

50376
1967
61

50376
1967
61

FACULTÉ LIBRE DES SCIENCES DE LILLE

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE

Mémoire présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'ÉTUDES SUPÉRIEURES
DE SCIENCES NATURELLES



ÉTUDE QUANTITATIVE, GRANULOMÉTRIQUE ET QUALITATIVE DES FELDSPATHS DE QUELQUES
GRÈS DU BASSIN HOÜILLER DU NORD DE LA FRANCE. (Groupe d'HÉNIN - LIÉTARD).

Présenté à LILLE, en Juin 1967

Par Gérard LEFRANC

Présenté à LILLE, en Juin 1967

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE	
<u>DETERMINATION DU RAPPORT QUARTZ/FELDSPATHS.</u>	
<u>A - METHODES</u>	
1 - Prélèvement des échantillons et confection des cubes.....	2 - 3
2 - Polissage.....	2
3 - Méthodes d'attaque et de coloration.....	4 - 7
a) Coloration au Vert Malachite : Dana - Russel.	
b) Coloration à l'Hématéine ; méthode de l'Ecole Hollandaise de DOEGLAS.	
<u>B - OBSERVATIONS - ESSAIS DE CORRELATIONS.</u>	
1 - Localisation des observations.....	8
2 - Analyse des échantillons : détermination des rapports Quartz/Feldspaths.....	9
- Tableau des résultats.....	11 -14
- Courbe des pourcentages des Feldspaths.....	15
3 - Comparaison des courbes - Essais de corrélation.....	15-16
DEUXIEME PARTIE	
<u>ETUDE GRANULOMETRIQUE DES FELDSPATHS.</u>	
<u>A - METHODE.</u>	
1 - Confection des lames minces.....	17
2 - Matériel et technique d'observation.....	18-19
3 - Représentation graphique.....	21-23
4 - Critiques de la méthode.....	24-29
a) Critiques générales	
b) Critiques propres aux grains de Feldspaths	
- Distinction difficile des quartz et des feldspaths en l'absence de macles.	
- Pourcentage des Feldspaths généralement faible.	
<u>B - OBSERVATIONS - INTERPRETATION DES RESULTATS - ESSAIS DE CORRELATIONS</u>	
1 - Analyse qualitative des échantillons.....	29-31
2 - Etude des granulogrammes des Feldspaths.....	32
3 - Comparaison des granulogrammes du total des grains et des Feldspaths seuls à l'intérieur de chaque sondage.....	32-39
Interprétation.	
4 - Essais de corrélations entre les divers sondages grâce aux méthodes DANA-RUSSEL et GRANULOMETRIQUE associées.....	39

TROISIEME PARTIE

DETERMINATION QUALITATIVE DES GRAINS DE FELDSPATHS.

A - METHODES, OBSERVATIONS ET CRITIQUES DE CES METHODES.

	Pages
1 - Séparation par gravité spécifique et immersion des grains dans des liquides d'indice connu.....	40-43
- Liqueurs denses utilisées	
- Comparaison des indices de réfringence	
2 - Distinction des Feldspaths alcalins et des Feldspaths plagioclases par coloration sélective :	43-47
au cobaltinitrite de sodium	
à l'hématéine	
- sur poudre	
- sur cubes	
- sur lames minces non recouvertes	
3 - Séparation par l'essai microchimique de BORICKI.....	47
4 - Distinction par les méthodes optiques.....	48
- mesure des indices de réfringence et liseré de BECKE	
- mesure des angles d'extinction sur les faces perpendiculaires à G_1	
- mesure de l'épaisseur des macles polysynthétiques sur les faces perpendiculaires à G_1	
- détermination du Feldspath Orthose par la macle de Carlsbad	
<u>B - ESSAIS D'INTERPRETATION DE L'ORIGINE DES FELDSPATHS.</u>	49-50
<u>CONCLUSION GENERALE</u>	51
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	53-56



TABLE DES FIGURES

		Pages
Figure 1	Plans de découpage des échantillons gréseux.....	3
Figure 2	Oculaire avec réticule formé de trois fils.....	4
Figure 3	Compteur de points.....	19
Figure 4	Hyperboles des fréquences maximales pour le total des grains et pour les Feldspaths seuls.....	34
Figure 5	Séparation des minéraux par gravité spécifique avec le mélange bromoforme-décaldène.....	42
Figure 6	Matériel pour l'attaque aux vapeurs d'acide fluorhydrique à chaud.	45

TABLE DES PHOTOS.

		Pages
Photo N° 1	Cube après la coloration au Vert Malachite.....	4
Photo N° 2	Cube après la coloration à l'hématéine.....	7
Photo N° 3	Grains après la coloration sélective au cobaltinitrite de sodium et à l'hématéine.....	46

TABLE DES PLANCHES.

		Pages
Planche 1	Position des sondages et coupe horizontale à l'étage -1050.....	10
Planche 2	Courbes Dana-Russel et histogrammes du total des grains et des Feldspaths seuls.....	57
Planche 3	Courbes cumulatives des fréquences relatives des surfaces.....	37
Planche 4	Echantillons gréseux montrant des Feldspaths.....	
Pl. Photos)	.....	58-59

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

Ce travail, réalisé dans le Laboratoire de Géologie des Houillères à Drocourt, a été inspiré et dirigé par M. P. DOLLE, Ingénieur Géologue aux H. B. N. P. C.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour toute l'aide et les encouragements qu'il n'a cessé de me prodiguer.

Mes remerciements vont également à la Direction des Houillères du Bassin du Nord et du Pas de Calais pour m'avoir permis de réaliser ce travail.

M. le Chanoine G. DUBAR, Mlles D. LE MAITRE et D. BRICE, mes professeurs à la Faculté Libre des Sciences, ont encouragé et facilité mes travaux : je les en remercie vivement.

Ma reconnaissance va aussi à M. L. Van der PLAS de l'Institut de Géologie et Minéralogie de Wageningen. Au cours d'un stage dans son Laboratoire, j'ai pu me familiariser avec certaines méthodes de détermination qualitative des Feldspaths.

M.M. C. DEBRABANT, M. DEGALLAIX, A. LEROY et E. MASSON, les techniciens du Laboratoire de Géologie des H. B. N. P. C. , m'ont conseillé et aidé, chacun dans sa spécialité. M. F. SPROCQ s'est chargé de la réalisation des planches et figures. Je les remercie tous d'avoir accepté ce surcroît de travail me permettant de mener à bien cette étude, à laquelle je suis très heureux de les associer.

I N T R O D U C T I O N

Les recherches effectuées au Laboratoire de Géologie des Houillères du Bassin du Nord et du Pas de Calais, sous la direction de M. P. DOLLE, portent principalement sur les grès. Les renseignements susceptibles d'être apportés par leur étude sont nombreux.

M. B. BOULANGE(1963) a montré que l'analyse granulométrique microscopique de ces échantillons gréseux permet une reconstitution paléogéographique du Bassin Houiller, renseigne sur les conditions d'érosion et de sédimentation et peut donner des indications sur la tectonique. Des corrélations sont également possibles.

Ces résultats sont obtenus par l'étude du total des grains. Il est intéressant de chercher l'importance quantitative et qualitative des Feldspaths pour l'établissement de ces granulogrammes. Nous espérons, par la même occasion, pouvoir utiliser les résultats obtenus pour les corrélations.

Pour y parvenir, nous nous attacherons, dans la première partie, à l'analyse quantitative des Feldspaths et à la détermination du rapport Quartz / Feldspaths. Puis nous établirons, dans une deuxième partie, la granulométrie de ces derniers et la comparaison des granulogrammes. Enfin, l'étude qualitative des Feldspaths fera l'objet de la troisième partie.

Nous traiterons toujours en premier lieu des méthodes utilisées. Après les observations nous passerons aux critiques, aux interprétations et aux essais de corrélation.

1ère Partie

DETERMINATION DU RAPPORT QUARTZ/FELDSPATHS

A - METHODES.

1) Prélèvement des échantillons. Confection des cubes.

Les échantillons gréseux, prélevés en travers banc ou dans les carottes de sondage du Bassin Houiller du Nord et du Pas de Calais, arrivent au Laboratoire de Géologie des Houillères où ils sont répertoriés.

Dans chaque échantillon, un cube de 2 à 3 cm. d'arête, est confectionné.

La section dans la masse se fait suivant trois directions bien précises, orthogonales entre elles :

- L'une est parallèle à la stratification

- Les deux autres lui sont perpendiculaires et perpendiculaires entre elles (Fig.1).

Chaque cube est numéroté sur l'une des faces parallèles à la stratification, ce qui permet une orientation toujours facile par la suite.

2) Polissage.

L'autre face parallèle à la stratification est alors aplanie sur une meule horizontale, tournant à faible vitesse (270 T/Mn.) grâce aux abrasifs 30 et 12, en poudre.

Après nettoyage et rinçage, cette face est polie très soigneusement à la potée d'étain sur un feutre horizontal animé d'une grande vitesse de rotation (3.000 T/Mn).

Un numéro de polissage est également inscrit sur le cube.

Après nettoyage et rinçage à l'eau courante, cette face est prête pour l'attaque à l'acide fluorhydrique.

3) Attaque à l'acide et coloration.

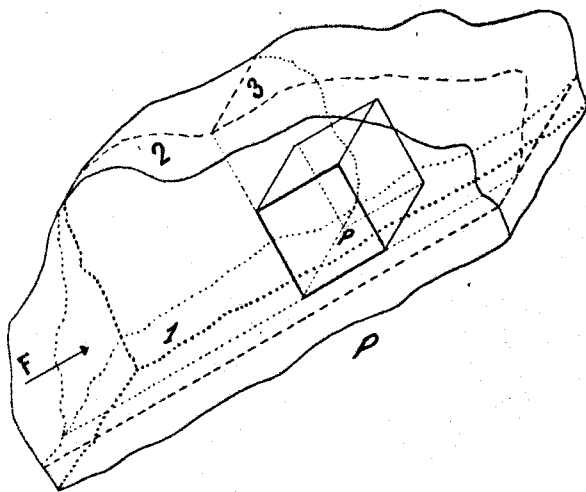
Deux méthodes d'attaque et de coloration sont alors possibles :

- la méthode DANA-RUSSEL : coloration au Vert Malachite

- la méthode préconisée par l'Ecole hollandaise de DOEGLAS : coloration à l'hématéine.

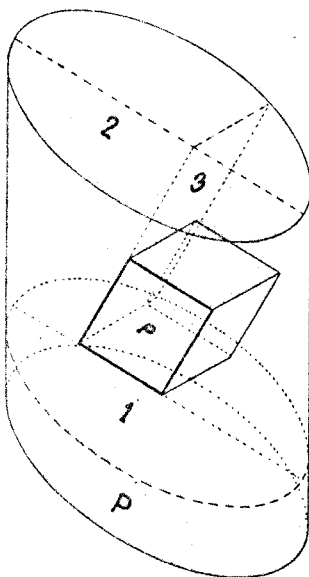
Plans de découpage des LAMES MINCES en échantillons de grès

Echantillon prélevé en travers - banc



- P - plan de base de l'échantillon
- F - face de l'échantillon parallèle à l'axe du travail au rocher
- 1 - section parallèle à la stratification //
- 2 - section perpendiculaire à la stratification mais parallèle à la face F \perp
- 3 - deuxième perpendiculaire \perp
- p - face du cube à polir

Carotte de sondage



- P - plan de base du banc de grès
- 1 - section parallèle au plan de base //
- 2 - première perpendiculaire taillée suivant le plan passant par la ligne de plus grande pente \perp
- 3 - deuxième perpendiculaire \perp
- p - face du cube à polir



Fig. 1

a) Méthode DANA-RUSSEL.

La face polie, parallèle à la stratification, est plongée dans l'acide fluorhydrique (HF) pendant 20 secondes. Cette durée est suffisante pour l'attaque des Feldspaths, des autres silicates et du ciment, mais trop courte pour les grains de quartz qui apparaissent donc en relief et brillants.

Après rinçage à l'eau courante et séchage à l'infra-rouge, la surface attaquée est plongée, avec précaution, dans une solution de Vert Malachite durant 5 minutes. L'excès de colorant est ensuite enlevé par un courant d'eau, puis l'échantillon séché à l'infra-rouge ou près d'une source de chaleur mais jamais essuyé, pour ne pas faire sauter les grains en relief.

La face parallèle à la stratification est alors observée au microscope ou à la loupe binoculaire.

Elle présente des plages vertes parsemées de grains blanchâtres et gris; les uns apparaissent en relief généralement brillants, de teinte gris-beige : ce sont des grains de quartz non attaqués par l'acide. Les autres, à contours assez nets, anguleux souvent, ne sont ni proéminents ni brillants, et leur teinte est blanchâtre : ce sont des grains de feldspaths corrodés par l'acide (Photo N°1).

Il est donc possible de rechercher la proportion relative des quartz et des feldspaths. Nous choisissons l'objectif en fonction de la taille des grains, de manière à en avoir toujours un nombre suffisamment grand. L'oculaire, que nous utilisons, possède un réticule formé de trois fils : un longitudinal (X) et deux latitudinaux (Y_1 - Y_2). Le champ du microscope est ainsi divisé en six plages (Fig. N°2).

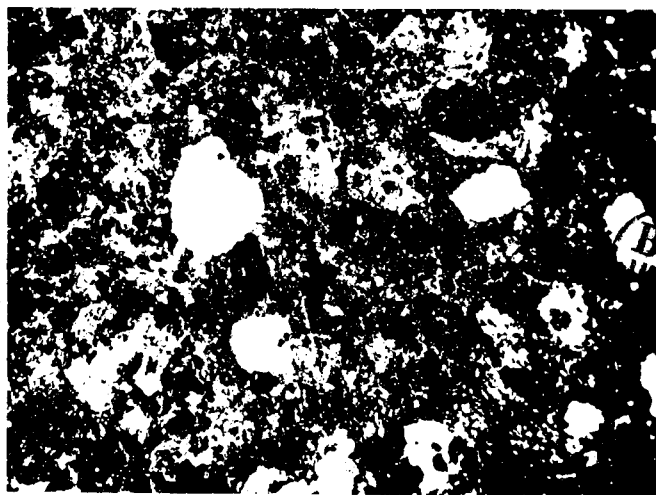


Photo N° 1

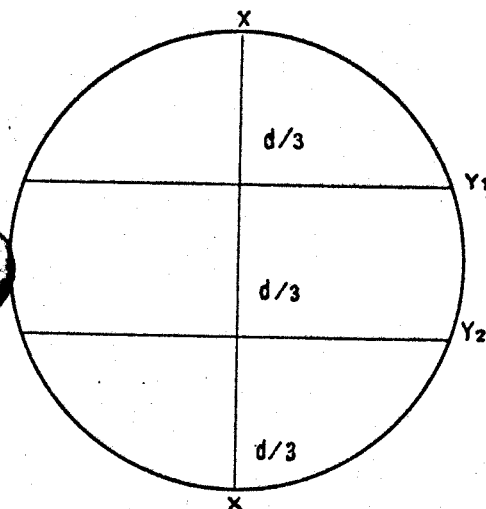


Figure N° 2

Les grains sont comptés successivement dans chaque zone, ce qui réduit les risques d'erreurs ou d'oublis, puis totalisés.

