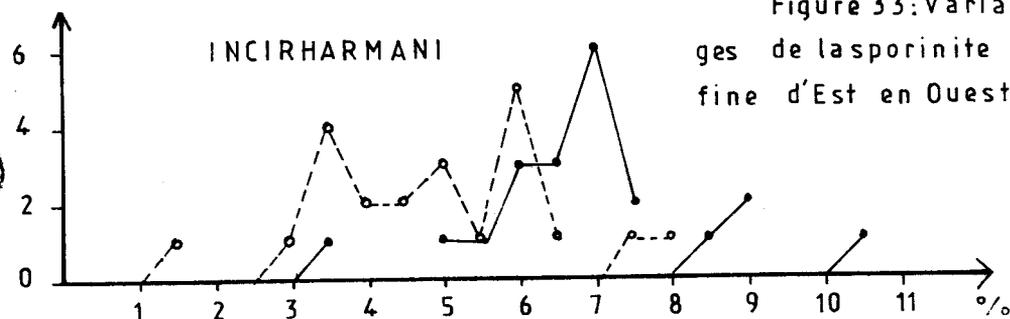
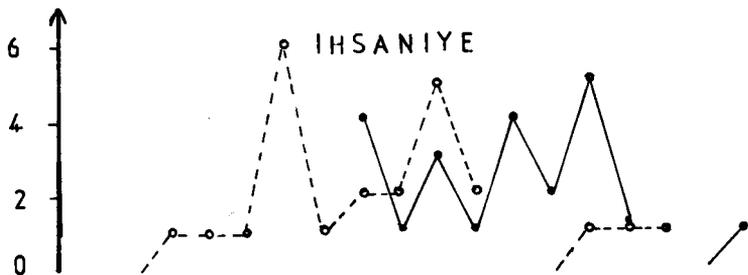
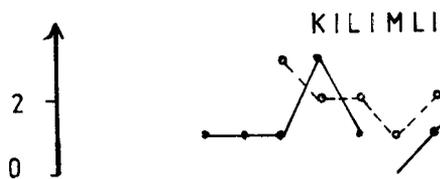
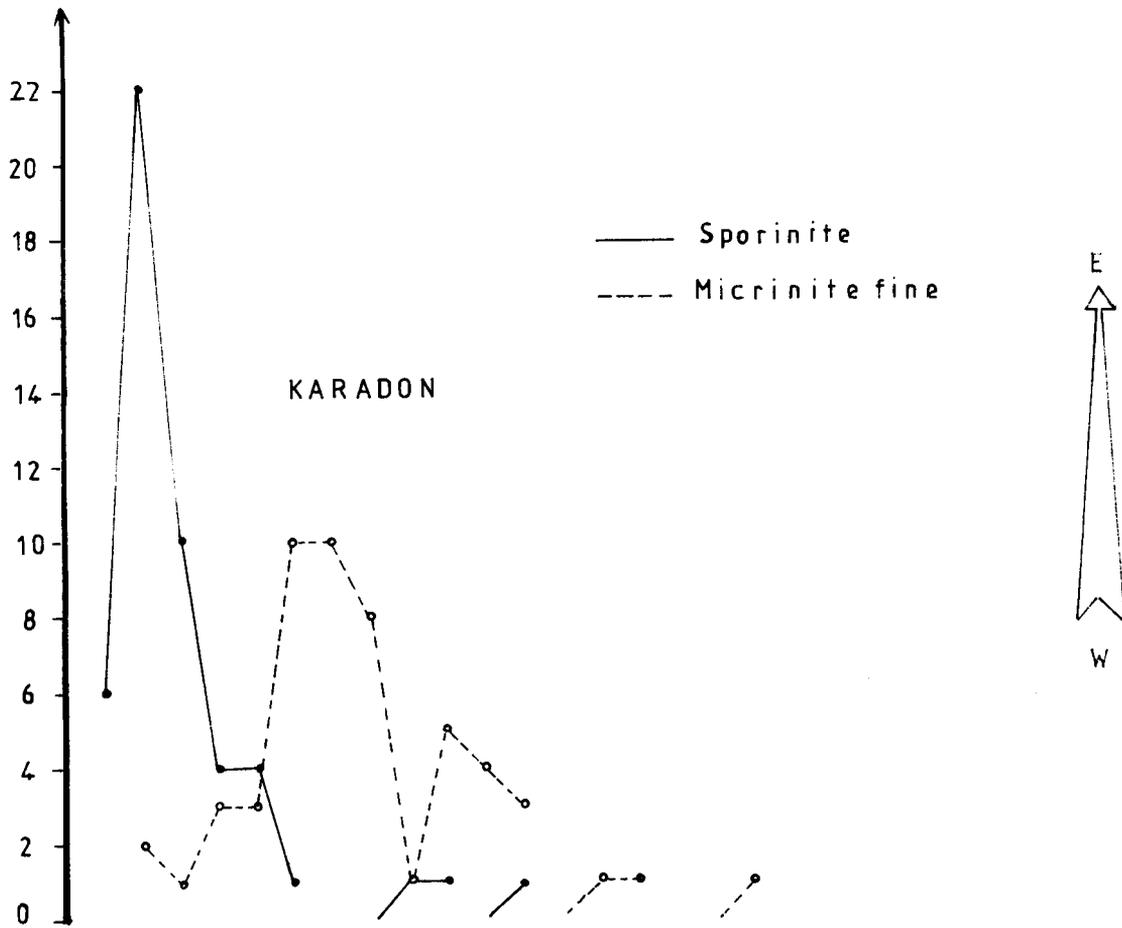


Figure 33: Variation des pourcentages de lasporinite et de la micrinite fine d'Est en Ouest

BUS LILLE

2°) collinite, sporinite, micrinites, semifusinite et fusinite, vue leur fréquence dans les combustibles, peuvent jouer un rôle déterminant dans la recherche des types pétrographiques des houilles. On a vu que la collinite et les micrinites ne sont pas caractéristiques pour différencier les houilles des secteurs d'Est et d'Ouest. Parmi ces macéraux importants, la sporinite et la fusinite, pour le secteur Karadon, peuvent jouer un rôle déterminant. En se basant sur ces macéraux on peut distinguer les houilles des secteurs Karadon, Gelik de celles des secteurs Ihsaniye et Incirharmani.

II-9. Conclusions du premier chapitre

L'analyse macérale des houilles du bassin de Zonguldak nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- 1°) Au sein d'une veine la répartition des groupes de macéraux est relativement homogène du mur au toit,
- 2°) En ce qui concerne les veines Acilik et Sulu, comme toutes les autres veines, qui ont été étudiées sur pratiquement toute la longueur du bassin, on a constaté que les corps figurés sont plus abondants à l'Ouest du bassin.
- 3°) En général, les veines étudiées sont plus riches en vitrinite dans le secteur Karadon que dans les autres secteurs.
- 4°) La quantité de matières minérales diminue de l'Est vers l'Ouest; elle est accompagnée d'une augmentation des corps figurés, plutôt de l'exinite, donc en se déplaçant d'Est vers l'Ouest, on s'éloigne du rivage de la lagune houillère.

De l'étude des compositions macérales de chaque veine, on déduit :

- 1°) D'une manière générale, en chacun des points étudiés, aussi bien dans les veines Acilik et Sulu, que dans les veines réparties sur une verticale ayant recoupé la quasi-totalité du Westphalien A), les compositions macérales moyennes des veines accusent des variations sensibles de l'Est vers l'Ouest. L'examen des rapports entre les principaux macéraux constitutants a permis de définir des aires de sédimentation caractérisées par des relations intermacérales spécifiques. Ainsi j'ai mis en évidence que la nature des accumulations végétales est différente à l'Est et à l'Ouest du bassin.

A l'Est du bassin, les proportions de semifusinite sont supérieures à celles de micrinite massive, elles-mêmes supérieures à celles de sporinite.

$Sf \triangleright Mm \triangleright Sp$

A l'Ouest, deux possibilités se présentent :

- ou bien, la semifusinite est plus abondante que la sporinite, elle-même plus abondante que la micrinite massive. Ceci est le cas le plus fréquent :

$Sf \triangleright Sp \triangleright Mm$

- ou bien, la sporinite est plus abondante que la semifusinite, elle-même plus abondante que la micrinite massive :

$Sp \triangleright Sf \triangleright Mm$

2°) A l'Est du bassin, dans le secteur Karadon, on remarque que la semifusinite est plus abondante que la fusinite. Pour le secteur Gelik, la fusinite est plus abondante que la semifusinite. Les résultats du secteur Gelik sont valables pour les secteurs Ouest du bassin.

3°) L'étude de la fréquence des macéraux prouve que les charbons appartiennent dans chaque secteur à la même catégorie pétrographique.

Des résultats pétrographiques découlent des constatations suivantes :

- La partie Est actuelle à l'époque de la sédimentation se trouvait en bordure du rivage, contrairement à la zone Ouest actuelle qui devait se localiser plus loin du rivage.
- de ce fait, les dépôts fluviatiles furent plus importants à l'Est qu'à l'Ouest du bassin.
- l'épaisseur des veines du bassin s'avère plus grande à l'Est, c'est-à-dire dans les zones les plus proches du bord de la lagune houillère et des aires de développement de la forêt. L'épaisseur des intercalations stériles est plus importante dans les secteurs Karadon et Gelik que dans les secteurs Ihsaniye et Incirharmani, c'est-à-dire à l'Ouest du bassin. Les stériles sont plus épaisses à l'Est du bassin. En outre, dans les secteurs de l'Est du bassin, on note plus de veines et passées que dans les secteurs de l'Ouest.

C H A P I T R E I I



DETERMINATION DU RANG

I - GENERALITES

Le terme rang dans le Lexique International de Pétrographie des Charbons (C.I.P.C., 1963) est défini comme suit : "le rang désigne le stade atteint par le charbon au cours de la houillification". Le rang d'un charbon est comme l'âge mental ou l'âge physiologique de l'homme et ne coïncide pas nécessairement avec l'âge chronologique du charbon.

Pour la détermination du rang et la classification des charbons, on peut utiliser diverses échelles (K. PATTEISKY et M. TEICHMULLER, 1958). La figure 34 montre la classification d'un charbon selon les différentes échelles utilisées.

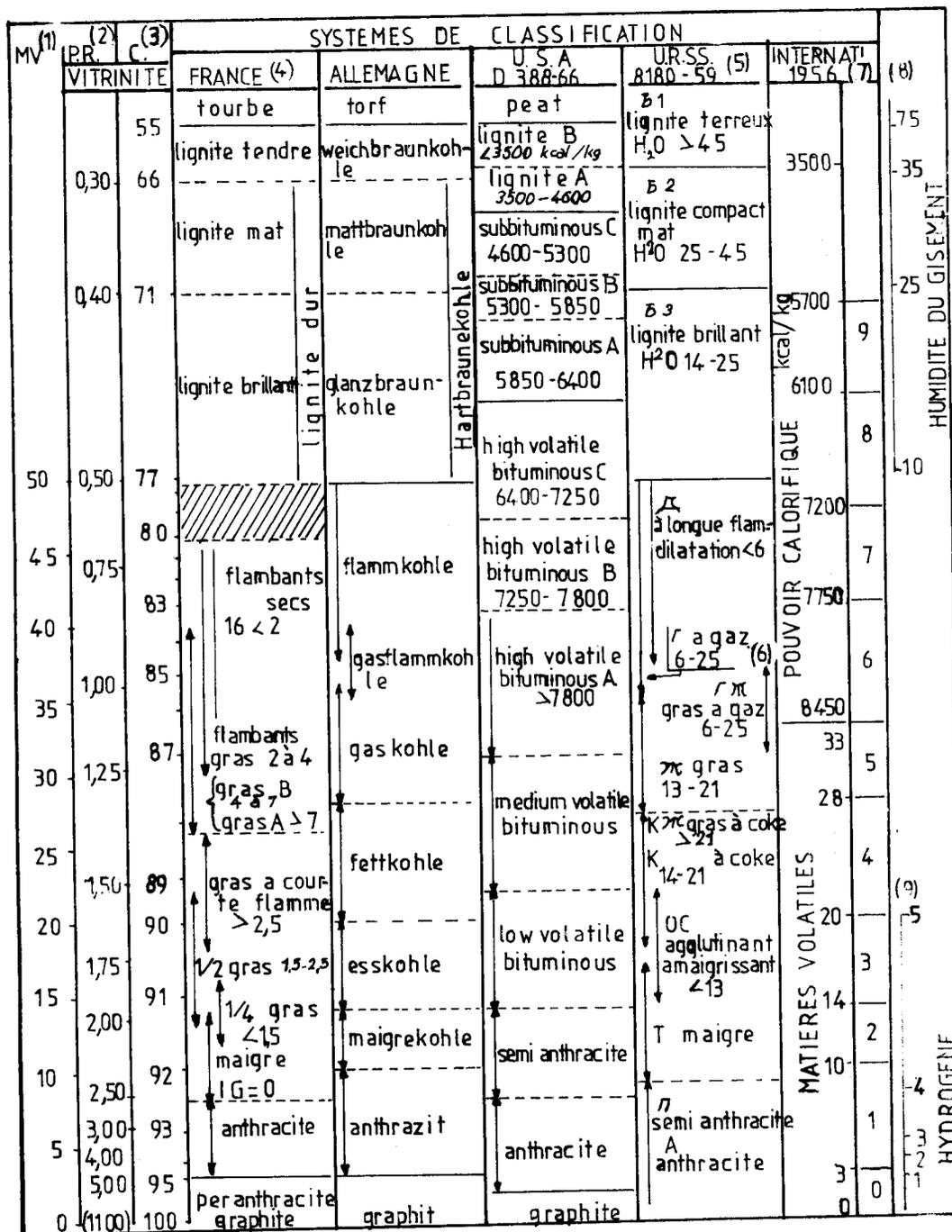
Le rang d'un charbon n'est pas une grandeur directement mesurable. Pour déterminer le rang, il faut se rapporter à une propriété physique ou chimique déterminée qui varie de façon significative au cours de la houillification (C.I.P.C., 1963). Pour déterminer le rang d'une houille, on peut utiliser des méthodes physiques :

- mesure du PR
- densité et microdureté Vickers
- rayons X
- mesure des spectres de fluorescence

et des méthodes chimiques et physico-chimiques :

- indice de matières volatiles
- composition élémentaire de la vitrinite
- teneur en eau et chaleur de combustion de la vitrinite

La détermination du rang, en particulier par la mesure du Pouvoir Réflecteur, n'est significative que si elle est effectuée sur le même macéral. Les charbons altérés, oxydés ne conviennent pas pour la détermination du rang. Dans les stades de tourbe et lignite tendre, l'exinite varie plus fortement que la vitrinite. Dans ces cas, elle peut être choisie de préférence à la vitrinite pour la détermination du rang. Pour les charbons peu évolués, l'utilisation de la microscopie fluorescente donne des résultats plus précis pour la détermination du rang. Dans les stades plus évolués, les lignites brillants, les houilles, anthracites compris, la détermination du rang se fait sur la vitrinite pour les raisons suivantes :



- (1) Matières volatiles (960°) sur charbon pur et sec (7) d'après la classification de Genève
 (2) Pouvoir réflecteur, courbe ALPERN 1969 (8) d'après PATTEISKY et TEICHMÜLLER 1957
 (3) Carbon d'après PATTEISKY et TEICHMÜLLER 1957, KÖTTER 1960 (9) d'après ERGUN et al. 1960, FRANCIS 1961
 (4) Norme NF 10.001, (houilles)
 (5) Norme du Donetz (houilles)
 (6) Norme du Kouznetz (houilles)

Figure 34 : Classification des charbons selon divers indices (extrait de B. ALPERN, 1969)



- la vitrinite est le macéral le plus abondant et par conséquent le plus représentatif.
- ses propriétés varient de manière continue au cours de la houillification.

Dans tous les domaines de l'évolution des charbons, les macéraux du groupe de l'inertinite ont des pouvoirs réflecteurs plus élevés que ceux de la vitrinite et de l'exinite. L'exinite a les pouvoirs réflecteurs les plus faibles et la vitrinite les pouvoirs réflecteurs moyens. Le groupe de l'exinite évolue d'une manière très différente des autres groupes qu'il rejoint vers 1,6 % de PR. Au delà de 1,6 % de PR on ne peut donc plus distinguer l'exinite de la vitrinite (fig. 25).

Pour déterminer le rang des charbons du bassin de Zonguldak, j'ai utilisé particulièrement la méthode de la mesure du pouvoir réflecteur de la vitrinite. En plus, j'ai fait des observations au microscope fluorescent sur les échantillons des secteurs Gelik et Ihsaniye.

II - POUVOIR REFLECTEUR DE LA VITRINITE

II-1. Historique des travaux

Les mesures du pouvoir réflecteur occupent une place importante pour la détermination du rang des charbons. Les travaux ayant pour but la mise au point d'une méthode de mesure du pouvoir réflecteur datent de longtemps.

Il y a plus d'un demi-siècle, J. ORCEL (1927-28 et 1930) utilisait une pile photo-électrique pour étudier le pouvoir réflecteur des minéraux opaques et transparents. Nous lui devons la mise au point de la méthode de mesure du pouvoir réflecteur tout à fait objective.

En 1930 et 1931, M. BEREK a mis au point un microphotomètre destiné à la mesure du pouvoir réflecteur. E. STACH (1949) explique les moyens d'éviter les fautes de réglage pour ce microphotomètre. Plus tard, en utilisant le microphotomètre de Berek, D.G. MURCHISON (1960) réalise des mesures subjectives.

Avec les progrès de la technique, les dispositifs fondamentaux ont été perfectionnés. On a ajouté un appareil photographique sur les microspores utilisés en lumière réfléchie (F.J. HUNTJENS et D.W. VAN KREVELEN, 1954). D'après les données de E. STACH la firme LEITZ a construit un microscope pour réaliser des mesures du pouvoir réflecteur. E. STACH et H.C. MICHELS, en 1955, ont réalisé des mesures du pouvoir réflecteur très précises sur l'exinite.

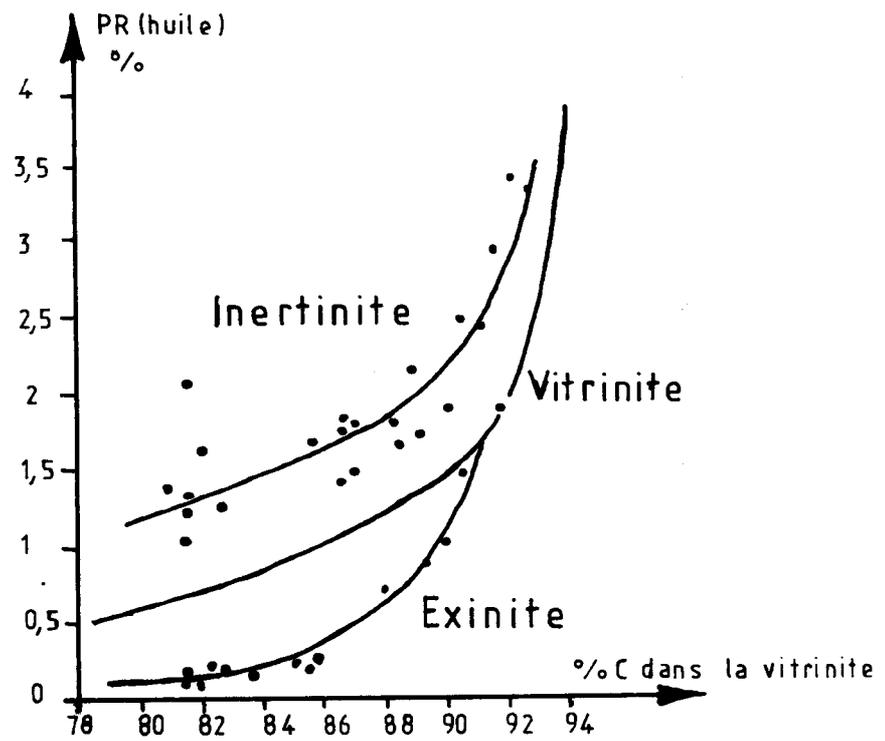


Figure 35 : Pouvoir réflecteur des groupes de macéraux (d'après D.W. VAN KREVELEN et J. SCHUYER 1961)



En 1956, E. STACH a proposé quelques aménagements techniques pour diminuer les difficultés de manipulation. Un an après, il ajoute des bonnets d'immersion (E. STACH, 1957). En 1958, ce même auteur propose encore l'utilisation d'un coin gris permettant d'observer continuellement les valeurs du pouvoir réflecteur des combustibles sans faire de mesures absolues. L'objectivité des mesures relatives du pouvoir réflecteur avec ce procédé était possible grâce à la prise de microphotographies. B. ALPERN et G. NOMARSKI (1954) utilisaient un réflectomètre, à une seule cellule, muni d'un dispositif de papillotement qui simplifient beaucoup la comparaison et l'égalisation des plages lumineuses.

Le montage d'un microscope muni d'un photomultiplicateur et d'un supergalvanomètre a été réalisé par K. KOTTER en 1960. Avec l'automatisme des manipulations et de l'enregistrement, on a fait un grand pas vers la justesse et la rapidité des mesures du pouvoir réflecteur des charbons (K. KOTTER et D.W. JANGNER, 1961; W. PICKHARDT et K. ROBOCK, 1965). Il ne faut pas passer sous silence la construction par J.M. JONES (1962) d'un nouveau microréflectomètre doté d'un polariseur tournant à 3000 t/mn, spécialement pour les intensités lumineuses.

A l'heure actuelle, il est inutile de démontrer l'importance pratique de la mesure systématique du pouvoir réflecteur (G.W. FENTON, I.A. MARSHALL et A. H.V. SMITH, 1958; E. GRAND'RY, 1962; M.Th. MACKOWSKY, 1962; E. STACH, 1968). Depuis longtemps d'innombrables mesures, relatives ou absolues du pouvoir réflecteur ont été réalisées par de nombreux auteurs. Citons parmi eux : C.A. SEYLER (1952), J.T.M. CARTNEY (1955), J.T.M. CARTNEY et L.J.E. HOFER (1955), C.A. SEYLER et D. CHANDRA (1955), D. CHANDRA et R.L. BOND (1956), D.W. VAN KREVELEN et J. SCHUYER (1957), D.G. MURCHISON (1957 et 1958), J.T.M. CARTNEY et S. ERGUN (1958 et 1960), S. ERGUN, J.T.M. CARTNEY et M.MENSTER, (1959), B. ALPERN (1959), L.A. GILBERT (1960), J.M. JONES (1961), B. ALPERN et R.H. BUSSO (1963), B. ALPERN (1964), E. MERIAUX (1964), W. PICKHARDT et K. ROBOCK (1965), D. CHANDRA (1965), R. NOEL (1966), E. SCHNEIDER (1965 et 1968), B. ALPERN (1967), R. NOEL (1967, in P.L. COPPENS, (1967), B. ALPERN (1969), E. MERIAUX (1969), B. ALPERN et M. LEMOS DE SOUSA (1970), E. MERIAUX et P. BLANQUART (1973), Y. SOMMERS, P. LEPLAT et R. NOEL (1973), R. NOEL (1975).

Plus récemment des travaux ont été effectués sur les relations entre le pouvoir réflecteur et la fluorescence des macéraux des houilles. Parmi ces travaux, je citerai : B. ALPERN (1970), P. ROBERT (1971), M. TEICHMULLER (1974), K. OTTENJAN, M. TEICHMULLER, M. WOLF (1974), P. VAN GRIZZEL (1975), F.J. RAYNAUD et P. ROBERT (1975).

II-2. Principes de la méthode

J'ai utilisé pour étudier le pouvoir réflecteur des charbons du bassin houiller de Zonguldak, la méthode préconisée par K. KOTTER en 1960 et perfectionnée ultérieurement par K. KOTTER et W.D. LANGNER (1961) et W. PICKHARDT et K. ROBOCK (1965).

Le pouvoir réflecteur d'un échantillon est égal à la valeur du rapport entre l'intensité de la lumière réfléchie et celle de la lumière incidente. On peut mesurer facilement le pouvoir réflecteur d'un charbon en le comparant avec celui d'un étalon. Le pouvoir réflecteur d'un charbon est calculé par la formule :

$$R_x = \frac{A_x}{A_E} \times R_E$$

R_x = pouvoir réflecteur (réflectance) de la vitrinite

R_E = pouvoir réflecteur de l'étalon

A_x = déviation du galvanomètre ou de l'enregistreur lors de la mesure de la vitrinite

A_E = déviation lors de la mesure de l'étalon

Les mesures du pouvoir réflecteur sont effectuées sur la collinite. En effet, celle-ci est le constituant le plus abondant des houilles. On peut obtenir pour ce macéral des surfaces polies assez grandes et sans structures susceptibles d'influencer les résultats (fissures, rayures de polissage ou inclusions minérales).

Le pouvoir réflecteur de la collinite d'un même échantillon varie plus ou moins suivant les plages mesurées. Pour avoir des résultats homogènes il faut mesurer la réflectance de plusieurs plages de collinite (au moins 100).

A tous les stades de houillification, la vitrinite présente une biréflexance. Mais cette biréflexance est difficile à mesurer dans les bas rangs car elle y est très faible. Pour les charbons de haut rang, on mesure le pouvoir réflecteur maximal et le pouvoir réflecteur minimal. La différence $R_{max} - R_{min}$ est la valeur de l'anisotropie de réflexion. En raison de l'anisotropie des charbons, les mesures du pouvoir réflecteur sont réalisées en lumière polarisée. Pour un même échantillon selon qu'il se présente en grains ou en blocs les valeurs du pouvoir réflecteur maximal (PRM) et du pouvoir réflecteur minimal (PRm) sont différentes. Les mesures du pouvoir réflecteur minimal (PRm) ne peuvent être significatives que sur des coupes orientées, sur des échantillons en bloc car la détermination du pouvoir réflecteur minimal dépend de

la direction de coupe. Dans les échantillons en grains, les grains sont orientés tout à fait au hasard dans la résine d'enrobage.

Les mesures du pouvoir réflecteur maximal demandent plus de temps et il faut opérer en lumière polarisée en tournant la platine du microspore de 360°. Dans les études courantes, on fait souvent des mesures du pouvoir réflecteur moyen (pouvoir réflecteur usuel de R. NOEL, 1967) surtout quand il s'agit d'échantillons en grains. Pour les pouvoirs réflecteurs des charbons turcs j'ai mesuré le pouvoir réflecteur moyen, en lumière normale et sans tourner la platine du microspore. Les mesures du pouvoir réflecteur sont effectuées à l'immersion dans l'huile dont l'indice est très proche de celui du verre de la lentille frontale de l'objectif.

Le pouvoir réflecteur d'un charbon, nous l'avons vu plus haut, est défini facilement en le comparant à celui d'un étalon. Pour cela il faut connaître le zéro du galvanomètre. Pour fixer le zéro du galvanomètre, on place une lame de verre recouverte d'une goutte d'huile à immersion, inclinée à 45° environ, contre l'objectif. Ainsi on peut réussir à dévier tous les rayons incidents et il n'y a aucune réflexion dans l'objectif (fig. 36 A-B). Dans ce cas, on peut repérer le zéro sur le galvanomètre. Après avoir fixé le zéro, on enregistre la valeur du pouvoir réflecteur de l'étalon dont la réflectance est connue.

II-2.1. Appareils utilisés pour les mesures du pouvoir réflecteur

J'ai disposé d'un appareillage identique à celui utilisé par W.PICKHARD et K. ROBOCK (1967). Le même appareillage a servi aux études de E. MERIAUX (1969). Il comprend :

- un microscope Ortholux (POL) de la firme LEITZ, des objectifs x12,5, x25, x60, x80 et x125 à immersion dans l'huile. J'ai utilisé pour les mesures l'objectif x25.
- oculaires x10
- huile LEITZ d'indice $n_D^{25c} = 1.5150$
- étalon : eucosaphir synthétique de pouvoir réflecteur 0.595 % fabriqué par la firme WEINZ
- un photomultiplicateur KNOTT-ELEKTRONIK, équipé d'un tube photomultiplicateur E.M.I. et d'un système LEITZ grossissant permettant d'observer une plage d'un diamètre de 5 microns
- un système d'appareils stabilisateurs du courant alimentant la lampe d'éclairage du microscope et de la tension d'alimentation du photomultiplicateur.

La stabilisation du courant alimentant la lampe d'éclairage du microscope est réalisée par un appareil KNOTT-ELEKTRONIK, type NSLI BN 680 SN 201 dont la stabilité est meilleure que 10^{-4} pour plus ou moins 15% de variation de la tension

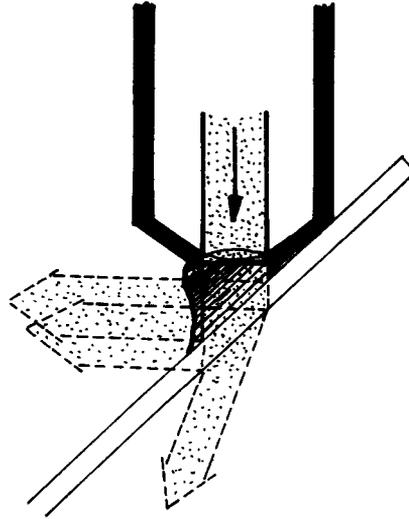


Figure 36 A: Trajet du faisceau lumineux lors de la détermination des lumières parasites de l'objectif à immersion d'huile [extrait du C. I. P. C.]

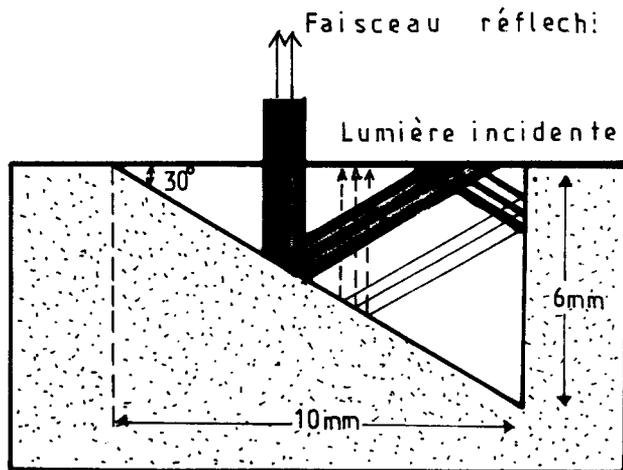


Figure 36 B: Trajet des rayons lumineux dans l'étalon [extrait du C. I. P. C.]



du secteur. Cette alimentation peut fournir 10 ampères sous 13 volts; la précision du réglage en courant est 10 mA; la résistance interne est supérieure ou égale à 10 K ohm.

La stabilisation de la tension d'alimentation du photomultiplicateur est réalisée par un appareil KNOTT-ELEKTRONIK, type NSHM BN 600 FNr172. Cette alimentation peut fournir 5 mA entre 200 et 250 volts, tension réglable à 0,1 volt près; la variation de la tension est inférieure à plus ou moins 50 mV pour environ 10 % de variation de la tension du secteur, résistance interne inférieure ou égale à 2 ohms.

- un enregistreur potentiométrique SERVOGOR. Ses caractères essentiels sont :
 - . largeur utile : 20 cm
 - . 10 calibres de 2 mV à 20 V pleine déviation
 - . précision plus ou moins 0,5 % de la valeur en fin d'échelle ou plus ou moins 20 V
 - . temps d'élongation 1 seconde maximum pour 2/3 de la largeur utile

II-2.2. Calcul de la moyenne du pouvoir réflecteur

Le pouvoir réflecteur s'exprime en pourcentage. A partir des mesures du pouvoir réflecteur, on peut tracer les réflectogrammes. Ces derniers représentent le nombre de points enregistrés par demi classe de pouvoir réflecteur. Les mesures enregistrées du pouvoir réflecteur sont groupées par demi-classes égales de 0,05 % de pouvoir réflecteur, c'est-à-dire toutes les valeurs comprises, par exemple entre 1,10 et 1,14 % ou entre 1,15 et 1,19 %, etc...

La valeur moyenne du pouvoir réflecteur d'un échantillon est calculée selon la formule :

$$PR = \frac{\sum n_i \times X_i}{N}$$

PR = pouvoir réflecteur

X_i = la valeur moyenne de demi-classe i

N_i = le nombre de mesures de demi-classe i

N = le nombre total de mesures

Il est nécessaire de connaître la dispersion des valeurs du pouvoir réflecteur d'un échantillon autour de la valeur moyenne. La dispersion des valeurs est précisée par le calcul de l'écart-type et du coefficient de variation.

L'écart type (σ) est calculé par la formule

$$= \sqrt{\frac{N_1 (M - X_1)^2 + N_2 (M - X_2)^2 + \dots}{N}}$$

σ = écart type

M = la moyenne du PR

N_i = le nombre de points comptés dans la demi-classe i

X_i = la valeur du milieu de la demi-classe i

Le coefficient de variation (V) est calculé par la formule :

$$V = \frac{\sigma}{M}$$

V = coefficient de variation

= écart type

N = le nombre total de mesures

M = valeur moyenne du PR de l'échantillon

Les valeurs de l'écart type et le coefficient de variation expriment l'homogénéité des plages de collinite dans un échantillon.

II-3. Résultats des mesures du pouvoir réflecteur

J'ai effectué des mesures du pouvoir réflecteur sur des sections en grains. On a mesuré le pouvoir réflecteur usuel sur chaque échantillon sans tourner la platine du microscope. Ce pouvoir réflecteur usuel mesuré correspond en général, au pouvoir réflecteur moyen. J'ai mesuré le pouvoir réflecteur de 100 plages de collinite. Les plages de collinite ont été choisies au hasard par un balayage systématique des sections de grains uniformément répartis sur la surface polie. Après chaque série de 25 mesures, on contrôle le zéro du galvanomètre ainsi que la mesure de l'étalon. Si des variations apparaissent pendant cette opération, il faut effectuer les corrections nécessaires et éventuellement recommencer la dernière série de 25 mesures.

Les mesures du pouvoir réflecteur ont pour but de décélérer les causes du processus de houillification. J'ai effectué des réflectogrammes pour chaque veine étudiée. Les graphiques sont établis avec un intervalle de réflexion égal à 0,05 %; ils montrent généralement quatre piliers répartis selon une courbe de Gauss unimodale.

II-3.1. Dispersion des résultats

Les mesures du PR (pouvoir réflecteur) d'un échantillon montrent toujours une certaine dispersion des résultats. Les mesures sont matérialisées par un réflectogramme. Pour avoir une idée de la dispersion des résultats, on calcule, pour chaque série de mesures, l'écart type (σ) et le coefficient

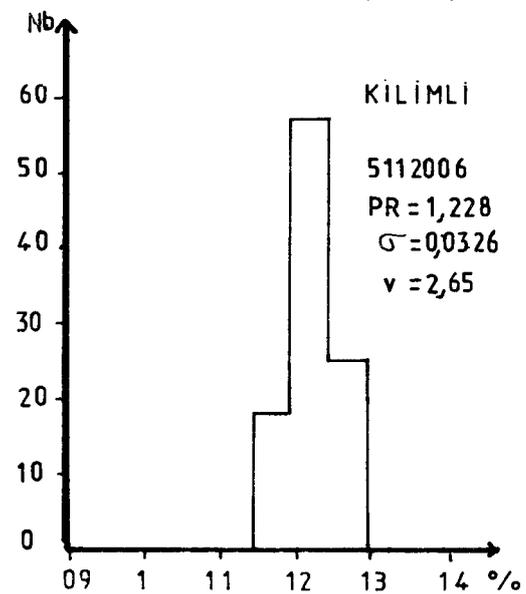
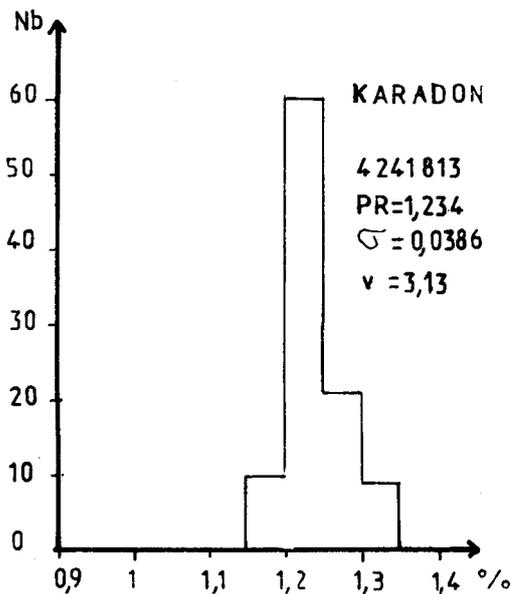
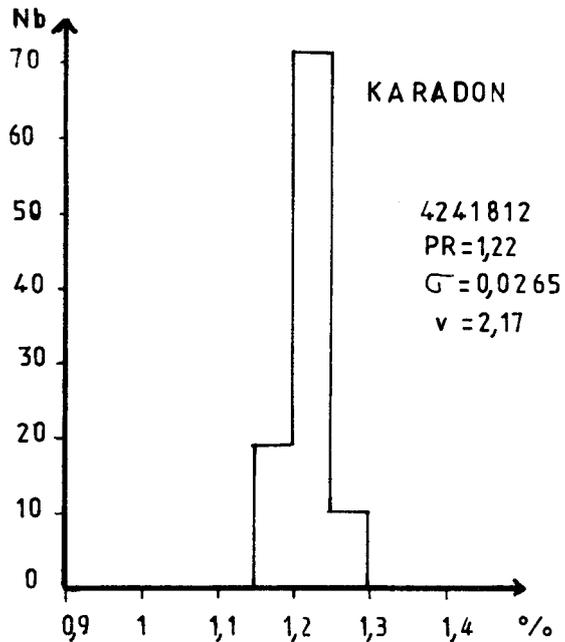
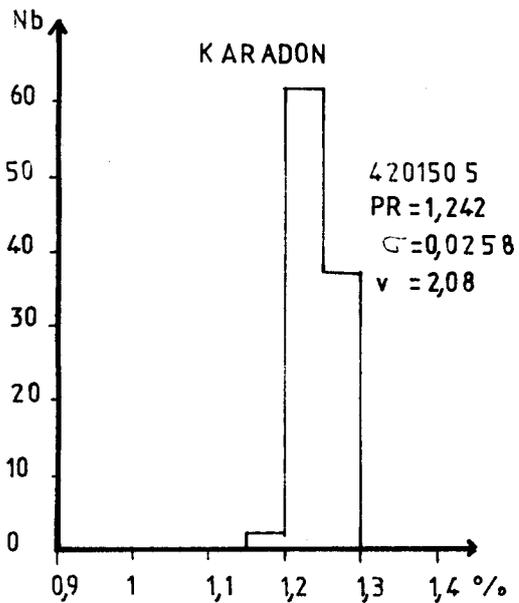
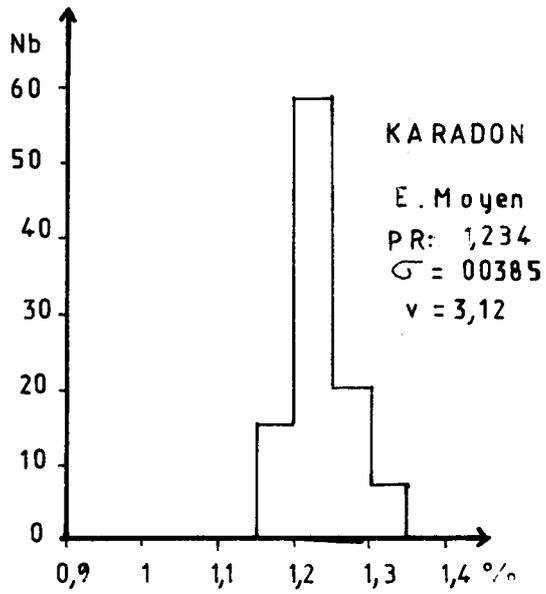
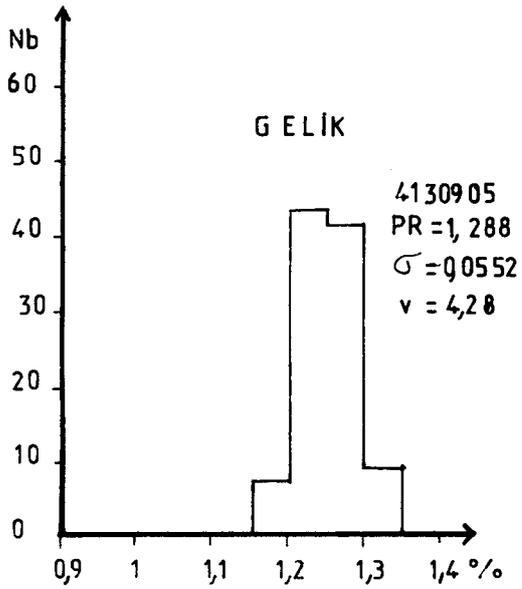


Figure 37 : Réflectogrammes de la veine Acılık dans les secteur Gelik, Karadon et Kilimli.



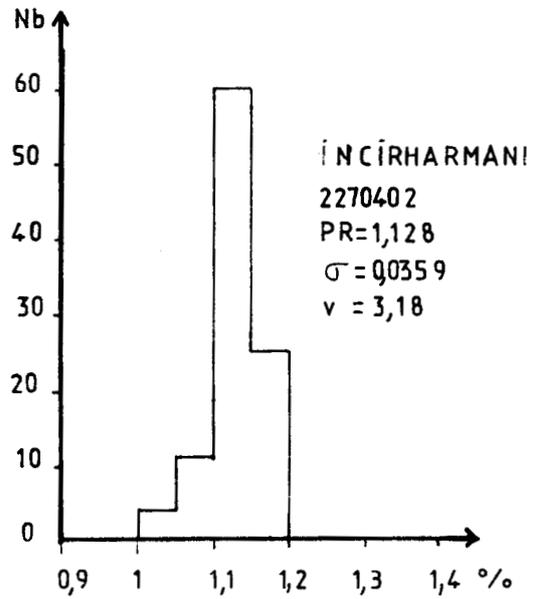
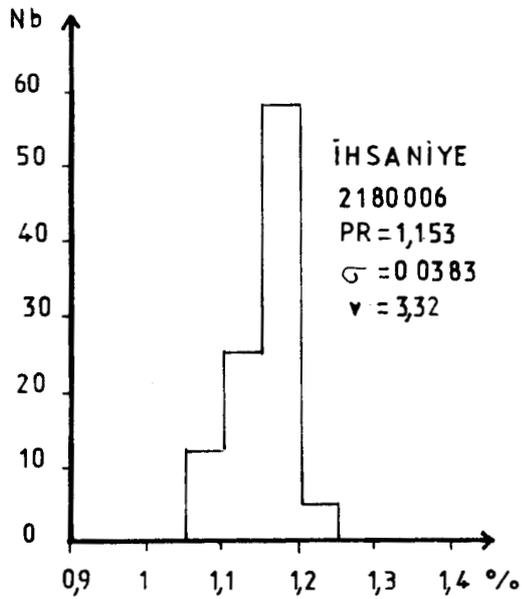
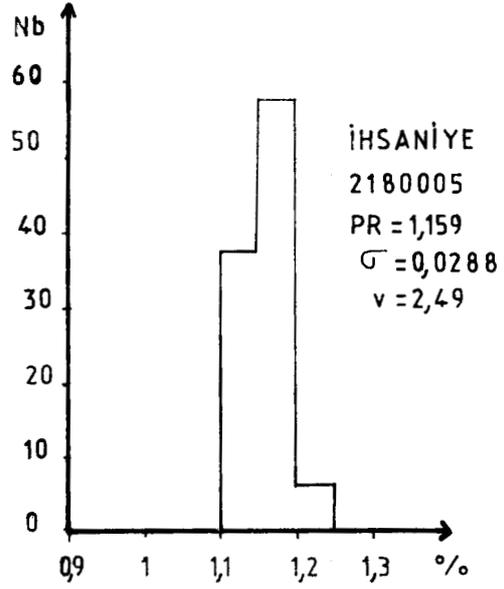
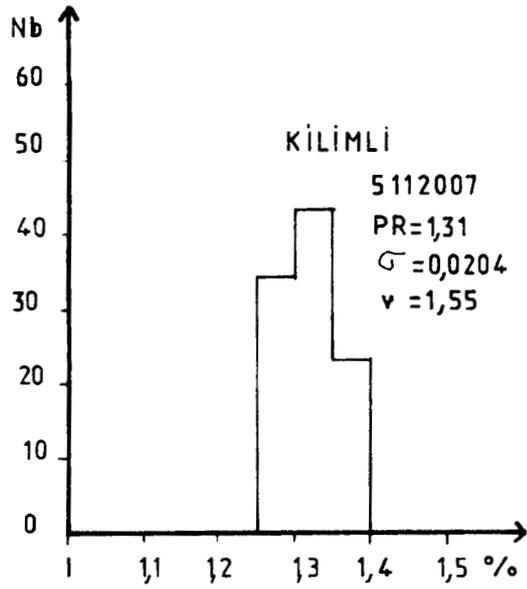


Figure 38 : Réflectogrammes de la veine Acılık dans les secteurs Kili-
imli, İhsaniye et İncirharmanı.



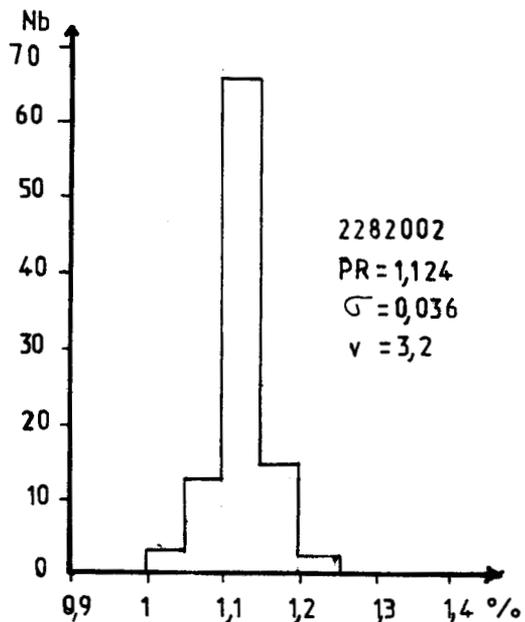
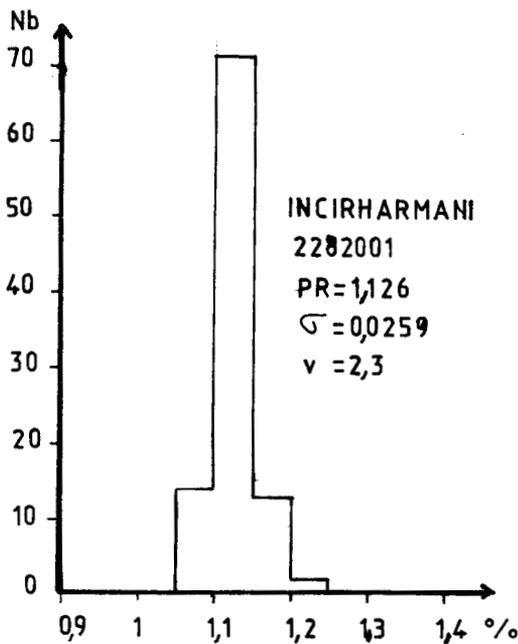
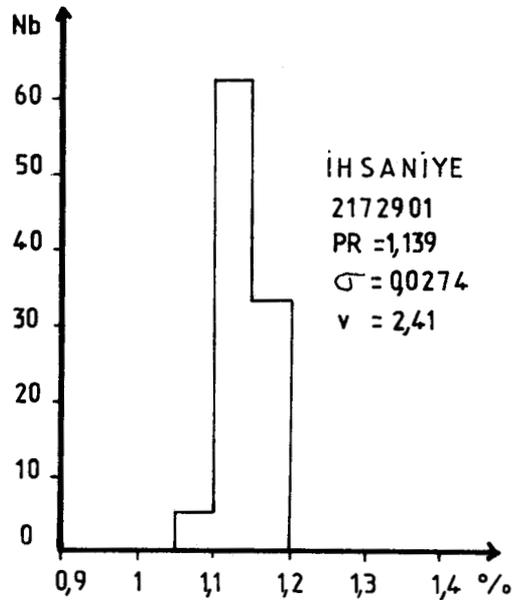
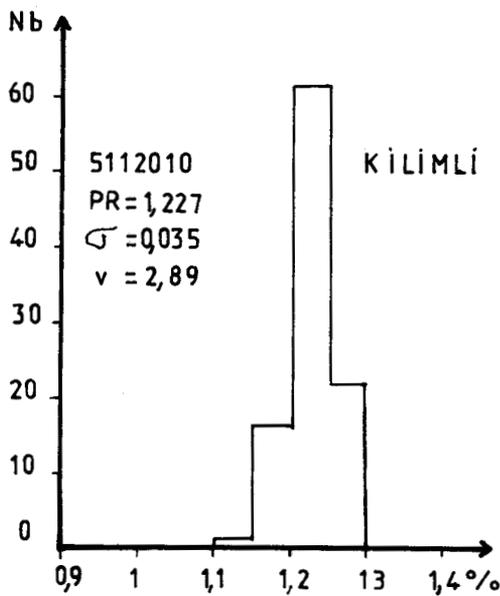
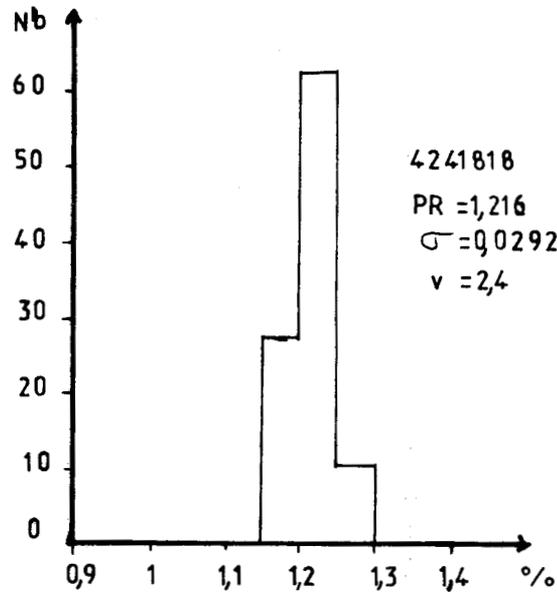
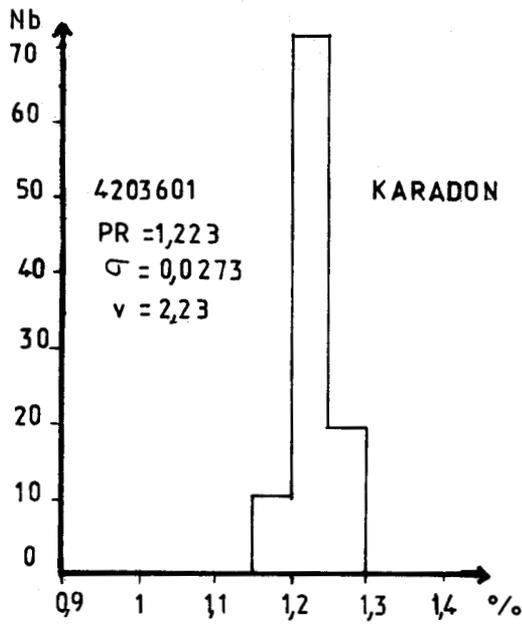


Figure 39 : Réflectogrammes de la veine Sulu

de variation (V).

En ce qui concerne la veine Acilik (réflectogrammes des figures 37 et 38), les valeurs du pouvoir réflecteur varient de 1,12 % (secteur İncirharmani, échantillon 2270402) à 1,31 % (secteur Kilimli, échantillon 5112007). Les valeurs de l'écart type varient de 0,0204 à 0,0552 et celles du coefficient de variation oscillent entre 1,55 et 4,28 %.

Pour les échantillons de la veine Sulu (réflectogrammes de la figure 39), les valeurs du pouvoir réflecteur varient de 1,124 (secteur Incirharmani, échantillon 2282002) à 1,227 (secteur Kilimli, échantillon 5112010). Les valeurs de l'écart type varient de 0,0259 (secteur İncirharmani, échantillon 2282001) à 0,0360 (secteur İncirharmani, échantillon 2282002) et les valeurs du coefficient de variation oscillent entre 2,232 (secteur Karadon, échantillon 420360I) et 3,2 (secteur Incirharmani, échantillon 2282002).

Dans le secteur Gelik (réflectogramme de la figure 40), les veines étudiées ont des valeurs du pouvoir réflecteur comprises entre 1,24 % (veine Hacipetro, échantillon 4130301) et 1,304 % (4ème veine, échantillon 4130904). Dans ce secteur l'écart-type varie de 0,0391 (2ème veine, échantillon 4130902) à 0,049 (4ème veine, échantillon 4130904); le coefficient de variation de 2,6 (1ère veine, échantillon 4130901) à 3,78 (4ème veine, échantillon 4130904).

Dans le secteur Karadon (réflectogrammes des figures 41, 42, 43, 44 et 45), les veines étudiées, sauf les vaines Acilik et Sulu, ont des valeurs du pouvoir réflecteur comprises entre 1,098 (veine Büyük, échantillon 4231417) et 1,275 (veine Lucika, échantillon 4231403). Quant à l'écart-type, il varie de 0,0224 (veine Messoglu, échantillon 4203401) à 0,0476 (veine Büyük, échantillon 4241706), tandis que la valeur du coefficient de variation oscille entre 1,83 (veine Hacipetro, échantillon 4241803) et 4,18 (veine Büyük, échantillon 4231415).

Pour ce qui est des veines prélevées dans le secteur Kilimli (réflectogrammes des figures 46 et 47), les valeurs du pouvoir réflecteur de la collinite sont comprises entre 1,17 (veine Neomi, échantillon 5112012) et 1,36 (veine Hacipetro, échantillon 5112001). Dans ce secteur la valeur de l'écart-type oscille entre 0,0313 (veine Alin, échantillon 5112013) et 0,047 (veine Çay, échantillon 5112002) et celle du coefficient de variation oscille entre 2,61 (veine Alin, échantillon 5112013) et 3,6 (veine Çay, échantillon 5112002).

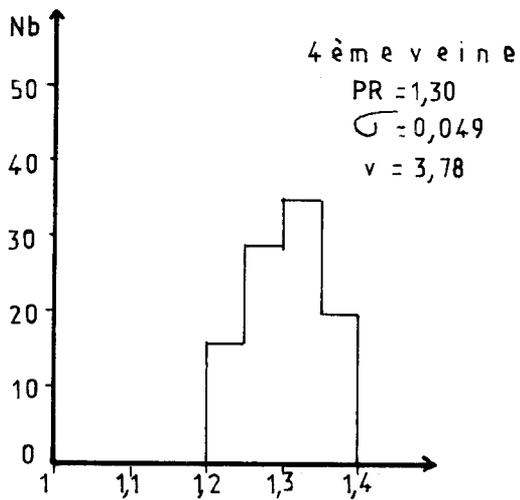
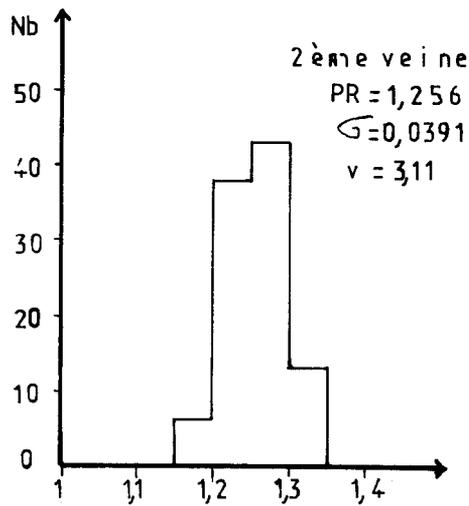
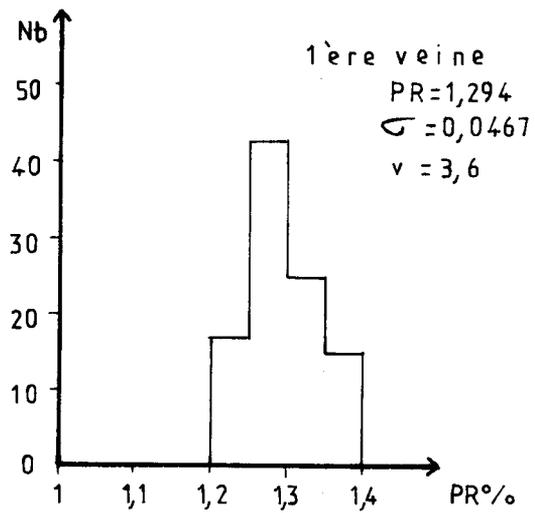
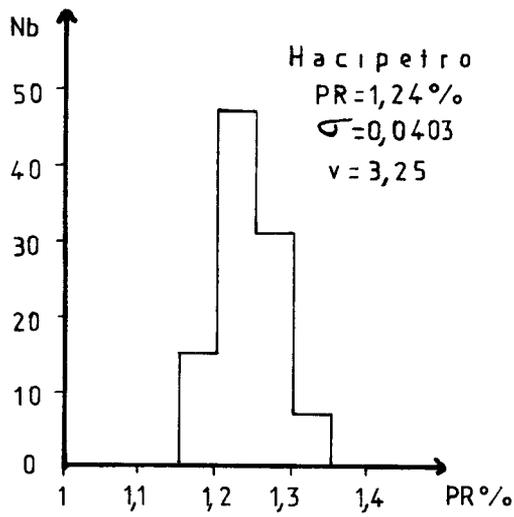


Figure 40 : Réflectogrammes des veines du secteur Gelik.



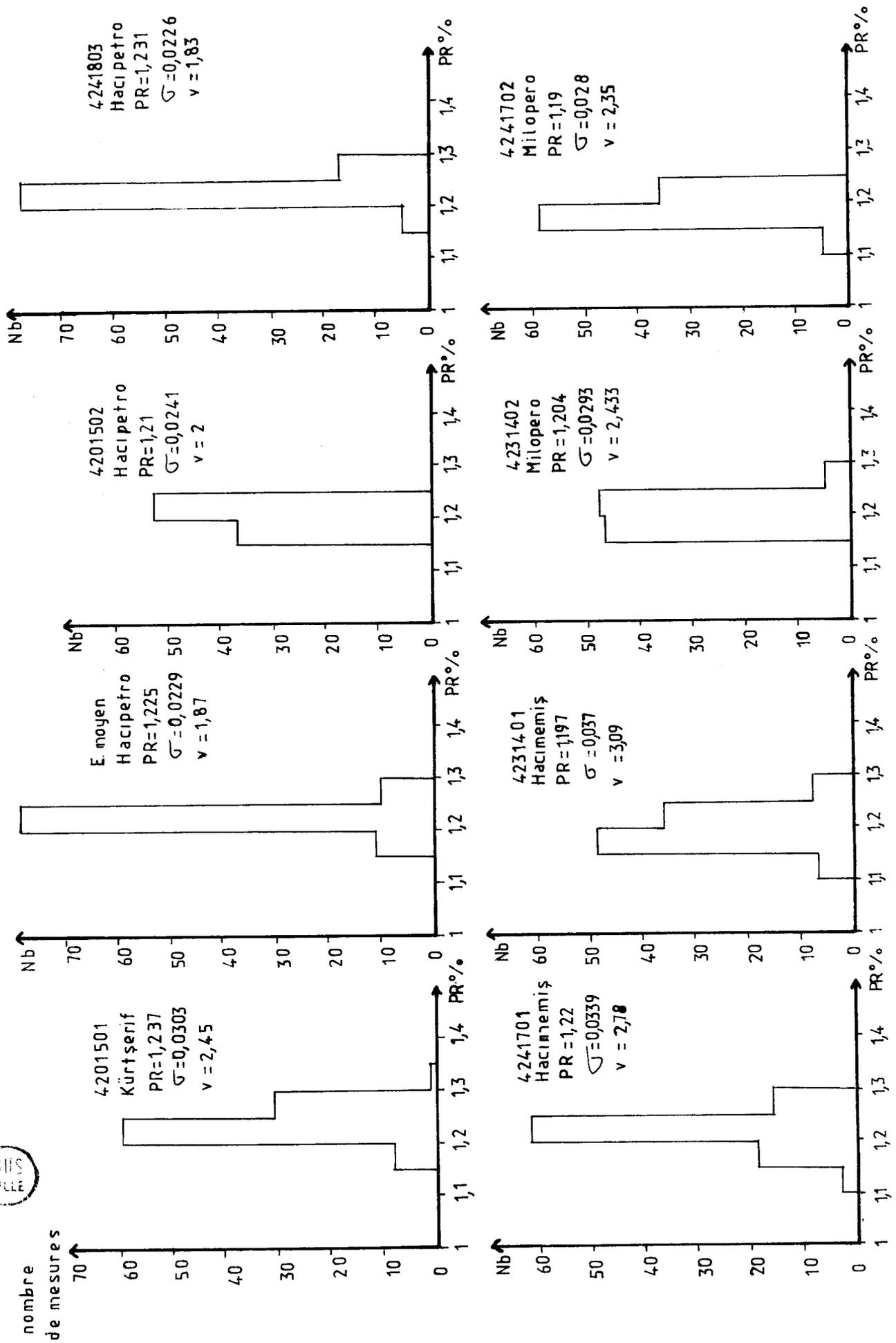


Figure 41 : Réflectogrammes des veines Kürtşerif, Hacipetro, Hacimemiş et Milopero du secteur Karadon.

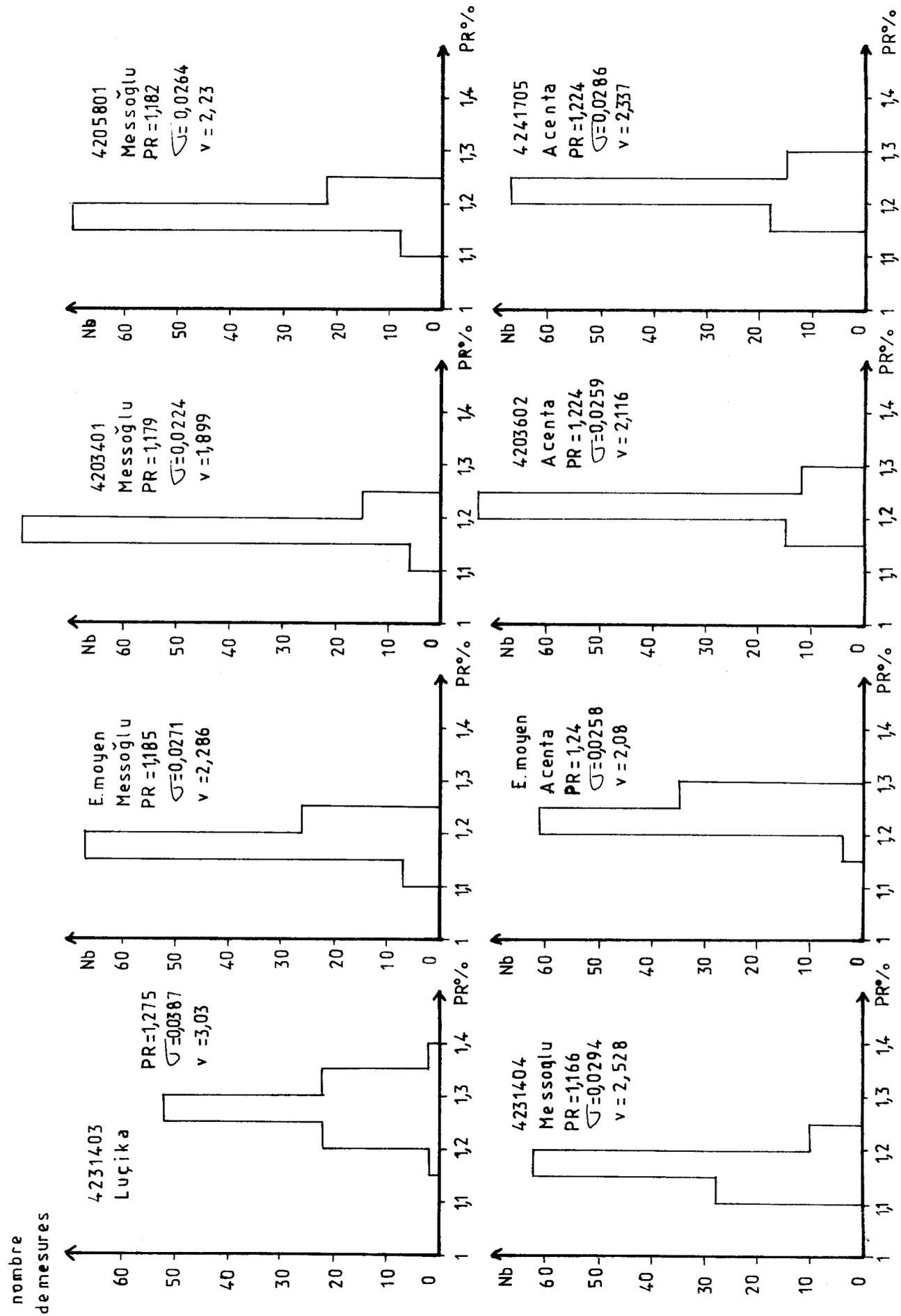


Figure 42 : Réflectogrammes des veines Luçika, Messoğlu et Acenta du secteur Karadon.



nombre
de mesures

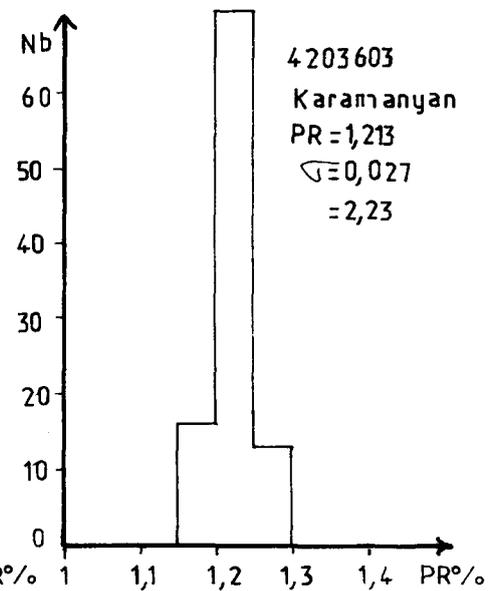
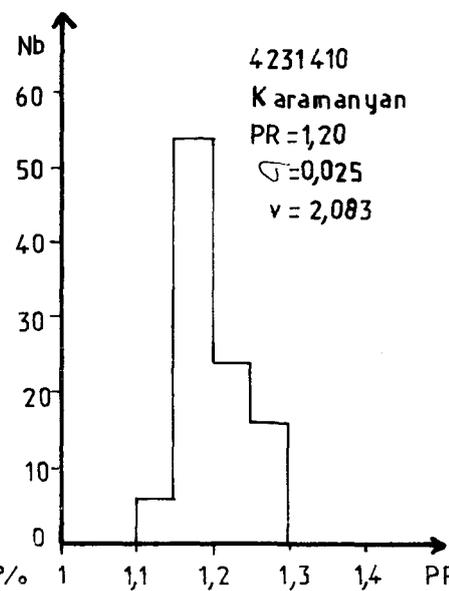
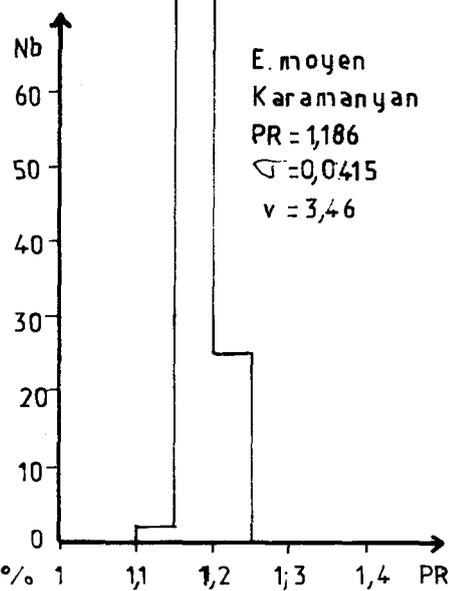
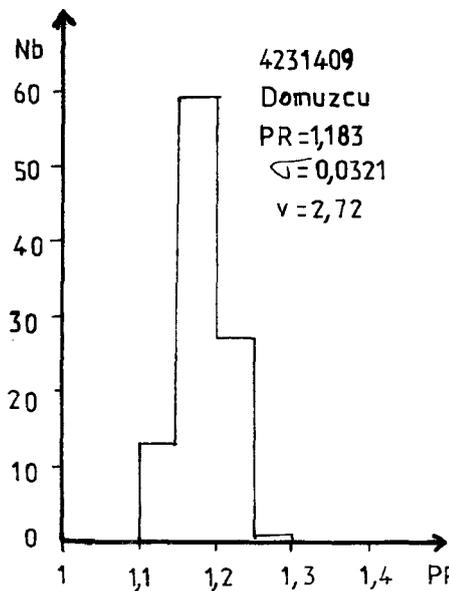
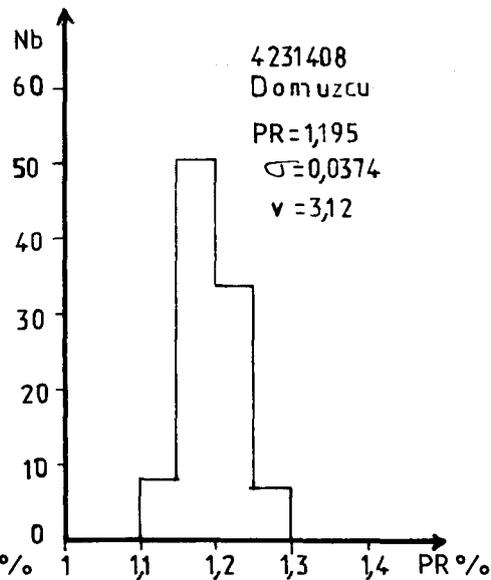
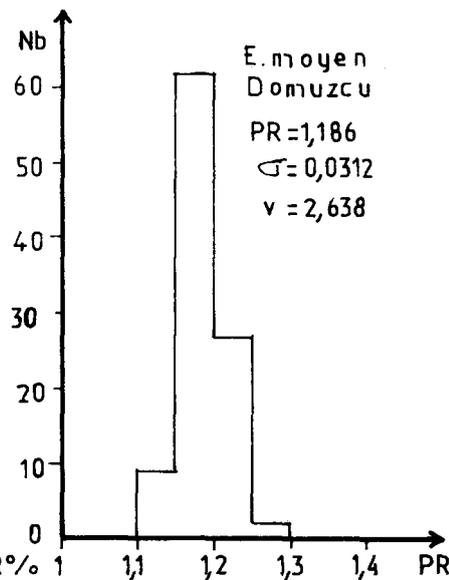
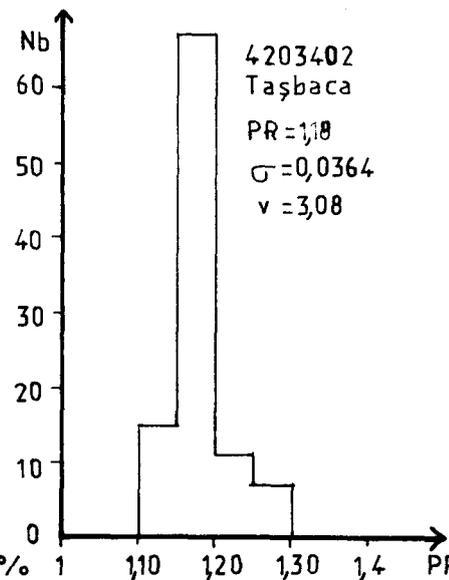
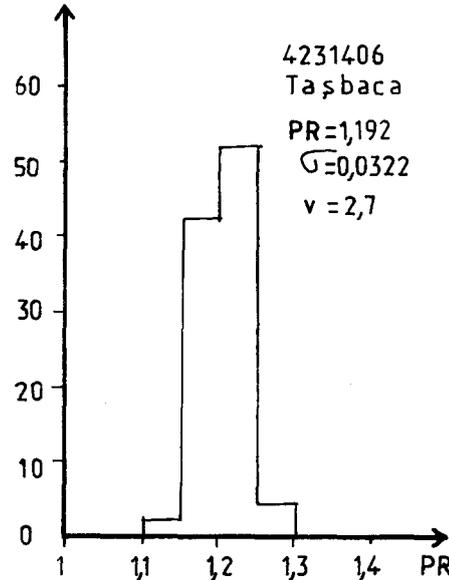


Figure 43 : Réflectogrammes des veines Taşbaca, Domuzcu et Karamanyan du secteur Karadon.