Pour un cube, nous faisons trois passages différents, ce qui augmente le nombre de grains observés et reflète plus fidèlement l'ensemble de la surface. Les résultats sont d'autant plus valables. La détermination des pourcentages de grains de quartz et de feldspaths est alors possible.

Exemple : Sondage 072 - Echantillon prélevé à 9,2 m.

Numéro d'entrée : 7 188

Numéro de polissage : 2 824

1er Passage

2ème Passage

3ème Passage

	Feldspaths	Quartz	Feldspaths	Quartz	Feldspaths	Quartz
Plage 1	10	60	11	65	10	64
" 2.....	12.....	69	13.....	72	14.....	75
" 3	10	62	14	64	11	64
" 4	13.....	59	12.....	63	12.....	62
" 5	12	66	13	70	13	72
" 6	11.....	61	10.....	65	11.....	66
Total de chaque passage	68	377	73	399	71	403

TOTAL GENERAL : FELDSPATHS : 212 15 %

QUARTZ : 1 179 85 %



Exemple : Sondage 072 - Echantillon prélevé à 212,05 m.

N° Entrée : 7 294

N° Polissage : 2 862

1er Passage

2ème Passage

3ème Passage

	Feldspaths	Quartz	Feldspaths	Quartz	Feldspaths	Quartz
Plage 1	1	18	0	15	1	16
" 2	2	24	1	22	2	20
" 3	1	19	1	17	2	18
" 4	0	17	0	16	0	17
" 5	1	21	2	19	1	21
" 6	2	19	2	16	0	17
Total de chaque passage	7	118	6	105	6	109

TOTAL GENERAL : FELDSPATHS : 19 5 %
 QUARTZ : 332 95 %

b) Méthode de coloration des feldspaths par l'hématéine.

La surface polie parallèle à la stratification est lavée à l'eau courante puis à l'acétone pour éliminer les matières grasses. Puis elle est soumise aux vapeurs d'acide fluorhydrique à la température ambiante (15 à 20° C) durant 2 minutes. Pour cela nous plaçons la face à attaquer à 1 cm. environ au-dessus du liquide.

Le cube passe ensuite au four à 400° C pendant 4 minutes pour fixer plus solidement la surface corrodée.

_Une deuxième attaque aux vapeurs d'acide(2 minutes) à la température ambiante suivie d'un deuxième passage au four à 400°C pendant 4 minutes complète l'altération des grains de feldspaths. Ceux-ci sont alors colorés par l'hématéine. Cette coloration, basée sur les formules de REEDER et MAC ALLISTER(1957), est préconisée par l'Ecole hollandaise de DOEGLAS.

On prépare une solution de 50 milligrammes d'hématéine dans 100 millilitres d'alcool éthylique à 95°. Une solution tampon formée de 20 grammes d'acétate de sodium dans 100 millilitres d'eau distillée, à laquelle on ajoute 6 millilitres d'acide acétique glacial, puis que l'on dilue pour obtenir 200 millilitres, est préparée en même temps. Celle-ci est ainsi tamponnée à pH=4,8 avec un titre de 0,5 N.

L'échantillon est alors recouvert, durant 5 minutes, de 10 gouttes de solution d'hématéine et de 5 gouttes de solution tampon. L'ion Al est coloré par l'hématéine et les feldspaths prennent une teinte bleu-lilas(cf.Photo 2) alors que les grains de quartz apparaissent toujours en relief et de teinte beige.

L'observation et le comptage des grains, colorés par l'hématéine, semblent plus faciles; mais cette méthode est en réalité plus longue et plus compliquée.

C'est la raison pour laquelle nous lui avons préféré la méthode DANA-RUSSEL.

Photo N° 2



B) OBSERVATIONS - ESSAIS DE CORRÉLATION.

Le comptage en ruban et trois passages différents augmentent le nombre de grains observés et réduisent considérablement les risques d'erreurs, en donnant une image plus fidèle de l'échantillon.

Les différents niveaux gréseux rencontrés dans un sondage donné sont donc caractérisés par un rapport Quartz/Feldspaths déterminé. La répartition des Feldspaths est-elle aléatoire ou retrouve-t-on les mêmes valeurs et le même ordre de succession de ces pourcentages dans les divers sondages d'une région? Dans l'affirmative, ces méthodes pourraient faciliter le repérage stratigraphique et permettre des corrélations d'un point à un autre du Bassin Houiller.

C'est ce que nous allons essayer de montrer comme M. BOULANGÉ l'avait fait par la granulométrie totale.

1) Localisation des observations. Les échantillons gréseux étudiés sont ceux qu'avait observés M. BOULANGÉ. Ils proviennent de quatre sondages situés sur le territoire du Groupe d'Hénin-Liétard. Leur position est déterminée par rapport aux coordonnées LAMBERT.

<u>Sondage 072.</u>	Long. : 637.494,80 Lat. : 300.757,80	Début de sondage Alt. : - 910,36 m.
<u>Sondage 014.</u>	Long. : 638.908,40 Lat. : 301.438,40	Début de sondage Alt. : - 911,80 m.
<u>Sondage 022.</u>	Long. : 639.262,80 Lat. : 300.937,63	Début de sondage Alt. : - 906,62 m.
<u>Sondage 025.</u>	Long. : 640.321,75 Lat. : 301.308,95	Début de sondage Alt. : - 903,18 m.

Ces sondages sont approximativement sur une ligne W. S. W - E. N. E. les deux extrêmes (Sond. 072 - Sond. 025) étant distants environ de 4 kilomètres. Ils traversent le Westphalien C (Assise de Bruay - Faisceau de Six-Sillons). Les sondages 022 et 014 atteignent même le Westphalien B au delà du niveau marin de RIMBERT.

La coupe horizontale faite à l'étage -1050 (Pl. N°1) représente les assises et veines traversées ainsi que les accidents tectoniques intéressant la région. Ces niveaux repères nous aideront dans les essais de corrélations.

Ce sont :

le tonstein Maurice

les passées ou veines : Denise - St Jacques - Ste Jacqueline - Albraque
St Alphonse - St Augustin - St Etienne - St Rémy.

la zone à Estheria mathieui.

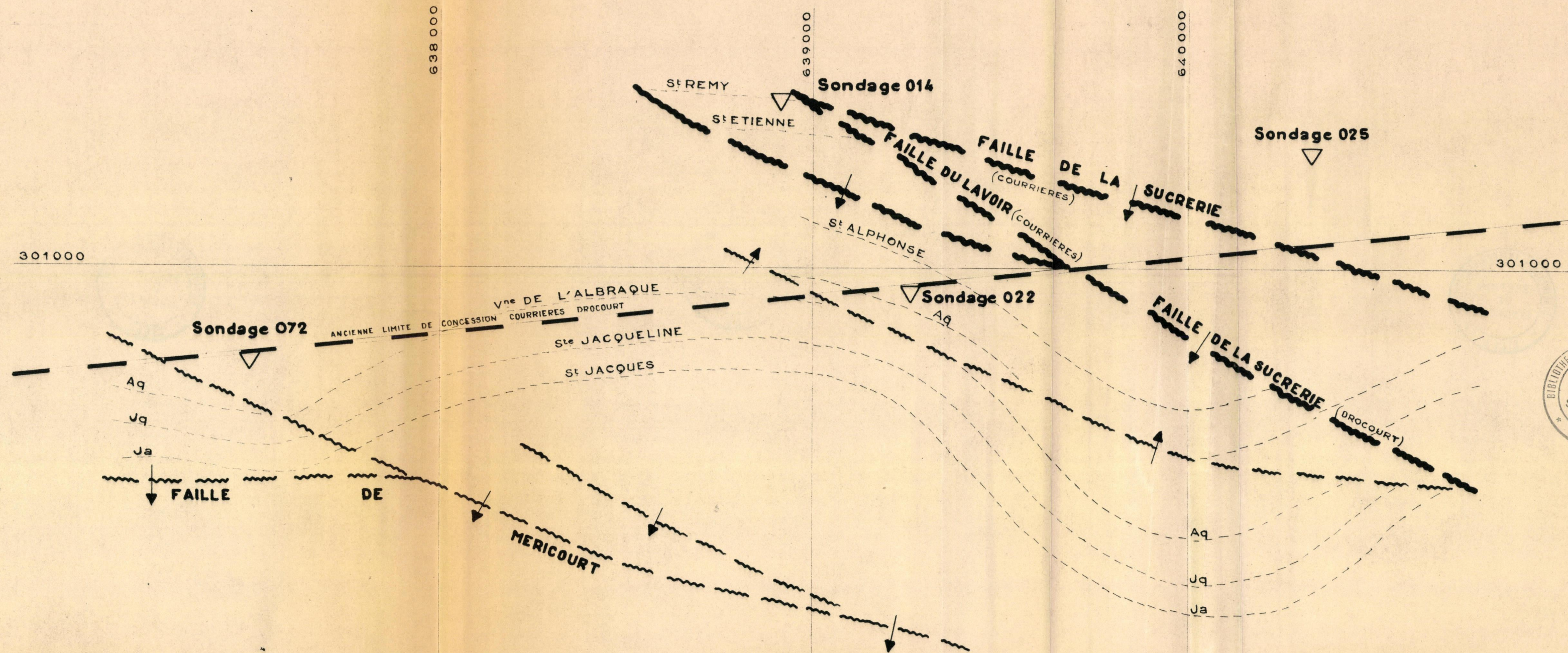
Les prélèvements gréseux ont été faits à la base de chaque banc de grès et plus particulièrement là où était notée une anomalie sédimentaire : passage schiste grès, changement de texture, passée charbonneuse, changement de composition du ciment, plages glissées.

2) Analyse quantitative : détermination des rapports Quartz/Feldspaths.

- Tableaux des résultats.

Les résultats de l'analyse quantitative des quatre sondages sont placés dans des tableaux où se trouvent indiqués également la profondeur, le numéro de polissage du cube correspondant et les niveaux repères.

Position des Sondages et coupe horizontale à l'étage - 1050



ECHELLE 1/10 000

Sondage 072

Niveaux repères	Profondeurs	Nos Polissages	F. + Q. = 100
	9,2 m.	2 824	15 85
Denise.....	20,3 m.....	2 825.....	12.....88
	40,25 m.	2 826	10 90
	42,5 m.....	2 827.....	14.....86
	44,8 m.	2 828	10 90
	44,85 m.....	2 829.....	7.....93
	46,25 m.	2 830	7 93
	46,35 m.....	2 831.....	8.....92
	50,1 m.	2 832	9 91
	51,4 m.....	2 833.....	9.....91
	54,6 m.	2 834	14 86
	56,75 m.....	2 835.....	15.....85
	68,55 m.	2 836	10 90
Maurice.....	70 m.....	2 837.....	12.....88
Ste Jacqueline.....	77,95 m.	2 838	10 90
Albraque.....	99,5 m.....	2 839.....	7.....93
	111,85 m.	2 840	11 89
Estheria mathieui.....	113,9 m.....	2 841.....	10.....90
	156,7 m.	2 842	6 94
	176,45 m.....	2 858.....	14.....86
St Etienne.....	180,75 m.	2 859	8 92
	192 m.....	2 860.....	14.....86
St Rémy.....	195,5 m.	2 861	13 87
	212,05 m.....	2 862.....	5.....95
	213,3 m.	2 863	6 94

Sondage 014

Niveaux repères	Profondeurs	Nos Poliassages	F. + Q. = 100
	7 m.	2 871	13 87
	10,6 m.....	2 872.....	14.....86
	12,2 m.	2 873	13,6 86,4
	14,1 m.....	2 874.....	6.....94
	14,5 m.	2 875	5 95
	17,4 m.....	2 876.....	14.....86
	25,5 m.	2 877	16 84
	27,15 m.....	2 878.....	5.....95
Ste Jacqueline.....			
Albraque.....			
	85,6 m.	2 879	5 95
St Alphonse.....			
	102,7 m.....	2 880.....	4.....96
	106,9 m.	2 881	4 96
St Augustin.....			
	117,7 m.....	2 882.....	7.....93
	122,55 m.	2 883	13 87
St Etienne.....			
	136,4 m.....	2 884.....	15.....85
	143,6 m.	2 885	15 85
St Rémy.....			
	152,9 m.....	2 886.....	4.....96
	170,55 m.	2 887	4 96
	212,4 m.....	2 888.....	12.....88
	219,4 m.	2 889	9 91
	221,5 m.....	2 890.....	7.....93



Sondage 022

Niveaux repères	Profondeurs	Nos Polissages	F! + Q! = 100
	7,35 m.	1 698	5 95
Denise.....	23,1 m.....	1 672.....	7.....93
	82 m.	1 621	7 93
	82,9 m.....	1 661.....	13.....87
	83,3 m.	1 622	13 87
	86,7 m.....	1 623.....	13.....87
Maurice.....	90,47 m.....	1 624	10 90
Ste Jacqueline.....	128,5 m.....	1 634.....	7.....93
	136 m.	1 635	5 95
Albraque.....	.....	.....	.....
Estheria mathieui.....	.....	.....	.....
	154,45 m.....	1 639.....	5.....95
	157,5 m.	1 637	5 95
St Alphonse.....	.....	.....	.....
	194,4 m.....	1 638.....	6.....94
	208,5 m.	1 759	11 89
St Etienne.....	.....	.....	.....
	220,25 m.....	1 643.....	12.....88
St Rémy.....	.....	.....	.....
	241,7 m.	1 641	5 95
	267,25 m.....	1 699.....	12.....88
	321,7 m.	1 674	9 91
	340,55 m.....	1 761.....	13.....87
	351,15 m.	1 659	8 à 9 92/91
	392 m.....	1 703.....	5.....95
	396,45 m.	1 711	11 89
	422,95 m.....	1 769.....	11.....89
	424,4 m.	1 770	11 89
	444,45 m.....	1 771.....	13.....87
	445,9 m.	1 772	14 86
	463,05 m.....	1 773.....	7.....93

Sondage 025

Niveaux repères	Profondeurs	Nos Polissages	F. + Q. = 100
	4,2 m.	3 033	13 87
	5,4 m.....	3 034.....	15.....85
	7,1 m.	3 035	14 86
	11,9 m.....	3 043.....	14.....86
	16,3 m.	3 044	10 90
	17,75 m.....	3 045.....	12.....88
	17,95 m.	3 046	17 83
Maurice.....	23,9 m.....	3 047.....	8.....92
Ste Jacqueline.....			
	54,4 m.	3 051	10 90
Albraque.....	59,9 m.....	3 052.....	7.....93
	75,15 m.	3 066	6 94
	92,2 m.....	3 062.....	9.....91
	93,7 m.	3 077	8 92
	94,8 m.....	3 063.....	3.....97
St Alphonse.....	98 m.	3 064	8 92
	101,1 m.....	3 065.....	7.....93
	119,95 m.	3 068	5 95
	121,1 m.....	3 069.....	7.....93
	123,75 m.	3 070	9 91
	130,5 m.....	3 071.....	9.....91
St Etienne.....	135,7 m.	3 072	7 93
St Rémy.....			
	176,5.....	3 073.....	5.....95
	179 m.	3 074	5 95
	198,4 m.....	3 078.....	11.....89
	208,3 m.	3 079	14 86
	217 m.....	3 080.....	7.....93



- Courbes des pourcentages des Feldspaths.

Nous préférons une représentation graphique. Nous utilisons comme axe des ordonnées la coupe géologique au 1/400e des terrains traversés et nous plaçons en abscisse le pourcentage des Feldspaths en prenant comme échelle 1cm. pour 4 %.

Nous réunissons les points correspondants aux divers échantillons pour obtenir la courbe des pourcentages de Feldspaths. (Planche N°2).

Parfois une zone importante ne comporte pas d'échantillons dans un sondage donné. Nous réunissons quand même les points situés de part et d'autre; mais il sera bon de s'en rappeler, lors des essais de corrélations, pour ne pas fausser l'interprétation.

3) Comparaison des courbes - Essais de corrélations.

En se référant aux niveaux repères déjà connus ou supposés (tonstein, veines...) la comparaison des courbes est très instructive. La similitude est frappante dans l'ensemble.

a) Au-dessus de St Jacques et du tonstein Maurice, le pourcentage de Feldspaths est très variable, se traduisant sur les courbes par une succession de "pics" et de "creux". Mais cette succession est identique dans les quatre sondages :

- Sondage 072 entre 42,5 et 68 m.
- Sondage 014 entre 11 et 27,5 m.
- Sondage 022 entre 60 et 91 m.
- Sondage 025 entre 7 et 24 m.

De 14 % (sauf pour Sond. 022), le pourcentage tombe à 7 et même 5 % pour remonter à 13 et même 17 %. Puis c'est une nouvelle descente jusque 10 - 8 - et 5 % (Sond. 014). Ces remarques sont d'autant plus valables que les échantillons sont nombreux dans cette zone.

b) Autour de St Jacques et du tonstein Maurice, la proportion est voisine de 10% (entre 8,5 et 11%). Les échantillons manquent malheureusement dans le sond. 014.

c) Au voisinage de l'Albraque, de St Alphonse et de St Augustin, le pourcentage diminue encore et se situe autour de 6 %.

d) Ce n'est qu'aux alentours de St Etienne et de St Rémy que la proportion de Feldspaths remonte à 10 - 12 et même 14% (absence d'échantillons dans le sond. 025).

e) Après cette "bosse", la pente redescend jusqu'à 5 % environ.

L'absence d'échantillons gréseux à certains niveaux rend les corrélations moins rigoureuses dans les zones correspondantes : ainsi pour le sondage 014 entre 27,5 m. et 85,6 m., autour de St Jacques - Ste Jacqueline - Albraque, et pour le sondage 025 entre 135,7 m. et 176,5 m., au voisinage de St-Etienne - St Rémy.

Partout ailleurs la méthode DANA-RUSSEL et la représentation graphique des résultats permettent de déterminer avec une précision suffisante les niveaux rencontrés. Il est évident que, pour les corrélations, l'ordre de succession se révèle plus intéressant que les pourcentages isolés.

LA REPARTITION DES FELDSPATHS DANS LES GRES N'EST DONC PAS ALEATOIRE ET PEUT COMPLETER L'EVENAIL DES METHODES DE RECONNAISSANCE LORS DES SONDAGES.

Cette répartition variable des Feldspaths suivant les niveaux gréseux pourrait s'expliquer par leurs origines différentes : les massifs et les intrusions magmatiques, aux dépens desquels se sont formés les grès, peuvent être de natures diverses, et plus ou moins riches en Feldspaths. Les chenaux d'écoulement, dans ce cas, seraient eux aussi différents suivant les grès étudiés.

Ou bien, les massifs et les intrusions ont la même composition, l'origine des grès est la même, la proportion initiale des Feldspaths identique, le chenal d'écoulement unique. Dans ce cas, la longueur du chemin, donc la durée du transport, les conditions de l'érosion mécanique ou de l'altération chimique ont pu varier dans le temps, amenant la destruction et la disparition plus ou moins complète de certains Feldspaths. Si cette deuxième hypothèse est juste, l'analyse granulométrique doit montrer que la taille des Feldspaths et, dans une certaine mesure, le nombre de classes, sont proportionnels au pourcentage.

2 ème Partie

ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE DES FELDSPATHS

L'étude des grès et la détermination du rapport Quartz/Feldspaths que nous venons de décrire, peut être complétée par une analyse granulométrique microscopique.

L'étude des lames minces est réalisée quotidiennement au Laboratoire de Géologie des Houillères du Bassin du Nord et du Pas de Calais. Sous la direction de Monsieur Dollé, plus de 40.000 lames minces ont été répertoriées et décrites.

Monsieur B. Boulangé a précisé la texture des échantillons gréseux rencontrés dans les quatre sondages étudiés, par l'analyse granulométrique de l'ensemble des grains. Nous avons repris son matériel et sa technique d'observation pour l'étude granulométrique des Feldspaths dans les mêmes échantillons. Pour permettre la comparaison des résultats, nous avons choisi également la représentation en histogrammes.

A. MÉTHODE ET OBSERVATION.

1) Confection des lames minces.

En même temps que le cube, trois plaques sont sciées dans l'échantillon suivant les trois directions définies ci-après : l'une parallèle à la stratification, les deux autres perpendiculaires à celle-ci et perpendiculaires entre elles.

Chaque plaque, d'une épaisseur de 2 mm environ, est fixée sur une lame porte-objet par une résine dont la température optimum d'utilisation est 140° : le Lakeside. Les lames sont toujours montées de la même manière : la direction parallèle à la stratification disposée suivant le grand axe de la lame, de sorte que les sections des grains aient un maximum de chances de se présenter suivant leur plus grande dimension lors des mesures.

A l'aide d'une affuteuse rectifieuse tournant à grande vitesse, nous réduisons l'épaisseur de la plaque jusque 8 à 10 centièmes de millimètre.

Enfin elle est amenée à une épaisseur de $3/100^{\text{èmes}}$ de mm. par usure à l'aide d'abrasifs de plus en plus fins. La préparation est alors recouverte de bume de Canada puis d'une lamelle couvre-objet. Un passage rapide dans l'alcool assure le nettoyage.

2 - Matériel et technique d'observation.

- Nous employons le compteur de points de la Maison Nacet, modifié pour le laboratoire d'après les indications de Monsieur Dollé. (Fig. 3) A l'aide du bouton moleté B_1 , commandant une vis à pas millimétrique et muni d'une came à 20 crans par tour, nous pouvons transmettre à la préparation une série de déplacements longitudinaux de $1/20^{\text{e}}$ de tour, soit de 0,05 mm.

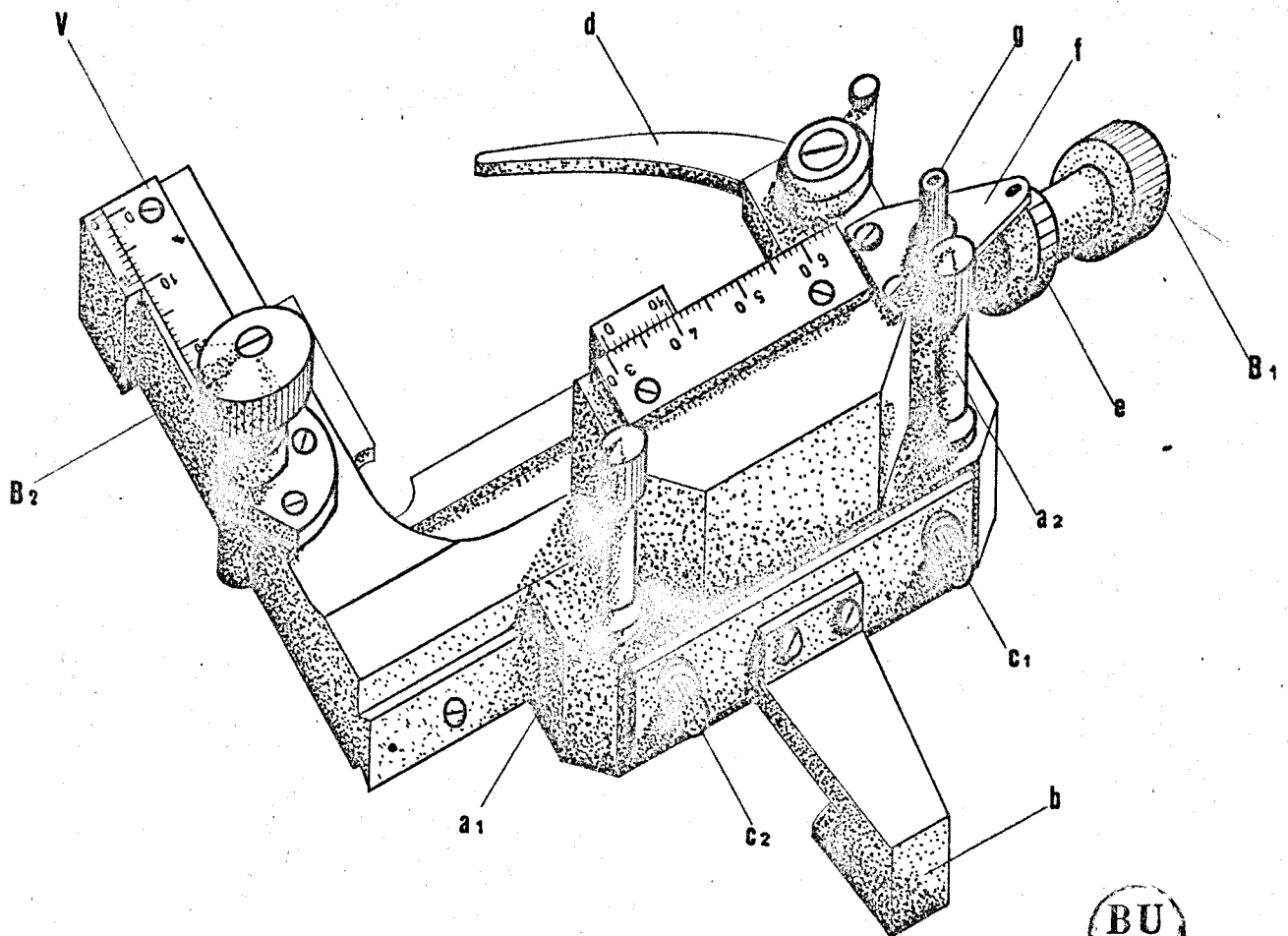
- L'oculaire utilisé, le même que celui décrit précédemment, contient un réticule composé de trois fils : un longitudinal (X) et deux latitudinaux ($Y_1 - Y_2$). Par déplacement longitudinal de la préparation, nous mesurons les grains qui passent sous le fil X entre Y_1 et Y_2 : c'est la technique du comptage en rubans.

- Seules sont observées les lames taillées dans les directions perpendiculaires à la stratification. De cette façon, nous éliminons plusieurs causes d'erreurs : les grains ne se présentent pas avec une orientation privilégiée et l'épaisseur de la lame représente une durée de dépôt nettement supérieure à celle des "accidents" de sédimentation toujours possibles; ceux-ci ne seront marqués sur la lame que par de minces filets.

Dans ces lames, seuls les grains de Feldspaths nous intéressent pour la présente étude. Nous avons vu, par la méthode Dana-Russel, qu'ils ne représentent que 5 à 17 % de l'ensemble de la roche. Leur détermination est parfois facilitée par les plans de clivage, le contour plus géométrique des éléments, les macles. Souvent ils sont altérés. (Planches photos).

Monsieur B. Boulangé préconise 3 passages par lame. Si cette méthode est efficace pour l'étude de l'ensemble des grains et pour les grains de quartz qui représentent 80 à 90 % de la roche, elle ne l'est plus pour la faible proportion de Feldspaths. Aussi nous avons "fouillé" systématiquement toute la surface à la recherche des rares grains qui nous intéressaient, pour avoir des résultats plus représentatifs.

Compteur de points JUNG & BROUSSE



- a1 - a2 : Boutons de fixation du compteur sur la platine du microscope
- B1 : Bouton de commande du déplacement latéral de la lame entraînant la came e
- B2 : Bouton de commande du mouvement antéro postérieur de la lame
- b : Griffes élastiques
- c1 - c2 : Vis de réglage de la griffe
- d : Doigt mobile de serrage de la lame
- e : Came à 20 crans par tour
- f : Ergot à ressort
- g : Vis de serrage de l'ergot
- V : Vernier

Fig. 3

Les grains passent sous le fil longitudinal du réticule de l'oculaire.
Comme nous transmettons à la lame des déplacements successifs de 0,05 mm., nous pouvons connaître facilement le diamètre apparent de chaque grain.

Sur les feuilles d'analyse granulométrique, nous répartissons les grains dans les diverses classes espacées de 0,05 mm.

Classes	Diamètres en mm.
1.....	$0 < d < 0,05$
2	$0,05 < d < 0,10$
3.....	$0,10 < d < 0,15$
4	$0,15 < d < 0,20$

Un tableau rassemble les résultats pour chaque lame d'abord, puis pour les deux lames perpendiculaires de chaque échantillon.

Tableau d'ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Sondage 014. Echantillon prélevé à 25,5 m. - Pourcentage des Feldspaths : 16 %
Lames minces : 16 598 et 16 599

Déplacement de la platine (0,05)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Plus de 10
L.M. : 16 598 1ère Perpendiculaire		|	┐	|	⊠┐	⊠	□	|		┐	
Total		1	2	1	7	5	4	1		2	
L.M. : 16 599 2e Perpendiculaire		□	□	⊠	□	⊠┐	┐	|	|		
Total		4	4	5	4	7	3	1	1		
Nombre total de grains		5	6	6	11	12	7	2	1	2	
Superficie mm ²		2,20	7,32	14,40	44.	72.	58,10	22.	14,20	35,60	
Rapport des Superficies		0,8	2,71	5,33	16,3	26.	21,5	8,2	5,2	13,1	

3) Représentation graphique.

Nous avons choisi la représentation de la surface des Feldspaths observés, comme Monsieur B. Boulangé l'avait fait pour l'ensemble des grains. Nous pourrions ainsi comparer les deux granulogrammes obtenus.