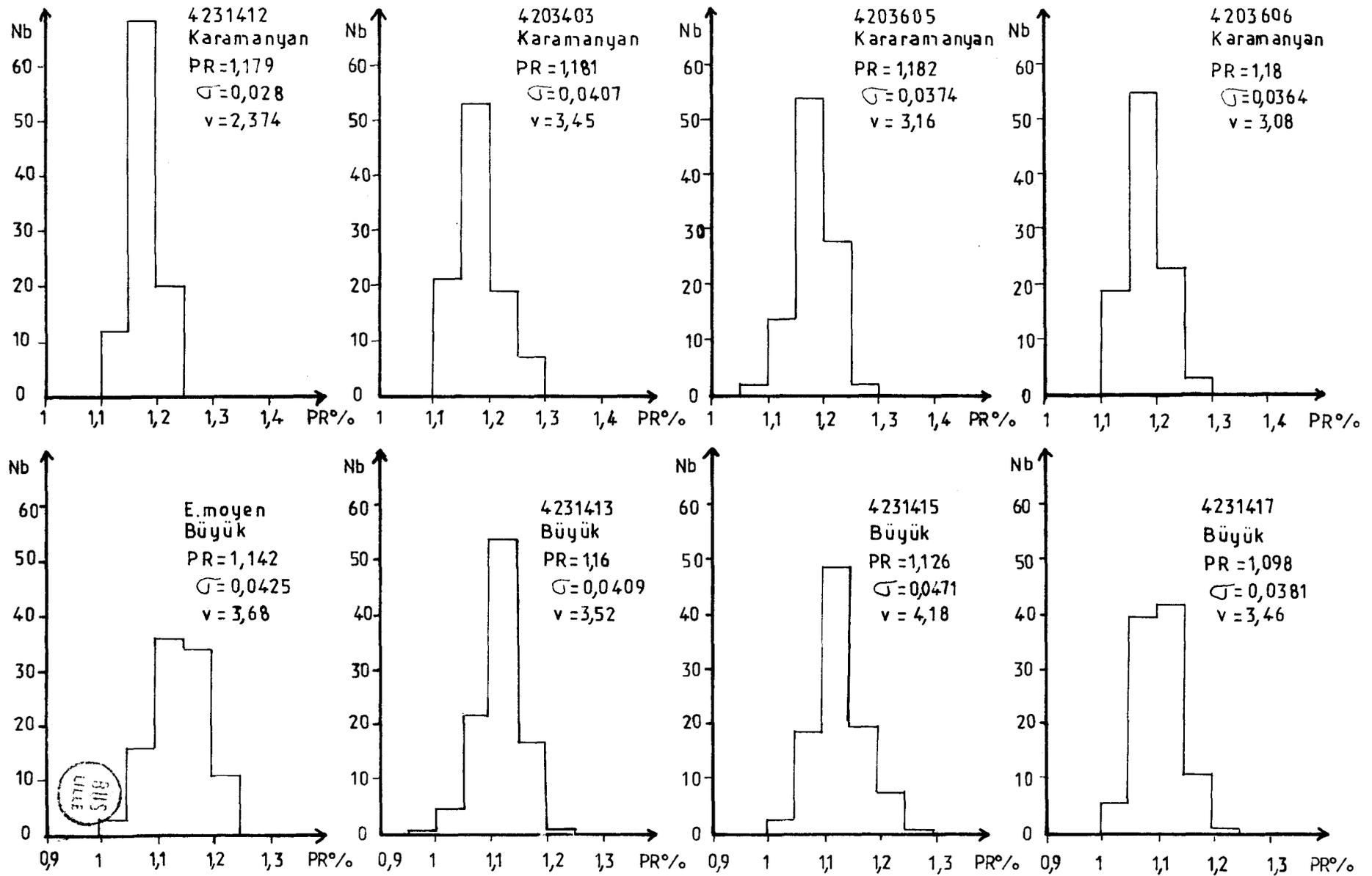


Figure 44 : Réflectogrammes des veines Karamanyan et Büyük du secteur Karadon .

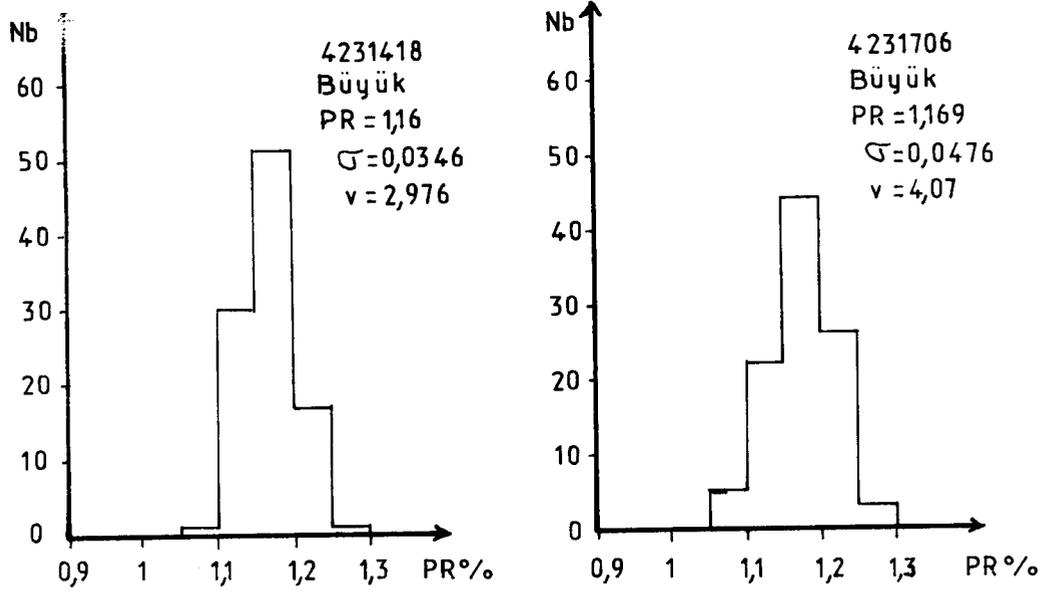


Figure 45 : Réfectogrammes de la veine Büyük du secteur Karadon .



Les veines étudiées du secteur Ihsaniye ont des valeurs du pouvoir réflecteur comprises (réflectogrammes de la figure 48) entre 1,148 % (veine Büyük, échantillon 2172911) et 1,165 % (passée Rabut, échantillon 2172905) et veine Milopero (échantillon 2171903). La valeur de l'écart-type varie de 0,0341 (veine Rabut, échantillon 2171904) à 0,044 (passée Rabut, échantillon 2172905) et celle du coefficient de variation oscille entre 2,96 et 3,83 pour les valeurs extrêmes de l'écart-type.

Les échantillons du secteur Incirharmani apparaissent moins évolués que ceux des autres secteurs (réflectogrammes des figures 49, 50 et 51). Les valeurs du pouvoir réflecteur montrent une répartition allant de 0,992% (veine Büyük, échantillon 228220) et 1,166 % (veine Neomie, échantillon 2281010). L'écart-type oscille entre 0,0268 (veine Milopero, échantillon 2282013) et 0,0445 (veine Milopero, échantillon 2282012), les valeurs du coefficient de variation varient entre 2,42 % (veine Piriç, échantillon 2282601) et 4,27 (veine Rabut, échantillon 2282014).

Les veines du faisceau de Kiliclar sont des veines assez riches en MV, de 31 à 38 %. Les valeurs du pouvoir réflecteur y sont moins élevées que dans les veines du Westphalien A, bien qu'elles soient plus âgées que ces dernières (réflectogrammes des figures 52-53). Les valeurs du pouvoir réflecteur oscillent entre 1,015 % (passée Ömeraga, échantillon 2171012) et 1,129 % (veine Alimolla, échantillon 2171003). L'écart type montre une dispersion étendue de 0,0278 (veine Büyükkilic, échantillon 2171902) et à 0,0604 (passée Ömeraga, échantillon 2171012). La valeur du coefficient de variation est comprise entre 2,71 et 5,95.

La dispersion des résultats, en d'autres termes, l'écart type (σ) et le coefficient de variation accusent, en général, une tendance à l'augmentation vers les pouvoirs réflecteurs moins élevés, excepté les veines du secteur Gelik où la veine Hacipetro (1,24 % PR) présente des valeurs d'écart type et de coefficient de variation moins élevés ($\sigma = 0,0403$ et $V = 3,25$) que la 4ème veine (1,304 % PR). Pour cette dernière les valeurs de l'écart type et du coefficient de variation étant $\sigma = 0,049$ et $V = 3,78$ %.

Pour les autres secteurs et les veines du faisceau de Kiliclar les écarts-types et les coefficients de variation sont plus élevés pour les pouvoirs réflecteurs moins élevés.

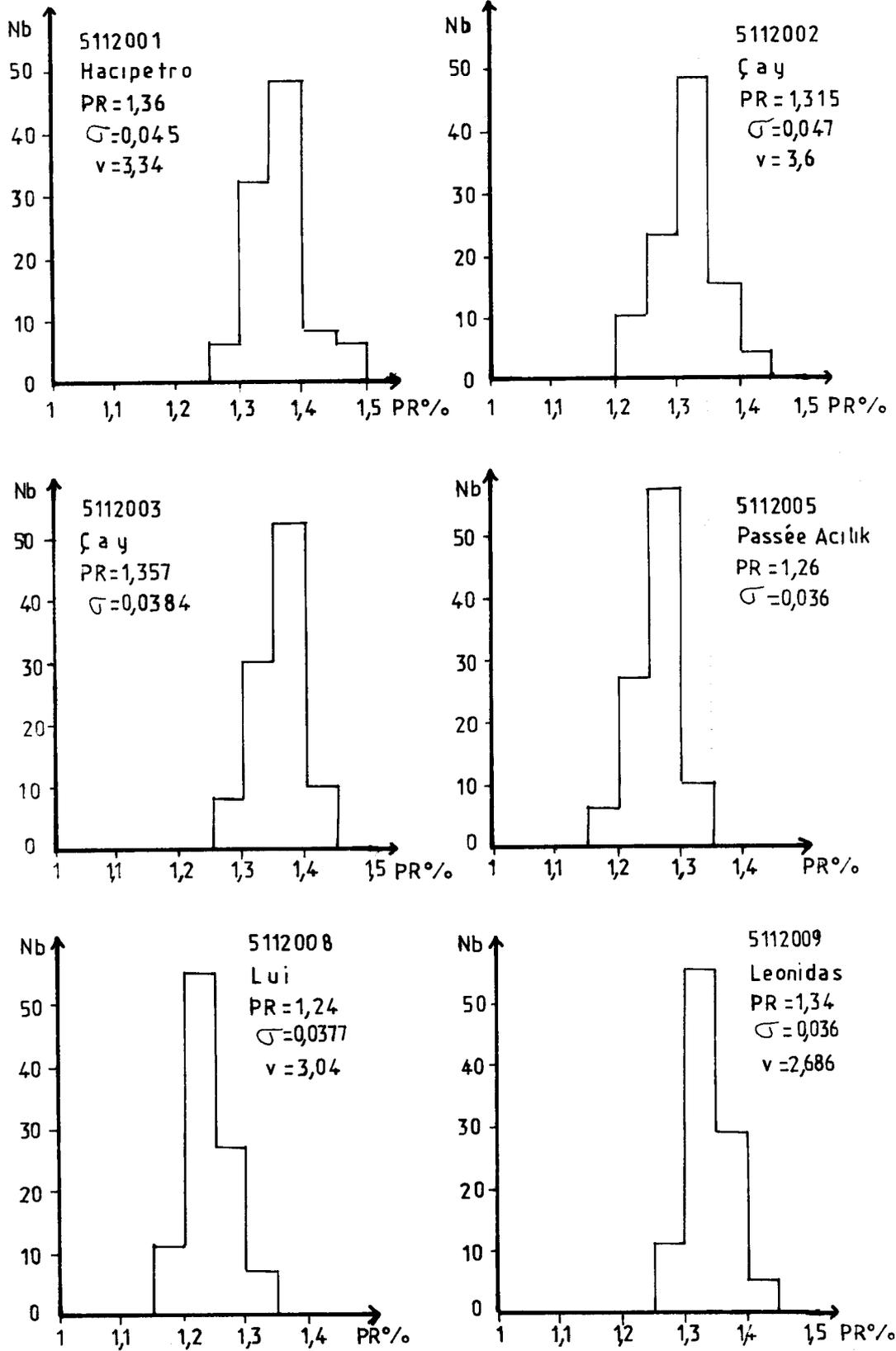


Figure46 : Réflectogrammes des veines Hacipetro, Çay, Passée Acılık Lui et Leonidas du secteur Kilimli.



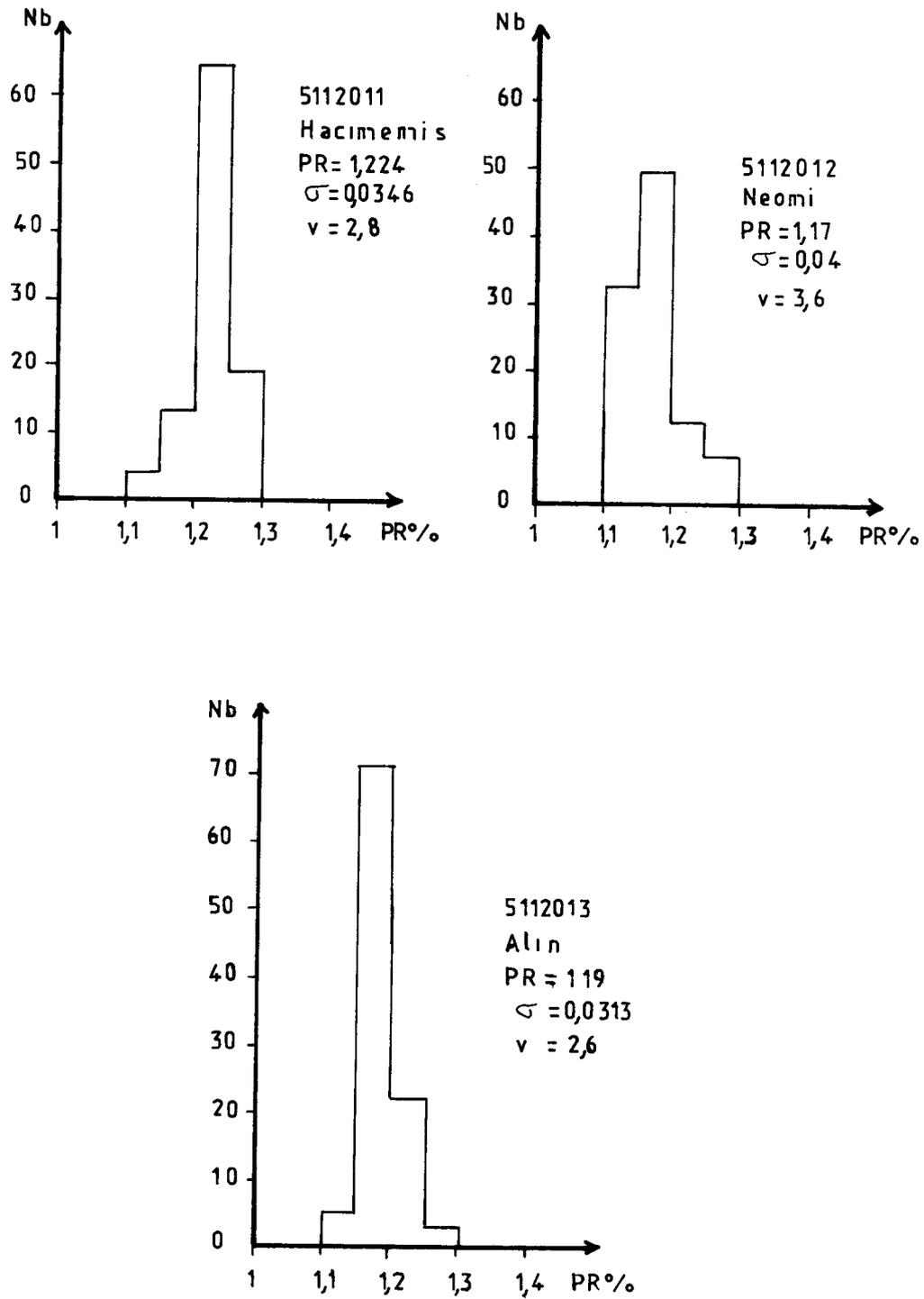


Figure 47 : Réflectogrammes des veines Hacimemiş, Neomi et Alin du secteur Kilimli



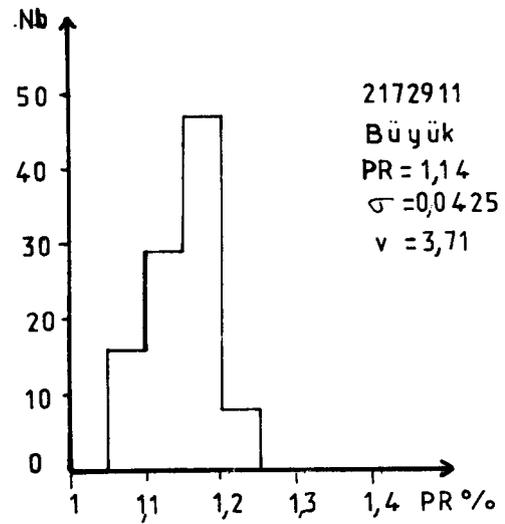
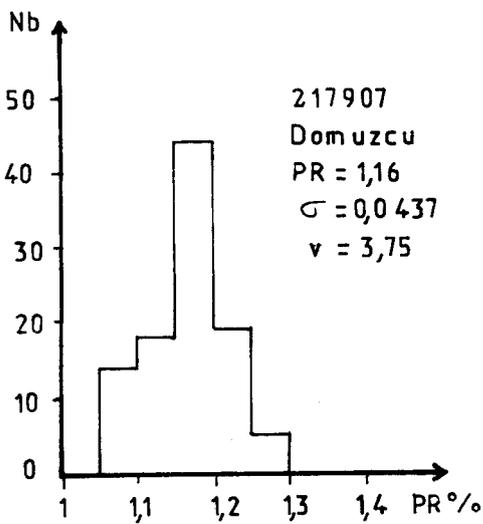
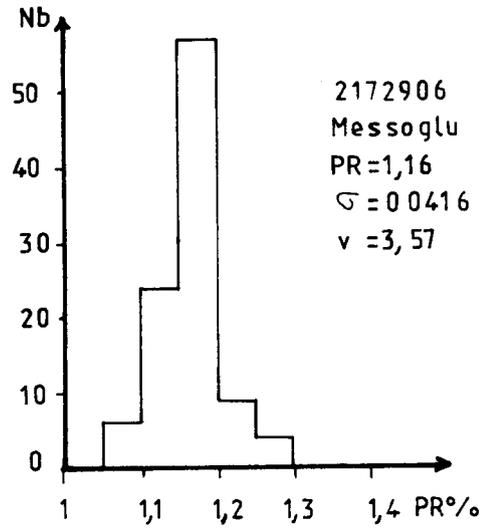
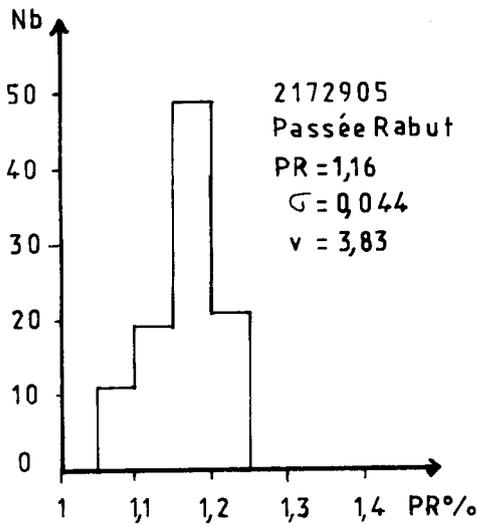
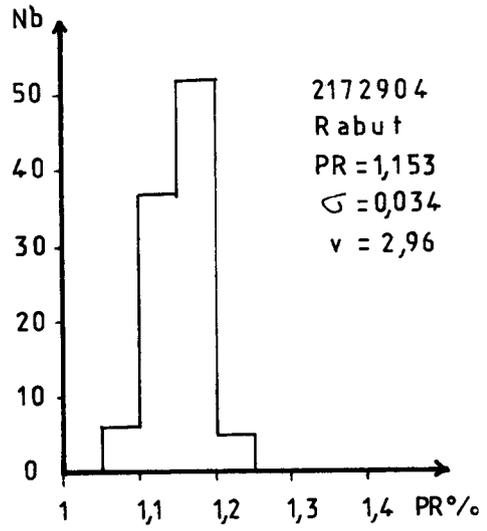
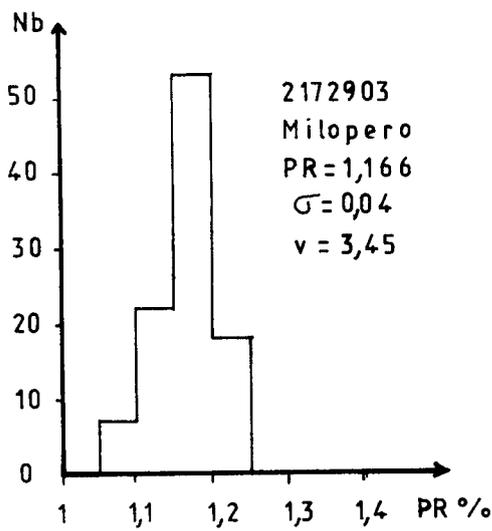


Figure:48 : Réflectogrammes des veines du secteur Ihsaniye

<u>Secteur</u>	<u>veine</u>		<u>PR</u>	<u>σ</u>	<u>V</u>
Karadon	Lucika	(4231403)	1.275	0.0387	3.03
Karadon	Büyük	(4231417)	1.0985	0.0381	3.468
Kilimli	Hacipetro	(5112001)	1.36	0.045	3.34
Kilimli	Neomi	(5112012)	1.17	0.042	3.6
İhsaniye	Milopero	(2172903)	1.165	0.0402	3.45
İhsaniye	Büyük	(2172911)	1.148	0.0425	3.71
İncirharmani	Neomi	(2282010)	1.166	0.0383	3.28
İncirharmani	Büyük	(2282010)	0.992	0.0284	2.86
Faisceau Kiliçlar	Alimolla	(2171001)	1.113	0.0423	3.8
Faisceau Kiliçlar	Passée Ömeraga	(2171012)	1.015	0.0604	5.95

II-3.2. Relations entre pouvoir réflecteur et composition macérale

On a démontré (R. NOEL, 1966; E. MERIAUX, 1969) qu'entre le pouvoir réflecteur, les teneurs en macéraux et les groupes de macéraux, il y a des relations réelles. Au sein d'un échantillon, les différentes plages de collinite possèdent des pouvoirs réflecteurs différents. L'hétérocollinite, ciment des microlithotypes mixtes, a un pouvoir réflecteur moins élevé que celui de l'homocollinite, correspondant à la vitrite en lits épais (B. ALPERN, 1967).

En général, un fort pourcentage en exinite dans un échantillon lui confère un pouvoir réflecteur peu élevé. Par exemple, la veine Büyük contient 9% d'exinite dans le secteur İhsaniye et a un pouvoir réflecteur de 1,148 %. Dans le secteur İncirharmani, la même veine renferme 10 % d'exinite et possède un pouvoir réflecteur de 0,992 %. Dans le secteur Karadon, cette veine a un pouvoir réflecteur de 1,169 pour 1,5 % d'exinite.

Les échantillons qui renferment une quantité élevée d'inertinite possèdent un pouvoir réflecteur plus élevé que leurs homologues. C'est le cas de la veine Acilik dans les secteurs Karadon et Kilimli. Dans le secteur Karadon, dans trois prélèvements différents, elle contient 20,7%, 17 et 14,6 % d'inertinite, et les pouvoirs réflecteurs sont respectivement de 1,242 %, 1,234 % et 1,22 %. Dans le secteur Kilimli, elle possède un pouvoir réflecteur de 1,228 % pour 20 % d'inertinite et 1,31 % pour 27 % d'inertinite. Ceci est vrai pour les veines Hacipetro, Sulu, Hacimemis, Milopero, Büyük du secteur Karadon.

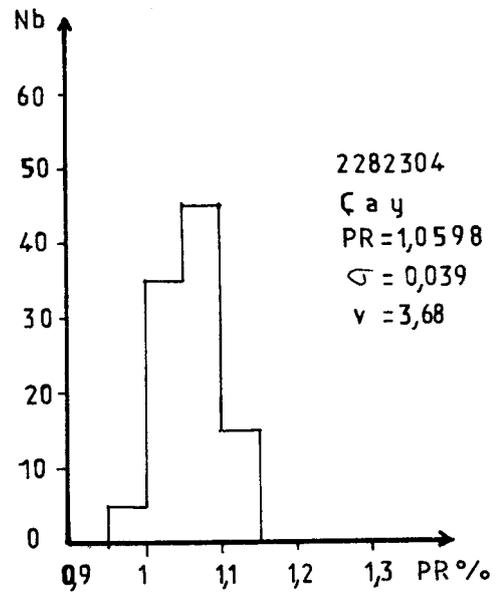
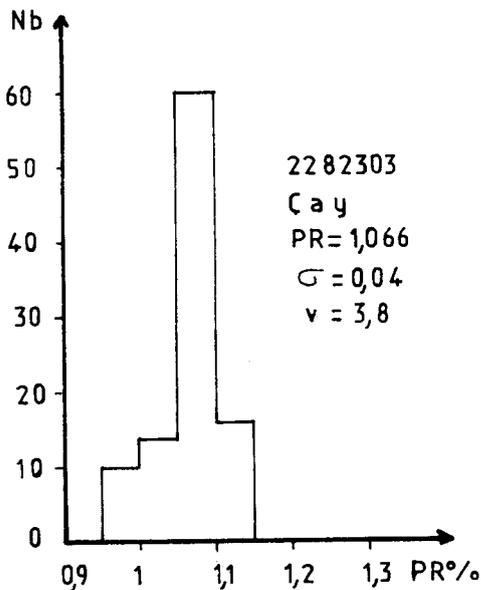
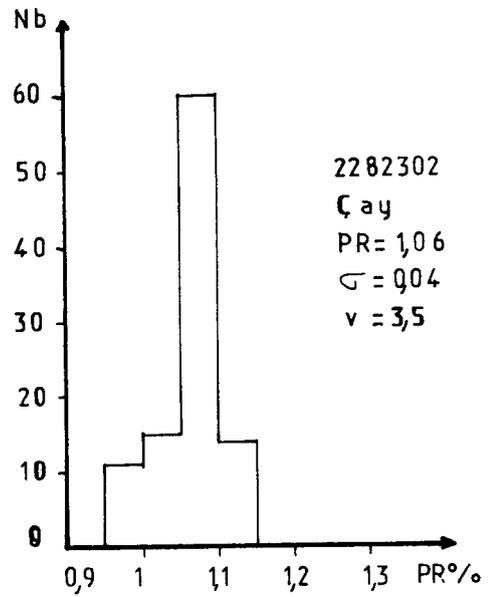
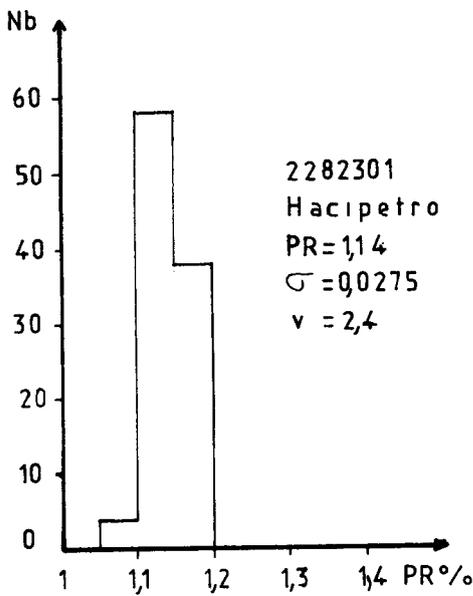
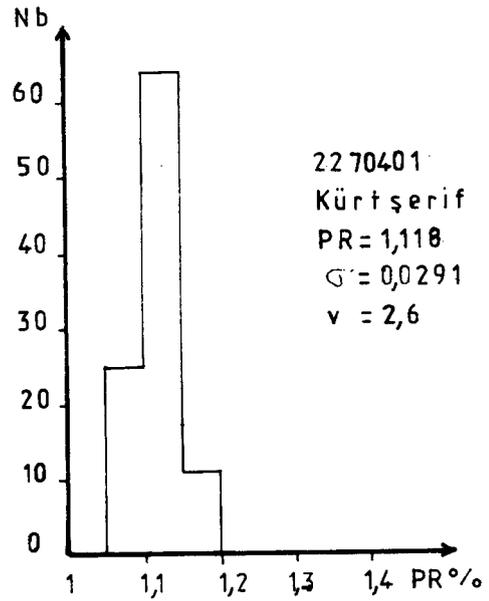
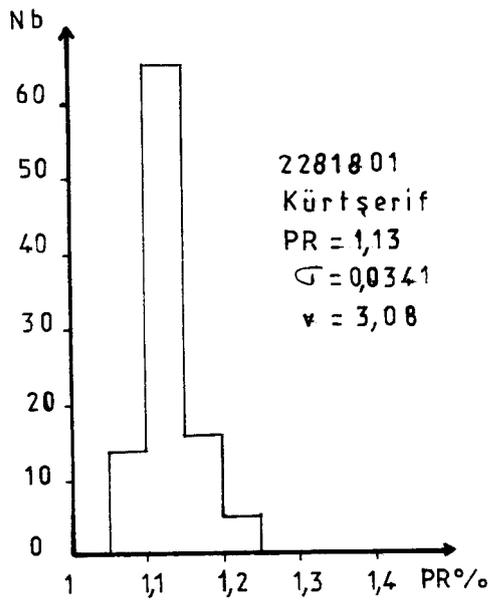


Figure 49 : Réflectogrammes des veines Kürtşerif, Hacıpetro et Çay du secteur Incirharmanı

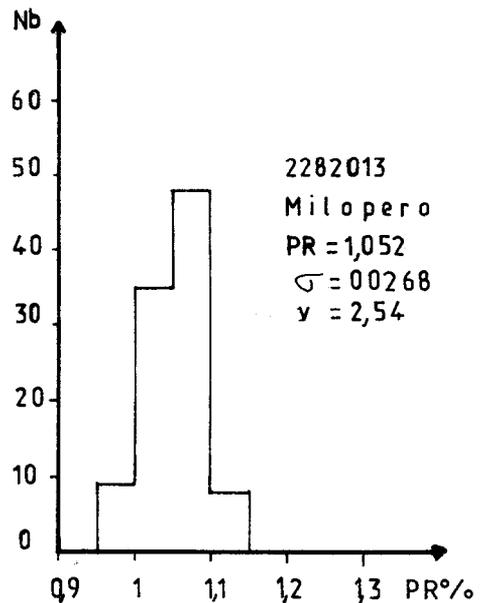
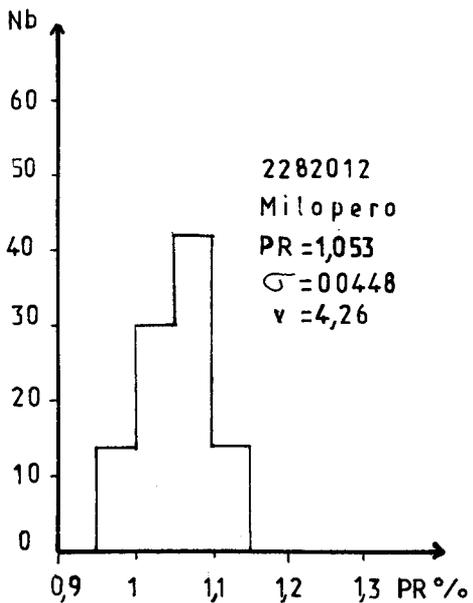
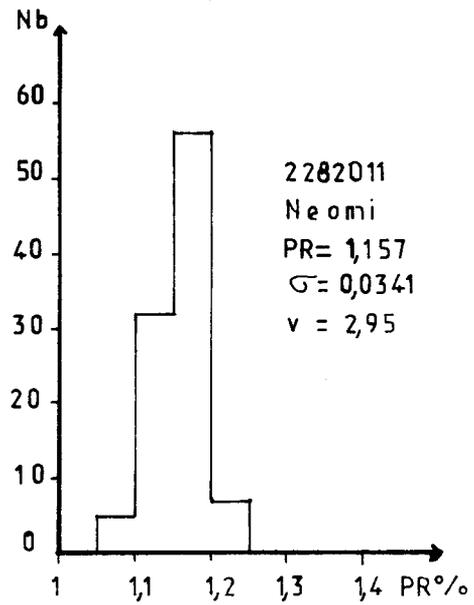
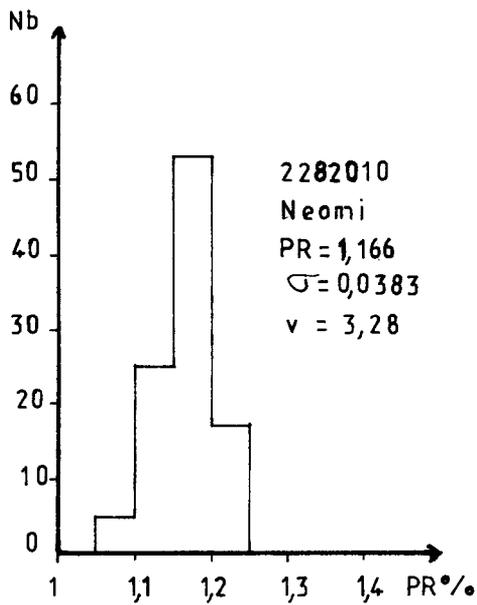
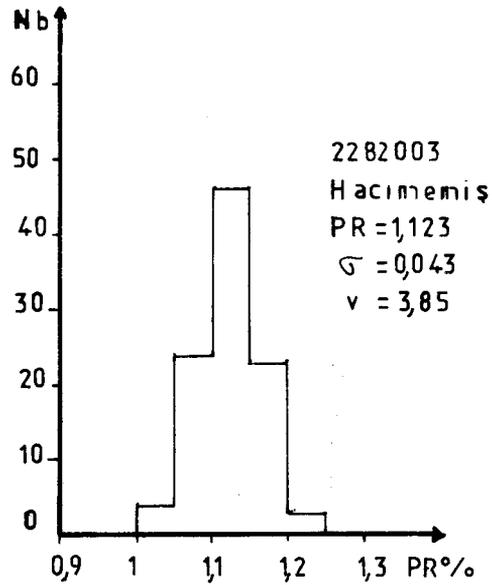
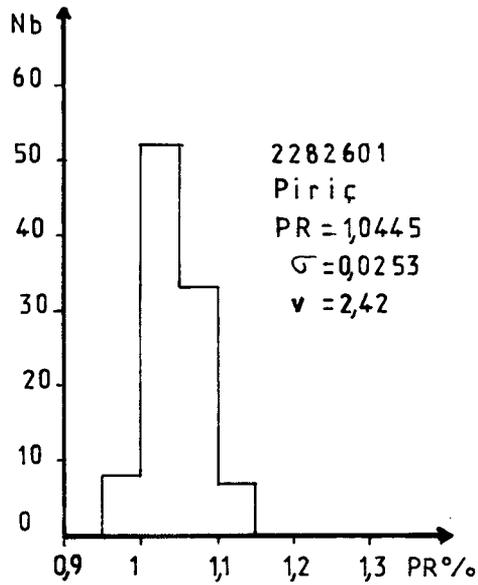


Figure 50 : Réflectogrammes des veines Piriç, Hacimemis, Neomi et Milopero du secteur Incirharmanı



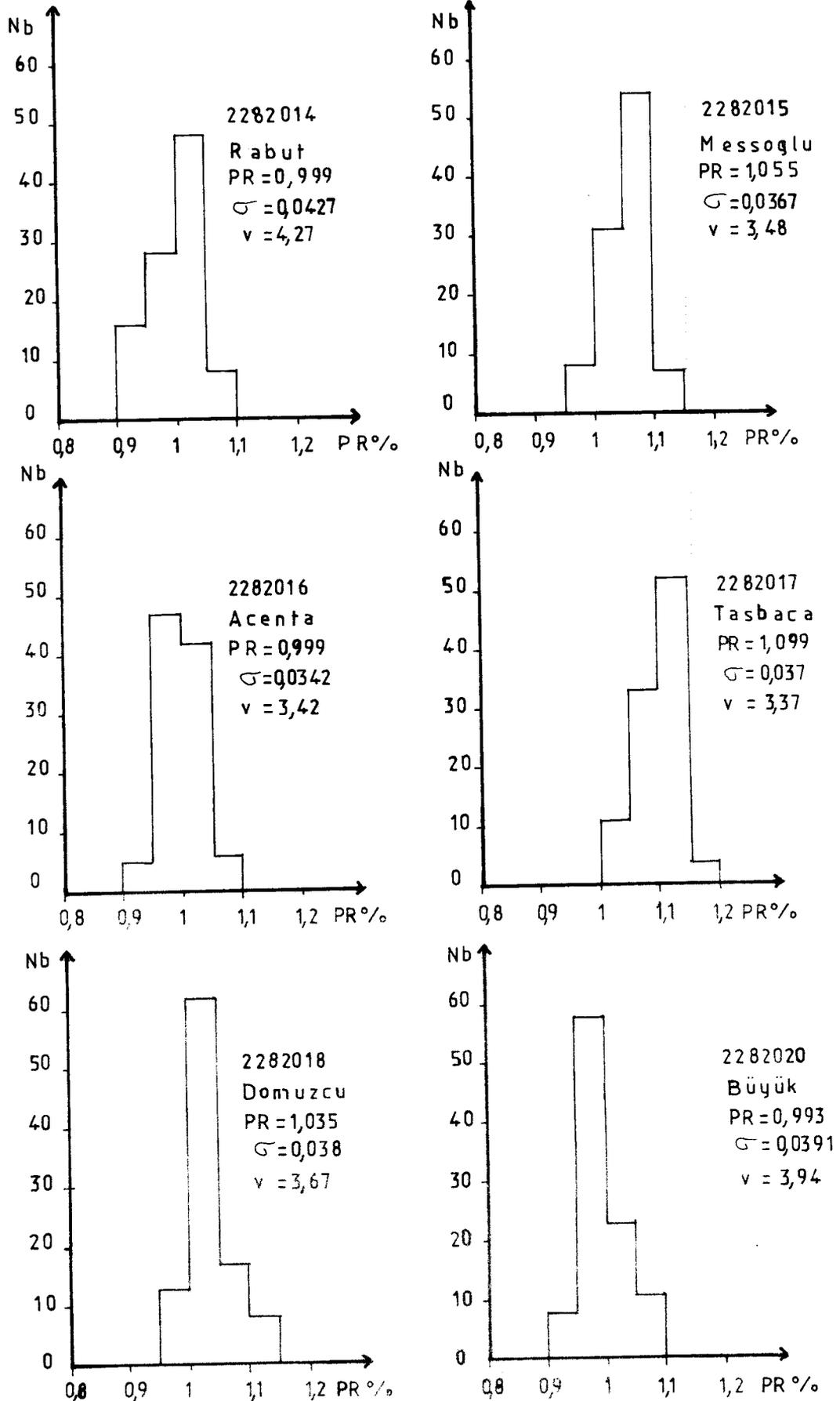


Figure 51 : Réflectogrammes des veines Rabut, Messoglu, Acenta, Tasbaca, Domuzcu et Büyük du secteur Incirharmani.