Malgré les limites étroites de chaque classe, un grain peut avoir un diamètre minimum d , un autre, un diamètre maximum $d + 0,05$ mm. Aussi c'est la valeur moyenne $\frac{d + (d + 0,05)}{2}$ ou $d + 0,025$ mm. qui est prise, à chaque fois, comme diamètre pour le calcul de la surface apparente. En supposant que ces grains soient des sphères dont nous voyons des sections, un tableau nous indique la superficie moyenne des grains en fonction des dimensions linéaires :

Nombre de crans du compteur de points	Déplacement de la lame en mm.	Diamètre moyen de référence en mm.	Superficie moyenne en 10^{-2} mm^2 .
Classes			
1.....	$0 < d < 0,05$	$0,025$	$0,05$
2.....	$0,05 < d < 0,10$	$0,075$	$0,44$
3.....	$0,10 < d < 0,15$	$0,125$	$1,22$
4.....	$0,15 < d < 0,20$	$0,175$	$2,40$
5.....	$0,20 < d < 0,25$	$0,225$	4

Les sections des grains de chaque classe représentent une surface

$$s_1 - s_2 - s_3 - s_4 - \dots - s_n$$

La surface totale des Feldspaths observés est donc $S = s_1 + s_2 + \dots + s_n$

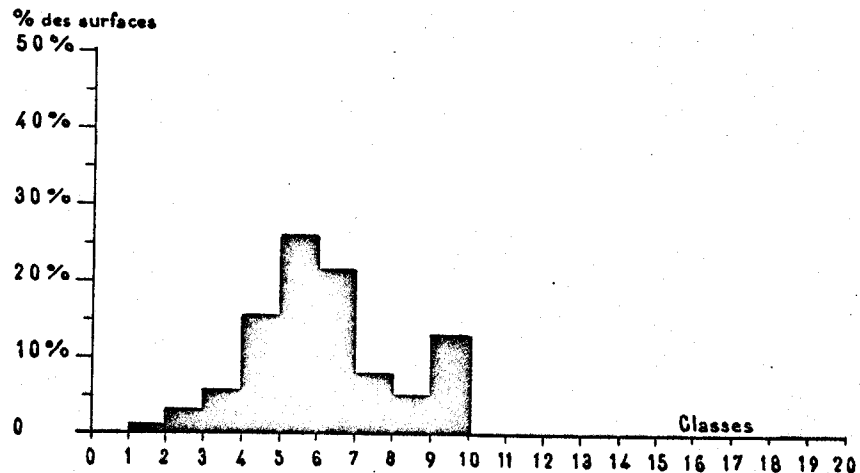
Nous cherchons ensuite la surface relative de chaque classe :

$$\frac{s_1}{S}, \frac{s_2}{S}, \frac{s_3}{S}, \frac{s_4}{S} \dots \frac{s_n}{S}$$

L'histogramme de fréquence relative des surfaces est alors construit; l'axe des abscisses(X) porte les numéros des classes à intervalles réguliers figurant $0,05$ mm. l'axe des ordonnées(Y) les pourcentages des surfaces de chaque classe.

Ainsi nous pouvons construire celui de l'échantillon du Sondage 014 prélevé à 25,5 m.

Lames minces : 16 598 - 16 599 - 16 600. - Dana Russel : 16 %.



Nous obtenons ainsi des barres dont la surface est proportionnelle à celle des grains de Feldspaths dans chaque classe considérée.

L'histogramme peut présenter 1, 2 ou plusieurs maxima c'est à dire des classes à pourcentages dominants.

Exemples : Sondage 022 : à 83,3 m. - 208,5 m. - 220,25 m.

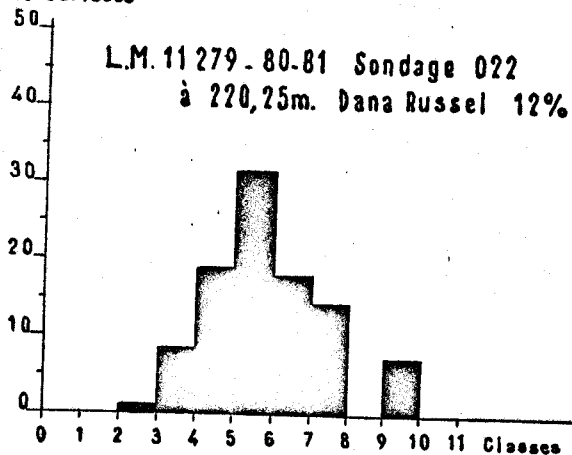
Sondage 072 : à 42,5 m.

Sondage 014 : à 14,5 m.

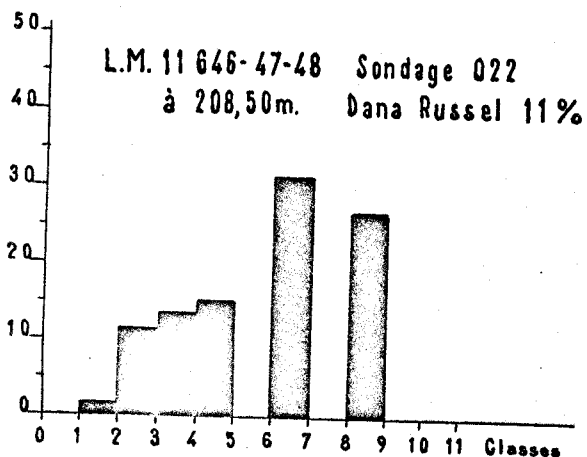
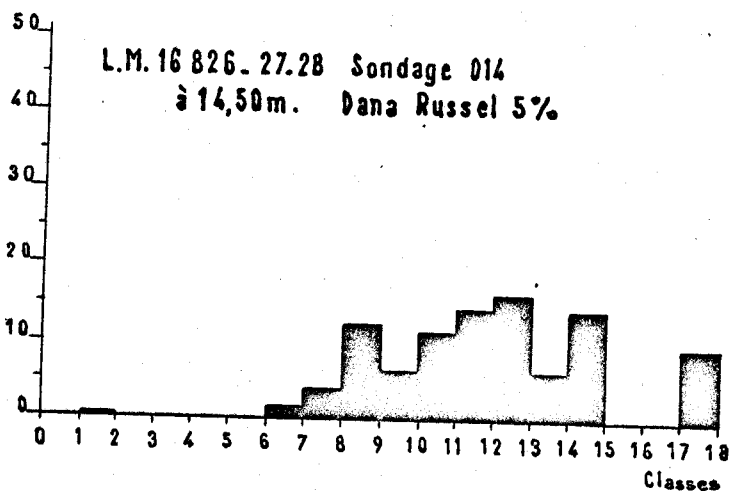
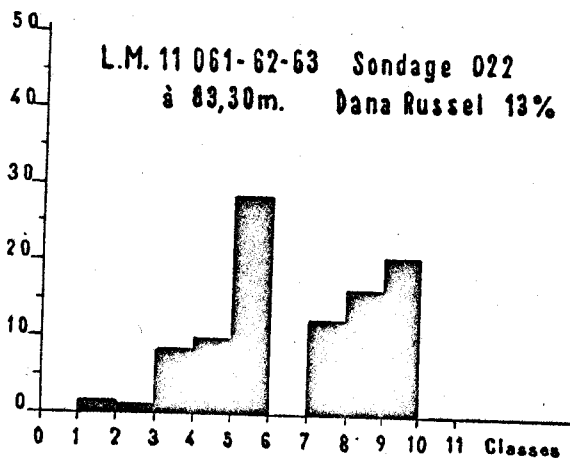
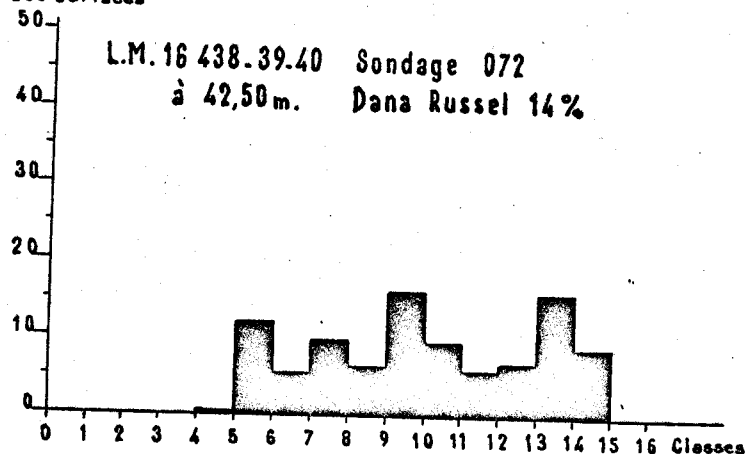
Les histogrammes de fréquence relative des surfaces de l'ensemble des grains renseignent sur la texture de l'échantillon par le nombre de classes, leur étalement, la place du maximum. Peut-on en dire autant par l'observation des seuls granulogrammes des Feldspaths?

Nous serons amenés à comparer les deux granulogrammes pour voir si les variations se font dans le même sens.

% des surfaces



% des surfaces



4) CRITIQUES DE LA MÉTHODE.

a) Critiques générales.

Il est évident que le diamètre observé diffère souvent du diamètre réel. C'est pour cette raison que nous préférons le comptage en ruban au comptage par points ou par ligne : nous réduisons l'erreur car nous mesurons ainsi le plus grand diamètre visible.

En prenant la valeur moyenne $d+0,025$ mm. nous nous rapprochons encore de la réalité. Pour les petits grains des classes 1 et 2 l'erreur, apparemment, est énorme; mais, en fait, l'écart est minime car leur taille (de 0,025 mm. à 0,075 mm.) est peu différente de l'épaisseur de la lame (0,03 mm) : ils sont donc presque totalement présents dans la préparation et mesurables.

Supposer que nous avons affaire à des sections de sphères parfaites est une cause d'erreur également puisque nous étudions des Feldspaths où les plans de clivage existent. Nous considérons que l'érosion mécanique et l'altération chimique ont arrondis les grains.

L'analyse des seules lames perpendiculaires à la stratification supprime l'inconvénient d'une orientation privilégiée des grains. Les histogrammes de chacune de ces perpendiculaires diffèrent peu l'un de l'autre. Aussi nous n'établissons pour chaque échantillon qu'un seul histogramme après avoir totalisé les résultats.

b) Critiques propres aux grains de Feldspaths.

La granulométrie des Feldspaths est assez délicate. En effet, la distinction des grains de Quartz et de Feldspaths est souvent difficile en l'absence de mâcles ou de clivages nets. Nous verrons dans la troisième partie que la détermination des Feldspaths alcalins et des plagioclases est complexe, à plus forte raison pour les échantillons étudiés où la proportion est généralement inférieure à 10 %. Aussi certains histogrammes ont-ils été construits à partir d'observations très réduites.

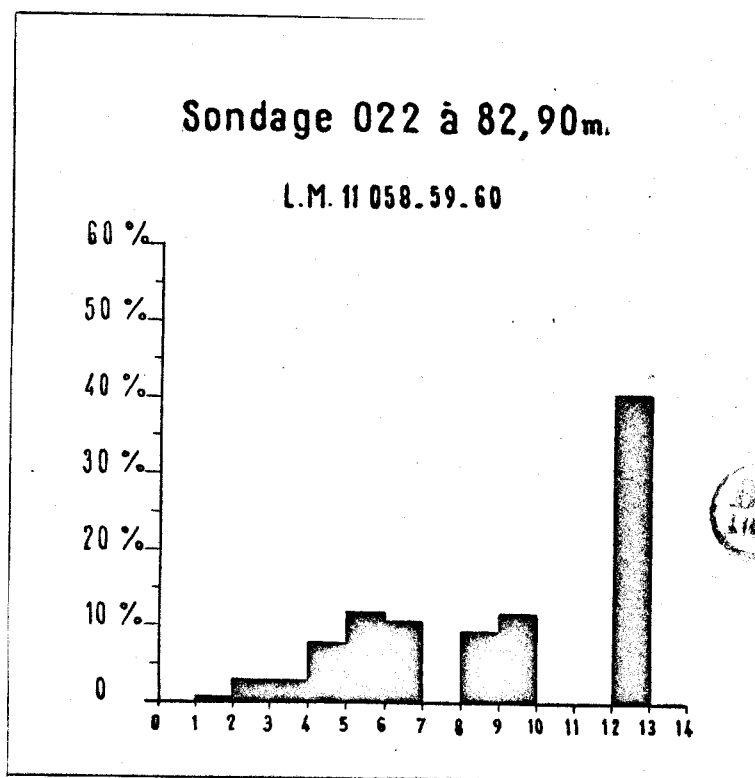
Lorsqu'un grès renferme peu de Feldspaths, mal calibrés, donc répartis dans de nombreuses classes, il se peut que quelques grains ou même un seul de grande section, déterminent un pourcentage dominant pour la surface relative. Il sera bon de s'en rappeler et de toujours se référer aux tableaux d'analyse granulométrique indiquant le nombre de grains lorsque nous confronterons les histogrammes à l'intérieur d'un sondage et les comparerons d'un sondage à l'autre.

Exemples : Tableaux d'analyse granulométrique et
histogrammes, de fréquence relative des surfaces, correspondants.

Sondage 022. Echantillon prélevé à 82,9 m. Pourcentage de Feldspaths : 13 %

Lames minces : 11 058 - 11 059.

Déplacement de la platine (0,05)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sup. à 10
Lames perpendiculaires 11 058 et 11 059		1	□	Γ	Π	Π	Γ		1	1	Γ
Nombre total de grains		1	4	2	3	3	2		1	1	2
Superficie en mm ² s		0,44	4,88	4,80	12.	18.	16,60		14,20	17,80	61,20
Rapport des superficies $\frac{s}{S}$		0,30	3,25	3,20	8.	12.	11.		9,40	11,80	40,80
Observations	Micropoudingue à tendance quartziteuse, mal calibré.										



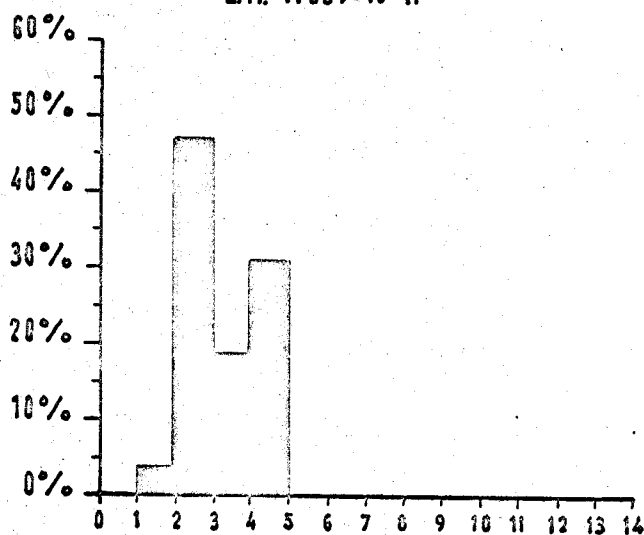
Sondage 022. Echantillon prélevé à 136 m. Pourcentage de Feldspaths : 5 %

Lames minces : 11 009 - 11 010.

Déplacement de la platine(0,05)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sup. à 10
Lames perpendiculaires 11 009 - 11 010		1	2	1	1						
Nombre total de grains		1	5	1	1						
Superficie en mm ² s		0,44	6,10	2,40	4.						
Rapport des $\frac{s}{S}$ superficies		3,4	47,1	18,5	30,9						
Observations	Grès fin, irrégulier, stratifié.										

Sondage 022 à 136m.