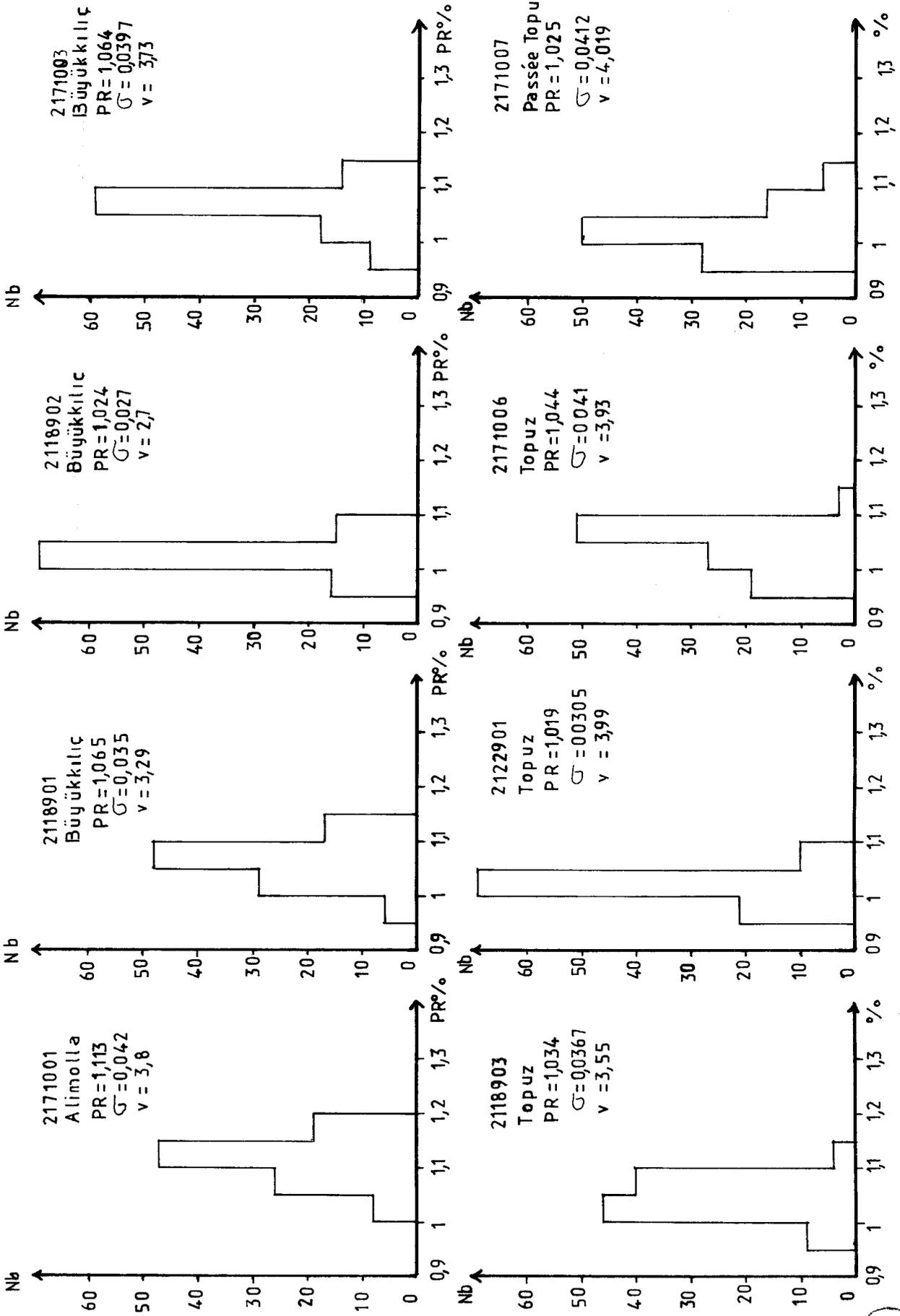


Figure 52 : Réflectogrammes des veines du faisceau Kılıçlar



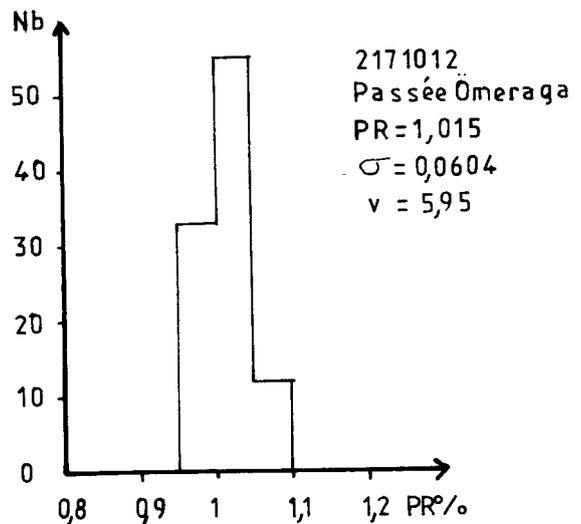
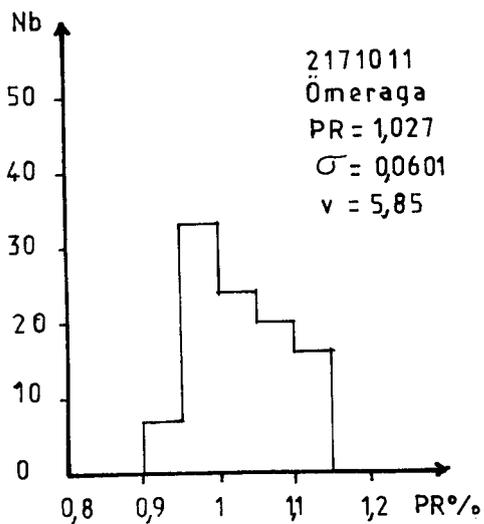
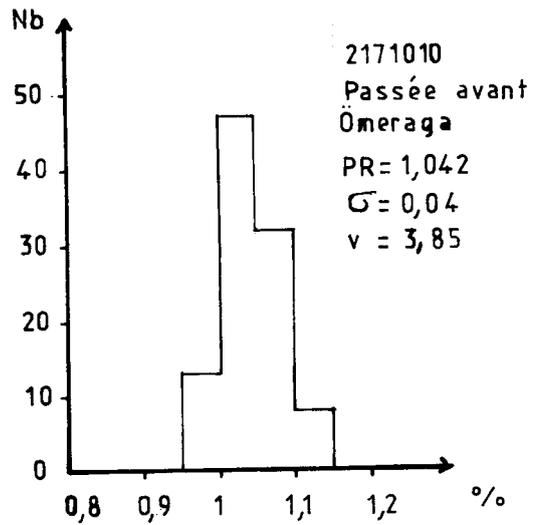
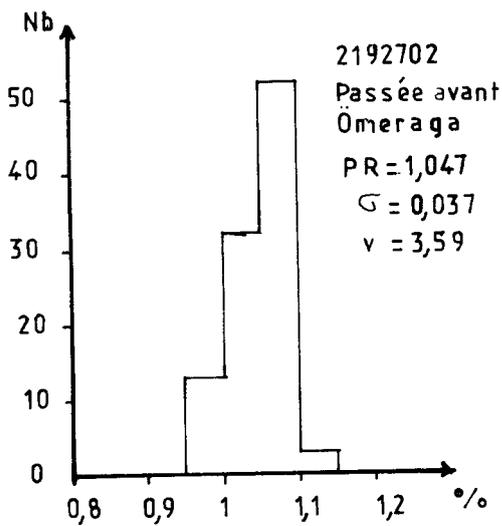
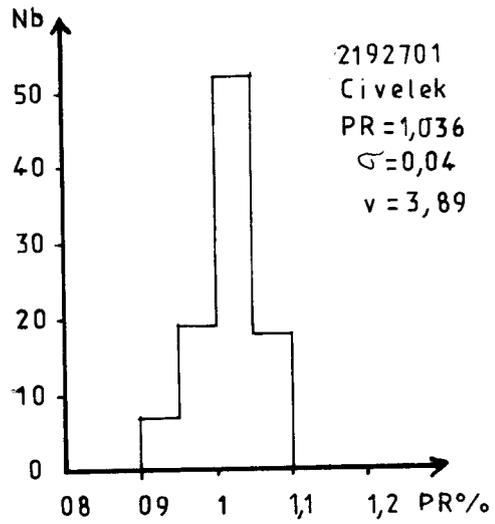
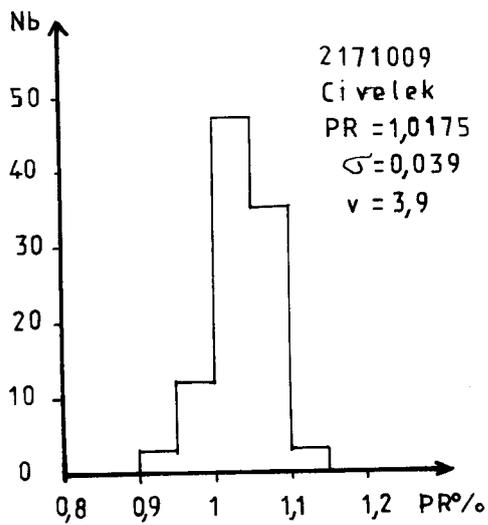


Figure 53 : Réflectogrammes des veines du faisceau Kiliçlar

En général, dans les échantillons, la présence massive des matières minérales confère un pouvoir réflecteur peu élevé. Ceci est très visible quand les matières minérales sont finement dispersées parmi les lits de vitrinite. Par exemple, la veine Büyük, dans le secteur Karadon, contient 15 % de matières minérales et a un pouvoir réflecteur apparent de 1.0985 pour l'échantillon 4231417. La même veine dans le même secteur pour un autre prélèvement (4231418) contient 9,6 % de matières minérales et son pouvoir réflecteur est de 1,162 %.

II-3.3. Relations entre pouvoir réflecteur et teneurs en MV

Les pouvoirs réflecteurs sont mesurés sur des plages de collinite; en revanche, les teneurs en MV sont des valeurs globales du charbon. Dans ces conditions, on a deux matériels différents mais ceci n'empêche pas d'établir des relations entre pouvoir réflecteur et teneurs en MV (B. ALPERN, 1967).

Les relations entre pouvoir réflecteur et teneurs en MV des charbons turcs, en général, sont en coordonnées avec celles apparaissant sur les graphiques déjà publiés (B. ALPERN, 1969) (fig. 54). En général, le pouvoir réflecteur diminue quand la teneur en MV augmente. Mais cette diminution s'effectue de façon irrégulière.

Pour certaines veines, la teneur en MV est mesurée sur des échantillons purs et secs. Ceci donne une valeur plus élevée de la teneur en MV globale du charbon. Dans ce cas, le pouvoir réflecteur ne suit pas l'augmentation de la teneur en MV. Par exemple, la veine Sulu, sans cendre, contient 31 % de MV dans le secteur Karadon à l'étage -360 m son pouvoir réflecteur s'y élève à 1,216 %. Dans le secteur İhsaniye, pour la même teneur, la veine Sulu a un pouvoir réflecteur de 1,139 %.

Les relations entre le pouvoir réflecteur et les matières volatiles ne sont pas régulières quand la teneur en MV de la veine dépasse 32-33 %. C'est le cas des veines du faisceau de Kiliçlar et du secteur İncirharmani. Dans le faisceau de Kiliçlar, la veine Alimolla renferme 32 % de MV et son pouvoir réflecteur est de 1,113 % à l'étage -300 m. La veine Büyükkilic à l'étage -300 m pour le même pourcentage de MV donne un pouvoir réflecteur de 1,064 % et la veine Topuz, dans ce même étage, 1.044 %. D'autre part, la passée Topuz contient 34 % de MV et son pouvoir réflecteur est de 1.025 %. Dans le secteur İncirharmani, la veine Milopero contient dans deux prélèvements différents 33 et 34 % de MV. Les pouvoirs réflecteurs pour ces deux prélèvements sont pratiquement les mêmes, 1.053 % et 1.052 %. Dans le même secteur

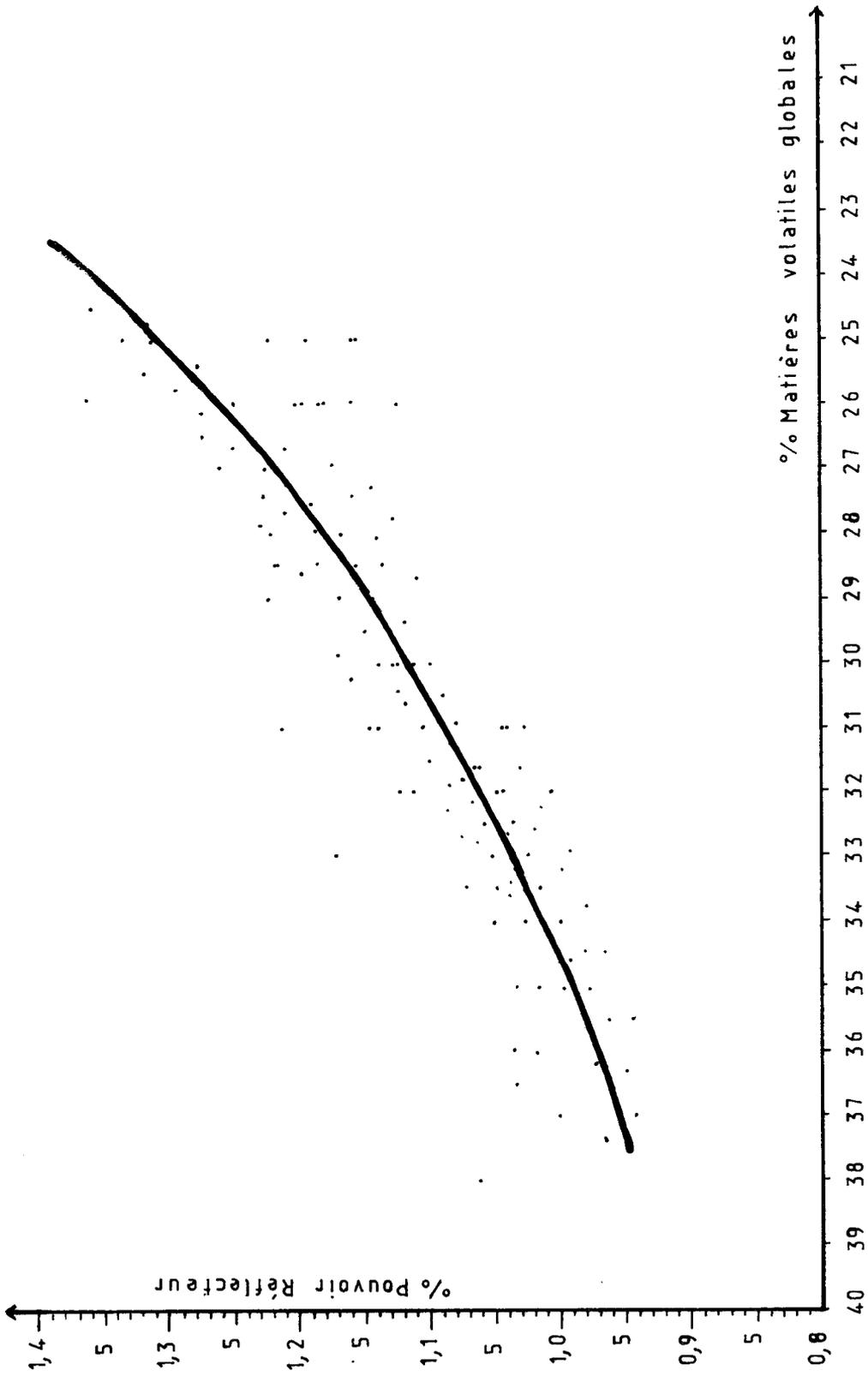


Figure 54 : Relation entre le pouvoir réflecteur et des matières volatiles des houilles turques du bassin de Zonguldak.



la veine Messoglu a un pouvoir réflecteur de 1.055 % pour 32 % de matières volatiles. D'après ces résultats on peut dire que le pouvoir réflecteur n'évolue pas avec l'augmentation des teneurs en MV au-dessus de 32 % de MV. Dans les échantillons renfermant plus de 32 % de MV, la composition pétrographique des veines jouent un rôle plus important que les matières volatiles sur le pouvoir réflecteur. R. NOEL a déjà précisé l'influence de la composition macérale sur le pouvoir réflecteur (R.NOEL, 1966).

II-3.4. Relations entre pouvoir réflecteur et profondeur des lieux de prélèvements

Les veines Acilik et Sulu présentent, nous l'avons vu plus haut, un certain nombre de variations latérales du faciès pétrographique et d'Est en Ouest, elles appartiennent à des unités tectoniques différentes. Elles ont été, selon les différents endroits, enfouies à des profondeurs oscillant entre -160 m (prélèvement 4201505 de la veine Acilik et 4203601 de la veine Sulu) et -360 m (prélèvement 4241812, 4241818, 5112006, 5112007 de la veine Acilik et 4241818, 5112010, 2282001 de la veine Sulu).

Les veines Acilik et Sulu possèdent des pouvoirs réflecteurs plus élevés dans les secteurs de l'Est, quelque soit le lieu de prélèvement, que dans les secteurs de l'Ouest.

La veine Acilik a été prélevée aux étages -160 m et -360 m dans le secteur Karadon, -250 m dans le secteur Gelik, -360 m dans les secteurs Kilimli et İhsaniye, -300 m dans le secteur İncirharmani. Son pouvoir réflecteur, dans les secteurs Gelik, Karadon et Kilimli, est plus élevé que dans les secteurs İhsaniye et İncirharmani. Pourtant, dans le secteur Gelik, elle est prélevée à l'étage -250 m (échantillon 4130905) et dans le secteur Karadon à l'étage -160 (échantillon 4201505). Dans ces prélèvements, son pouvoir réflecteur est respectivement 1,288 % et 1,142 %.

Dans le secteur İhsaniye, les deux prélèvements ont été effectués à l'étage -360 m et les pouvoirs réflecteurs sont entre 1,159 % et 1,153%. Dans le secteur İncirharmani, à l'étage -300 m le pouvoir réflecteur de la veine Acilik est de 1,128%. En outre, pour la même profondeur, d'enfouissement, -360m, elle a un pouvoir réflecteur plus élevé dans le secteur Kilimli que dans les autres secteurs, 1,310 %. Dans le secteur Karadon, elle possède un pouvoir réflecteur plus élevé à l'étage -160m (1,242 %) qu'à l'étage -360m (1,22 % et 1,234 %).

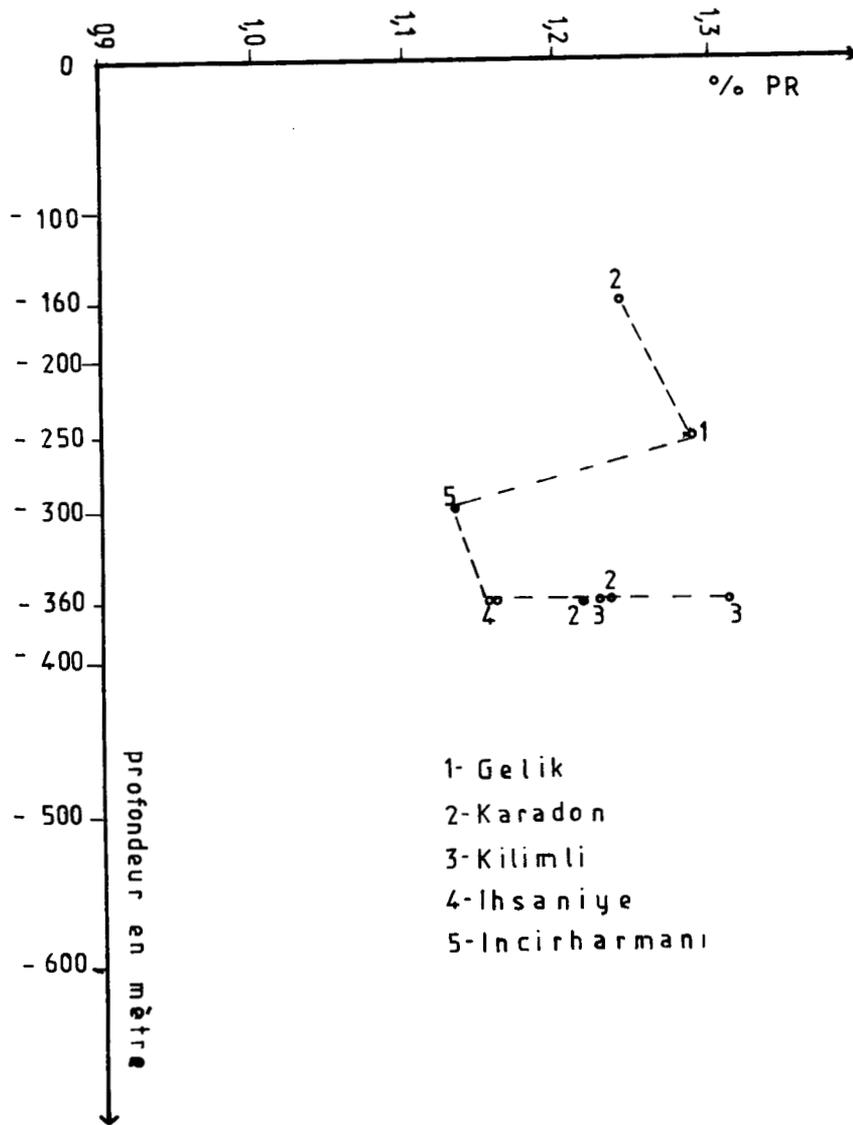


Figure 55 : Evolution du PR de la veine Acılık en fonction de la profondeur de la cote du lieu de prélèvements.

La figure 55 représente les pouvoirs réflecteurs de la veine Acilik en fonction de la profondeur à laquelle elle se trouve actuellement dans le bassin.

Quant à la veine Sulu, elle a été prélevée aux étages -160m et -360m dans le secteur Karadon, -300 m dans le secteur İhsaniye et -360m dans les secteurs Kilimli et İncirharmani. Comme la veine Acilik, son pouvoir réflecteur est plus élevé dans le secteur Kilimli (1,227 %) et moins élevé dans le secteur İncirharmani (1,124 %). En outre, dans le secteur Karadon, elle a un pouvoir réflecteur plus élevé à l'étage -160 m (1,223 %) qu'à l'étage -360 m (1,216 %). Dans le secteur İhsaniye, à l'étage -300 m, elle possède un pouvoir réflecteur de 1,139 %. La figure 56 représente les pouvoirs réflecteurs de la veine Sulu en fonction de la profondeur à laquelle les prélèvements sont effectués.

Si l'on considère les pouvoirs réflecteurs des veines Acilik et Sulu, selon les secteurs, on constate qu'ils sont en accord avec la loi de Hilt. D'après la loi de Hilt, le rang et par conséquent le pouvoir réflecteur est déterminé par la profondeur pré-orogénique. En effet, pour les veines Acilik et Sulu, le pouvoir réflecteur augmente avec la profondeur des veines dans l'échelle stratigraphique. La veine Acilik a des pouvoirs réflecteurs dans tous les secteurs supérieurs à celui de la veine Sulu. Mais au sein d'une même veine, le pouvoir réflecteur ne suit pas toujours la loi de Hilt. Les deux veines dans le secteur Karadon, ont des pouvoirs réflecteurs plus élevés à l'étage -160 m qu'à l'étage -360 m. On sait bien que le métamorphisme post-orogénique peut jouer sur l'évolution des combustibles (B. ALPERN, 1966). Cet auteur a donné un exemple intéressant du rôle du métamorphisme post-orogénique dans le bassin lorrain. Mais dans le bassin de Zonguldak, dans le secteur Karadon, le cas des veines Acilik et Sulu est un peu différent. Elles ont en effet un pouvoir réflecteur plus élevé à l'étage moins profond qu'à l'étage le plus profond. Dans ce cas, il faut rechercher la cause de cette différence ailleurs qu'au niveau du métamorphisme post-orogénique. Si l'on considère la composition pétrographique en groupe de macéraux de ces deux veines, on constate que les deux veines sont plus riches en inertinite à l'étage -160 m qu'à l'étage -360m. Il est donc logique de penser que la composition pétrographique des veines a influencé leur pouvoir réflecteur.

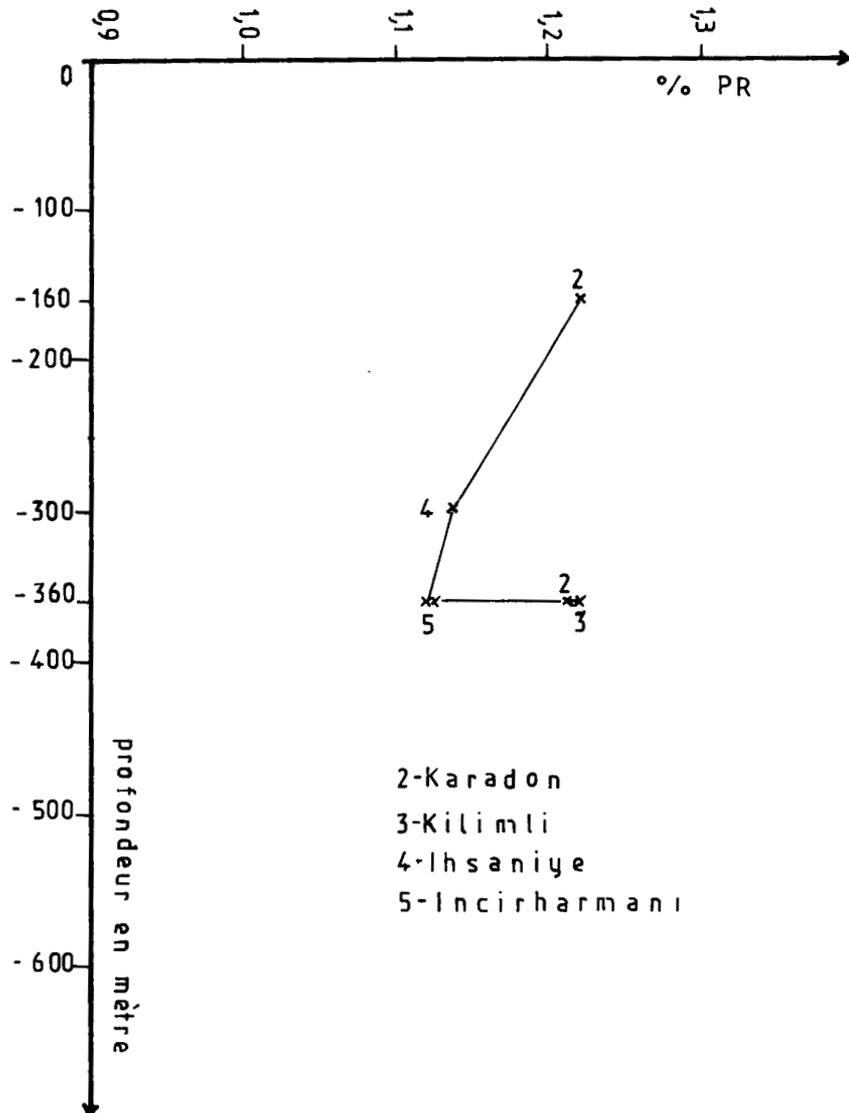


Figure 56: Evolution du PR de la veine Sulu en fonction de la profondeur de la cote du lieu de prélèvements.



Le pouvoir réflecteur et la composition en V.E.I. des veines Acilik et Sulu dans les étages -160 et -360 m sont les suivantes :

	<u>Etage - 160m</u>		<u>Etage - 360m</u>	
			1	2
ACILIK	V = 79 %		V = 83 %	V = 85 %
	E = 0,3 %		E = 0 %	E = 0,4 %
	I = 20,7 %		I = 17 %	I = 14,6 %
	PR = 1,242		PR = 1,234	PR = 1,220

PR = 0,008/200 m pour le premier

0,022/200 m pour le deuxième

	<u>Etage -160 m</u>		<u>Etage -360 m</u>	
SULU	V = 68,7 %		V = 70,6 %	
	E = 2,8 %		E = 2 %	
	I = 28,5 %		I = 27,4 %	
	PR = 1,223		PR = 1,216	

PR = 0,007/200 m

En outre, les pourcentages des matières minérales sont eux-aussi plus élevés dans les prélèvements de l'étage -360 m où ils influencent les valeurs du pouvoir réflecteur.

Dans le secteur Gelik, les prélèvements ont été effectués à l'étage -250 m. Les pouvoirs réflecteurs montrent une différence de 0,06 %. La veine Hacipetro qui est normalement la plus âgée a un pouvoir réflecteur de 1,24 %. Les prélèvements de la 1ère et de la 4ème veines ont des pouvoirs réflecteurs de 1,30 %. Cette augmentation du pouvoir réflecteur dans un même étage, vers les veines apparemment plus jeunes, apparaît anormale. Pour expliquer cette anomalie, on peut, d'une part, penser que les veines les plus jeunes se sont sédimentées dans un milieu plus aéré que la veine Hacipetro et ont subi par conséquent une évolution plus avancée ou, d'autre part, invoquer la différence de composition macérale de ces veines. En réalité, les deux hypothèses sont plus ou moins liées l'une à l'autre. Mais la deuxième hypothèse me semble suffisante pour expliquer cette anomalie. Si on considère la composition en V.E.I. de ces veines, on constate que la veine Hacipetro contient 10,5 % d'exinite contre 5 % et 6 % d'exinite dans les veines 1ère et 4ème. Les teneurs en MV des veines varient avec leurs taux d'exinite.

Or la veine Hacipetro renferme plus de MV que les deux autres. En outre, les veines 1ère et 4ème sont plus riches en vitrinite que la veine Hacipetro. Dans ce cas, je pense que l'augmentation du pouvoir réflecteur est dû à la composition macérale des veines.

Dans le secteur Karadon, les prélèvements ont été effectués aux étages -160m, -260m et -360m. Dans chaque étage, les veines plus âgées ont un pouvoir réflecteur plus élevé que les veines plus jeunes. Par exemple, à l'étage -360m, la veine la plus âgée est la veine Hacipetro qui a un pouvoir réflecteur de 1,237 = 1,23 %. La plus jeune veine Büyük en a 1.169 \cong 1.17 %. Entre ces deux veines, le pouvoir réflecteur diminue progressivement de la veine Hacipetro vers la veine Büyük. Les veines prélevées à différents étages ont des pouvoirs réflecteurs, en général, plus élevés aux étages inférieurs ou bien le pouvoir réflecteur garde la même valeur. Par exemple la veine Büyük a un pouvoir réflecteur de 1.169 % à l'étage -360 et 1,098 % à 1,162 % à l'étage -260. La veine Hacimemis, elle, possède un pouvoir réflecteur de 1,222 % à l'étage -360 et 1,197 % à l'étage -260. La veine Milopero a les pouvoirs réflecteurs aux étages -360 et -260 : 1,19 et 1,204 %.

Les veines du secteur Kilimli ont été prélevées à l'étage -360 et elles ont les pouvoirs réflecteurs les plus élevés du bassin. Les pouvoirs réflecteurs varient de 1,36 % à 1,17 %. En règle générale, les pouvoirs réflecteurs suivent la loi de Hilt. Les veines qui renferment le plus de MV ont les pouvoirs réflecteurs moins élevés. La "passée Acilik" renferme 27 % de MV et son pouvoir réflecteur est de 1,26 %. La veine Cay qui se trouve juste au-dessous de cette passée contient 25 % de MV et son pouvoir réflecteur s'élève à 1,36 %. La veine Acilik (échantillon 5112006) renferme 27,9 % de MV et possède un pouvoir réflecteur de 1,23 %. Cette veine au même étage dans un autre prélèvement (échantillon 5112007) contient 25 % de MV et a un pouvoir réflecteur de 1,31 %. Entre ces deux prélèvements à côté des matières volatiles, les pourcentages des matières minérales sont eux-aussi différents. Dans le premier prélèvement, la veine Acilik contient 14,7 % de matières minérales, dans le deuxième ces dernières sont beaucoup moins abondantes avec 5,5 %. Cette abondance des matières minérales dans la collinite lui confère un pouvoir réflecteur apparent peu élevé. Dans ce secteur, la veine Leonidas fait exception à la loi de Hilt. Elle a un pouvoir réflecteur plus élevé que ceux des veines Lui qui la précède et Sulu qui lui succède. Son pouvoir réflecteur est de 1,34 %. Cette anomalie

peut être expliquée par sa composition macérale. En effet, cette veine est l'une des plus riches en inertinite, 36,7 % mais l'une des plus pauvres en exinite, 4,3 % du secteur. Sa teneur en MV est moindre que pour les veines qui l'entourent.

Dans le secteur İhsaniye, les pouvoirs réflecteurs varient entre 1,165 % et 1,148 %. Pratiquement, tous les pouvoirs réflecteurs sont en accord avec la loi de Hilt, sauf pour la veine Rabut qui a un pouvoir réflecteur (1,153 %) moins élevé que celui des veines plus jeunes qu'elle; mais cette veine contient un taux de matières minérales plus élevé (14 %), finement dispersées dans la collinite.

Les veines du faisceau de Kiliclar ont été prélevées aux étages -100, -300, -360 et -425 m. Leur pouvoir réflecteur varie entre 1,113 % (veine Alimolla, échantillon 2171001) et 1,015 % (passée Omeraga échantillon 2171012). Les pouvoirs réflecteurs ne varient pas considérablement avec la profondeur. La veine Civelek a été prélevée aux étages -300 et -425 m. Dans les deux étages, elle a la même teneur en MV, 35 %. Mais son pouvoir réflecteur est légèrement plus élevé à l'étage -300 (1,036 %), qu'à l'étage -425 (1,0175 %). Ce faisceau a subi une tectonique très poussée et il est limité par de nombreuses failles. Il semble que la tectonique retardait l'évolution des veines de ce faisceau. D'après les résultats des mesures du pouvoir réflecteur la houillification serait acquise avant le plissement de ces veines et la tectonique très poussée a bloqué la suite de leur évolution (R. TEICHMULLER, 1952).

Dans le secteur İncirharmani, la veine Kürtserif et la veine Acilik ont été prélevées à l'étage -300m et les autres veines à l'étage -360 m. La veine Kürtserif a un pouvoir réflecteur de 1,13 % et la veine Acilik 1,128% à l'étage -300 m. A l'étage -360 m, la veine prélevée la plus âgée est la veine Hacipetro et son pouvoir réflecteur est de 1,142 %. Les veines Cay et Piric qui succèdent à la veine Hacipetro ont des pouvoirs réflecteurs moins élevés que celui des veines se trouvant au-dessus de la veine Piriç. Les pouvoirs réflecteurs sont de 1,066 et 1,0598 pour la veine Cay et 1,0445 pour la veine Piric. Les veines Cay et Piric renferment une teneur en MV plus élevée que celle des veines plus jeunes qu'elle. Ces pouvoirs réflecteurs moins élevés seraient dus probablement à une faille qui se localiserait entre les veines Hacipetro et Çay. B. ALPERN (1967) a montré le rôle d'une faille sur le PR dans le bassin lorrain. Les teneurs en MV élevées de ces veines donnent une confirmation assez probable pour l'existence d'une faille entre les veines Hacipetro et Çay.

Après la veine Piriç les pouvoirs réflecteurs montrent une augmentation puis diminuent selon la loi de Hilt vers les veines plus jeunes. Dans ce secteur, les pouvoirs réflecteurs varient de 1,142 % (veine Hacipetro) à 0,992 % (veine Büyük).

Dans le bassin de Zonguldak, en particulier, pour les secteurs de l'Est on constate que l'accroissement du rang en fonction de la profondeur suit totalement la loi de Hilt. Une telle évolution est attribuée aux effets de la température et du temps (M. TEICHMULLER et R. TEICHMULLER, 1949).

L'évolution des dépôts organiques est attribuée à des oxydations inégales (actions microbiennes déterminées par l'aération du milieu), résultant des variations d'épaisseur des lames d'eau recouvrant les débris végétaux. Dans les secteurs Karadon, Gelik et Kilimlin les pouvoirs réflecteurs des veines sont plus élevés que ceux des veines des secteurs İhsaniye et İncirharmani. A l'heure actuelle, les veines se trouvant à la même profondeur sont plus évoluées dans les secteurs de l'Est. Dans ce cas, on peut penser que, juste après les dépôts des veines dans l'Est du bassin, les accumulations végétales sont portées à des profondeurs où elles sont exposées au cours des temps très longs à des températures qui ont joué un rôle important dans l'acquisition du rang. Déjà, en 1930, P. PRUVOST indiquait que les bassins paraliques s'affaissaient avec des vitesses différentes d'un point à l'autre du bassin. Le phénomène de subsidence est variable dans l'espace et au cours de leur descente, les bassins de sédimentation se déforment. Dans le bassin de Zonguldak, la partie Est où les séries sont plus épaisses, s'affaissait un peu plus vite que la partie Ouest. Pourtant, ces deux parties se trouvaient dans des endroits ayant pratiquement la même profondeur d'eau.

L'acquisition du rang est souvent expliquée par les effets de la température et de la pression. D'après A. DUPARQUE (1928) : "les actions mécaniques se révèlent impuissantes à modifier suffisamment la houille pour la faire passer d'une catégorie dans une autre". X. STAINIER (1943) pense que la pression statique joue un rôle important dans le changement des caractères physiques des matières végétales et des produits de leur houillification. Il estime que la pression dynamique n'aurait exercé aucun rôle dans le processus de houillification.

Les expériences rappelées par M. TEICHMULLER et R. TEICHMULLER (1967 in G. LARSEN et G.V. CHILINGAR) montrent que la pression statique ne favorise par le processus chimique de la houillification mais qu'elle le retarde.

E. MERIAUX (1964) a montré que dans un échantillon : "la valeur moyenne du pouvoir réflecteur maximal des zones mylonitisées est inférieure à celle des zones intactes et la pression changerait seulement la structure physique".

En outre, la tectonique peut modifier le gradient géothermique d'un bassin. O.S. KUYL et R.J.H. PATIJIN (1958) ont démontré ce processus sur des charbons peu évolués. P.P. SUGGATE et J.C. ELPHICK (1964) pensent que l'acquisition du rang dépendrait, pour une grande part du gradient géothermique. De nos jours, on peut utiliser le pouvoir réflecteur pour évaluer la température imposée aux combustibles au cours de leur enfouissement (C. CHANDRA, 1965; WASSOJEWITSCH et al., 1970).

Dans le bassin de Zonguldak, on remarque que les charbons les plus évolués se rencontrent dans les zones les plus plissées où la température devait être plus élevée.

D'après les résultats des mesures du pouvoir réflecteur dans le bassin de Zonguldak, la houillification pré-orogénique apparaît importante. Cette houillification correspondrait aux définitions d'A. DUPARQUE. La tectonique aurait ralenti la houillification post-orogénique à l'Ouest du bassin et aurait favorisé cette houillification post-orogénique grâce à l'augmentation du gradient géothermique à l'Est du bassin. Les veines du faisceau de Kiliçlar fortement tectonisées en témoignent. Elles sont normalement les veines les plus âgées des veines étudiées mais leur pouvoir réflecteur est le plus faible.

En résumé, pour les houilles du bassin de Zonguldak, la houillification pré-orogénique et en particulier biochimique, paraît avoir joué un rôle important dans la différenciation dans tout le bassin. La carbonification post-orogénique a été, elle, plus marquée à l'Est du bassin.

II-3.5. Conclusions

Après avoir étudié les relations entre le pouvoir réflecteur et la composition macérale des veines, leur teneur en MV et la profondeur des prélèvements, on peut conclure que :

- les charbons étudiés peuvent être classés dans les charbons flambants gras, gras B, gras A, gras B à coke et gras A à coke (fig. 57).
- le pouvoir réflecteur varie, dans une même veine, avec la composition macérale. Ceci est plus visible quand les teneurs en MV sont élevées.



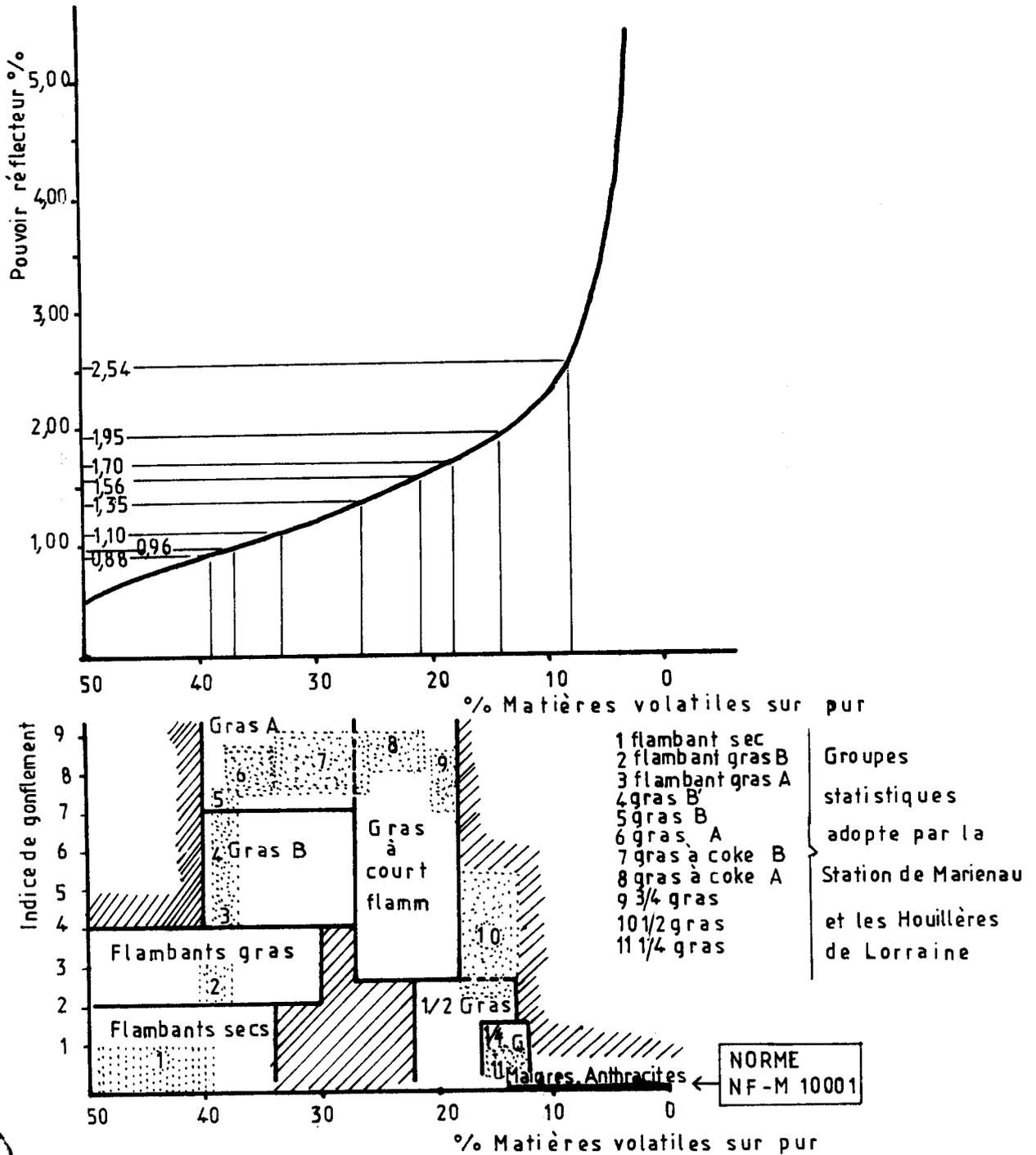


Figure 57 : Qualification des charbons à partir du pouvoir réflecteur.
[extrait de B. ALPERN (1969)]



- le pouvoir réflecteur et la teneur en MV sont inversement proportionnels jusqu'à 32-33 % de MV. Au delà de 33% de MV, le pouvoir réflecteur ne varie pas dans les mêmes proportions que la teneur en MV. A ce stade, la composition macérale et la profondeur jouent un rôle déterminant.
- dans les secteurs étudiés, en général, le pouvoir réflecteur augmente avec la profondeur pré-orogénique selon la loi de Hilt. En d'autres termes, dans un étage les pouvoirs réflecteurs diminuent de la veine la plus âgée vers la plus jeune.
- les mesures du pouvoir réflecteur montrent que les veines étudiées sont plus évoluées dans les secteurs de l'Est du bassin.
- le rang et la classification pétrographique se superposent, en général; les types chimiques sont déterminés, en même temps, par la nature des substances végétales et par les diagenèses pré et post-orogéniques.

III - ETUDE EN LUMIERE FLUORESCENCE

III-1. Généralités

Depuis longtemps, des études en microfluorescence ont été effectués sur les macéraux du groupe de la liptinite (exinite). Mais elles restaient cantonnées au domaine qualitatif (M. SCHOCHARDT, 1943; H. JACOB, 1964; E. STACH, 1969; B. ALPERN et al., 1970). A l'heure actuelle, les mesures des spectres de fluorescence sont réalisées dans plusieurs laboratoires spécialisés (K. OTTENJANN et al., 1974; VAN GIJZEL, 1967; W. HOMANN, 1972).

L'étude en microfluorescence est importante en particulier pour les tourbes et les lignites; avec cette méthode d'étude, on a pu reconnaître de nombreux macéraux de la liptinite, lesquels n'avaient pu être décelés avec la méthode d'étude de microscopie en lumière réfléchie ou transmise. Cette méthode s'applique à la liptinite détritique fine. Pour cette raison, l'étude en microfluorescence est pratiquement indispensable pour les houilles peu évoluées (I.I. AMMOV, 1956).

On peut faire des études qualitatives (microscopie de fluorescence) ou quantitatives (photométrie de fluorescence monochromatique et photométrie de fluorescence spectrale). Les études en microfluorescence peuvent être effectuées en lumière transmise (P. VAN GIJZEL, 1967) ou en lumière réfléchie sur des sections polies (W. HOMANN, 1972).

III-2. Microscopie de fluorescence

La microscopie de fluorescence utilise les courtes longueurs d'onde du spectre lumineux (bleue à proche UV). Cette partie du spectre lumineux peut provoquer une autoluminescence de certains macéraux. En microscopie de fluorescence, l'utilisation de la lumière bleue ne nécessite pas d'optique en quartz comme l'exige l'utilisation de l'U.V.. La microscopie en lumière réfléchie est préférable à la microscopie en lumière transmise pour les études en fluorescence. Certaines études en lumière transmise sont effectuées sur un matériel concentré à la suite d'un traitement chimique (macération). Les agents chimiques utilisés sont susceptibles alors de modifier les propriétés de fluorescence des macéraux au cours de la macération. En outre, les expériences montrent que l'on peut obtenir une luminance plus forte avec la microscopie en lumière réfléchie. On peut aussi étudier des lames minces polies en fluorescence par réflexion. Les macéraux excités sont autorayonnants et la lame couvre-objet n'est pas gênante ou bien très peu. Dans le cas des lames minces, le milieu de montage ne doit pas être fluorescent (H. JACOP, 1964).

Les équipements de fluorescence peuvent, en principe, être montés sur tous les microscopes de laboratoire avec quelques petits changements (fig. 58). Pour avoir un rayon de lumière incidente plus forte, tous les diaphragmes (surtout le diaphragme d'ouverture) doivent être ouverts. Il n'est pas conseillé d'utiliser des diaphragmes annulaires ni des semi-diaphragmes. Si l'illuminateur Opak du microscope est muni d'un prisme et d'une lamelle, on peut utiliser principalement celle-ci. Mais il est préférable d'utiliser un prisme dichroïque à réflexion totale à la place de la lamelle en verre. L'intensité de lumière fluorescente augmente avec l'ouverture des objectifs et par conséquent les objectifs à grande ouverture sont préférables. Les objectifs en lumière réfléchie donnent des intensités plus élevées que les objectifs en lumière transmise. On peut utiliser des systèmes à sec ou à immersion dans l'huile. Si on souhaite procéder à des observations à la fois en lumière fluorescente et en lumière normale, réfléchie, des objectifs à immersion sont préférables. Dans ce cas, l'huile d'immersion ne doit pas être auto-fluorescente.

Sur les microscopes de lumière fluorescence, on utilise des lampes à haute pression, à vapeur de mercure ou à xénon. Les lampes à incandescence de 30 à 100 W en raison de leur luminance et de leur trop faible

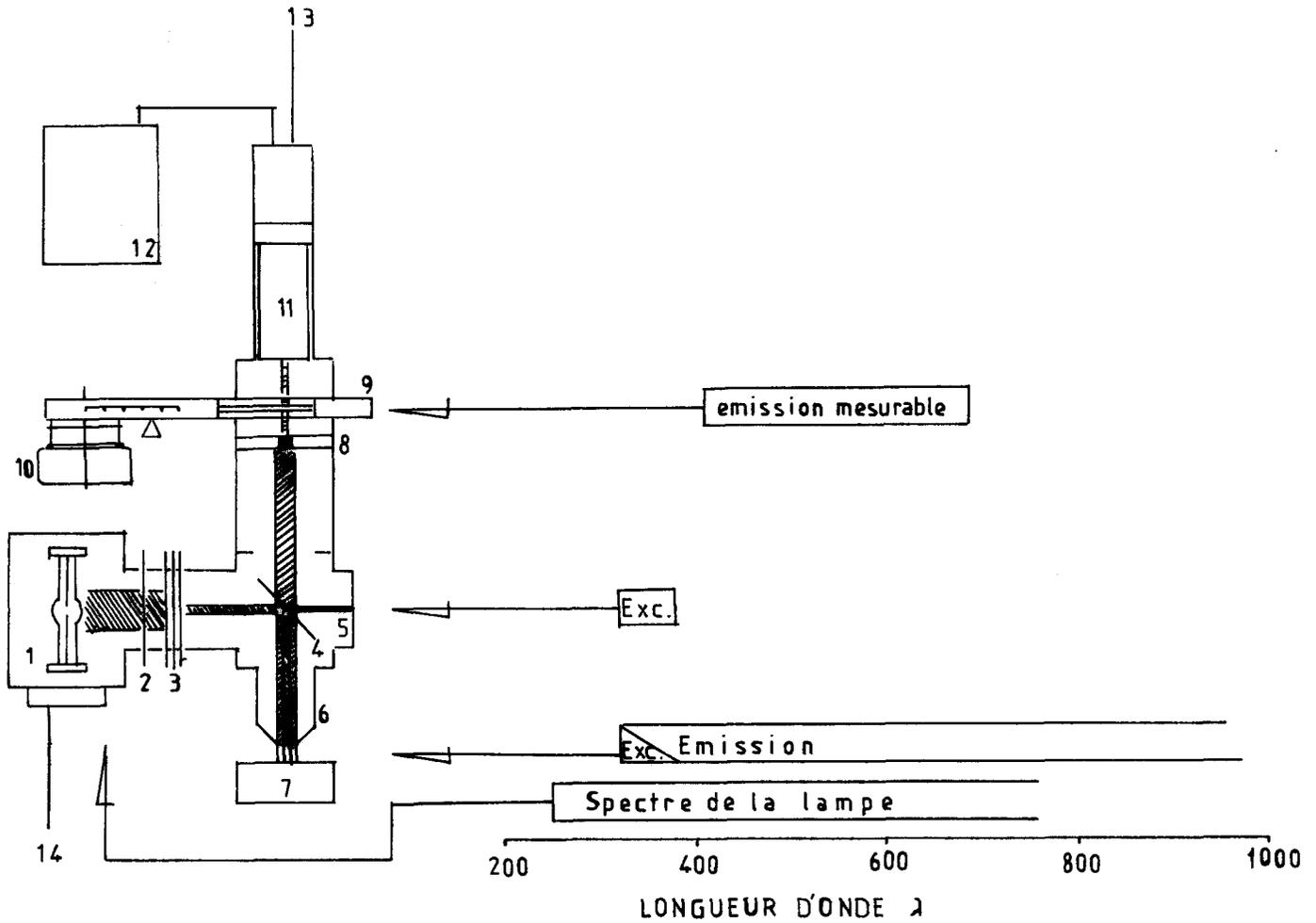


Figure 58 : Equipement utilisé pour la photométrie de fluorescence spectrale en lumière réfléchie avec le filtre d'excitation SCHOTT UG1 [extrait de C.I.P.C. (1975)]

- 1-Boitier de la lampe,100W, à haute pression de vapeur de Hg.
- 2-Filtre anticalorique
- 3-Filtre d'excitation
- 4-Miroir séparateur dichromatique
- 5-Illuminateur-Opak
- 6-Objectif
- 7-Section polie
- 8-Diaphragme de mesure
- 9-Filtre coulissant
- 10-Moteur d'entraînement du filtre coulissant
- 11-Photomultiplicateur
- 12-Enregistreur
- 13- Arrivée de la tension du photomultiplicateur
- 14- Alimentation de la lampe: exc.= excitation



rayonnement à ondes courtes ne donnent pas de résultats convenables. Pour absorber la lumière visible, on utilise un filtre d'excitation. L'intensité de fluorescence est inversement proportionnelle à l'épaisseur du filtre d'excitation. Les verres bleus donnent en microscopie des charbons une intensité plus élevée que les violets. Pour protéger de la chaleur le filtre d'excitation et l'objet à étudier, on utilise un filtre anticalorique non teinté. La lumière d'excitation traverse l'illuminateur avant d'atteindre l'échantillon. Au niveau de l'échantillon, il se produit une excitation de fluorescence, mais la partie restante de la lumière réfléchie, UV ou bleue, est plus intense que la fluorescence. Pour absorber cette lumière, on utilise un filtre d'arrêt, un verre jaune pour l'excitation UV et un verre jaune - orange pour l'excitation bleue. Dans un boîtier à miroirs, on peut connecter les lampes à mercure (ou xénon) et à bas voltage pour pouvoir passer rapidement de l'examen fluorescence à l'examen en lumière normale.

II-2.1. Technique d'étude

Les études en microscopie fluorescente s'effectuent de préférence sur des sections polies à sec. Si l'on fait des études sur les échantillons en grains, la granulométrie ne doit pas être trop fine. Si c'est possible, on utilise des résines d'enrobage non fluorescentes. La préparation des échantillons est tout à fait identique à celle des échantillons étudiés en lumière réfléchie pour l'analyse macérale et les mesures du pouvoir réflecteur. Ici, il n'est pas nécessaire d'avoir des surfaces polies aussi parfaites qu'en microscopie de lumière réfléchie.

Au cours de l'exposition à la lumière fluorescente les macéraux subissent une "attaque" (H. JACOB, 1974; "fading" de P. VAN GLIJZEL, 1967). Pendant l'exposition, l'intensité de fluorescence peut croître ou décroître avec le temps et la couleur de la lumière fluorescente peut varier. En raison de l'attaque, on doit éviter d'exposer les sections polies trop longtemps aux rayons de la lumière d'excitation du microscope ou à la lumière du jour (M. SCHOCHARDT, 1954; H. JACOB, 1964; E. STACH, 1969; B. ALPERN et al., 1970; K. OTTENJANN et al., 1974).

L'étude en microscopie de fluorescence est une étude qualitative. Les résultats sont exprimés par les microphotos des plages étudiées. Ainsi on peut comparer l'évolution des macéraux du groupe de la liptinite dans

des échantillons de rang différent. Les photos en noir et blanc sont peu représentatives en microscopie fluorescente et les résultats sont meilleurs en photographie couleur puisque les teintes de fluorescence ont une valeur de pronostic. Pour réduire les effets du fading (=attaque), il faut utiliser des films très sensibles.

Pour étudier les échantillons des secteurs Gelik et İhsaniye, j'ai adopté cette méthode d'étude.

III-2.2. Résultats de l'étude en microscopie de fluorescence des charbons des secteurs Gelik et İhsaniye

Les échantillons du secteur Gelik, d'après les mesures du pouvoir réflecteur, sont classés parmi les charbons à gaz et ceux du secteur İhsaniye parmi les charbons flambants à gaz.

Dans les échantillons du secteur İhsaniye, les spores ont une couleur jaune-orange. En général, la résinite et de temps en temps la cutinite ont une couleur plus foncée que la sporinite. Certains spores et corps de résinite ont une fluorescence différente par zones, c'est-à-dire une zone plus claire et une zone plus foncée. Cette fluorescence zonée est due à l'origine du macéral et à sa décomposition ou son altération (B. ALPERN et al., 1970). Dans ces échantillons j'ai observé souvent des bituminites et de l'exsudatinite. Les matières minérales montrent une fluorescence qui rappelle la bituminite I de M. TEICHMULLER-K. OTTENJANN (1977). Il s'agit des matières minérales imprégnées de bituminite. L'exsudatinite se présente, en général, en coin ou en remplissage de fentes sortant d'une exinite. Sa couleur est souvent orange à orange rouge.

Dans l'ensemble des échantillons, la vitrinite est, en général, fluorescente. Elle a une couleur rouge brunâtre, souvent très foncée. Les inertinites ne sont jamais fluorescentes et elles sont toujours noires en lumière fluorescente.

Les teintes de fluorescence des échantillons du secteur Gelik sont plus foncées que celles des échantillons du secteur İhsaniye. Les macéraux du groupe de l'exinite ont une couleur brun à brun foncé. Ici la vitrinite est un peu moins fluorescente avec une couleur brun très foncé.

En résumé, la couleur de la sporinite varie en fonction du rang croissant, du jaune orange à l'orange brun foncé. Ceci correspond

tout à fait à l'évolution des spores donnée dans les études de C.C.M. GUTJAHR (1966) et dans le lexique international de Pétrographie des Charbons (1975).

	lignite tendre	lignite dure	houille de bas rang	houille de rang élevé
Liptinite	vert intense, jaune, orange et brun	jaune verdâtre fort à moyen, jaune orangé et brun	jaune clair à foncé, orange et brun	non fluorescente
Huminite Vitrinite	jaune faible à moyen et orange ou sans fluorescence	brun très foncé ou sans fluorescence	brun très foncé ou sans fluorescence	non fluorescente
Inertinite	non fluorescente	non fluorescente	non fluorescente	non fluorescente

III-3. Photométrie de fluorescence monochromatique

Cette méthode d'étude convient surtout pour déterminer le degré d'humidification des huminites peu évolués. Le pouvoir réflecteur est inversement proportionnel à l'intensité de fluorescence. Au-dessous de 0,3 % de pouvoir réflecteur (immersion dans l'huile, longueur d'onde 546 nm), on ne peut mesurer des écarts de fluorescence avec précision.

La photométrie de fluorescence monochromatique utilise une longueur d'onde déterminée de la lumière émise (par exemple 546, plus ou moins 20nm). Du point de vue de la méthode et de l'appareillage, la photométrie de fluorescence monochromatique ressemble à la photométrie de réflexion. L'équipement du microscope est pratiquement le même que celui de la microscopie fluorescente. Ici, on emploie des lampes à courant continu. Pour utiliser simultanément la fluorescence et la réflexion on peut remplacer dans l'illuminateur Opak la lame-semi-transparente par un miroir dichroïque. En raison de la petite taille des objets, le diamètre du diaphragme de mesure doit être aussi petit que possible et la source lumineuse doit être centrée sur le diamètre du point mesuré.

Une cinquantaine de mesures suffisent pour des valeurs homogènes et plus de 100 mesures pour des valeurs hétérogènes. A l'heure actuelle, on ne possède pas d'étalons absolus pour la fluorescence. On utilise des étalons "relatifs" pour mesurer l'intensité de fluorescence. Les étalons relatifs sont des étalons liquides (M. SERNETZ et A. THAER, 1970) et des étalons solides (H. JACOB, 1972 et 1973).

III-4. Photométrie de fluorescence spectrale

Ce procédé permet d'étudier les groupes de macéraux de la liptinite et de l'huminite des tourbes et des lignites et ceux de la liptinite des houilles peu évoluées. Les houilles que j'ai étudiées sont un peu trop évoluées pour faire une étude de photométrie de fluorescence spectrale. Pour cette raison, je n'ai pas pu faire des mesures de fluorescence spectrale.

Dans ce procédé, les mesures de fluorescence sont effectuées après excitation aux rayons UV et on enregistre les spectres de fluorescence à partir de 400 nm.

Les sporinites émettent une lumière de fluorescence de couleur et d'intensité variant avec le degré d'évolution des charbons.

La figure 58 montre le schéma de l'équipement utilisé pour la photométrie de fluorescence spectrale en lumière réfléchie. Avec cet appareil, K. OTTENJAN, M. TEICHMULLER, M. WOLF (1974) ont étudié les spectres de sporinites de divers rang des charbons. Sur un échantillon à partir de plusieurs mesures sur des sporinites, on peut calculer le spectre moyen de sporinite (fig. 59) (K. OTTENJANN, M. TEICHMULLER, M. WOLF, 1974). Ce spectre moyen sert de courbe de base pour la détermination des paramètres de fluorescence. Plusieurs paramètres caractérisant le comportement en fluorescence des sporinites de rangs variés ont été déterminés. On peut citer comme exemples :

- la position du maximum (max.)
- la largeur de bande passante correspondant à la demi-valeur,
- divers quotients (jaune /rouge, rouge/vert) (P. VAN GIJZEL, 1967; K. OTTENJANN M. TEICHMULLER, M. WOLF, 1974).

Ces divers paramètres donnent des indications sur l'origine et la nature des substances étudiées (P. VAN GIJZEL, 1963). Si la substance étudiée est la sporinite, ces divers paramètres donnent des indications sur le degré de houillification (P. VAN GIJZEL, 1967; K. OTTENJANN, M. TEICHMULLER, M. WOLF, 1974). Les courbes spectrales de la sporinite se modifient assez

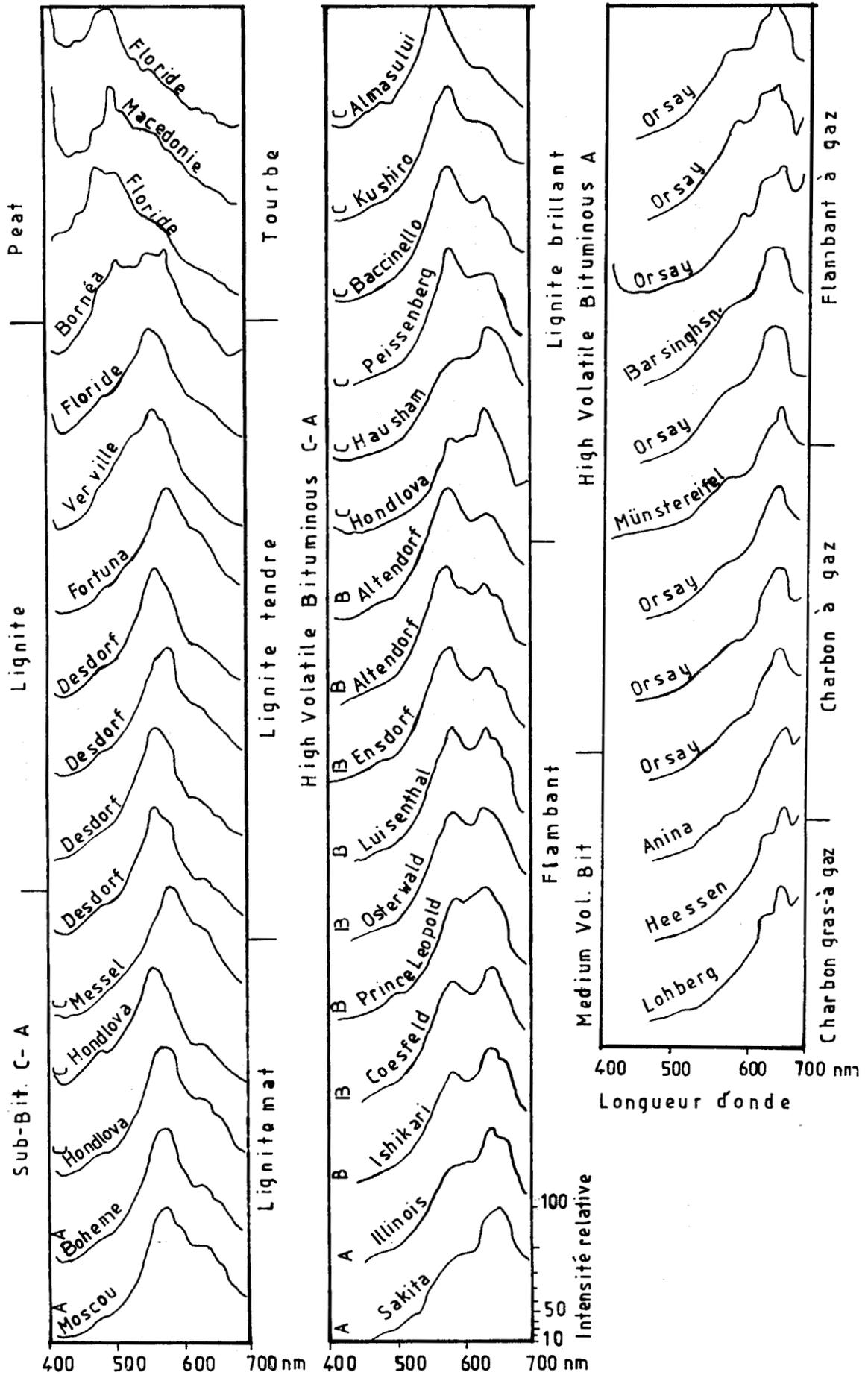


Figure 59 : Variations des spectres moyens de fluorescence de sporinites avec le rang croissant, défini, par la classification des charbons. (d'après K. OTTENJANN, M. TEICHMÜLLER et M. WOLF, 1974)

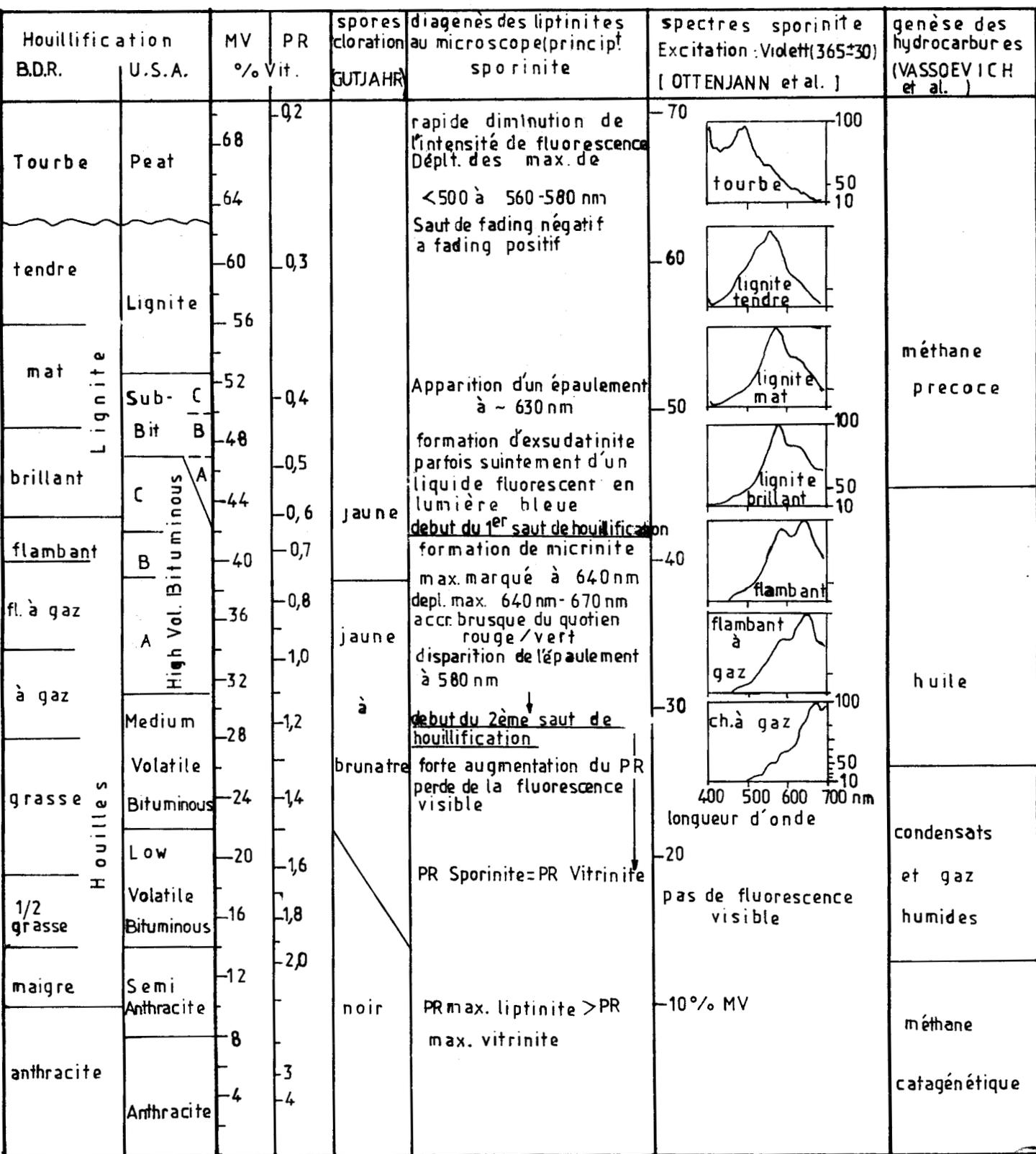


Figure 60 : Diagenèse des liptinites en fonction du rang (MV, PR) [en lumière transmise (GUTJAHR, 1966) en lumière réfléchie (OTTENJANN et al. 1974)] et la genèse de l'huile et du gaz (VASSOEVICH et al., 1970). [extrait de M. TEICHMULLER (1974)]

rapidement avec le rang des charbons. Avec les paramètres de fluorescence, exprimés en chiffres, on peut établir des comparaisons avec d'autres données numériques pour l'étude de la houillification (M. TEICHMULLER, 1974) (fig.60).

La figure 59 représente les résultats des études de K. OTTENJANN, M. TEICHMULLER, M. WOLF, sur les mesures du spectre de la sporinite. Les spectres de sporinite varient avec le rang croissant. Sur la figure 59 on aperçoit clairement le déplacement des maxima et un développement progressif d'épaulement plus ou moins prononcés. Ces spectres ne varient pas de façon régulière avec le rang croissant. Ils se présentent sous forme de bandes maximales situées aux longueurs d'ondes différentes, dont la signification varie avec le rang. Pour les tourbes le maximum se situe autour de 500 nm, pour les lignites à 560-580 nm et pour les houilles à 630-670 nm. Le maxima montre un déplacement lent au sein de chaque bande en fonction du rang.

CONCLUSIONS GENERALES

Cette étude est pratiquement la seule étude pétrographique d'ensemble des charbons du bassin de Zonguldak. Les méthodes utilisées : analyse macérale, mesure du pouvoir réflecteur et microscopie de fluorescence permettent de mettre en évidence les caractères généraux des charbons de ce bassin.

Les résultats de l'analyse macérale et l'étude statistique portant sur 180 échantillons ont permis de mettre en évidence les caractères suivants :

- dans chaque point du bassin, la composition des veines en groupes de macéraux est assez homogène du mur au toit;
- les secteurs de l'Ouest du bassin se sont avérés plus riches en exinite que ceux de l'Est. Ils ont bénéficié d'une alimentation en corps figurés plus abondante. Les courants et les vents qui les ont acheminés jusqu'au lieu de sédimentation étaient, semble-t-il, dirigés du Sud Est au Nord Ouest.

Les résultats des mesures du pouvoir réflecteur montrent une évolution différente également à l'Ouest et à l'Est du bassin.

A l'Est du bassin, les houilles sont en effet plus évoluées qu'à l'Ouest.

Le pouvoir réflecteur et les teneurs en matières volatiles sont assez fortement liés, jusqu'à 33 % de MV. Les houilles renfermant plus de 33 % de MV ont un PR qui ne suit pas la progression des matières volatiles mais qui apparaît en relation avec la composition macérale ou les conditions des premiers stades de la diagenèse.

L'évolution différente des veines des secteurs Ouest et des secteurs Est du bassin a permis de préciser les rôles respectifs des différents mécanismes de la houillification dans le bassin de Zonguldak. Les processus de houillification anté-tectonique ont joué un rôle très important, mais avec des intensités différentes à l'Est et à l'Ouest du bassin.

La différenciation entre les houilles de l'Est du bassin et celles de l'Ouest apparaît donc aussi bien au point de vue du type qu'au point de vue du rang.