L.M. 11009-10-11



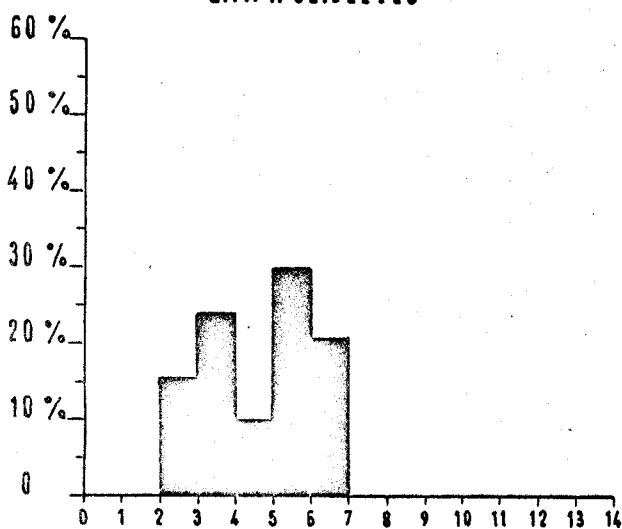
Sondage 022. Echantillon prélevé à 154,25 m. Pourcentage de Feldspaths : 4 %

Lames minces : 11 021 - 11 022

Déplacement de la platine (0,05)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sup. à 10
Lames perpendiculaires 11 021 - 11 022			□	□	1	1	1				
Nombre total de grains			5	4	1	2	1				
Superficie en mm ² s			6,10	9,60	4.	12	8,30				
Rapport des superficies $\frac{s}{S}$			15,30	24.	10.	30.	20,70				
Observations	Grès moyen, homogène, bien calibré.										

Sondage 022 à 154,25m.

L.M. 11 021.22.23



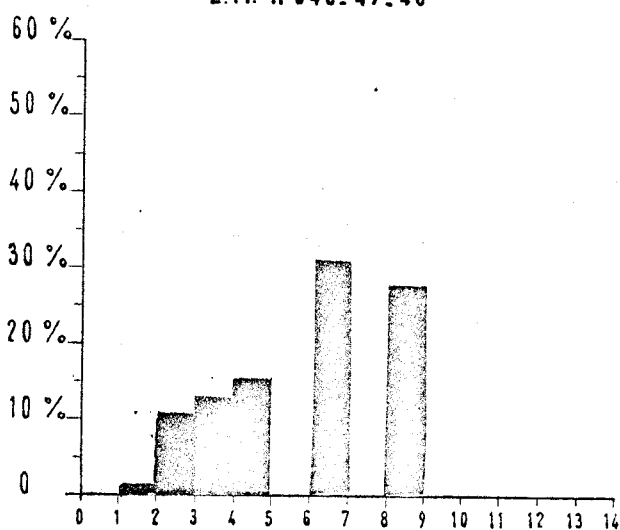
Sondage 022. Echantillon prélevé à 208,5 m. Pourcentage de Feldspaths : 11 %

Lames minces : 11 646 - 11 647.

Déplacement de la platine(0,05)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sup. à 10
Lames perpendiculaires 11 646 - 11 647		Γ	Ø	Π	Γ		Γ		1		
Nombre total des grains		2	5	3	2		2		1		
Superficie en mm ² s		0,83	6,10	7,20	8.		16,60		14,20		
Rapport des superficies $\frac{s}{S}$		1,66	11,50	13,60	15,10		31,30		27.		
Observations	Grès irrégulier, mal stratifié, mal calibré.										

Sondage 022 à 208,50m.

L.M. 11 646.47.48



Certains résultats doivent donc être utilisés avec prudence. Néanmoins des comparaisons seront tentées avec les histogrammes de fréquence relative des surfaces de l'ensemble des grains.

B) OBSERVATIONS - INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS - ESSAIS DE CORRÉLATIONS.

1) Analyse qualitative des échantillons.

Une analyse sommaire des échantillons nous renseigne sur l'allure générale de leur texture.

a) Echantillons du sondage 072.

- 9,2 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,2 mm.)
 - 20,3 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,2 mm.)
 - 40,25 m.- Grès grossier, irrégulier, stratifié, mal calibré(0,1-0,8)!
 - 42,5 m. - Micropoudingue arkosique à grains polygéniques.
 - 44,8 m. - Micropoudingue à grains polygéniques abondants, mal calibrés(0,3-1,5),
mal stratifiés.
 - 45,85 m.- Micropoudingue à grains polygéniques divers mal calibrés(1-0,1).
 - 46,25 m.- Micropoudingue à tendance quartziteuse : nombreux grains de quartz jointifs
avec accroissement secondaire.
 - 46,35 m.- Micropoudingue à tendance quartziteuse par plages.
 - 50,1 m. - Grès moyen, mal stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
 - 51,4 m. - Micropoudingue mal stratifié, mal calibré(0,1-0,3)!
 - 54,6 m. - Grès fin, légèrement stratifié, mal calibré(0,05-0,5)!
 - 56,75 m.- Grès fin, stratifié, assez mal calibré(0,05-0,2).
 - 68,55 m.- Grès moyen, irrégulier, stratifié, mal calibré(0,05-0,5)!
 - 70 m. - Micropoudingue mal stratifié, mal calibré(0,1-0,8)!
 - 77,95 m.- Grès fin, stratifié, homogène, mal calibré(0,05-0,2).
 - 99,5 m. - Grès fin, homogène, légèrement stratifié, bien calibré(0,08-0,15)!
 - 111,85 m. - Grès moyen, légèrement stratifié, mal calibré(0,05-0,5)!
 - 113,9 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,25).
 - 156,7 m. - Grès fin, mal stratifié, relativement mal calibré(0,08-0,2)!
 - 176,45 m.- Grès moyen, irrégulier, mal calibré(0,05-0,8).
 - 180,75 m. - Grès moyen, régulier, légèrement stratifié, assez bien calibré(0,1-0,25).
 - 192 m. - Grès grossier, irrégulier, mal calibré(0,1-1).
 - 195,5 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,25).
 - 212,05 m.- Grès moyen, mal stratifié, mal calibré(0,1-0,6).
 - 213,3 m. - Grès moyen, mal calibré(0,1-0,5).
-

b) Echantillons du Sondage 014

- 7 m. - Micropoudingue légèrement stratifié, mal calibré(0,1-1,2)!.
10,6 m. - Grès irrégulier, stratifié, mal calibré(0,1-0,8), à la limite du micropoudingue.
12,2 m. - Grès irrégulier, stratifié, mal calibré(0,15-1), à la limite du micropoudingue.
14,1 m. - Grès irrégulier, mal stratifié, mal calibré(0,1-1)!.
14,5 m. - Micropoudingue à nombreux éléments polygéniques.
17,4 m. - Micropoudingue, mal stratifié, mal calibré.
25,5 m. - Grès irrégulier, stratifié, parties plus grossières et plus fines.
27,15 m. - Grès moyen, irrégulier, à tendance quartzitique et micropoudingue.
85,6 m. - Grès fin, mal stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
102,7 m. - Grès moyen, irrégulier, stratifié, avec des bandes plus grossières et plus fines, mal calibré(0,1-0,6).
106,9 m. - Grès moyen, relativement bien calibré(0,15-0,4).
117,7 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,2).
122,55 m. - Grès fin à légère tendance à la stratification, mal calibré(0,05-0,2).
143,6 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,25).
152,9 m. - Grès fin, mal stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
170,55 m. - Grès fin, légèrement stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
212,4 m. - Grès fin, stratifié, relativement mal calibré(0,05-0,2).
219,4 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,2).
221,8 m. - Grès moyen, à stratification peu apparente, bien calibré(0,1-0,3).

c) Echantillons du Sondage 022.

- 7,35 m. - Grès fin, régulier, stratifié, calibré(0,1-0,2).
23,1 m. - Grès moyen, irrégulier, stratifié, avec des bandes alternativement plus grossières et plus fines, mal calibré(0,05-0,3).
82 m. - Grès moyen, sans stratification apparente, mal calibré(0,1-0,65).
82,9 m. - Micropoudingue à tendance quartziteuse, mal calibré(0,1-0,7).
83,3 m. - Micropoudingue, sans stratification apparente, mal calibré(0,1-1).
86,7 m. - Grès moyen, irrégulier, stratifié, mal calibré(0,1-0,7).
90,47 m. - Micropoudingue, sans stratification apparente, mal calibré(0,1-1).
128,5 m. - Grès fin, mal stratifié, assez bien calibré(0,1-0,3).
136 m. - Grès fin, irrégulier, stratifié, mal calibré(0,05-0,2).
154,25m. - Grès moyen, homogène, sans stratification apparente, bien calibré(0,2-0,3).
157,5 m. - Grès fin ou schiste grossier, mal calibré(0,02-0,15).
181,2 m. - Grès moyen, irrégulier, sans stratification apparente, mal calibré!
208,5 m. - Grès irrégulier, mal stratifié, mal calibré(0,1-0,9).
220,5 m. - Grès moyen, sans stratification apparente, mal calibré(0,1-0,5).
241,7 m. - Grès fin, à stratification mal définie, bien calibré.
267,25 m. - Schiste grossier, stratifié, mal calibré(0,02-0,15).
321,7 m. - Schiste grossier, stratifié, à bandes gréseuses mal calibrées(0,03-0,2).
340,55 m. - Grès fin, irrégulier, légèrement stratifié, mal calibré(0,05-0,3).

d) Echantillons du Sondage 025.

- 4,2 m. - Grès moyen, mal stratifié, mal calibré(0,05-0,6).
5,4 m. - Grès moyen, légèrement stratifié, mal calibré(0,05-0,5).
7,1 m. - Grès moyen, légèrement stratifié, mal calibré(0,05-0,55).
11,9 m. - Grès assez grossier, mal stratifié, mal calibré(0,1-0,8).
16,3 m. - Grès grossier, mal stratifié, mal calibré(0,1-1).
17,75 m. - Micropoudingue à grains polygéniques.
17,95 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,4).
23,9 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,2-0,1).
54,4 m. - Grès fin, irrégulier, stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
59,9 m. - Grès stratifié, mal calibré(0,05-0,25).
75,15 m. - Grès fin, stratifié, assez mal calibré(0,1-0,25).
92,2 m. - Grès fin, stratifié, assez bien calibré(0,05-0,15).
93,7 m. - Grès fin, stratifié, irrégulier, mal calibré(0,05-0,3).
94,8 m. - Grès stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
98 m. - Grès moyen, irrégulier, légèrement stratifié, mal calibré(0,05-0,4).
101,1 m. - Grès fin, légèrement stratifié, relativement bien calibré.
119,95 m. - Grès moyen, légèrement stratifié, assez bien calibré(0,1-0,3).
121,1 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
123,75 m. - Grès moyen, sans stratification apparente, mal calibré(0,15-0,45).
130,5 m. - Grès fin, légèrement stratifié, assez bien calibré(0,05-0,15).
135,1 m. - Grès moyen, assez mal calibré(0,15-0,5).
176,5 m. - Grès moyen, sans stratification, mal calibré(0,1-0,4).
179 m. - Grès fin, légèrement stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
198,4 m. - Grès fin, stratifié, mal calibré(0,05-0,3).
208,3 m. - Grès moyen, mal stratifié, mal calibré(0,05-0,6).
217 m. - Grès fin, légèrement stratifié, bien calibré(0,15-0,45).
-

2) Etude des histogrammes de fréquence relative des surfaces des Feldspaths.

Les Feldspaths peuvent être fins ou grossiers, bien calibrés ou non, présenter une ou plusieurs classes dominantes. Nous obtenons ainsi un éventail assez large de granulogrammes, peu étalés ou très étalés, à un ou plusieurs maxima. (Planche N°2).

Parfois une classe à pourcentage dominant se trouve déportée et isolée à droite, traduisant une taille plus importante (cf. Sondage 022 - échantillon prélevé à 208,5 m.) :

Nous avons fait plus haut une mise au point sur certains de ces pourcentages dominants déterminés par quelques grains ou par un seul de grande section lorsque la proportion de Feldspaths est faible et les classes nombreuses.

Très souvent la classe 1 est absente, c'est à dire que les grains de Feldspaths ont une taille généralement supérieure à 0,05 mm., même lorsque l'échantillon est un grès fin ou moyen. (cf. Planche No 2).

Exemples: Sondage 014 - à 85,6 m.
à 122,55 m.
à 212,4 m.

Sondage 072 à 9,2 m.
à 195,5 m.

Ceci nous amène à comparer la granulométrie totale avec celle des Feldspaths seuls.

3) Comparaison des histogrammes de fréquence relative des surfaces de l'ensemble des grains et des Feldspaths.

La granulométrie totale renseigne sur la texture des grès : fine, moyenne, grossière, irrégulière. Un grès fin, bien classé, comporte généralement peu de classes, un seul maximum à pourcentage très élevé (cf. Planche N° 2 : Sondage 014 à 122,55 et 143,6 m. - Sondage 025 à 23,9 et 92,2 m.).

Un grès grossier, mal calibré, renferme des grains de tailles très diverses, donc est représenté par des classes très nombreuses et plusieurs maxima. (cf. Planche n° 2 : Sondage 014 à 12,2 - 14,1 et 17,4 m.)

(Sondage 025 à 7,2 et 135,7 m.)

- Monsieur BOULANGE en tire des conclusions sur les conditions de dépôt dans le Bassin Houiller. -

Les Feldspaths entrent en ligne de compte pour l'établissement de ces granulogrammes. Mais quelle est leur influence, leur comportement exacts lorsque, quantitativement, ils ne représentent que 5 à 20 % de l'ensemble des grains?

Une certaine concordance dans l'allure générale des histogrammes de fréquence relative des surfaces, de l'ensemble des grains, et des Feldspaths seuls, peut être notée. (cf. Planche n° 2). Les différences sont très intéressantes. Les histogrammes des Feldspaths montrent souvent deux fréquences maximales, mais, caractère remarquable, la ou les classes dominantes sont généralement déportées vers la droite, traduisant une plus grande taille des grains. Ceci est particulièrement bien visible pour certains échantillons (cf. Planche n° 2).

<u>Sondage 072</u>	<u>Sondage 014</u>	<u>Sondage 022</u>	<u>Sondage 025</u>
40,25 m.	10,4 m.	82,9 m.	4,2 m.
50,1 m.	12,2 m.	83,3 m.	16,6 m.
77,95 m.	27,15 m.	86,7 m.	17,95 m.
99,5 m.	102,7 m.	128,5 m.	98 m.
176,45 m.		154,25 m.	119,9 m.
		208,5 m.	
		267,25 m.	

Ce fait est confirmé par la recherche des fréquences maximales des surfaces relatives pour les grains de Feldspaths seuls et pour le total des grains.

Sur un système d'axes nous disposons en abscisse les classes et en ordonnée les numéros des échantillons(de 1 à 10, du micropoudingue au schiste grossier) d'une série granoclassée : nous relevons sur ce graphique tous les maxima de fréquence; nous obtenons une série d'hyperboles pour les fréquences relatives au total des grains et une autre pour celles des Feldspaths seuls. L'hyperbole la plus externe, renfermant tous les maxima pris pour chaque grès dans les éléments les plus gros, appartient aux Feldspaths(cf.Fig.N° 4).

ECHANTILLONS

Schiste grossier
Sondage 014 136,40m.

Grès fin
Sondage 014 122,55m.

Grès fin
Sondage 014 117,70m.