Les houilles des secteurs de l'Est ont subi au cours de la carbonification biochimique, immédiatement après leur dépôt, une oxydation plus importante que les houilles des secteurs de l'Ouest. L'enfouissement fut également plus important à l'Est du bassin qu'à l'Ouest; la carbonification pré-orogénique a donc affirmé une différence encore accentuée par l'évolution post-orogénique.

L'étude pétrographique permet de replacer la veine dans son contexte géologique. Dans le cas particulier du bassin de Zonguldak, on peut saisir l'évolution des veines depuis leur dépôt jusqu'aux derniers stades de la carbonification et ce en fonction de l'évolution géologique du bassin.

On peut ainsi dégager les rôles successifs de la houillification biochimique liée à la nature des dépôts, c'est-à-dire à la composition macérale des charbons, puis de la houillification géochimique pré-orogénique et post-orogénique, évolution continue en fonction du temps et de la profondeur d'enfouissement des débris végétaux. Bien que les mécanismes de la houillification soient très complexes et que les rôles précis des différents facteurs : sédimentation, nature des débris, subsidence, orogénèse sur la houillification, ne puissent pas toujours être mis en évidence dans le détail, l'analyse pétrographique a permis de dégager les stades essentiels de la formation de ces charbons.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMSKI C., MACKOWSKY M. Th., MANTEL W. et STACH E. (1951).- Atlas für angewandte Steinkohlenpetrographie. Verlag Glückauf, G.M.B.H., Essen.
- AGRALI B. (1964).- Contribution à l'étude palynologique des Bassins Houillers Turcs. Etude des microspores du Bassin d'Amasra (secteur Nord). Applications. Thèse Univ. Lille.
- AKYOL E. (1964).- Etude palynologique de cinq veines de houilles de Gelik et deux veines de lignites de Soma. Thèse, Lille.
- ALPERN B. (1954).- L'analyse pétrographique des charbons et ses relations avec la cokéfaction. *Rev. Ind. Min.*, n°593, p. 359-373, 3 tabl., 3 pl.
- ALPERN B. et NOMARSKI (1954).- Contribution à l'amélioration des méthodes d'examen microscopique et de classification des charbons. *Bull. Soc. franc. Minér. Crist.*, t. LXXVII, p. 905-938, 6 fig., 3 tabl., 7 pl.
- ALPERN B. (1955).- L'analyse pétrographique des charbons en couche. Nomenclature et appareillage utilisés. *Proced. intern. Comm. Coal Petrology*, n°2, p. 35-36, Liège.
- ALPERN B. (1956a).- Die Anisotropie der Kokse als Kriterium für ihre Beurteilung und Klassifizierung. *Brennstoff-Chemie*, Nr.13/14, Bd.37, S.194-198, Essen.
- ALBERN B. (1956b).- Propriétés physico-chimiques et cokéfiantes des macéraux de quelques charbons en fonction de leur degré de houillification. *Rev. Ind. Minér.*, vol. 38, p. 170-181.
- ALPERN B. et PREGERMAIN S. (1956).- Application du microscope électronique à l'étude de la constitution des houilles. *Bull. Microscopie Appl.*, (2), t. 6, n°1, 4 fig., 6 pl.
- ALPERN B. et QUESSON A. (1956).- Etude par autoradiographie de la répartition des cendres de charbons activés. *Bull. Soc. franc. Minér. Crist.*, t. LXXIX, p. 449-463.
- ALPERN B. et CHAUVIN R. (1958).- Application des méthodes de la microscopie par réflexion à l'étude de la combustion des boulets. *Rev. Ind. Min.*, n° spéc. 15 juillet 1958, p. 210-218, 22 fig.

- ALPERN B. (1959).- Contribution à l'étude palynologique et pétrographique des charbons français. Contribution aux méthodes et à la systématique palynologiques et pétrographiques des charbons. Application aux problèmes de la corrélation des couches. *Thèse*, Paris.
- ALPERN B. (1961).- Etude microscopique du mode de combustion des houilles. C.E.R.C.H.A.R., Doc. Int., n° 1185, 30 fig., Verneuil-en-Halatte.
- ALPERN B. et BUSSO R.H. (1963).- Identification rapide et automatisable du rang des charbons par mesurage de leur réflectance globale. C.E.R.C.H.A.R., Doc. int.n° 1315, 24 fig., Verneuil-en-Halatte.
- ALPERN B. (1964).- Un exemple intéressant de houillification dans le bassin lorrain et ses prolongements. C.E.R.C.H.A.R., Doc. Int., n° 1492, 18 fig., 19 p., Verneuil-en-Halatte.
- ALPERN B., LIABEUF J.J. et NAVALE G.K.B. (1965).- Relations entre les séquences palynologiques et pétrographiques dans les couches de houille. C.E.R.C.H.A.R., Doc. Int., n° 1540, 11 fig., Verneuil-en-Halatte.
- ALPERN B. et PREGERMAIN S. (1965).- La micrinite fine. Etude en microscopie électronique. C.R. Ac. Sc., t. 261, p. 2693-2694, 2 pl. Paris.
- ALPERN B. (1966).- Etude de la fusibilité de l'inertinite. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXVI, p. 225-230, 3 fig., 2 tabl., 8 pl. Lille.
- ALPERN B. (1967a).- Quelques applications géologiques du pouvoir réflecteur des charbons. C.E.R.C.H.A.R., Doc. Int., n° 1768, 22 p., 13 fig., 2 pl., Verneuil-en-Halatte.
- ALPERN B. (1967b).- Tectonique et gisement du gaz dans les bassins houillers. Etude bibliographique et exemple d'application. *Publ. C.E.R.C.H.A.R.*, n° 1779, F.310, p. 687-693, 17 pl., 12 fig., Verneuil-en-Halatte.
- ALPERN B. (1969).- Pouvoir réflecteur de charbons français. Applications et répercussions sur la théorie de A. DUPARQUE. *Ann. Soc. géol. Nord*, t.LXXXIX, 2, p. 143-166, 6 tabl., 16 fig., 4 pl.photo, Lille.
- ALPERN B. (1970).- Classification pétrographique des constituants organiques fossiles des roches sédimentaires. *Rev. Inst. franc. Pétr.*, 25.11., p. 1233-1264.
- ALPERN B. et LEMOS DE SOUSA M. (1970).- Sur le pouvoir réflecteur de la vitrinite et de la fusinite des houilles. C.R. Ac. Sc., t. 271, série D., n° 12, p. 956-959, 1 tabl., 3 fig., Paris.

- ALPERN B., DURAND B., ESPITALIE J., TISSOT B. (1971).- Localisation, caractérisation et classification pétrographique des substances organiques sédimentaires fossiles. *Ad. in Org. Geolochem.* 1971 (1972), p. 1-28.
- ALPERN B. (1975).- Pétrographie de la matière organique des sédiments, relations avec la paléotempérature et le potentiel pétrolier. Coll. CNRS Paris, septembre 1973. *Centre Nat.Rech. Sci.*, 278 p., Paris.
- ALPERN B. (1976).- Fluorescence et réflectance de la matière organique dispersée et évolution des sédiments. *Bull. Centre Rech. Pau, SNPA*, 10. 1., p. 201-220, 9 fig., 1 tabl., Pau.
- AMMOV I.L., EREMIN I.V., BABASHKIN B.G. (1954).- Utilisation of petrographic characteristics of coals for compounding coking charges. *I.G.I. Akad. Nauk.*, U.R.S.S.
- AMMOV I.L. (1956).- Microscopie lumineuse des charbons de mine. *Proc. Intern. comm. Coal Petrology*, 2, p. 14-17.
- AMMOV I.L., EREMIN I.V., SUKHENKO S.I., OSKURKOVA L.S. (1957).- Calculation of coking charges on the basis of petrographic characteristics of coals. *Koks i Khimya*, n° 12, p. 9-12.
- AMMOV I.L. (1967).- Pétrographie des charbons et paragenèse des combustibles fossiles. *Akad. Nauk.CC.C.P., Inst. Geol. Moscou*, p. 5-80.
- ARNI P. (1938).- Şimali Anadolu kömür havzasi stratigrafisi hakkında. *M.T.A.*, rap. n° 674, Ankara.
- ARNI P. (1939).- Şimali Anadolu Garbi kömür havzasındaki madencilik hakkında yeni noktai nazartar. *M.T.A. derg.*, n° 4, p. 46-55, Ankara.
- ARNI P. (1940).- Amasra-kömür havzasina ait kısa rapor. *M.T.A.*, rap. n° 1315, Ankara.
- ARNI P. (1941).- Amasra-Tarlağzi taşkömür mintikasinin geolojist vekiymentlendirilmesine müteallik ilk ikmal raporu. *M.T.A.*, rap. 1247, Ankara.
- ARSLAN M. (1977).- Analyse macérale de onze veines de houille du secteur Karadon du bassin de Zonguldak (Turquie). *D.E.A.*, Lille.
- ARTÜZ S. (1971).- Zonguldak - Asma ve Dilaver bölümündeki (Westfaliyen A) Hacimemis kömür damari numunelerinin petrografi incelemesi. *Inst. Univ. Fen. Fak. monog.*, n° 21, 8 fig., XII tabl., VI pl.ph. Istanbul.

- ARTÜZ S. (1971).- Über Reflexionvermögen zweier Steinkohlenfloze von Zonguldak Revier (Floz Hacipetro und Hacimemiş). *Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul*, Série B, t. XXXVI, fasc. 3-4, p. 155-165, Istanbul.
- ARTÜZ S. (1974).- Zonguldak-Kozlu bölümündeki (Westfaliyen A)Hacipetro kömür damarinin petrografi incelemesi. *Ist. Univ. Fen. Fak. Monog.*, n°24, 6 fig., XXII. tabl., VI pl.-ph., Istanbul.
- BAYKAL F. (1971).- Historik Jeoloji, Karadeniz Tek. Univ. Yay., n° 38, Istanbul.
- BEREK M. (1930).- Das Problem der quantitativen Mikroskopie der Erzminerale und seine Lösung. Zugleich ein Beitrag zu den Erscheinungen der Reflexion des Lichts an anisotropen absorbierenden Kristallen. *Zeitschr. Kristallogr.*, LXXVI, d. 396-430, Leipzig.
- BEREK M. (1931).- Das Problem der quantitativen Mikroskopie, der Erzminerale und seine Lösung. Zugleich ein Beitrag zu den Erscheinungen der Reflexion des Lichts an anisotropen absorbierenden Kristallen. *Zeitschr. Kristallogr.* LXXVII, d. 1-22, Leipzig.
- BOUROZ A. (1958).- La sédimentation des séries houillères dans leur contexte paléogéographique. *CR. 4e Congr. Str. Carb. Heerlen*, p. 65-78, Maastricht.
- BOUROZ A. (1962).- Subsidence continue et discontinue dans le houiller. *C.R. Ac. Sc.*, t. 254, p. 1116-1118, Paris.
- BOYER A.F., DURIF S., ALPERN B. (1954).- Interactions physico-chimiques de deux charbons pendant leur carbonisation. *C.R. Ac. Sc.*, t. 239, n° 25, p. 1791-1792, Paris.
- BROWN H.R., COOK A.C., TAYLOR G.H. (1964).- Variations in the properties of vitrinite in isometamorphic coal. *Fuel*, n° 2, p. 111-124, 7fig., 2 tabl. London.
- BURSTLEIN E. (1950).- La préparation pétrographique des charbons et son application à l'industrie de la distillation de la houille. *Ass. Techn. Ind. Gaz en France*, Congrès 1950, p. 1-16.
- BURSTLEIN E. (1954).- La préparation sélective et pétrographique des charbons en vue de leur cokéfaction. *Chaleur et Industrie*, p. 3-37, 30 fig., Paris.
- CADY G.H. (1958).- Coal geology and the coal industry. *Econ. Geol.*, vol. 53, n° 5, p. 511-520.
- CHALARD J. (1967).- Réflexions sur la définition et la genèse des Tonsteins (Application possible au calcul des temps de dépôt relatifs du charbon

- et des stériles). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXVII, p. 87-93, Lille.
- CHANDRA D., BOND R.L. (1956).- The reflectance of carbonised coals. *Proc. Intern. Comm. Coal Petrology*, n° 2, p. 47-51.
- CHANDRA D. (1958).- Reflectance of oxidized coals. *Econ. Geol.*, vol. 53, n°1, 3 tabl., 4 fig., p. 102-108.
- CHANDRA D. (1965 a).- Reflectance of New Zealand coals. *Econ. Geol.*, vol. 60, 4 fig., p. 1041-1045.
- CHANDRA D. (1965b).- Use of reflectance in evaluating temperature of Carbonized or thermally metamorphosed coals. *Fuel*, 44, p. 171-176, 4 fig.
- CHARLES F. (1931).- Note sur le Houiller d'Amasra (Asie Mineure). *Ann. Soc. géol. Belgique*, LIV, n°4.
- CHARLES F. (1933).- Contribution à l'étude des terrains paléozoïques de l'Anatolie du Nord-Ouest (Asie mineure) suivie d'une "Etude de quelques Brachiopodes du Paléozoïque des environs de Bartin-Zonguldak" par G.DELEPINE. *Mém. Soc. géol. Belgique*.
- CHARLES F. (1947).- Recherches stratigraphiques et tectoniques dans la région des fenêtres de Kabasakal, de Catakdere et environs. *M.T.A., Rap. n°1725*, (inédit). Ankara.
- CHARLES F. (1948).- Observation sur les terrains de couverture dans les bassins carbonifères du NW de l'Anatolie. *Türk. Jeol. Kur. Bült.*, vol. I, n° 1, Ankara.
- C.I.P.C. (1963).- Lexique International de Pétrographie des Charbons du Comité International de Pétrographie des Charbons. 2ème édit. C.N.R.S., Paris.
- C.I.P.C. (1971).- Lexique international de pétrographie des charbons du Comité International de Pétrographie des Charbons. *Supplément à la 2ème édition*, C.N.R.S., Paris.
- C.I.P.C. (1975).- Lexique international de pétrographie des charbons du Comité International de Pétrographie des Charbons. *2ème supplément à la 2ème édition*, C.N.R.S., Paris.
- COPPENS P.L., NOEL R. (1954).- Quelques notes sur l'inclusion des préparations pétrologiques à l'aide de résine synthétique. Application à l'étude de la cokéfaction.
- COPPENS P.L., NOEL R., VENTER J.(1955).- Etude pétrologique et ses applications. Première communication : Méthode de préparation, d'examen et l'analyse pétrologique des houilles. Application à l'étude d'une veine en exploitation. *I.N.I.C.H.A.R., Bull. Techn. Houille et Dérivés*, n°9, Août 1955.

- COPPENS P.L. (1967).- Synthèse des propriétés chimiques et physiques des houilles. *I.N.I.C.H.A.R.*, D/ 1967/0951/2, Liège.
- DAVIS A., SPACKMAN W. (1964).- The role of the cellulosic and lignitic components of wood in artificial coalification. *Fuel*, vol. XLIII, p. 215-224, 2 tabl., 6 fig., London.
- DELATTRE Ch., PRUVOST P. (1961).- L'oeuvre d'André Duparque (1892-1960). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXI, p. 81-88, Lille.
- DELATTRE Ch. et MERIAUX E. (1964).- Microdureté Vickers de charbons du Bassin Houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIV, p. 43-49, 3 fig., 1 tabl., Lille.
- DELATTRE Ch. et MERIAUX E. (1966).- Sur un aspect particulier et sur une origine de la micrinite fine. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXVI, p. 187-188, pl. XVII, Lille.
- DIESEL C. (1961).- Zur Kenntnis der Bildungsweise des Flözes Katharina im niederrheinisch-westfälischen steinkohlenbecken. *Bergbau-Arch.*, 22, p. 57-82, 40 fig., Essen.
- DIL N. (1975).- Etude micropaléontologique du Dinantien de Gökgöl et Kokaksu (Turquie). *Ann. Soc. géol. Belgique*, f. 98, fas. I, p. 213-228.
- DUPARQUE A. (1928).- Le rôle des actions mécaniques dans l'évolution des couches de houille. *Bull. Soc. géol. France*, 4ème série, t. XXVIII, p. 455-491, 1 pl., Paris.
- DUPARQUE A. (1933).- Structure microscopique des charbons du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Mém. Soc. géol. Nord*, t. XI, 131 fig., 45 tabl., 66 pl., 716 réf. biblio., Lille.
- DUPARQUE A. et MASSINON J. (1939).- Les substances amorphes et les pulpes végétales des houilles. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXIV, p. 39-57, 1 pl., Lille.
- DUPARQUE A. (1949a).- Sur l'emploi de la lumière polarisée dans l'examen microscopique des surfaces polies d'anthracites et sur la détermination des teneurs en tissus ligneux de ces combustibles. *C.R. Ac. Sc.*, t. 228, p. 1143-1145, Paris.
- DUPARQUE A. (1949b).- Sur les houilles schisteuses et sur l'inter-stratification des houilles et des schistes dans certaines veines de charbon. Nouvelles remarques sur les caractères généraux de la sédimentation houillère. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXIX, p. 237-289, 2 pl., Lille.

- DUPARQUE A., DELATTRE Ch. (1954a).- Caractères microscopiques des sclérots et spores de champignon des houilles et des anthracites. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXII, p. 247-268, Lille.
- DUPARQUE A., DELATTRE Ch. (1954b).- Sur la véritable nature des tissus (?) de champignons des houilles paléozoïques. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIII, p. 269-275, Lille.
- DUPARQUE A. (1955).- Les différents types pétrographiques de houilles et anthracites. Leur origine et leur mode de formation. *C.R. Congr. Soc. Sav.*, p. 127-162, 5 pl., 10 fig., Lille.
- DUPARQUE A., MORAND-JUDAS F. (1956).- Répartition des sclérotés et corpuscules sclérotiformes dans les veines de houille du Nord et du Pas-de-Calais. Leur pluralité d'origine. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXVI, p. 116-177, Lille.
- EGEMEN R., PEKMEZCILER S. (1945).- Amasra taşkömürü tesekkülü hakkında jeolojik rapor. *M.T.A.*, rap. n° 1636, Ankara.
- EGEMEN R. (1959).- On the significance of the flora found in the Ihsaniye beds at Kozlu, Zonguldak. *Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul*, série B, t. 24, p.1-21, Istanbul.
- EREMIN I.V. (1959).- The petrographic characteristics of coals in relation to their use in coking industry : *Trans. Fossil Fuel Inst.*, vol. VIII. *Acad. Sci. URSS*, p. 14-20.
- ERGUN S., Mc CARTNEY J.T., MENSTER M. (1959).- Physical and chemical properties of the petrographic components A a high volatile bituminous coal. *Geol. (New Haven Conn.)* 54, 6, p. 1068-1077.
- FAYOL H. (1887).- Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Lithologie et stratigraphie. *Bull. Soc. Ind. Min.*, Série 2, XV, 546 pages et un atlas. Saint Etienne.
- FENTON G.W., MARSHALL I.A., SMITH A.H.V. (1958).- Application des principes de la pétrographie moderne des charbons à l'industrie de la houille. *Coll. Intern. Petro. app. Charbons. Rev. Ind. Minér.*, n° sp., 15 juillet, p. 191-198, 2 fig., 4 tabl. Paris.
- FRANCIS W. (1961).- Coal Its formation and composition. 806 pages. 124 fig., Edward Arnold (Publishers), Ltd. 2nd Edit. London.
- GILBERT L.A. (1960).- The reflectivity spectra of coal vitrains in the visible and the ultraviolet. *Fuel*, vol. XXXIX, p. 393-400, London.

- GRANCY W. (1939).- Überlick über die bisherigen Aufschlussarbeiten und Ergebnisse im Ostlichen Anatolischen steinkohlenbecken. *M.T.A. derg.*, n° 4, p. 75-88, Ankara.
- GRAND'RY E. (1962).- Valorisation pratique des analyses de rang des charbons élémentaires et de leurs mélanges. *Ann. Mines Belgique*, n° 11, p. 1107-1119, 11 fig., Liège.
- GRUNER A. (1874).- Pouvoir calorifique et classification des houilles. *Ann. des Mines*, 7ème série, IV, p. 169-207, Paris.
- GUTJAHR M.C.C.(1966).- Carbonization measurements of pollen grains and spores and their application. *Leidse Geol. Meded.*, 38, p. 1-29, 23 fig., Leiden.
- HACQUEBARD P.A. (1943).- Kohlenpetrographische studiën. Parallelisatie van de koolagen Merl, Mühlenbach, Steinknipp en Finefraw van het Nederlandsche mijngebied. *Diss. Groningen en Geol. Stichtig.*, serie C-111-2, n°1, 19 tabl., 4 fig., 3 pl., 9 tabl. h.-t., Maastricht.
- HACQUEBARD P.A. (1951).-The correlation by petrographie Analyses of n°5 Seam in the St.Rose and Chimney Corner Coalfields, inverness County, Cape Breten Island, Nova Scottia. *Geol. Survey of Canada, Bull.* 19, Ottawa.
- HACQUEBARD P.A. (1952).- Opaque matter in coal. *Econ. Geol.*, vol. 47, n°5, p. 494-516, 6 pl., 1 fig., 3 tabl.
- HARRISON J.A. (1961).- Coal petrography applied to coking problems. *Proced.III, Mining.Inst.*, p. 17-43, 8 tabl., 13 fig.
- HEVIA RODRIGUEZ V. (1959a).- Contribution al estudio de los errores cometidos en los analisis microscopicos cuantitativos. *Bol. Inform. Inst.Nac. Carbon*, 44, p. 73-80, 1 tabl., 5 fig., Oviedo.
- HEVIA RODRIGUEZ V. (1959b).- Nueva contribution al estudio de los errores cometidos en los analisis microscopicos cuantitativos. *Bol. inform. Inst. Nac. Carbon*, 45, 6 tabl. 3 fig., Oviedo.
- HEVIA RODRIGUEZ V. (1964).-A propos des microlithotypes des charbons. 5ème *Congr. Int. Str. Géol. Carb.*, t. IV, p. 923-932, 5 tabl., 16 fig.,Paris.
- HOMANN W. (1972).- Zum spektralen fluoreszenz verhalten des Sporinite in Kohlen Anschliffen und die Bedeutung für die Inhohlungsgrad Bestimmung. *Vertrag 25, Arbeitstatung internat. Komm. für Kohlenpetrologie*, Belgrad., (inédit, in Ottenjann K. et al. 1974).

- HUNTZENS F.J., VAN KREVELEN D.W. (1954).- Chemical and physical properties of the coal-Reflectance. *Fuel*, vol. XXXIII, p. 88-103, 3 tabl., 11 fig., London.
- JACOB H. (1964).- Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Lumineszenzmikroskopie fossiler Brennstoffe. *Fortschr. Geol. Rheinl. und Westf.*, 12, p. 569-588, 2 fig., 7 tabl., 4 pl., Krefeld.
- JACOB H. (1972).- Mikroskop-Photometrie der organischen Stoffe von Böden. I-Organopetrographische Nomenklatur und mikroskop-photometrische Methodik. *Bodenkultur. Wien*, 23-3, s. 217-226.
- JACOB H. (1973).- Kombination von Fluoreszenz- und Reflexions-Mikroskop-photometrie der organischen Stoffe von Sedimenten und Böden. *Leitz-Mitt. Wiss. und Techn.*, Weitzlar, 6, 1, s. 21-27.
- JACOB H. (1974).- Fluoreszenz-Mikroskopie und Photometrie der organischen Substanz von Sedimenten und Böden. *Handb. Mik. i. d. Techn.*, Frankfurt-Main, Bd IV/2, s. 369-391.
- JONES J.M. (1961).- The measurement of some of the physical properties of the coal macerals and their variation with rank. *Thesis, Univ. of Durham*, 380 p., 87 graph., 12 pl., G.B.
- JONES J.M. (1962).- A new micro-refractometer. *Econ. Geol.*, v. 57, p. 42-49.
- KOCH J. (1970).- Braunkohlenharze, Verwitterung und Verkokung von Harzen. *Erdöl und Kohle*, 23, p. 633-638, 11 fig., Hamburg.
- KONYALI Y. (1963).- Contribution à l'étude des microspores du bassin houiller d'Amasra (secteur Sud). *Doct. 3^o Cycle*, Lille.
- KOTTER K. (1960).- Die mikroskopische Reflexionsmessung mit dem Photomultiplier und ihre Anwendung auf die Kohlenuntersuchung. *Brennstoff-Chemie*, Bd. 41, n^o 9, p. 263-272, 18 fig. Essen.
- KOTTER K., LANGNER D.W. (1961).- Automatisierung von statistischen Reflexionsmessungen an Kohlen. *Brennstoff-Chemie*, Bd. 42, n^o 12, p. 380-385, 2 tabl., 8 fig., Essen.
- KUYL O.S., PATIJN R.J.H. (1958).- Coalification in relation to depth of burial and geothermic gradient. *C.R. 4^e Congr. Strat. Géol. Carb.*, t. II, p. 357-365, Heerlen.
- LADAM A., ISELIN P., ALPERN B. (1958).- Méthodes de séparation de l'exinite. Propriétés physico-chimiques comparées d'une exinite et d'une vitrinite de charbon flambant. *Brennstoff-Chemie*, 2^e Intern. Tagung für Kohlenwissenschaft. Valkenburg.

- LARSEN G., CHILINGAR B.V. (1967).- Developments in sedimentology & Diagenesis in sediments. Elsevier publishing company, Amsterdam.
- LEGRAYE M. (1929).- L'influence de certains constituants de la houille sur la cokéfaction. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, LII, Bull. N°6, P.B. 137-143, 2 fig., Liège.
- LEGRAYE M. (1931).- L'influence des constituants des houilles et de leur degré d'évolution sur leurs propriétés industrielles. *L'Annuaire de l'A.L.*, n° 1, Liège.
- 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. Minéral. Géol. Porto*, (4), 84, 40 p.
- LOBOZIAK S., DIL N. (1973).- Sur l'âge Westphalien inférieur des couches de charbon sous la faille du Midi de la galerie -200/34400 des mines de Çaydamar (Turquie) d'après leur étude palynologique (microspores et mégaspores). *Rev. of Paleobotany and Palynology*, 15 (1973), p. 287-299, 3 fig., 2 pl.
- Mc CARTNEY J.T. (1952).- A study of the Seyler theory of coal reflectance. *Econ. Géol.*, vol. 47, n°2, p. 202-210.
- Mc CARTNEY J.T., HOFER L.J.E. (1955).- Microreflectivity Analysis of Coal. *Analytic. Chemie*, 27, p. 1320-1325.
- Mc CARTNEY J.T., ERGUN S. (1958).- Optical properties of graphite and coal. *Fuel*, vol. XXXVII, p. 272-282, London.
- Mc CARTNEY J.T., ERGUN S. (1960).) Reflectance of coal, Graphite and Diamond. *Fuel*, vol. XXXIX, p. 449, London.
- Mc CARTNEY J.T., O'DONNELL H.J., ERGUN S. (1966).- Ultrafine structures in coal components as revealed by electron microscopy. *In coal sciences, Adv. Chem. Ser.* 55, p. 261-273, 12 fig., Washington.
- MACKOWSKY M.Th. (1953a).- Fortschritte und neue Erkenntnisse auf dem Gebiete der Kohlenpetrographie. *Glückauf*, H. 39/40, s. 1013-1018, Jg. 89.
- MACKOWSKY M.Th. (1953b).- Probleme der Inkohlung. *Brennstoff-Chemie*, Nr.11/12, Bd 34, s. 182-185, 2 Abb. Essen.
- MACKOWSKY M.Th. (1955).- Der Sedimentationsrhythmus der Kohlenflöze. *Neue Jb. Geol. Paläontol.*, Mh. 10, s. 438-449, 8 Abb. Stuttgart.
- MACKOWSKY M. Th. (1958).- Vergleichende Betrachtungen über die Methodik der europäischen und der amerikanischen Kohlenpetrographie. *Brennstoff-Chemie*, Bd. 23, s. 1-10, 2è intern. Tagung für Kohlenwissenschaft. Valkenburg.

- MACKOWSKY M.Th., KOTTER K. (1960).- Etude sur l'agglomération au moyen du microscope. *Rev. Ind. Min.*, vol. 42, n°1, p. 3-16, 15 fig.
- MACKOWSKY M.Th. (1962).- Méthode d'études des pâtes à coke et nouveaux résultats de recherches sur les problèmes de la cokéfaction. *Ann. Mines Belgique*, n° 11, p. 1121-1132, 14 fig., Liège.
- MACKOWSKY M.Th. (1975).- Comparative Petrography of Gondwana and Northern hemisphere Coals related to their origin. *Gondwana Geology*, Papers from the third Gondwana Symposium, Banberra Australia, 1973, p. 195-220, 11 fig., 16 pl., Biblio. K.S.W. Campbell (editor).
- MARSHALL C.E. (1955).- Coal petrology. *Econ. Geol.*, Fiftieth Anniv., vol. p. 757-834.
- MARSHALL C.E., HARRISON J.A., SIMON J.A., PARKER M.A. (1958).- Petrography and coking characteristics of coal. Laboratory Study of Illinois. Coal seams. n°5 and 6, *Illinois state geol. Surv.*, Bull. 84, 120 p., 90 fig., 36 tabl., 9 pl., Urbana.
- MAURENBRECHER A.L.F.J. (1944).- Kohlenpetrographische studien. Parallelisatie von de Koollagen Grauweck, Senteweck, Rauschenwerk en Athwerk van het Nederlandsche mijngebied. *Diss. Groningen en Geol. Stichting*, Serie C-III-2, n°2, 7 tabl., 8 fig., 6 pl., 3 tabl. h.-t., Maastricht.
- MERIAUX E. (1964a).- Caractères pétrographiques des houilles du sondage Loos 5 (groupe de Lens-Liévin). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXIII, p. 223-230, 2 tabl., 1 fig., 1 pl., nov. 1963, Lille.
- MERIAUX E. (1964b).- Valeur moyenne du pouvoir réflecteur maximum des charbons du sondage Loos 5 (groupe de Lens-Liévin). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t.LXXXIV, p. 19-28, 2 fig., 51 réf. biblio., Lille.
- MERIAUX E. (1966).- A propos des analyses macérales. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXVI, 7 tabl., p. 109-114, Lille.
- MERIAUX E. (1967).- Analyse pétrographique des anthracites de Djerada (Maroc). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXVII, p. 187-192, 2 tabl., 5 fig., 1 pl.,Lille.
- MERIAUX E. (1969).- Contribution à l'étude pétrologique de houilles du bassin du Nord et du Pas-de-Calais. *Ann. Mines Belgique*, avril et mai 1969.
- MERIAUX E. et BLANQUART P. (1973).- Etude comparative du pouvoir réflecteur de veines, de passées, lits, veinules, filets et grains de matière organique dispersée dans quelques sédiments du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Coll. Int. Petrog. M.O.D.*, C.N.R.S., p. 27-39, 7 fig., 1 tabl. Paris.

- MONNOT G.A., LADAM A. (1955).- Propriétés physiques et chimiques comparées de l'exinite et de la vitrinite. *C.R. Ac. Sc.*, t. 241, n°25, p. 1939-1941, Paris.
- MURCHISON D.G. (1957).- Reflectance studies in relation to coal petrology. Ph. D. Thesis, University of Durham.
- MURCHISON D.G. (1958).- Reflectance of vitrinite. *Brennstoff-Chemie*, 29, p. 47, Essen.
- MURCHISON D.G. (1960).- The accuracy and the subjectivity factor of reflectance measurements with the Berek-microphotometer. *Proc. int. Comm. Coal Pet.*, n° 3, p. 49-57.
- MURCHISON D.G., BOULT E.H. (1961).- Polished surfaces of the coal macerals. *Fuel*, vol. II, p. 389-406, London.
- NAKOMAN E. (1971).- Kömür. *M.T.A. Yay. eđ. serisi*, n°8, 124 fig., 26 tabl., 8 pl.ph., 476 réf. biblio., Ankara.
- NEWMAN P.C., WHELAN P.F. (1952).- Separation of hard and bright coal mined from a single seam by photoelectric comparison of the differences between specular and diffuse reflections from each lump. *Fuel.*, 31, n°4, p. 481-493, London.
- NOEL R. (1955).- Quelques applications pratiques de la connaissance des éléments végétaux constitutifs des charbons. *Ann. Mines Belgique*, v. 54, n°6, p. 952-956.
- NOEL R. (1956a).- Préparation des piliers de charbon en vue de leur étude pétrologique en lumière réfléchie et nouvelle méthode de représentation des profils de veine. *Proceedings of the Intern. Comm. for Coal Petrology*, n° 2, p. 28-30, 9 fig., Bruxelles.
- NOEL R. (1956b).- Aspect particulier des constituants pétrographiques dans certains charbons très évolués des bassins de Liège, de Herve et de
- NOEL R. (1962).- Etude pétrographique des charbons belges du bassin de Campine. *Ann. Mines de Belgique*, 1962, 2è livraison, p.139-149, Liège.
- NOEL R., PULINKX G. (1964).- Le "Rang" des charbons belges. A- Les charbons maigres et anthraciteux. *Ann. Mines de Belgique*, n°5, p. 582-587.
- NOEL R. (1966).- Sur deux paramètres du rang des charbons : indices de matières volatiles et pouvoir réflecteur. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. 89, 1965-66, Bull. N° 1/4, p. 121-130, 7 fig., Liège.

- NOEL R. (1967).- Pouvoir réflecteur. Application industrielle in COPPENS, P.L. (1967), Chap. VIII, p. 137-161, I.N.I.C.H.A.R., D/1967/0951/2, Liège.
- NOEL R. (1969).- Reflexionsvermögen und stratigraphische Stellung der Steinkohlen in den Belgischen Steinkohlenbecken; ihre Bedeutung im Dilatometrischen Verhalten der Steinkohlen während der Verkoking Freiberg Forschungsh. Reihe C, n° 235, p. 57-62.
- NOEL R. (1976).- Perspectives d'ensemble et exemples d'application de la mesure du rang des charbons. *Bull. Centre rech. Pau*, SNPA, 10, 1, p. 301-315, 12 fig., 1 tabl., Pau.
- OKAY A.C. (1939).- Petrographische und chemisch-technologische Untersuchung der Türkischen Stein-Kohle von Zonguldak (Flöze Büyük und Sulu). *Public Univ. Istanbul*.
- OKAY A.C. (1944).- Mikroskopische qualitativ-petrographische Untersuchung der Kohle aus dem Flöz Cay der Kozlu-Stufe von Zonguldak. *M.T.A. dergi*, n°9, p. 137-138, Ankara.
- ORJEL J. (1927).- Sur l'emploi de la pile photo-électrique pour la mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques. *C.R. Ac. Sc.*, t. 185, n°21, p. 1141-1143, Paris.
- ORJEL J. (1928).- Remarques sur la mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques et des minéraux transparents très réfringents. *C.R. Ac. Sc.*, t. 187, n° 23, p. 1055-1057, Paris.
- ORJEL J. (1930).- La mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques à l'aide de la cellule photo-électrique et ses applications. *Bull. Soc. Franc. Minér.* t. 53, p. 301-349, 13 fig., 6 pl., Paris.
- OTTENJANN K., TEICHMULLER M., 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. Rheinland und Westf. Dtsch.*, 1974, t.24, p. 1-36, 26 fig., 3 tabl., 1 pl., Trad. P. Robert (1974). B.R.G.M., n° 5477.
- PAMIR H.N. (1959).- Dinamik jeoloji. I-Dış olaylar. *Ist. Univ. yayınl.* 2 baskı, Istanbul.
- PAREEK H.S. (1963).- Coal petrography. Its nomenclature and application. *Indian Minerals*, vol. XVII, n°3, p. 254-260.

- PAREEK H.S. (1964).- The nature and origine of certain micro-constituents in the coals of Talcher coalfield, India. *V^o Congr. Intern. Str. Geol. Carb.*, sept. 1963, p. 991-995, 4 pl., Paris.
- PARKS B.C., O'DONNELL H.J. (1948).- Determination of petrographic components of coal by examination of thin sections. *Am. Inst. Min. Metallurgical England*, Tech. Publ. n° 2492, class.F, 17 p.
- PATIJN R.J.H. (1954).- Zonguldak-Kozlu area of the North Anatolian coalfield. *Maden. Zonguldak*, 20/21, (1953-54), p. 1-20.
- PATIJN R.J.H. (1964).- La formation de gaz due à des rehouillifications dans le Nord-Est des Pays-Bas. *C.R. 5^o Congr. Intern. Strat. Géol. Carb.*, p. 631-645, 8 fig., Paris.
- PATTEISKY K., 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. *Rev. Ind. Min.*, N° spécial, p. 121-137, 7 fig., Paris.
- PATTEISKY K., TEICHMULLER M. (1960).- Inkohlung-Verlauf, Inkohlung-Masstabe und Klassifikation der Kohler auf Grund von Vitrit-Analysen. *Brennstoff-Chemie*, n°3, Bd 41, S. 79-84, S.133-137, Essen.
- PATTEISKY K., TEICHMULLER M., TEICHMULLER R. (1962).- Das Inkohlungsbild des Steinkohlengebirges an Rhein und Ruhr, Dargestellt im niveau von Flöz Sonnenschein. *Fortschr. Geol. Rheinland und Westfalen*, v. 3, n°2, p. 687-700.
- PICKHARDT W., ROBOCK K. (1965).- Weiterentwicklung einer Apparatur zur photo-elektrischen Messung der Reflexion und der Absorption. *Brennstoff-Chemie*, n°2, Bd 46, S. 44-48, 10 bild. Essen.
- POTONIE R. (1950).- Petrographische klassifikation der Butumina. *Geol. Jahrb.*, v.65, p. 551-572.
- PRUVOST P. (1930).- Sedimentation et subsidence. *Livre jubilaire S.G.F.*, 1830-1930, t.II, p. 545-564, 7 fig., Paris.
- RALLI G. (1895).- Le bassin houiller d'Heraclee. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 23.
- RALLI G. (1933).- Le bassin houiller d'Heraclee et la Flore du Culm et du houiller moyen. Istanbul.
- RAYNAUD F.J., ROBERT P. (1976).- Méthodes d'étude optique de la matière organique. *Bull. Centre Rech. Pau, SNPA*, 10,1, p. 109-127, 1 fig., 2 tabl. 4 pl. Pau.

- ROBERT R. (1971).- Etude pétrographique des matières organiques insolubles par la mesure de leur pouvoir réflecteur. Contribution à l'exploration pétrolière et à la connaissance des bassins sédimentaires. *Rev. Inst. franç. Pétr.*, n°24, 2, p. 105-136.
- ROBERT P. (1973).- Analyse microscopique des charbons et bitumes dispersés dans les roches et mesure de leur pouvoir réflecteur. Application à l'étude de la paléogéothermie des bassins sédimentaires et de la genèse des hydrocarbures. *6è Congr. Géochim. org. Rueil, Technip*, p. 549-569, Paris.
- SCHNEIDER E. (1965a).- Reflexionsmessungen an Vitrit und kutiniten einiger Saarkohlenflözen. *Ann. Univ. Saaraviensis : Math-Naturwiss.*, Fak. N°4, s. 30-40, 3 Taf., Sarrebruck.
- SCHNEIDER E. (1965b).- Sur les variations du pouvoir réflecteur des cutinites du Carbonifère sarrois. *C.R. Ac. Sc.*, t. 260, p. 2014-2015, Paris.
- SCHNEIDER E. (1968).- Beiträge zur Petrographie der Flammkohle (Westfal.D), in Nordostteil des Saarbrücker Sattels. *Ann. Univ. Saaraviensis*, Gebrüder Brontraeger, Helf 6, p. 43-96, 69 fig., Berlin-Stuttgart.
- SCHOCHARDT M. (1943).- Grundlagen und neuere Erkenntnisse der Angewandten Braunkohlenpetrographie, 208 p., 95 fig., Halle (Saale).
- SERNETZ M., THAER A. (1970).- A capillary fluorescence standard for microfluorometry. *J. Microscopy*, 91, Februar, p. 43-52.
- SEYLER C.A. (1952).- Characteristic petrological components of coal. *Fuel*, vol. XXXI, p. 159-170, 2 tabl., 6 fig., London.
- SEYLER C.A. (1954).- Proposition des termes lithotype et microlithotype à la Commission de Nomenclature du Comité International de Pétrographie des Charbons.
- SEYLER C.A., CHANDRA D. (1955).- Reflectance of coal. *Fuel*, vol. XXXIV, p. 503-512, 1 tabl., 9 fig., London.
- SOMERS Y., LEPLAT P., NOEL R. (1973).- Comparaison de l'évolution géologique et de l'évolution par pyrolyse des propriétés optiques de roches à kérogène et de charbons. *Coll. Int. Pétr. MOD., C.NR.S.*, p. 243-252, 6 fig., 1 tabl., Paris.

- SPACKMAN W., BRISSE A.H., BERRY W.F. (1956).- Basic coal composition and its relation to preparation and Carbonization, coal division preprints. *Am. Inst. Min. Metallurgical Eng.*, 25 p.
- SPACKMAN W., BERRY W.F., DUTCHER R.R., BRISSE A.H. (1960).- Coal and Coal Seam composition as related to preparation and carbonization. *Regional Technical meetings of American iron and steel Institute, or in Contribution n° 60-53, of Pennsylvania State University, College of mineral industries, Pennsylvania.*
- SPACKMAN W., MOSES R.G. (1961).- The nature and occurrence of ash-forming minerals in anthracite. *Proced. Anthracite Conference, Bull. 75, Min. Indust. Expl. Station*, 12 fig., 1 pl., Pennsylvania State University.
- SPACKMAN W., DAVIS A., MITCHELL (1976).- The fluorescence of liptinite, Macerals. *Brigham Young Univ. Geology Studies*, vol. 22, part.3, Pennsylvania.
- STACH E. (1932).- Die Opaksubstanz in der Steinkohle. *Sitzgsber.d. Preuss. Geol. L.A.* , H.7, s. 15-25, 3 taf.
- STACH E. (1935).- Lehrbuch der Kohlenpetrographie. *Verlag Gebrüder Borntraeger*, 173 fig., 919 réf. biblio., Berlin.
- STACH E. (1949).- Lehrbuch der Kohlenpetrographie, Bd I, 285 s., 50 abb., Essen (Verlag Glückauf).
- STACH E. (1951).- Heutiger stand der genetischen Deutung der Kohlen gefügebestandteile. *C.R. 3° Congr. Strat. Géol. Carb.*, II, p. 586, Heerlen.
- STACH E. (1953).- L'importance industrielle et économique de la pétrologie de la houille. *Conférence, I.N.I.C.H.A.R.*, 12 juin 1953, *Ann. Mines Belgique édit.*, Bruxelles.
- STACH E., MICHELS H.C. (1955).- Reflexionsmessungen an kohlen-auschliffen mit dem Berek-Mikrophotometer insbesondere am Exinit der Ruhr kohlenflöze. *Geol. Jb.*, Bd. 71, 5 Abb., taf, 12-15, s. 113-143, 47 réf. biblio.Hannover.
- STACH E. (1956a).- La sclérotinite et son importance pour l'origine de la durite. *Ann. Mines Belgique*, p. 1-19, Bruxelles.
- STACH E. (1956b).- Description d'un niveau microscope pour la mesure du pouvoir réflecteur des charbons. *Proced. intern. Comm. Coal Petrology*, n°2, p. 12-13, 2fig.
- STACH E. (1957).- Microscopie en lumière incidente avec bonnettes d'immersion. *Rev. "Microscopie"*, 12, H. 178, p. 232-242, Vienne.

- STACH E., PICKHARDT W. (1957).- Pilzreste(sklerotinite) in paléozoischen Steinkohlen. *Paläont. Z.*, n° 3/4, p. 130-162.
- STACH E. (1958a).- Kohlen-Anschliff-Mikroskopie mit Methyleniodid-immersion. *Brennstoff-Chemie*, Nr. 1/2, Bd 39, s. 15-20, Essen.
- STACH E. (1958b).- Nouvelle méthode objective pour mesurer la réflexion de la lumière sur les mélanges de charbons à coke. *Rev. Ind. Minér.*, n° sp., 15 juillet, p. 158-170, 9 fig., 1 tabl., Paris.
- STACH E. (1964).- Zur Untersuchung des Sporinits in Kohlen-Anschliffen. *Fortschr. Geol. Rheinld. und Westf.*, 12, s. 403-420, 15 taf., Krefeld.
- STACH E., DEPRIEUX J. (1964).- Künstliche radioaktive inhohlung. *Brennstoff-Chemie*, Nr.1, Bd. 46, p. 7-13, B.7, Essen.
- STACH E., PICKARDT W. (1964).- Tertiäre und karbonische Pilzreste (Sklerotinit). *Fortschr. Geol. Rheinld. und. Westf.*, 12, s. 377-392, 12 taf., Krefeld.
- STACH E. (1966).- Der Resinit und seine biochemische inkohlung. *Fortschr. Geol. Rheinld. und Westf.*, 13, s. 921-968, 10 Taf., 1 Abb., 4 Tab., Krefeld.
- STACH E., ALPERN B. (1966).- Inertodetrinit, Makrinit und Mikrinit. *Fortschr. Geol. Rheinld. und Westf.*, 13, s. 969-980, 1 Taf., Krefeld.
- STACH E. (1968).- Die Untersuchung von Kohlenlagerstätten. *Lehrbuch der angewandten Geologie*, Bd. II, T.1, s. 421-562, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- STACH E. (1969).- Fortschritte der Auflicht-Fluoreszenz-Mikroskopie in der kohlenpetrographie. *Freiberger Forsch. Reine C*, V. 242, p. 35-56, 1 fig., 7 pl. Leipzig.
- STACH E., MACKOWSKY M.Th., TEICHMULLER M., TAYLOR G.H., CHANDRA D., TEICHMULLER R. (1975).- Coal Petrology, second completely revised edition, 1975 by Gebrüder Brontraeger, Berlin-Stuttgart.
- STAINIER X. (1943).- Des rapports entre la composition des charbons et leurs conditions de gisements. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. LXVII, Mém., fasc.1, 440 p., 244 réf. biblio., Liège.
- STOPES M.C. (1919).- On the four visible ingredients in banded bituminous coals : studies in the composition of coal, n°1. *Proc. Roy. Soc.*, série B., vol.90, n° B 633, p. 470-487, 4 fig., 2 pl., Londres.
- STOPES M.C. (1935).- On the petrology of the banded bituminous coal. *Fuel*, 14, p. 4, Londres.

- TAYLOR G.H. (1966).- The electron microscopy of vitrinites. In *Coal Sciences*. Amer. Chem. Soc. adv. Chem. ser., n°55, p. 274-283.
- TEICHMULLER M., TEICHMULLER R. (1949).- Inkohlungs bild im Ruhrkarbon. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, 99, p. 40-77, Stuttgart.
- TEICHMULLER M. (1955).- Anzeichen mariner Beeinflussung beider Kohle aus Flöz Katharina der Zeche Friedrich Heinrich. *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.*, p. 193-201, 2 fig., Stuttgart.
- TEICHMULLER M. (1958).- Die Genese der Kohle. *C.R. 4e Congr. Strat. Geol. Carb.*, 15-20 sept. 1958, t. III, 1962, p. 699-722, 29 fig., 23 pl., 129 réf. biblio. Maastricht. E. Van Aelst, éd.
- TEICHMULLER M. (1963).- Die Kohlenflöze der Bohrung Munsterland I. *Fortschr. geol. Rheinld. und Westf.*, Bd 11, S.129-178, 4 Taf., 7 Abb., 12 Tab. Krefeld.
- TEICHMULLER M., TEICHMULLER R. (1966).- Die Inkohlung im saarlotharingschen Karbon, verglichen mit der im Ruhrkarbon. *Z. deutsch. geol. Ges.*, Bd. 117, T.1, s. 243-279, 29 Abb. Hannover.
- TEICHMULLER M., WOLF M. (1973).- Application of fluorescence microscopy in coal petrology and oil exploration. *Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen*, Krefeld.
- TEICHMULLER M. (1974).- Über neue Maceral der Liptinit Gruppe und die Entstehung von Micrinit. *Fortschr. Geol. Rheinld. und Westf.*, 24, p. 37-64, Traduc. P. Robert, B.R.G.M., n° 5477.
- TEICHMULLER M. (1974).- Formation et transformation des matières bitumineuses dans les charbons en relation avec la genèse et l'évolution des hydrocarbures. *Fortschr. Geol. Rheinld. und Westf.*, Dtsch., t. 24, p. 65-112, 10 fig., 6 tabl., 15 pl., traduc. P. Robert, B.R.G.M., n° 5477.
- TEICHMULLER M., OTTENJANN K. (1977).- Liptinite und lipoider Stoffe in einem Erdolmuttergestein. *Sonderdruck aus Erdöl und Kohle, Brennstoff-Chemie*, 30, p. 387-398, 1 tabl., 3 pl.
- TEICHMULLER R. (1952).- Zur Metamorphose der Kohle. *C.R. 3° Congr. Strat. Géol. Carb.*, 2, p. 615-623, 10 fig., Maastricht.
- THIESSEN R., SPRUNK G.S. (1936).- The origin of the finely divided or granular opaque matter in splint coals. *Fuel*, vol. 15, p. 304-315, 18 fig., Pittsburg.

- TIMOFEEV P.P. (1955).-Conditions of formation of genetic types of coals and their connection with cycles of sedimentational environment in the Donbass. *Doks. Akad. Nauk. U.R.S.S.*, 102, p. 809-812, Moscou.
- TOKAY M. (1952).- Contribution à l'étude géologique de la région comprise entre Ereğli-Alaplı-Kızıltepe et Alacaagzi. *M.T.A. Derg.*, n° 42-43, Ankara.
- TOKAY M. (1955).- Geologie de la région de Bartın (Zonguldak, Turquie du Nord). *M.T.A. Derg.*, n° 46-47, p. 46-63, Ankara.
- TOKAY M. (1962).- Amasra bölgesinin jeolojisi ve Karbonifer de gravite yoluyla bazı kayma olayları. *M.T.A. Derg.*, n° 58, p. 1-20, Ankara.
- TSCHAMLER M., DE RUITER E. (1966).- A comparative study of exinite, vitrinite and Micrinite. In *Coal Science Amer. Chem. Soc. Adv. Chem. Ser.*, n°55, p. 332-343.
- VAN GIJZEL P. (1966).- The fluorescence photometry of microfossils by means of the Berek microscope photometer. *Leitz. Mitt. Wiss. Tech.*, v.3, n°7, p. 206-214 (in english).
- VAN GIJZEL P. (1967).- Autofluorescence of fossil pollen and spores with special reference to age determination and coalification. *Leidse Geol. Mededel.*, 40, p. 263-317, 35 fig., 3 tabl., 6 pl., Leiden.
- VAN GIJZEL P. (1971).- Rewiew of the UV fluorescence microphotometry of fresh and fossil exines and exosporia. *Sporopollenin.*, p. 659-685.
- VAN GIJZEL P. (1973).- Topres of UV. fluorescence microspectrophotometry, Pt.2. Polychromatic UV. fluorescence microphotometry of fresh and fossil plant substances with special reference to the location and identification of dispersed organic material in rocks. *Int. Comm. Coal Petrol.*, 1973, MTG, Paris.
- VAN KREVELEN D.W., SCHUYER J. (1957).- Coal Science. *Elsevier Publishing Company*, Amsterdam, 352 p.
- VAN KREVELEN D.W. (1961).- Coal, Typology, Chemistry, Physics and constitution. 514 p., 2nd edit., *Elsevier Publishing company*, Amsterdam.
- VASSOEVICH N.B., KORCHAGINA I.V., LOPATIN N.V., CHERNYSHEV V.V.C. (1970).- Principal phase of oil formation. *Intern. Geol. Rev.*, 12, n° 11, p. 1276-1296.
- WHITE D. (1915).- Some relations in origin between coal and petroleum. *Wash. Acad. Sci. J.*, v.5, n°6, p. 189-212.
- WILSER J. (1927).- Die Steinkohler in der Schwarzmeer-Umrandung insbesondere bei Heraklea-Zonguldak. *Geol. Rundschau*, t. 18.

- WOLF M. (1977).- Kohlenpetrographische Untersuchung der See-Sedimente der Forschung bohrung Nordlingen 1973 und Vergleich mit anderen Untersuchungsergebnissen aus dem Reis. *Bayerisches Geologisches Landesamt.*, München.
- YAHŞİMAN K. (1959).- New Carboniferous megaspores from the Zonguldak and Amasra bassin. *Bull. Min. Res. Explor. Inst. Turkey, (M.T.A.)*, n°53, p. 102-108, Ankara.
- ZEILLER R. (1899).- Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Heraclée.

PLANCHES

PLANCHE I

- Fig. 1.- Sporinite dans un charbon assez évolué (PR = 1,31 %). Le ciment se compose de micrinite (blanche) et de collinite (grise). Les microspores ne sont guère discernables de la colline. Veine Acilik, secteur Kilimli. x 750, L.R.
- Fig. 2.- Des microspores et cutinites dans un ciment hétérogène, composé de micrinite, de semifusinite et de collinite. Veine Kürtşerif, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 3.- Une macrospore entourée de cutinites (au-dessous de la macrospore) et des microspores. Dans la cavité de la macrospore, on voit quelques microspores, des micrinites. Passée Topuz, faisceau Kiliçlar. x 750.L.R.
- Fig. 4.- Macrospore dans un ciment composé de micrinite et semifusinite. La cavité de la macrospore réduite à une simple ligne est à peine visible. Dans le ciment, on discerne encore quelques microspores. Veine Büyükkiliç, faisceau Kiliçlar. x 750. L.R.
- Fig. 5.- Sclérotinite dans les schistes. Cette sclérotinite provient vraisemblablement d'un corps résineux très dur. 2ème veine, secteur Gelik. x 750. L.R.
- Fig. 6.- Sporinite et cutinite dans une substance fondamentale à base de semifusinite et de micrinites. En bas de la photo, on voit une sclérotinite (ovale gris-blanc) provenant, probablement, d'un corps résineux. Veine Ömerağa, faisceau Kiliçlar. x 750. L.R.

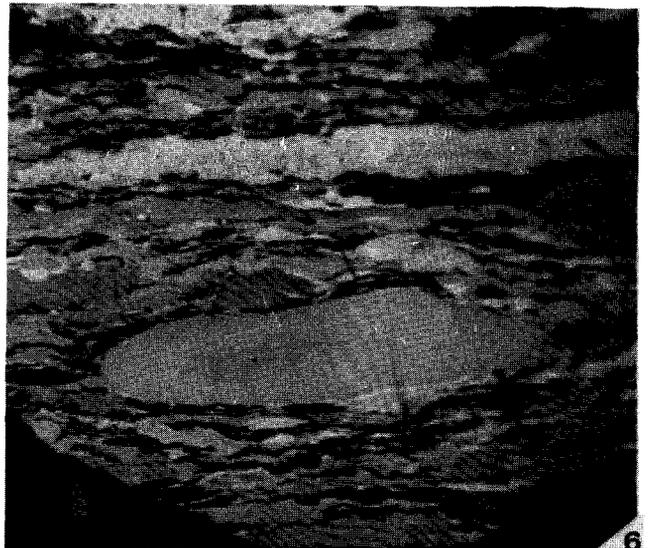
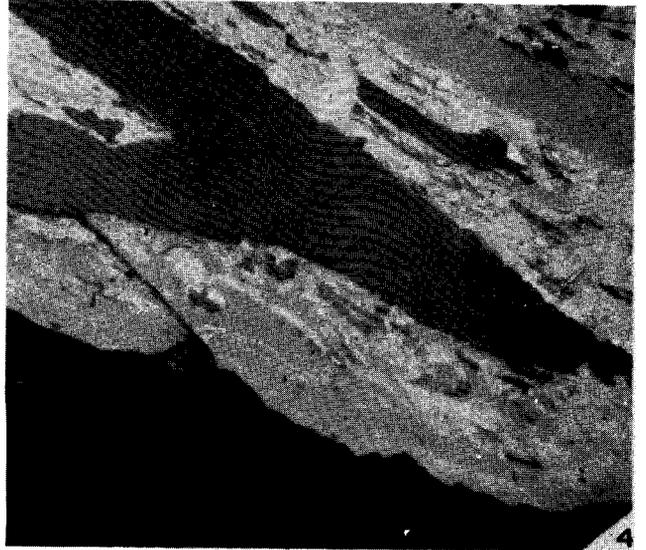
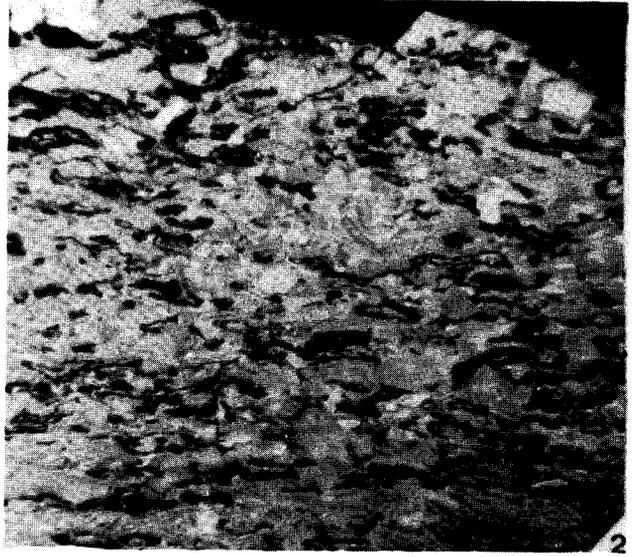
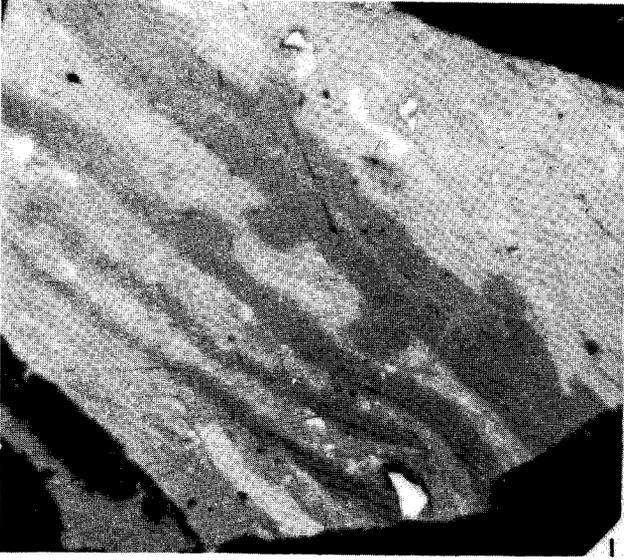


PLANCHE II

- Fig. 1.- Sclérotinite et minces bandes de collinite dans les schistes. On voit que pendant la sédimentation des débris végétaux, il y a eu un apport terrigène assez important. Veine Kürtşerif, secteur Incirharmani. x 750. L.R.
- Fig. 2.- Transition entre clarite et durite. On voit essentiellement des spornites et cutinites dans un ciment composé de collinite et de micrinite. En bas à droite de la photo, une sclérotinite (blanche) a déformé une bande de résinite (bituminite ?). Dans ce cas, il est clair que la sclérotinite était déjà plus dure que la bande exinitique déposée avant elle. Veine Kürtşerif, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 3.- Sclérotinite. La substance fondamentale se compose de semifusinite. Ce type de sclérotinite est souvent rencontré dans les échantillons de cette veine. Veine Acilik, secteur Incirharmani. x 750. L.R.
- Fig. 4.- Télinite. Les cavités cellulaires sont remplies par la résinite. La forme des cellules végétales originelles est souvent peu déformée. Veine Acilik, secteur Ihsaniye. x 750. L.R.
- Fig. 5.- Télinite. Les cavités cellulaires sont très réduites par rapport à celles de la figure 4. La résinite colmate les cavités cellulaires de la télinite. Veine Milopero, secteur Incirharmani; x 750. L.R.
- Fig. 6.- Micrinite fine. La forme des lentilles de micrinite fine permet de penser qu'il s'agit d'un tissu télinitique dont les cavités cellulaires sont remplies par la micrinite fine. Veine Büyükkiliç, faisceau Kiliçlar. x 750. L.R.

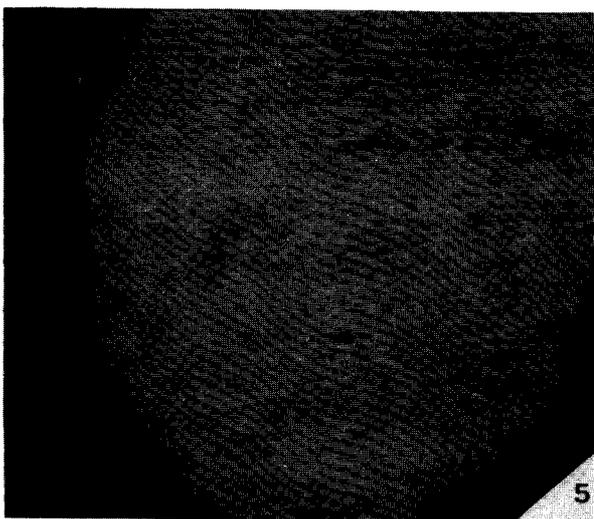
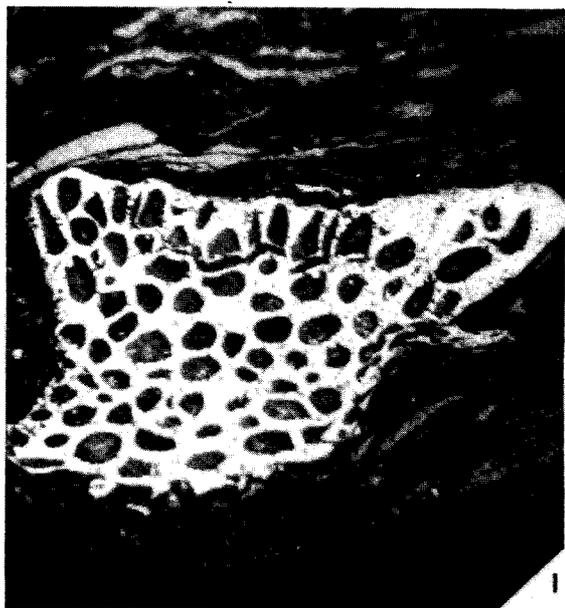
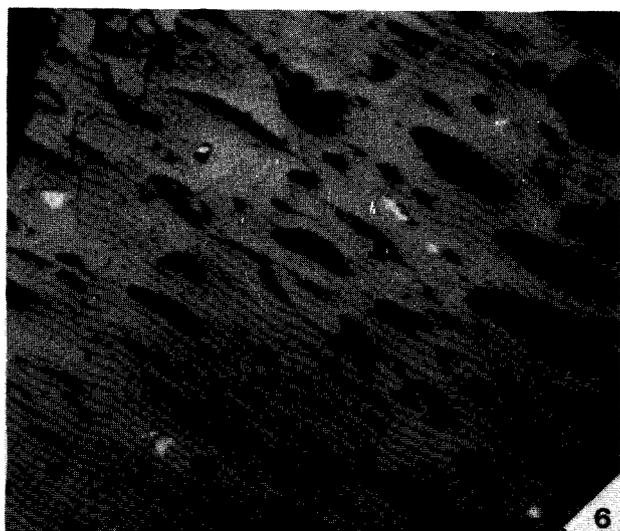
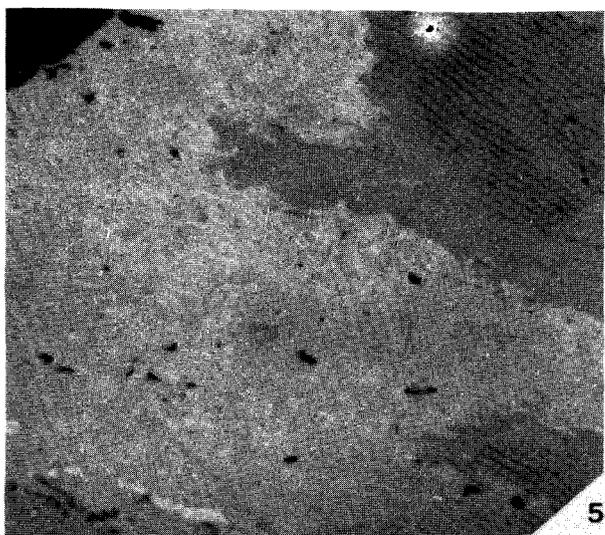
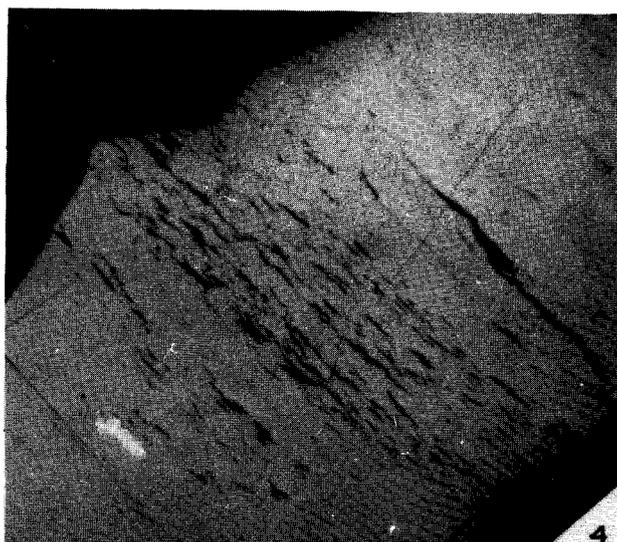
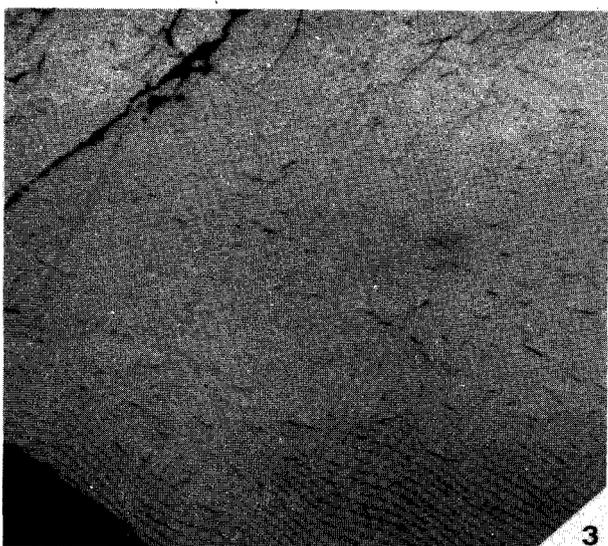
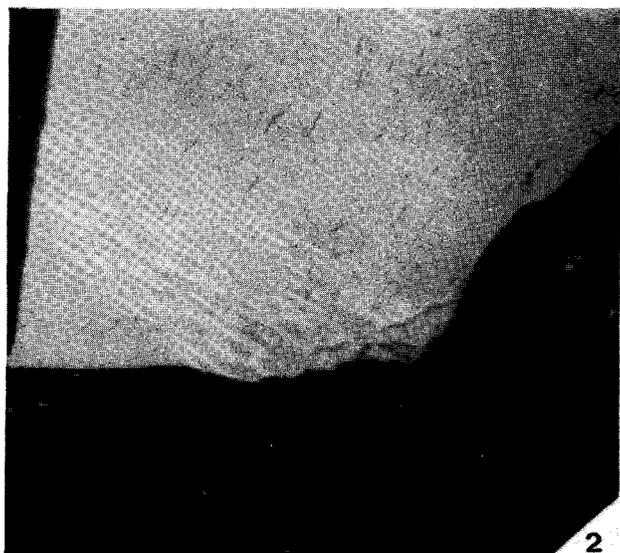
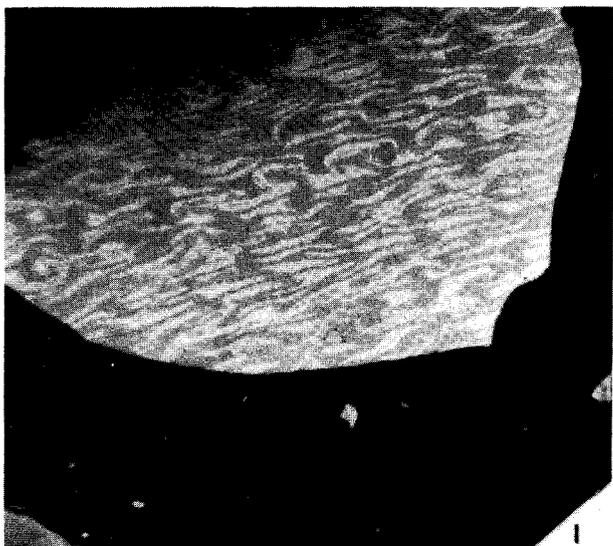


PLANCHE III

- Fig. 1.- Micrinite fine dans les cavités cellulaires de la télinite. Certaines lentilles de micrinite fine sont assez longues. Ceci provient de la destruction des membranes cellulaires. Veine Çay, secteur Incirharmani. x 700. L.R.
- Fig. 2.- Micrinite fine dans la collinite. Les lentilles de micrinite fine proviennent probablement de la destruction des corps résineux. Passée Topuz, faisceau Kiliçlar. x 750. L.R.
- Fig. 3.- Collinite avec des fissures alignées toutes dans la même direction. En haut à gauche, on voit une fissure plus importante que les autres. Cette fissure est remplie de matières minérales. Passée Topuz, faisceau Kiliçlar. x 750. L.R.
- Fig. 4.- Des lentilles d'argile dans la collinite. La présence de telles lentilles d'argile nous explique qu'il y a eu un apport terrigène aussi important que celui de la collinite. Veine Alimolla, faisceau Kiliçlar. x750. L.R.
- Fig. 5.- Transition entre la semifusinite (gris-blanche) et la collinite (grise). La semifusinite montre une gélification très avancée. Veine Acilik, secteur Ihsaniye. x 750. L.R.
- Fig. 6.- Semifusinite. Les parois cellulaires sont très gélifiées. On voit encore les cavités cellulaires bien conservées. Elles sont souvent vides. Les points blancs sont des grains de pyrite. Veine Büyükkiliç, faisceau Kiliçlar. x 750. L.R.



BHS
LILLE

PLANCHE IV

- Fig. 1.- Transition entre la fusinite et la semifusinite. La structure étoilée est en voie de disparition par la gélification des parois. Veine Sulu, secteur Incirharmani. x 750. L.R.
- Fig. 2.- Fusinite. Une coupe pratiquement longitudinale du bois. On voit encore les restes du trachéïde des cellules. Veine Hacipetro, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 3.- Fusinite : les cellules sont bien conservées. Les cavités cellulaires sont vides. Vers le haut, à gauche de la photo, les cavités sont de plus en plus réduites et les parois sont plus épaisses. Passage à la semifusinite. On voit également quelques grains de pyrite (blanc). Veine Milopero, secteur Incirharmani. x 750. L.R.
- Fig. 4.- Une bande de collinite et des fragments de fusinite dans les schistes. Veine Messoğlu, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 5.- Grains de pyrite (détritique) dans la collinite. Sur la photo, il est assez difficile de les distinguer de la micrinite fine; mais leur taille est plus grande que celle de la micrinite fine et sous le microscope ils ont une réflectance métallique. Veine Acilik, secteur Ihsaniye. x 750. L.R.
- Fig. 6.- Sclérotinite. Les cavités ont un aspect caverneux qui ne permettent pas de penser à la présence de la fusinite. Les limites de tissus sclérotinique sont très nettes. Veine Hacimemiş, secteur Karadon. x 750. L.R.