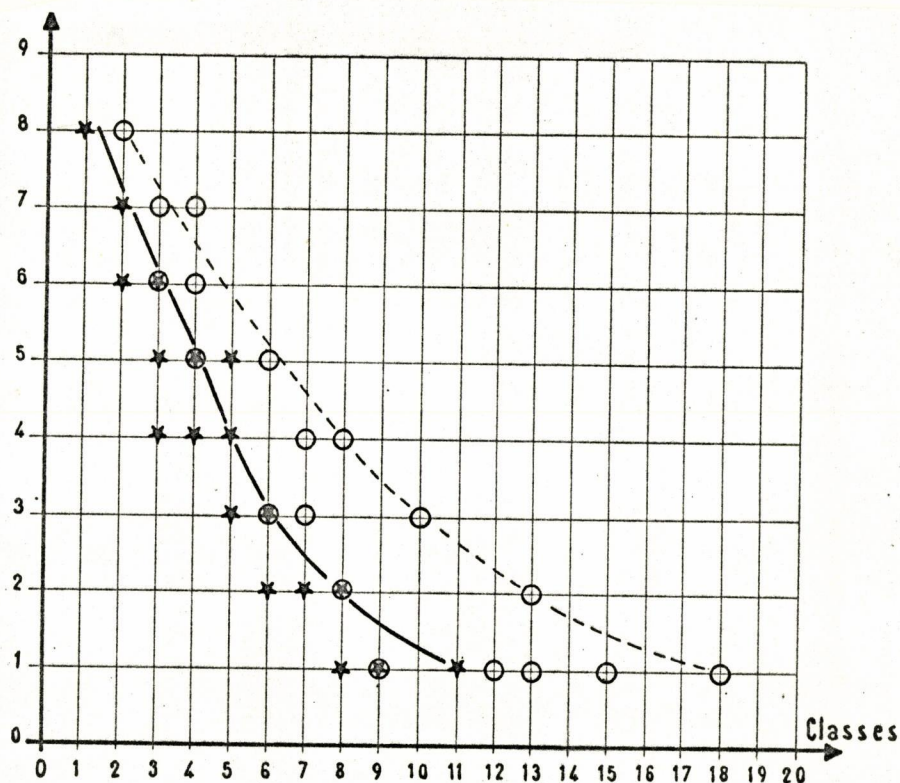
Grès moyen
Sondage 022 154,25m.

Grès moyen
Sondage 072 50,10m.

Grès grossier
Sondage 072 40,25m.

Grès grossier irrégulier
Sondage 014 12,20m.

Micropoudingue
Sondage 014 14,50m.



○--○--○ Hyperbole des fréquences maximales

FELDSPATHS SEULS

----* Hyperbole des fréquences maximales

TOTAL DES GRAINS



Fig. 4

Cette conclusion est d'autant plus remarquable que la classe 1 est très rare et la proportion des Feldspaths supérieure à 10 % dans nombre de ces échantillons, donnant une plus grande valeur à ces résultats.

Si nous comparons, à présent, la surface relative de la classe 1 ($\frac{s_1}{S}$) de l'ensemble des grains, avec celle des Feldspaths seuls, pour les échantillons où elle est relativement importante, nous trouvons :

Sondage 072		Sondage 014	
$\frac{s_1}{S}$: Ensemble des grains	$\frac{s_1}{S}$: Feldspaths seuls	$\frac{s_1}{S}$: Ensemble des grains	$\frac{s_1}{S}$: Feldspaths seuls
Classe 1 très fréquente mais % peu important	Classe 1 inexistante	50 % à 136,4 n. 15 % à 212,4 n.	0,93 % Inexistant

Sondage 022		Sondage 025	
$\frac{s_1}{S}$: Ensemble des grains	$\frac{s_1}{S}$: Feldspaths seuls	$\frac{s_1}{S}$: Ensemble des grains	$\frac{s_1}{S}$: Feldspaths seuls
25 % à 157,5 n. 35 % à 321,7 n.	5,2 % 6,5 %	Voisine de 5 % fréquemment. Maximale 7 % à 135,7 n.	Toujours inférieure à 2,5 %



Il apparaît donc que la plus grande surface relative de la classe 1 ne représente que 6,5 % de la surface totale dans le cas des Feldspaths seuls (sond. 022 à 321,7 m.). alors qu'elle atteint 35 % pour le total des grains dans le même échantillon, et 50 % dans le sondage 014 à 136,4 m.

Il serait possible de faire la même recherche et les mêmes constatations pour les classes suivantes, mais il est plus intéressant d'établir les courbes cumulatives des pourcentages des surfaces en portant en abscisse les classes, c'est à dire les diamètres, et en ordonnée les pourcentages cumulés des surfaces.

En prenant la série granoclassée, citée plus haut, depuis le schiste grossier jusqu'au micropoudingue, nous pouvons établir, pour chaque type de texture, la courbe cumulative des pourcentages des surfaces pour le total des grains et pour les Feldspaths seuls. (cf. Planche N° 3 - P. 37).

Les courbes cumulatives sont plus régulières pour le total des grains, étant donné leur nombre élevé. Mais il est remarquable qu'elles se situent toujours au-dessus des courbes cumulatives des Feldspaths seuls, ce qui correspond à une surface relative plus grande des grains, petits et moyens surtout, et à une surface relative plus faible des gros grains.

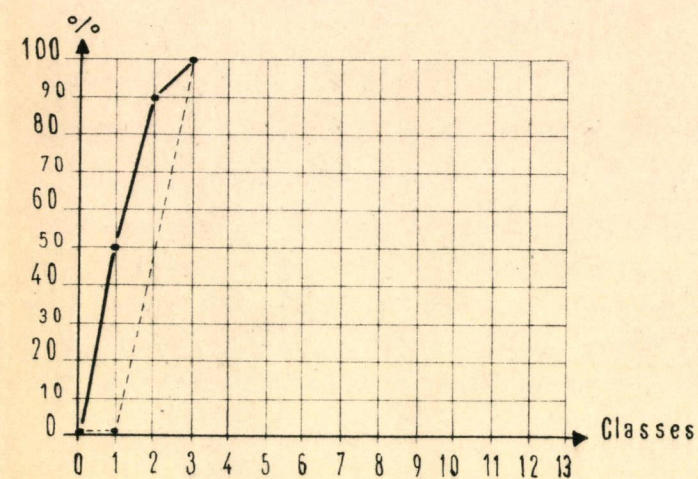
Dans les deux derniers échantillons (grès irrégulier et micropoudingue), le nombre de classes est plus grand pour le total des grains; il est à noter tout d'abord que ces classes supplémentaires ne représentent qu'un très faible pourcentage en surface relative : nous en avons la confirmation dans la recherche des fréquences maximales entreprise plus haut (cf. Fig. 4).

Mais surtout, quelle est la nature exacte de ces grains de taille supérieure à celle des Feldspaths? Les minéraux originels semblent peu nombreux et nous avons très souvent des grains de quartz polygéniques et pluricristallins, ce qui explique leurs dimensions supérieures.

IL EST DONC INCONTESTABLE QUE LA TAILLE DES FELDSPATHS EST GÉNÉRALEMENT SUPÉRIEURE À CELLE DES AUTRES GRAINS, EN PARTICULIER À CELLE DES GRAINS DE QUARTZ, BEAUCOUP PLUS NOMBREUX.

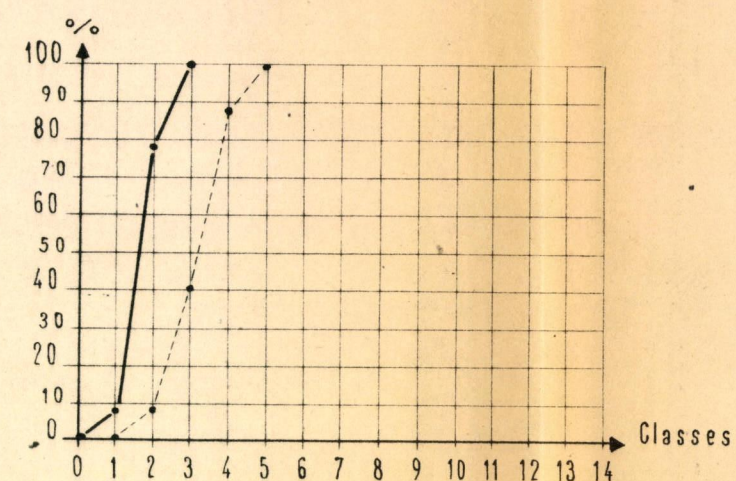
Sondage 014 à 136,40 m.

Schiste grossier



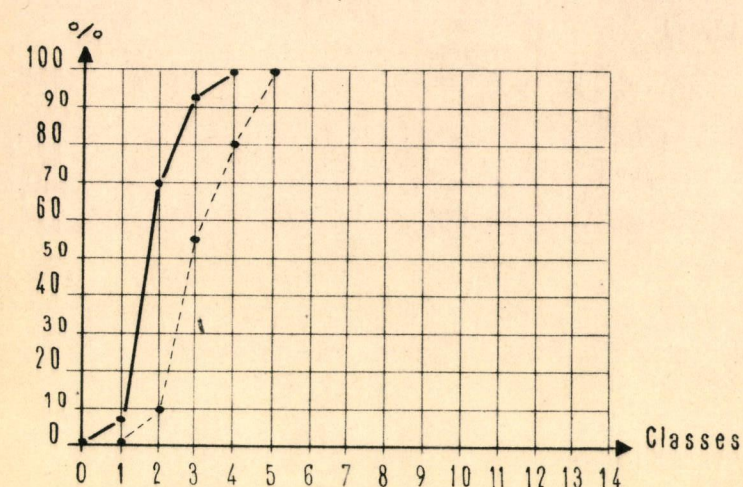
Sondage 014 à 122,55 m.

Grès fin



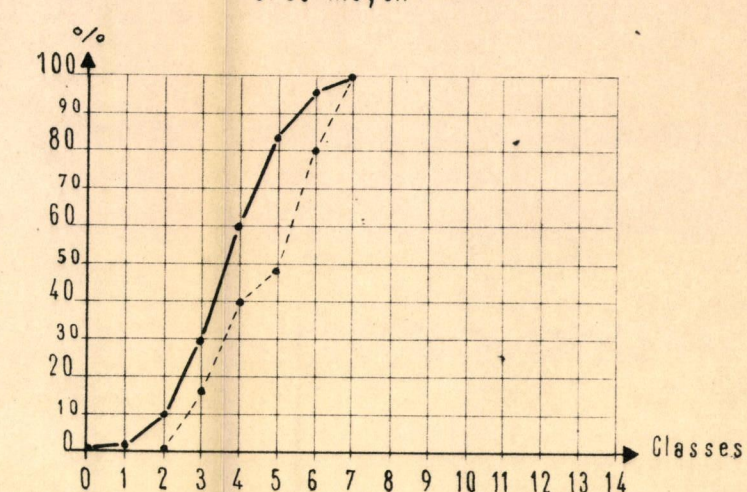
Sondage 014 à 117,70 m.

Grès fin



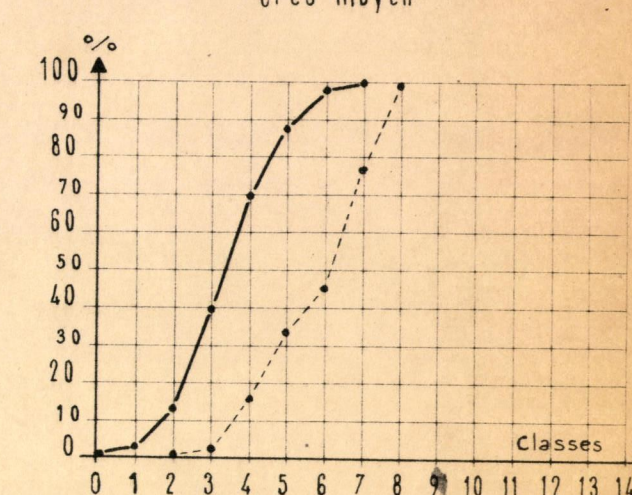
Sondage 022 à 154,25 m.

Grès moyen



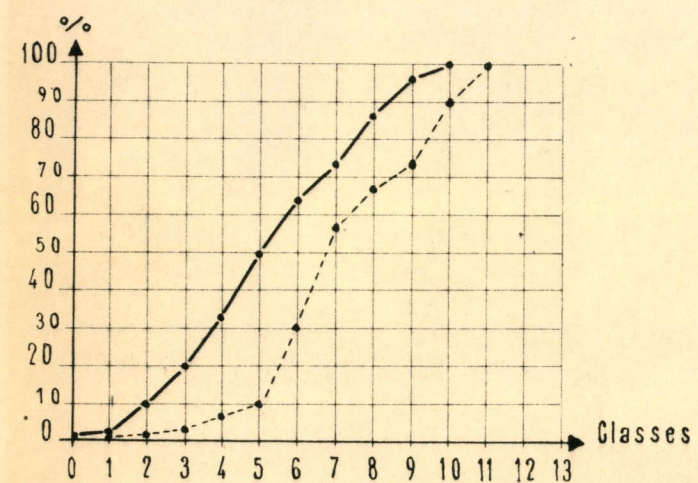
Sondage 072 à 50,10 m.

Grès moyen



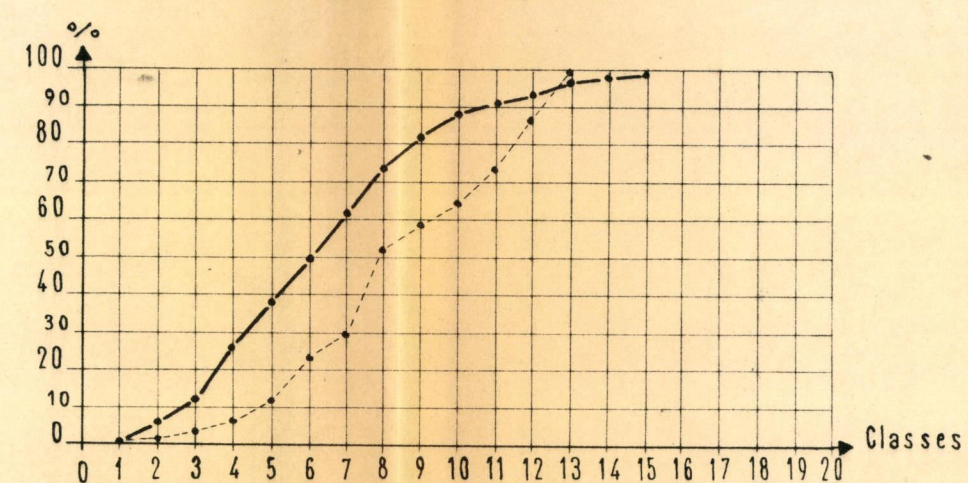
Sondage 072 à 40,25 m.

Grès grossier



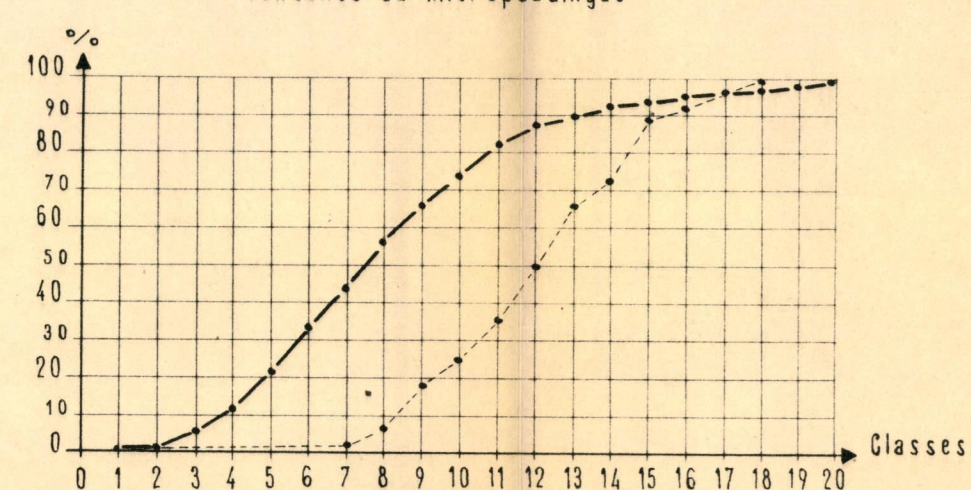
Sondage 014 à 12,20 m.

Grès grossier irrégulier



Sondage 014 à 14,50 m.

Tendance au micropoudingue



—•—•— ENSEMBLE DES GRAINS
 - - - - - FELDSPATHS SEULS

Courbes cumulatives des fréquences
 relatives des surfaces

Cette constatation paraît surprenante. En effet, les grains de quartz, plus durs, sans clivage ni macle, plus résistants à l'érosion mécanique et à l'altération chimique, devraient être plus volumineux. Pour expliquer le résultat inverse, il faut admettre que les Feldspaths, possédant plans de clivages et de macles, plus altérables, ont subi moins de chocs que les grains de quartz et n'ont pas eu le temps d'être désagrégés.

Ceci peut se concevoir pour ceux des Feldspaths dont la densité est inférieure à celle du quartz, qui se déposera donc le premier. En effet, supposons un ensemble de grains aux densités différentes mais de mêmes dimensions, emportés par un courant d'eau. Les plus lourds d'entre eux se sédimenteront les premiers mais pourront être repris au sol par la force du courant, s'entrechoquer et se briser en éléments plus fins.

Les plus légers, restés en suspension beaucoup plus longtemps, se déposeront plus loin lorsque la force de l'agent transporteur deviendra insuffisante; l'eau, en les maintenant en suspension, a joué un rôle de tampon, amortissant les chocs et permettant aux grains de n'être pas brisés. Lors du dépôt, ceux-ci se retrouveront donc avec une taille supérieure à celle des grains plus lourds déjà sédimentés et déjà brisés au sol par les chocs; ils auront également une taille supérieure à celle des grains de densité plus forte mais plus fins au départ et ayant été transportés sur une distance plus longue.

Or ce sont les Feldspaths alcalins et les plagioclases acides - albite et oligoclase - qui sont plus légers que le quartz; ils seraient donc transportés et se déposeraient plus loin et plus lentement que les grains de quartz de taille correspondante. Maintenus plus longtemps en suspension dans l'eau, ils auraient été protégés des chocs et de l'érosion mécanique, ce qui expliquerait leur taille supérieure.

A l'opposé, les Feldspaths plagioclases basiques, de densité supérieure à celle du quartz se seraient déposés plus rapidement, après un transport réduit et se retrouveraient au milieu de grains de quartz plus volumineux.

Puisque la granulométrie des Feldspaths est généralement supérieure à celle des quartz, il semblerait qu'il y ait prédominance de Feldspaths alcalins et de plagioclases acides sur les plagioclases basiques.

Cette hypothèse n'a rien de surprenant car il est vraisemblable que ces grès feldspathiques se soient formés aux dépens de massifs ou d'intrusions à caractère acide prononcé. Ces roches magmatiques acides sont précisément riches

.....

en quartz, en Feldspaths alcalins et en plagioclases acides.

La détermination qualitative des Feldspaths, qui sera entreprise dans la troisième partie de cette étude, essaiera de vérifier cette hypothèse. Si elle se révélait exacte, il serait possible, en multipliant les sondages, de retrouver les chenaux d'écoulement à une époque donnée : près du lieu d'origine les grès mal classés, mal calibrés renfermeraient des grains de toutes dimensions et une grande proportion de Feldspaths de natures diverses; un peu plus loin, les grès à texture moyenne verraient leur pourcentage global de Feldspaths baisser avec diminution des plagioclases basiques petits et accroissement relatif du nombre de Feldspaths alcalins et de plagioclases acides plus grands. Près de l'exutoire, où, par suite du transport plus long, la séparation par gravité, l'érosion et l'altération très poussées feraient diminuer encore la proportion des Feldspaths, la prédominance des Feldspaths acides s'accentuerait, leur taille devenant nettement supérieure à celle des grains de quartz.

Nous devrions trouver les relations suivantes pour les grès formés aux dépens de massifs ou d'intrusions magmatiques de même composition chimique : nombre de classes et taille des Feldspaths, considérés dans leur ensemble, proportionnels à leur pourcentage; taille relative des Feldspaths d'autant plus grande que ce pourcentage est plus faible.

4 - Essais de corrélations entre les divers sondages grâce aux méthodes DANA-RUSSEL et GRANULOMETRIQUE associées.

Ces idées, souvent vérifiées dans les échantillons étudiés, permettent des corrélations entre les divers sondages.

- Au toit de St Jacques et du tonstein Maurice, la série de grès mal calibrés, à nombreuses classes, présente une proportion de Feldspaths appréciable, généralement supérieure à 10 %. Cette série est unique, et donc facilement identifiable.

- Là où leur proportion est faible, les grains de Feldspaths sont généralement petits et les classes peu nombreuses.

- Au toit et aux environs de St Etienne - St Rémy où le pourcentage redevient plus important, la granulométrie s'étale et les classes sont plus nombreuses.

La méthode DANA-RUSSEL et la granulométrie, considérées isolément, apportent des renseignements importants sur les niveaux rencontrés dans des sondages voisins. Associées, elles permettent une précision plus grande encore dans la détermination de ces grès.

3^{ème} PARTIE

DÉTERMINATION QUALITATIVE DES GRAINS DE FELDSPATHS

A) MÉTHODES - OBSERVATIONS - CRITIQUE DE CES MÉTHODES.

Après la recherche du rapport Quartz/Feldspaths et la comparaison de leur granulométrie, la détermination des Feldspaths alcalins et plagioclases a été entreprise. Les diverses méthodes mentionnées présentent un intérêt certain mais leur utilisation se heurte à de nombreuses difficultés.

1) Méthode de séparation par gravité spécifique et immersion des grains dans des liquides d'indice connu.

Ce procédé est basé sur les différences de densité et d'indice de réfringence des Feldspaths et du Quartz.

<u>Densité .</u>	<u>Indice de réfringence.</u>
Orthose : $d = 2,53$ à $2,59$	$n_m = 1,522$
Microcline : $d = 2,54$ à $2,58$	$n_m = 1,522$
Albite : $d = 2,54$ à $2,64$	$n_m = 1,536$
Quartz : $d = 2,63$ à $2,67$	$n_m = 1,549$
Oligoclase : $d = 2,62$ à $2,65$	$n_m = 1,543$
Andésine : $d = 2,67$ à $2,68$	$n_m = 1,553$
Labrador : $d = 2,68$ à $2,70$	$n_m = 1,564$
Bytownite : $d = 2,71$ à $2,75$	$n_m = 1,574$

Tous les liquides denses utilisés sont à base de bromoforme($d = 2,89$).

Des liqueurs de densités intermédiaires sont obtenues en ajoutant de l'éther, du toluène, du xylène ou du benzène.

Nous avons préféré le mélange préconisé par FAVEJEE : bromoforme et décaline. La décaline est un carbure d'hydrogène ($C_{10}H_{18}$), constituant avec le bromoforme un mélange stable, s'il est conservé à l'obscurité et à une température constante. C'est un bon mouillant, de viscosité très faible, dont les composants ont approximativement la même pression de vapeur.

Des liqueurs de densité 2,59 - 2,63 - 2,67 sont préparées et disposées dans des flacons de verre en forme d'entonnoir (Fig.5 - P.42).

Après broyage et passage dans l'eau oxygénée maintenue en ébullition, pour éliminer les matières organiques, l'échantillon réduit en poudre est plongé dans le liquide de densité 2,59.

- La fraction la plus légère, qui surnage, contient exclusivement des Feldspaths alcalins : orthose, microcline, un peu d'albite. L'albite peut être différencié des Feldspaths potassiques par l'indice de réfringence : son indice moyen, voisin de 1,533, est plus grand que celui de l'orthose et du microcline.

- La fraction plus lourde, de densité supérieure à 2,59, est recueillie à la base du liquide, puis plongée dans la liqueur de densité 2,63.

Les grains surnageants, donc de densité comprise entre 2,59 et 2,63, renferment surtout de l'albite, quelques quartz et de l'oligoclase.

- La fraction de densité comprise entre 2,63 et 2,67 contient surtout des quartz et les plagioclases : oligoclase, andésine. On peut les différencier à l'aide d'un liquide d'immersion d'indice de réfringence 1,549 ou en utilisant tout simplement le baume de Canada : l'indice du quartz est pratiquement le même, celui de l'oligoclase est inférieur, celui de l'andésine, supérieur.

L'examen en lumière convergente permet de séparer avec certitude le quartz (uniaxe) et l'oligoclase (biaxe).

- La fraction dont la densité est comprise entre 2,67 et 2,89 contient les plagioclases calciques. On peut les différencier avec des liquides d'indice compris entre 1,56 et 1,57.

La séparation des particules, surtout celles aux dimensions inférieures à 100 μ , peut être accélérée par centrifugation durant 5 minutes à 2500 - 3000 tours/minute.

A chaque opération, les minéraux sont recueillis sur papier filtre dans un entonnoir, rincés, puis lavés à l'alcool.

Séparation des minéraux par gravité spécifique avec une liqueur de densité = 2,67

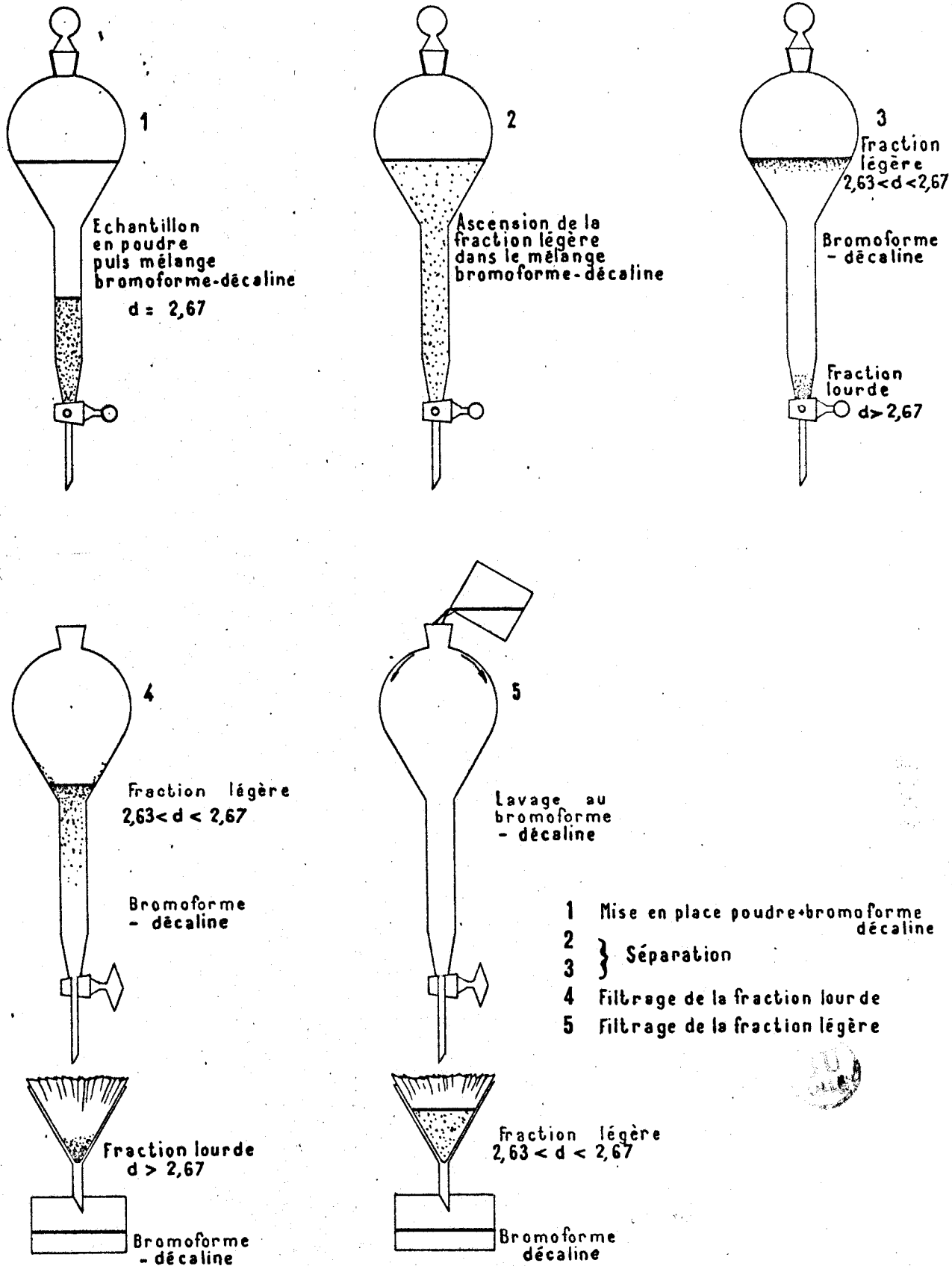


fig. N°5

Cette méthode, apparemment très intéressante, puisqu'elle permet d'isoler les minéraux selon leur densité et de préciser leur détermination par la mesure de leur indice de réfringence en le comparant à celui, connu, d'un liquide d'immersion, s'est révélée d'une utilisation assez délicate. En effet, si les grains renferment des inclusions plus lourdes (zircon) ou plus légères (eau, gaz), leur densité s'en trouve modifiée.

L'observation microscopique montre que ces grains sont souvent des agrégats de minéraux originels divers (quartz, feldspaths...) très difficilement isolables. Ces agrégats ont donc des densités intermédiaires et ne rentrent plus dans les catégories citées plus haut.

Enfin un liseré d'altération ou de matières organiques autour de ces agrégats modifie la densité et empêche la comparaison des indices; les matières organiques sont difficilement éliminées par action de l'eau oxygénée à 30 volumes maintenue en ébullition.

Nos recherches ont montré que la fraction la plus légère, de densité inférieure à 2,59, était réduite, ce qui s'explique par l'absence de grains de quartz et une proportion relativement faible de Feldspaths alcalins.