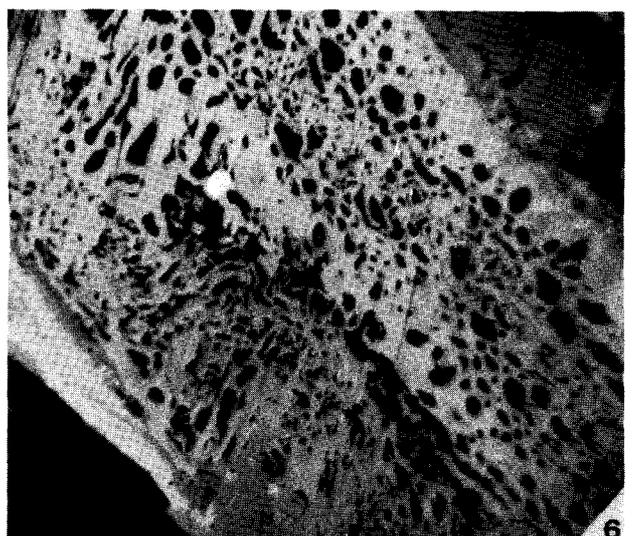
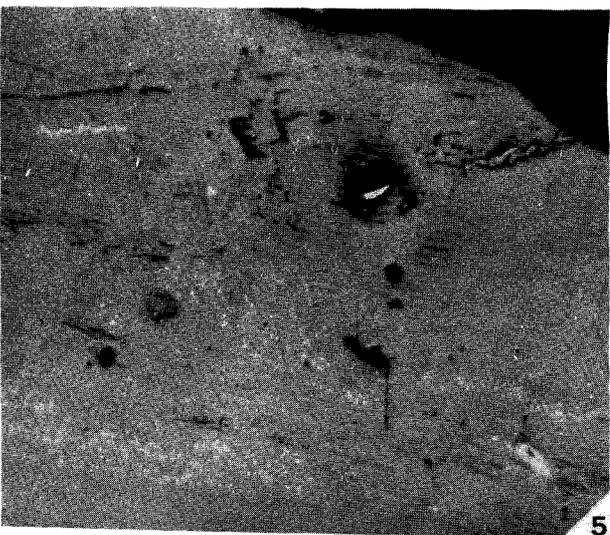
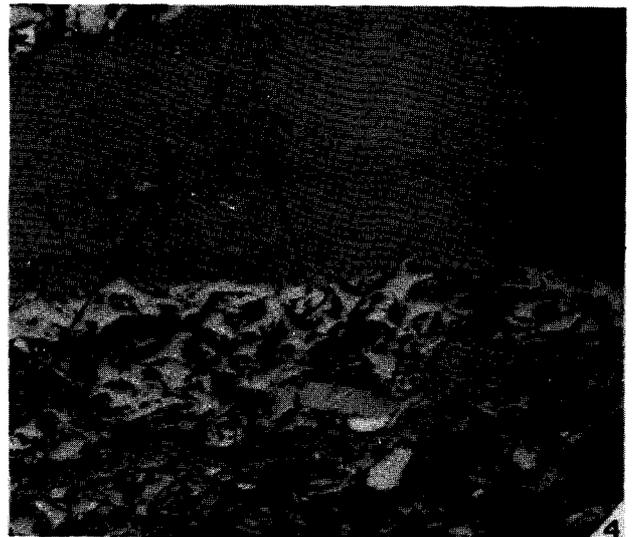
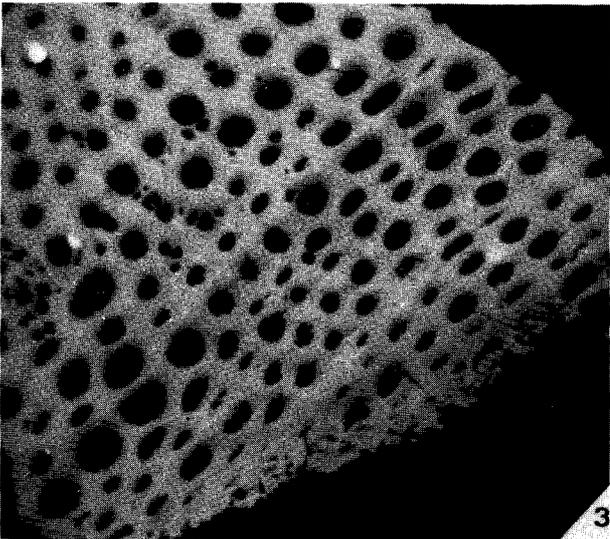
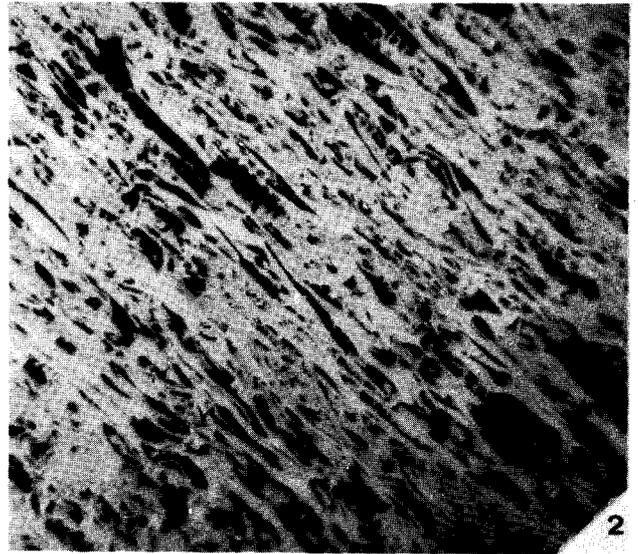
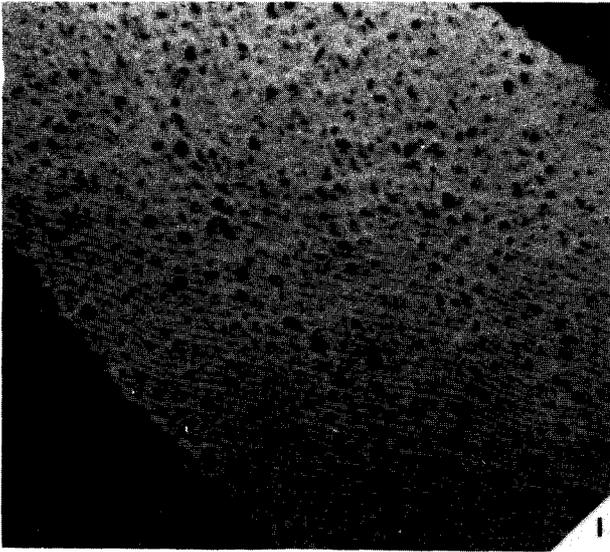
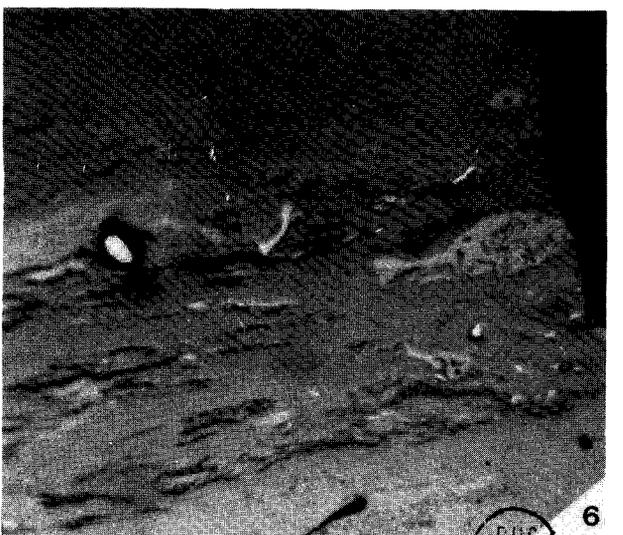
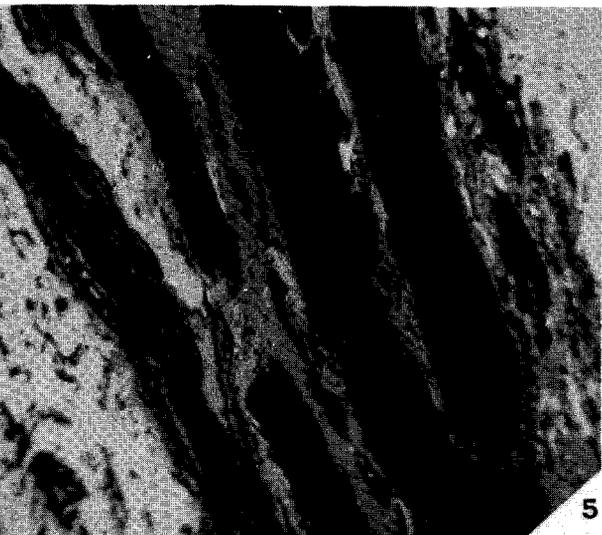
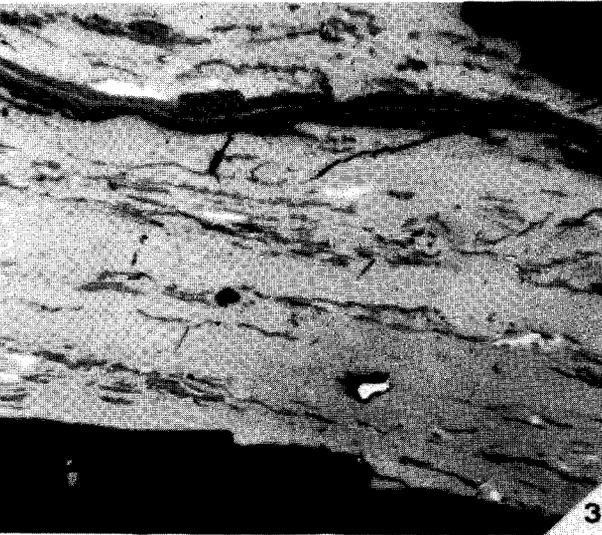
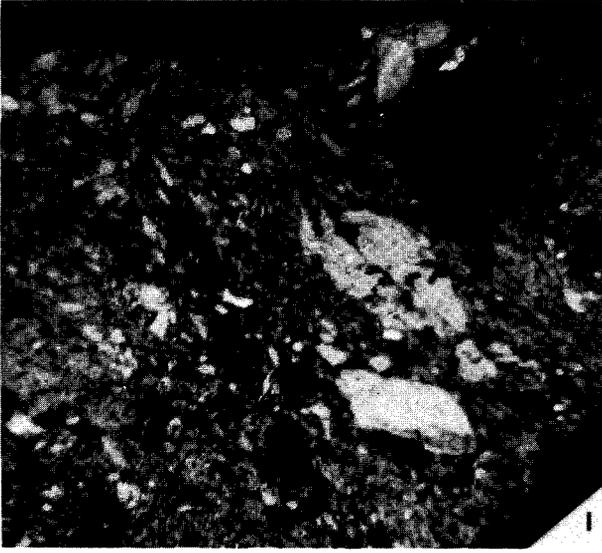


PLANCHE V

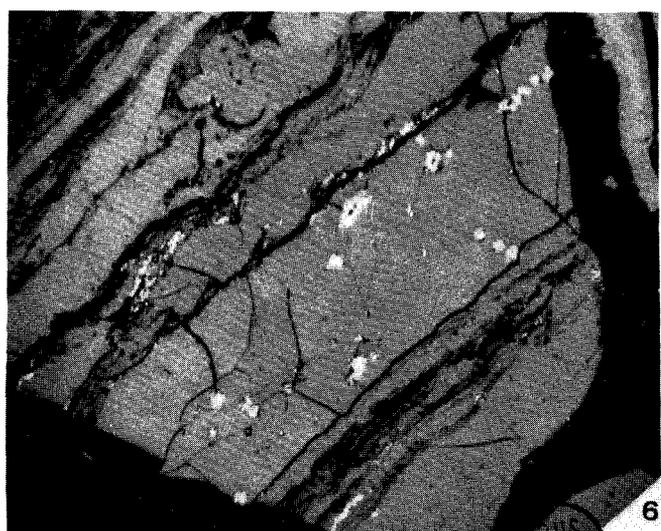
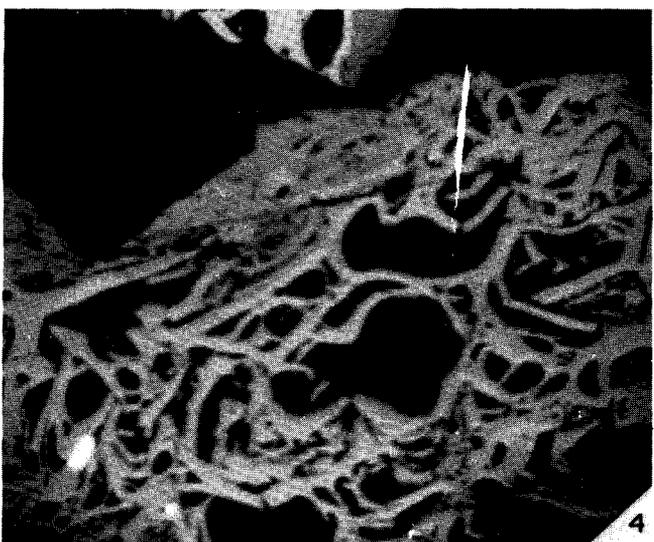
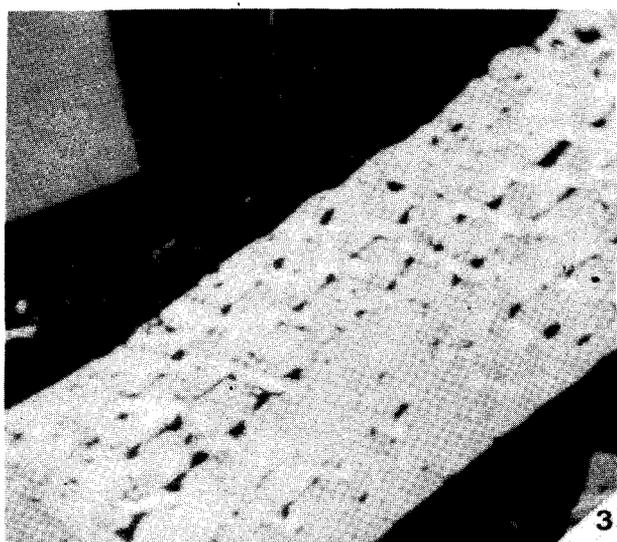
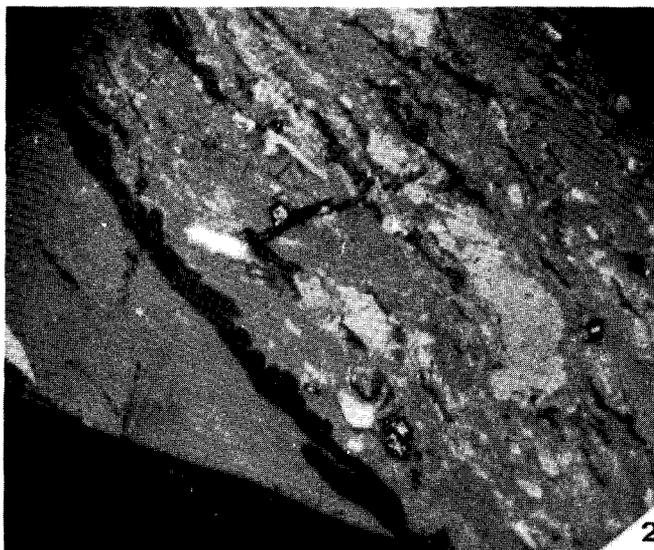
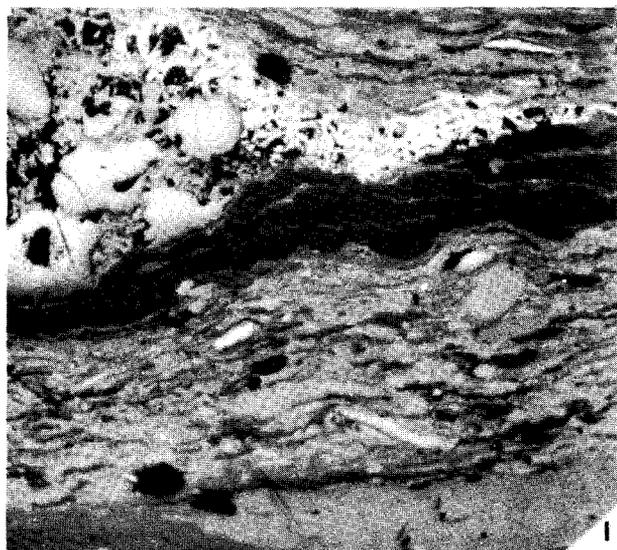
- Fig. 1.- Schistes charbonneux. En microscopie fluorescente, les particules noires et le ciment fondamental sont fluorescents. Il s'agit peut-être de bituminites. Veine Büyük, secteur Incirharmani. x 750. L.R.
- Fig. 2.- Les fines bandes d'argiles dans la collinite. Ces bandes sont souvent fluorescentes, imprégnées de bitume. Veine Neomi, secteur Incirharmani. x 750. L.R.
- Fig. 3.- Spores dans une substance fondamentale de collinite. En haut de la photo, on voit des micrinites fines autour des microspores. Veine Messoğlu, secteur Ihsaniye. x 750. L.R.
- Fig. 4.- Télinite. Les cavités cellulaires sont remplies d'argile. En bas à droite, on voit deux petites bandes de micrinite fine. Veine Çay, secteur Incirharmani. x 750. L.R.
- Fig. 5.- Cutinite. Les cuticules sont de grande taille. En bas à gauche, et en haut à droite, on voit la semifusinite. Veine Domuzcu, secteur Incirharmani. x 750. L.R.
- Fig. 6.- Sporinite et sclérotinite (à droite au milieu de la photo) dans une substance fondamentale composée de la collinite. On voit également quelques micrinites et un grain de pyrite (très blanc). Veine Acenta, secteur Incirharmani. x 750. L.R.



BHS
LILLE

PLANCHE VI

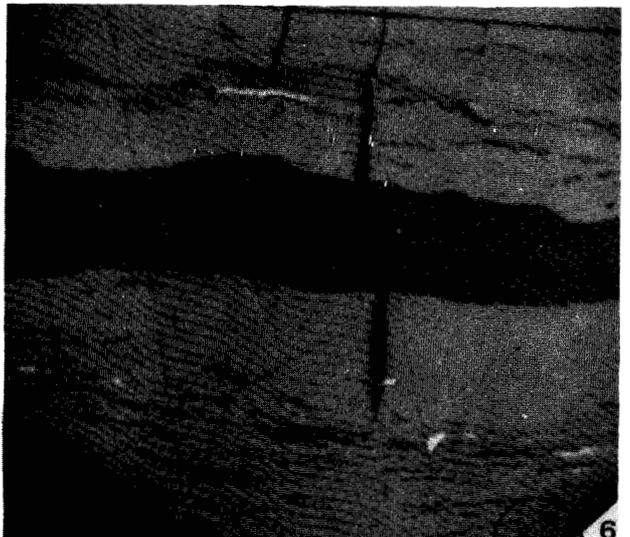
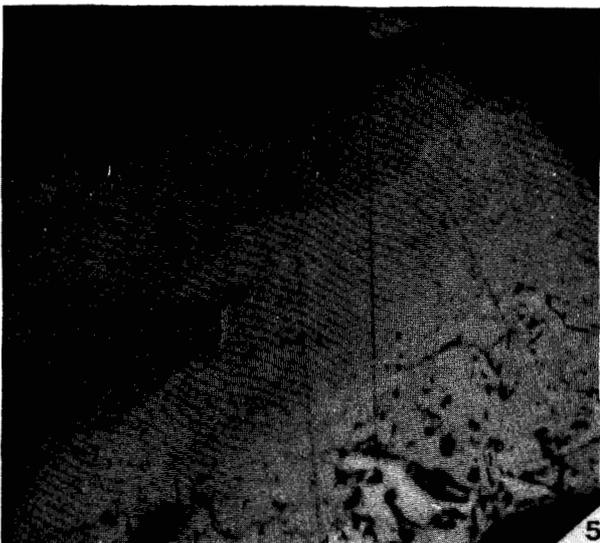
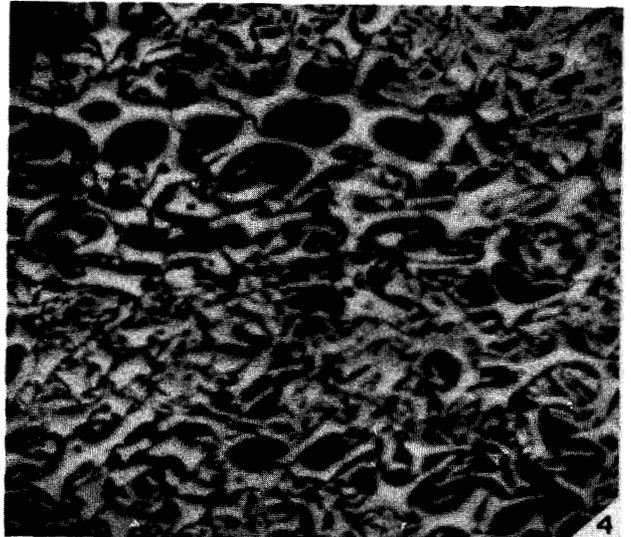
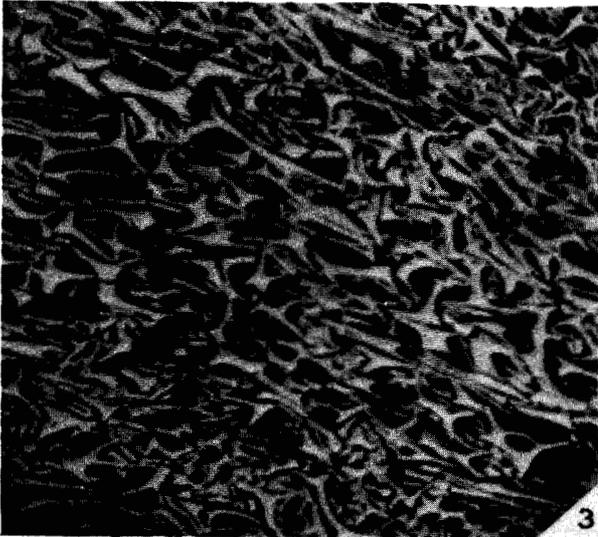
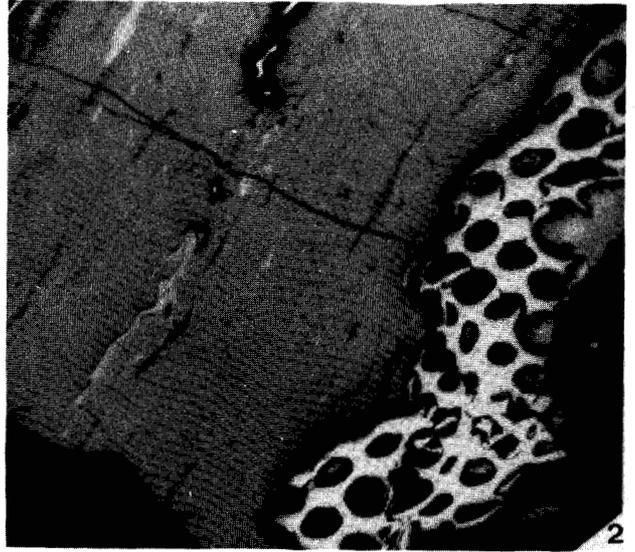
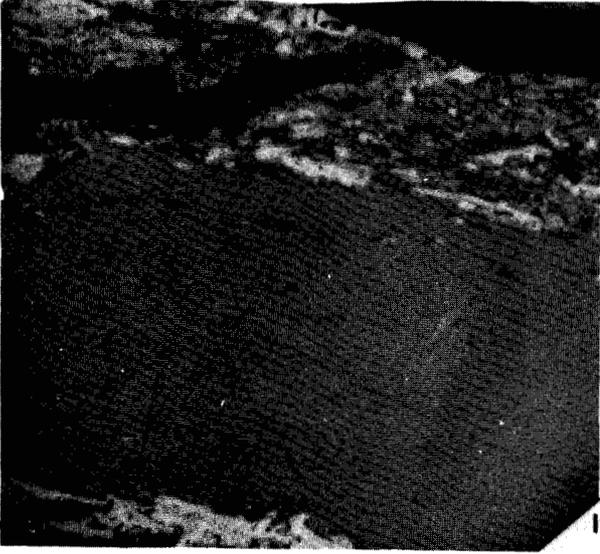
- Fig. 1.- Cette photo représente la sclérotinite; en haut, à gauche, une bande de fusinite, des cuticules (longues bandes noires). En bas à droite, on voit une place de semifusinite (gris-blanche). Entre la bande de semifusinite et les cuticules, on a une plage composée essentiellement de micrinite, de semifusinite et des microspores. Veine Büyük, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 2.- Cutinite dans un ciment fondamental de collinite. On voit des microspores et la micrinite (fine et massive) avec quelques morceaux de semifusinite. Veine Büyük, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 3.- Cette photo représente une plage de fusinite qui est imprégnée de pyrite. Veine Büyük, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 4.- Fusinite. Les cavités cellulaires sont remplies par des schistes. Veine Büyük, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 5.- Fusinite et des grains de pyrite secondaires sur un morceau de schiste. Veine Büyük, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 6.- Des grains de pyrite et des minces bandes d'argile dans la collinite. Les grains de pyrite sont en relation avec les fissures; ceci nous indique qu'ils se sont formés au cours de la diagenèse par les eaux circulant dans les charbons. Veine Domuzcu, secteur Karadon. x 750. L.R.



HUS
LILLE

Planche VII

- Fig. 1.- Ce cliché montre une bande de collinite (au milieu, grise), des micrinites fines et massives (en haut, blanches) et une mince bande de semifusinite (en bas). Veine Domuzcu, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 2.- Cette photo représente une plage de fusinite dont les cellules végétales sont assez bien conservées et la collinite. On voit quelques microspores et micrinites dans la collinite. Veine Domuzcu, secteur Karadon. x750.L.R.
- Fig. 3.- Fusinite représentant une structure étoilée. Les parois des cellules sont assez minces. Veine Domuzcu, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 4.- Fusinite. Les parois plus plus épaisses que celles de la figure 3. On voit encore quelques cellules qui représentent encore leur forme originelle. Veine Büyük, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 5.- Cette photo représente une plage de transition entre la collinite (grise) et la semifusinite (gris-blanche). Ici on voit clairement l'avancement du degré de gélification de la semifusinite vers la collinite. Veine Büyük, secteur Karadon. x 750. L.R.
- Fig. 6.- Sur cette photo, on voit des microspores et micrinites dans un ciment de collinite. La bande gris foncé (au milieu de la photo) est une bande résineuse. Les deux fissures sortant de cette bande sont remplies d'exsudatinite. Veine Domuzcu, secteur Karadon. x 750, L.R.

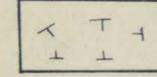


LILLE

BASSINS CARBONIFERES DU NORD-OUEST DE L' ANATOLIE

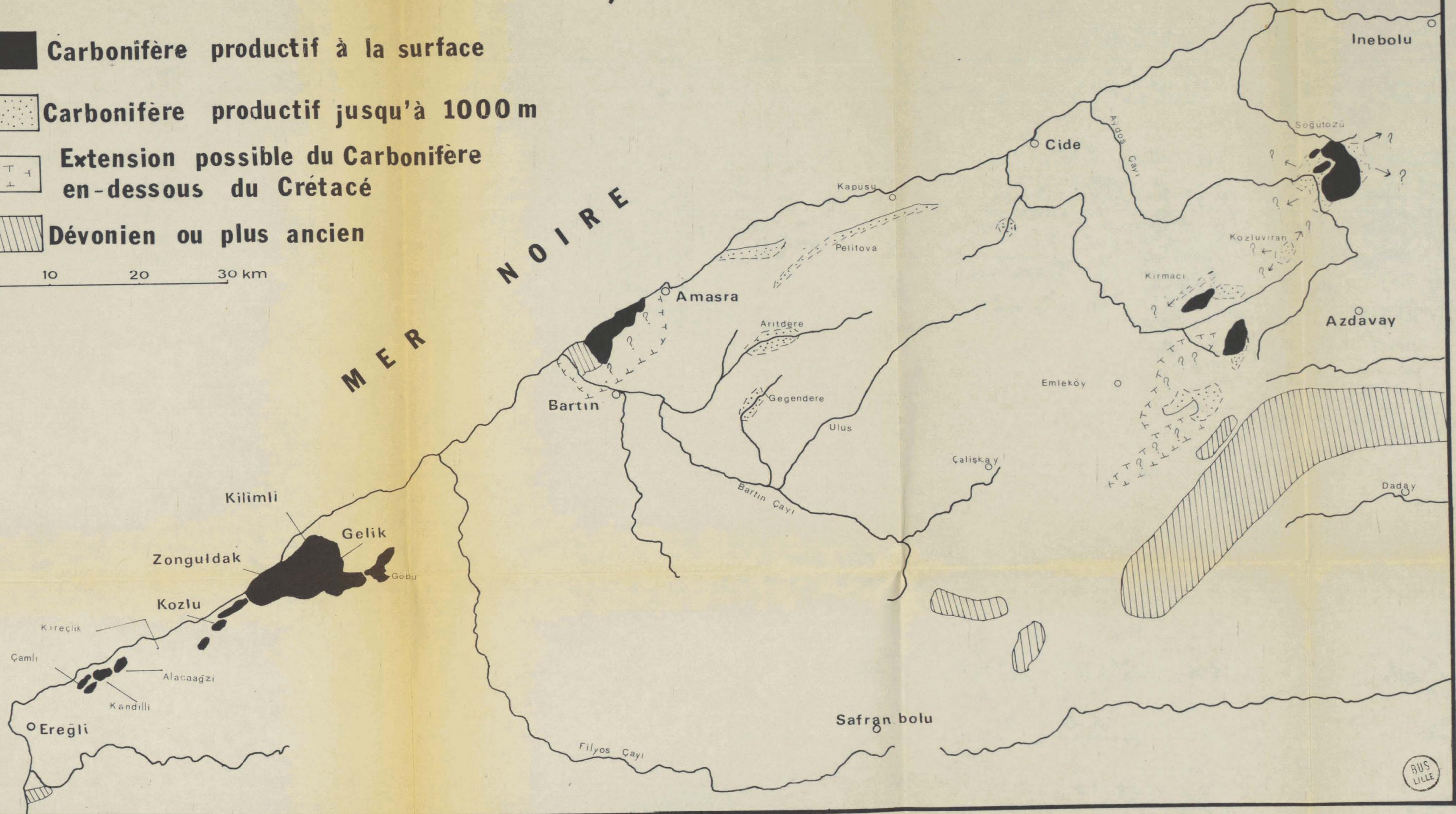
(D'après PATIJN 1954 et GRANCY 1939)

50376
1979
62

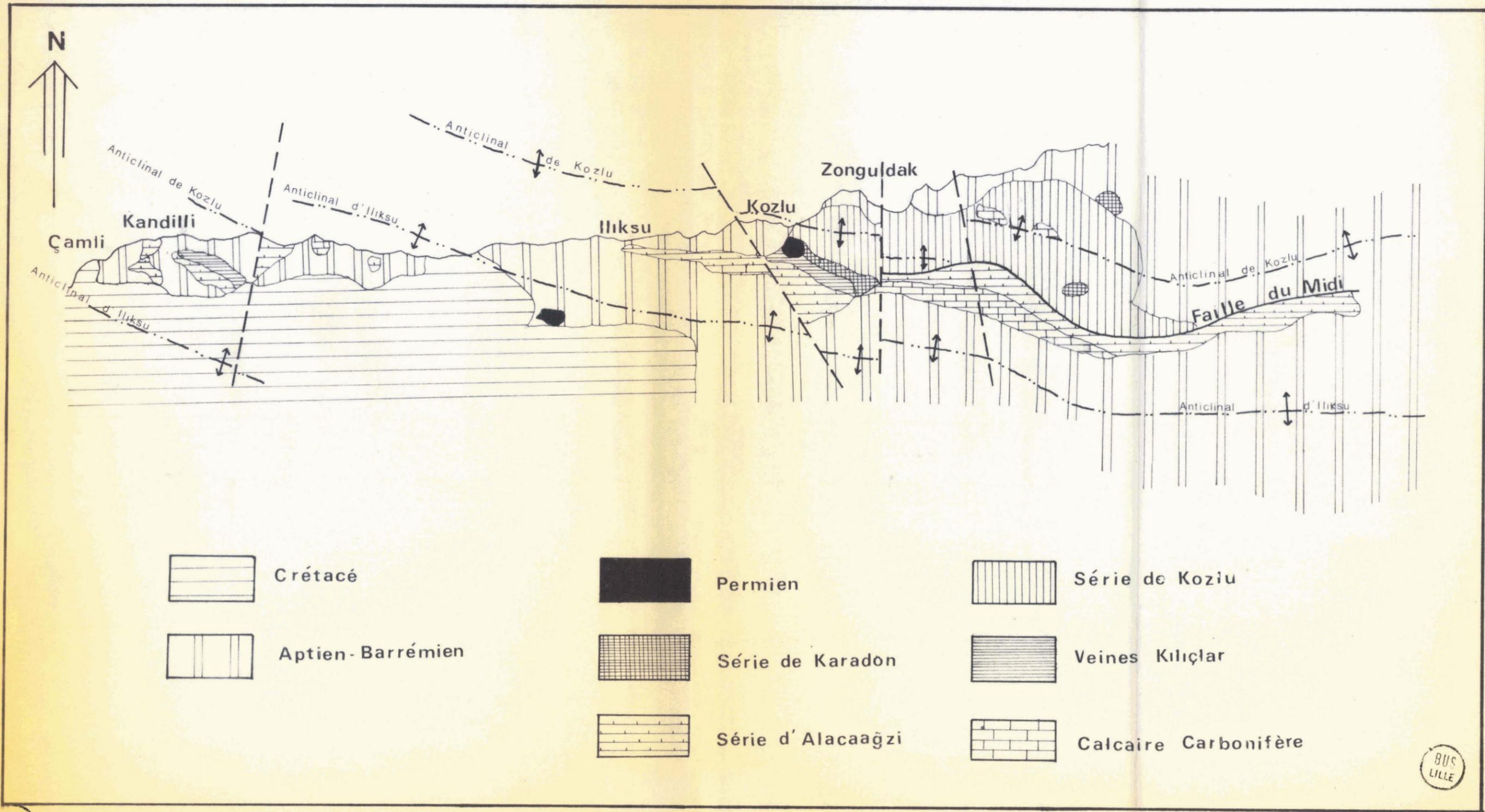
-  Carbonifère productif à la surface
-  Carbonifère productif jusqu'à 1000 m
-  Extension possible du Carbonifère en-dessous du Crétacé
-  Dévonien ou plus ancien

0 10 20 30 km

MER NOIRE



Carte 1: Bassins Carbonifères du Nord-Ouest de l'Anatolie

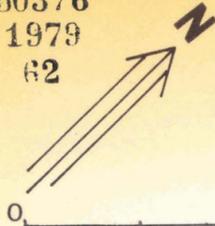


Carte 2 : Tectonique générale du bassin de Zonguldak [D'après RALLI (1933) extrait de BAYKAL (1971)]

BUS
LILLE

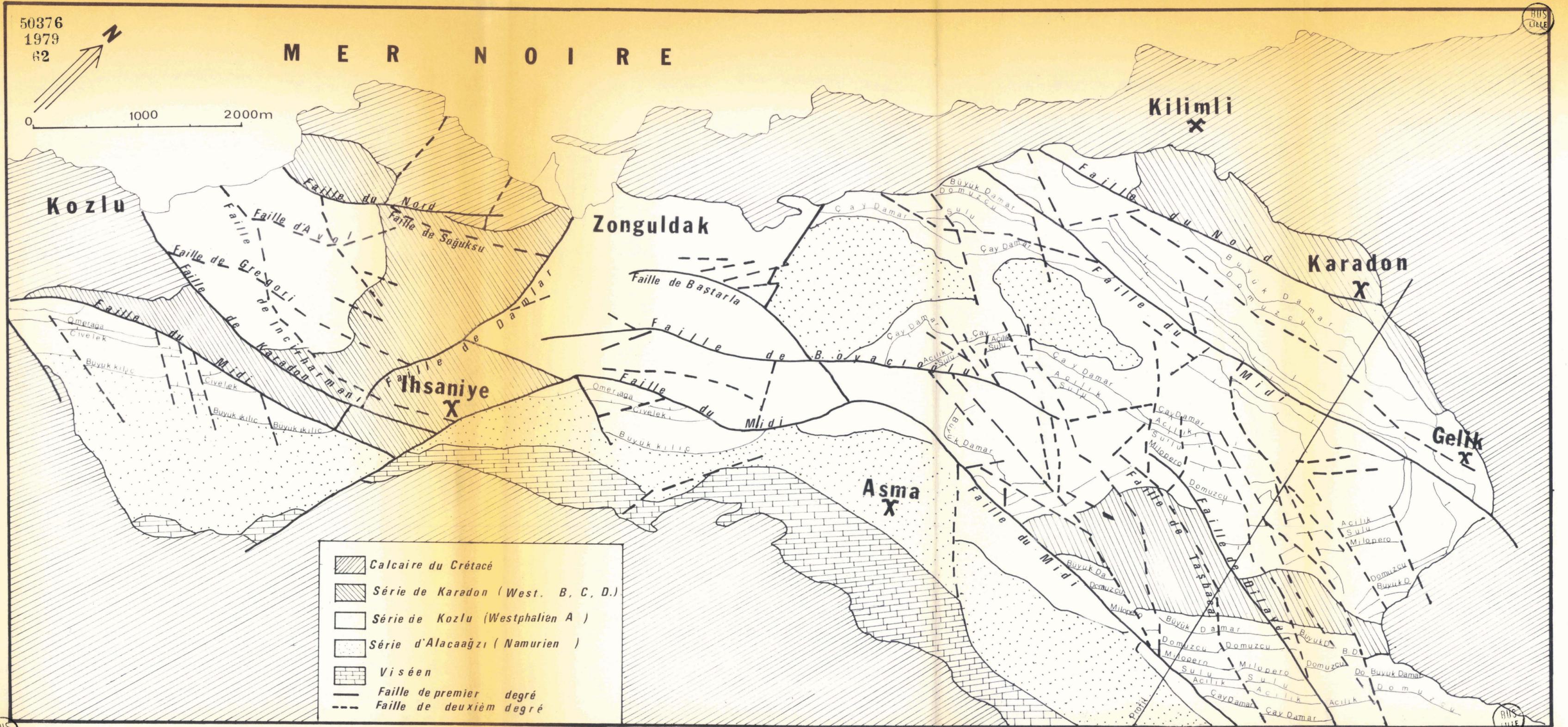
BUS
LILLE

50376
1979
62



0 1000 2000m

M E R N O I R E



Carte 3: Carte géologique du bassin de Zonguldak [d'après Ralli(1933) extrait de Baykal(1971)]