La fraction quantitativement la plus importante, de densité comprise entre 2,63 et 2,67, renferme évidemment beaucoup de quartz mais aussi des plagioclases tels que l'oligoclase et l'andésine.

2) Détermination par coloration sélective.

Cette méthode peut être utilisée sur poudre, sur cubes ou sur lames minces non recouvertes de lamelles.

- Utilisation sur poudre.

Généralement cet essai est effectué sur les fractions d'échantillon que nous venons de séparer par gravité spécifique, permettant ainsi de préciser davantage la nature des minéraux obtenus.

Après action de l'eau oxygénée à ébullition pour oxyder les matières organiques, et passage dans le mélange bromoforme et décaline, les grains sont lavés à l'alcool, puis à l'eau distillée et à l'acétone pour éliminer les matières grasses. Après séchage sur une plaque chauffante à 40° - 50° C, l'échantillon est réparti dans des coupelles en platine (2 à 3 cm de diamètre, 0,5 à 1 cm de profondeur).

Il est fortement conseillé de veiller à une répartition des grains sur une seule couche afin de faciliter l'attaque par l'acide fluorhydrique à chaud.

Pour cela, nous vaporisons un peu d'acide dans un flacon en matière plastique plongé dans un récipient d'eau bouillante.

Puis nous introduisons dans les vapeurs d'acide fluorhydrique la coupelle en platine placée dans un support en plastique relié au bouchon (Fig.6 - P.45).

Les grains sont ainsi au contact de ces vapeurs à une température voisine de 90° C, durant 40 secondes à 1 minute pour un matériel très érodé, durant 2 à 3 minutes pour un matériel frais.

Retirés, les échantillons sont placés sur une plaque chauffante, lavés 2 à 3 fois à l'eau distillée, à l'alcool à 95°, puis à l'acétone. Ces liquides sont retirés par aspiration à l'aide d'un siphon, ou d'un papier buvard pour l'acétone. Il faut éviter de toucher les grains pour ne pas détruire le revêtement superficiel résultant de l'attaque.

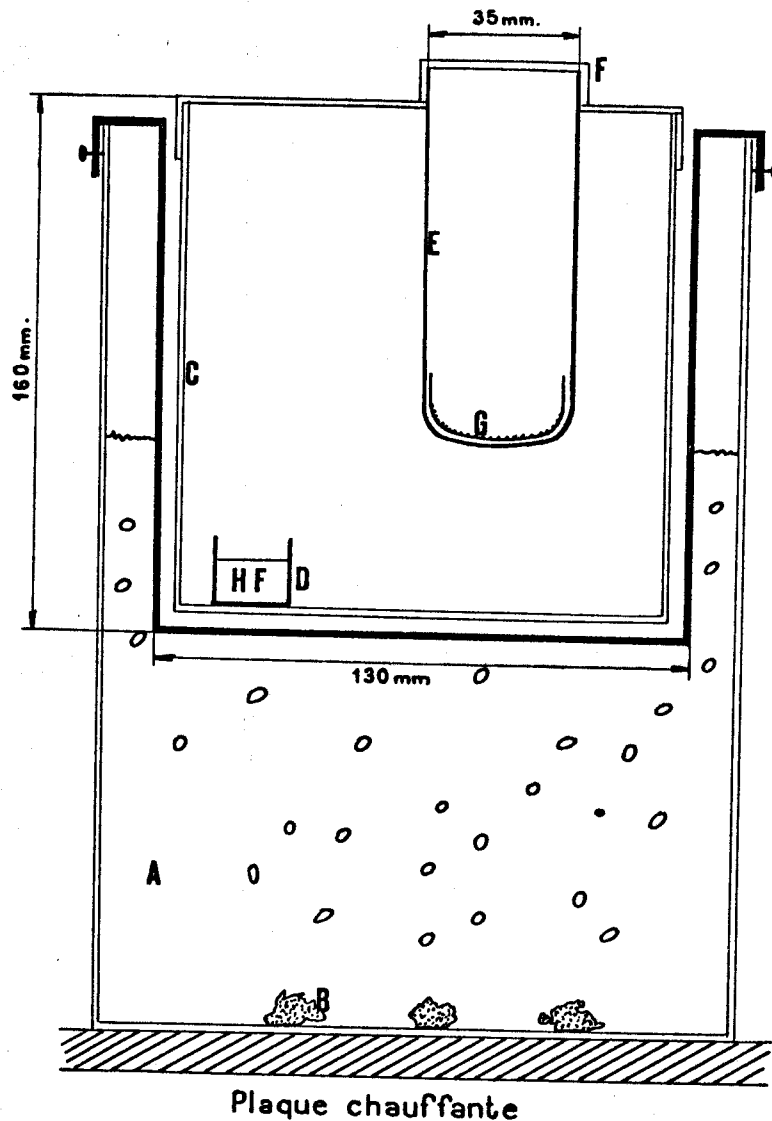
Après séchage sur plaque chauffante, l'échantillon subit une deuxième attaque à l'acide fluorhydrique, dans les mêmes conditions que précédemment. Il est ensuite placé dans un four à 400° C durant quatre minutes pour fixer plus solidement le résultat de l'attaque à la surface des grains, ce qui facilite la coloration sélective. Celle-ci, préconisée par FAVEJEE, est basée sur les formules de GABRIEL et COX (1929) concernant le cobaltinitrite de sodium et sur celles de REEDER et MAC ALLISTER (1957) pour l'hématéine.

L'échantillon est partagé en deux fractions : la première est recouverte d'une solution jaunâtre de cobaltinitrite de sodium (1 gramme de ce produit dans 4 millilitres d'eau distillée) pendant une minute, lavée plusieurs fois à l'eau pure, puis à l'alcool à 95°. Après séchage sur plaque chauffante, l'observation montre des grains jaunes : ce sont les Feldspaths alcalins seuls, colorés par formation d'un cobaltinitrite de potassium; l'ion sodium du réactif est remplacé par l'ion potassium.

La seconde fraction de l'échantillon est colorée à l'hématéine, selon la méthode décrite à la page 6. Elle est recouverte de 10 gouttes d'une solution d'hématéine et de 5 gouttes de la solution tampon pendant 5 minutes, lavée plusieurs fois à l'alcool éthylique à 95, puis à l'acétone.

Tous les Feldspaths présents, alcalins et plagioclases, apparaissent bleu-pourpre par réaction de l'ion Aluminium avec l'hématéine.

Matériel pour l'attaque aux vapeurs d'acide fluorhydrique à chaud



- A — Récipient d'eau maintenue en ébullition
- B — Fragments de ponce
- C — Flaçon en matière plastique pour les vapeurs de H.F.
- D — Godet en matière plastique servant à introduire l'acide liquide
- E — Support de la coupelle
- F — Bouchon auquel est relié le support de la coupelle
- G — Coupelle en platine renfermant les grains répartis en une seule couche

Fig. N°6

Ces deux méthodes, employées séparément, permettent d'établir le rapport Feldspaths alcalins/Ensemble des Feldspaths. Comme les grains de quartz ne sont pas colorés, il est également possible de déterminer le rapport Quartz/Feldspaths.

Les deux méthodes peuvent être utilisées sur la même fraction d'un échantillon, à condition de commencer par la coloration au cobaltinitrite de sodium. La proportion relative des Feldspaths alcalins et Calco-sodiques est déterminable.

En théorie, cette coloration sélective des Feldspaths semble être la plus simple et la mieux appropriée à notre recherche. En fait les difficultés énoncées plus haut, à savoir la présence d'agréats, d'un liseré de matières organiques ou d'altération, compliquent beaucoup son utilisation et diminuent son efficacité. Toujours est-il que la coloration des Feldspaths en général, et plus particulièrement des Feldspaths alcalins, n'est pas franche; les teintes sont pâles et il est probable que de nombreux grains échappent à ces colorations. Les échantillons s'avèrent être plus pauvres en Feldspaths alcalins que ne semble l'indiquer l'observation microscopique en lames minces.

La photo N°3 représente un grès du sondage 072, prélevé à 51,4 m., après la coloration sélective : Echantillon 7197 - Polissage 2833 - Dana-Russel 9%.

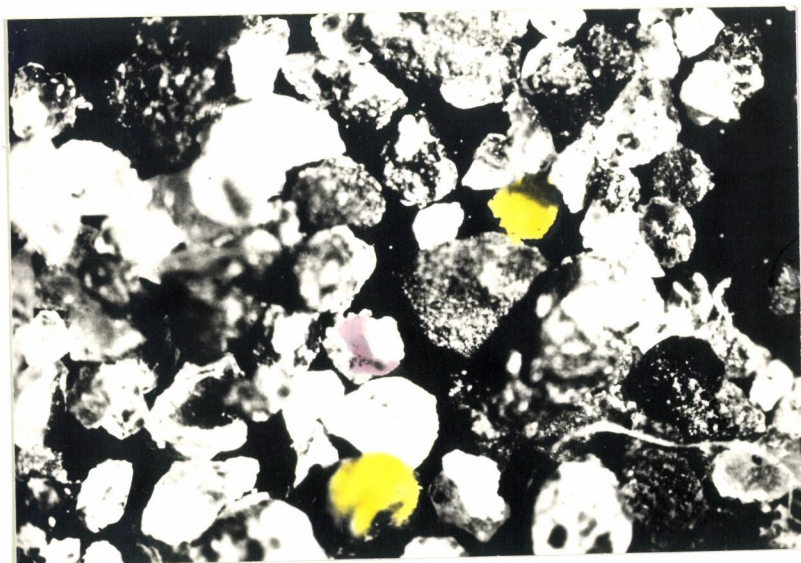


Photo N° 3

- Utilisation sur cubes.

Cette méthode, déjà décrite aux pages 6 et 7, comporte une première attaque aux vapeurs d'acide fluorhydrique durant 2 minutes, à la température ambiante, puis un passage au four à 400°C pendant quatre minutes; suivent une deuxième attaque et un deuxième passage au four, dans les mêmes conditions.

La coloration sélective au cobaltinitrite de sodium, puis à l'hématéine, renseigne sur la teneur en Feldspaths potassiques et calco-sodiques.

Si la coloration bleu-lilas, due à l'hématéine, est satisfaisante, ici encore celle au cobaltinitrite de sodium s'avère beaucoup plus difficile à réaliser.

Cela est dommage car cette méthode, appliquée sur cubes ou sur morceaux de roches polis, nous intéresserait par sa commodité et sa rapidité.

- Utilisation sur lames minces, non recouvertes de lamelles.

Après l'attaque à l'acide, il n'est pas possible évidemment de placer cette lame au four à 400°C, température à laquelle les résines fondraient. La coloration donne cependant d'assez bons résultats. La surface libre du verre doit être recouverte d'une graisse résistant aux vapeurs d'acide, pour éviter la formation de givre.

3) Séparation par l'essai microchimique de BORICKY sur lames minces, non recouvertes de lamelles.

On recouvre ces lames minces d'acide hydrofluosilicique durant 24 heures en atmosphère humide et à la température ambiante. Après cette attaque, la lame est placée dans un air sec pour faire cristalliser les hydrofluosilicates de potassium en cubes, de soude en prismes hexagonaux et de chaux en formes variées et dissymétriques.

L'analyse qualitative des Feldspaths présents dans la lame est faite par l'observation à la loupe binoculaire avec éclairage rasant.

L'utilisation de cette méthode n'a pas donné les résultats escomptés. La mise au point est délicate : il faut s'assurer de la pureté des produits utilisés et de la surface de la lame mince. Etant donnée la présence d'un liseré d'altération à composition très complexe et difficilement déterminable, il serait intéressant d'isoler les grains et d'éliminer ces impuretés avant la fixation dans le baume de Canada.

4) Séparation par les méthodes optiques.

- La mesure des indices de réfringence, signalée dans les pages précédentes (cf. P. 40 et 41), par immersion dans des liquides d'indice connu, est gênée considérablement par les liserés d'altération, de matières organiques ou de sidérose. Cette difficulté peut être tournée en étalant des grains préalablement nettoyés. Mais le problème est d'isoler alors les Feldspaths....ce qui n'est guère facile lorsque leur pourcentage est inférieur à 10%.

La méthode du liseré de BECKE permet un triage approximatif des grains de quartz et des autres composants du grès.

Les observations indiquent un pourcentage de Feldspaths alcalins appréciable.

- Mesure des angles d'extinction sur les faces perpendiculaires à G_1

La méthode FOUQUÉ - ~~MICHEL~~ LÉVY donne des résultats compris le plus souvent entre 10 et 20°. Malheureusement la détermination du signe positif ou négatif est beaucoup plus délicate et si cette méthode donne de bons résultats pour les roches magmatiques et métamorphiques, elle semble moins valable pour les roches sédimentaires.

Les mesures effectuées indiquent une prédominance des Feldspaths plagioclases Albite, Oligoclase et Andésine.

- Mesure de l'épaisseur des macles polysynthétiques sur les faces perpendiculaires à G_1

L'épaisseur des lamelles maclées est moyenne pour l'Albite, très fine pour l'Oligoclase, et elle augmente ensuite de l'Andésine à l'Anorthite.

Après étalonnage avec des lames de plagioclases connus, nous cherchons la nature de ceux que nous rencontrons. Cette méthode indique encore une forte proportion de Feldspaths plagioclases acides (cf. Pl. Photos).

La détermination du Feldspaths Orthose peut se faire lorsque la macle de Carlsbad est présente.

B. INTERPRETATION.

Lorsque l'étude qualitative fut commencée, nous espérions pouvoir en tirer beaucoup d'éléments pour les corrélations; la plus ou moins grande richesse en Feldspaths alcalins et en plagioclases, acides ou basiques, pourrait servir de point de repère pour la détermination des niveaux gréseux rencontrés.

Il faut reconnaître que nos résultats sont insuffisants pour en tirer des conclusions définitives : les méthodes sont d'une utilisation délicate et les échantillons se prêtent rarement à une observation dans les meilleures conditions.

Nous avons constaté une prédominance de plagioclases acides ainsi que la présence de Feldspaths alcalins (potassiques). Leur taille est généralement supérieure aux grains de Quartz. La densité plus faible de ces Feldspaths explique en partie ce fait. Il est permis aussi d'avancer une autre explication faisant intervenir la taille originelle des grains et la proximité du massif granitique aux dépens duquel se sont formés les grès. En effet, le Quartz, représentant l'excédent de silice, a cristallisé en dernier, dans les espaces encore libres de la roche et se présente souvent en éléments plus petits dans le massif en place. A plus forte raison si nous envisageons pour origine une roche microgrenue porphyrique, les phénocristaux feldspathiques ont une taille originelle nettement supérieure à celle des autres éléments de la roche.

Mais l'érosion mécanique et l'altération chimique devraient rapidement inverser ces tailles respectives : les clivages et les macles des Feldspaths étant causes de fragilité et facilitant l'altération chimique, les grains de Quartz, plus résistants, devraient finalement représenter les éléments les plus grands lors de la sédimentation.

Il faut donc admettre une altération de courte durée et un transport réduit des éléments, arrachés à un massif granitique ou à des intrusions magmatiques, situés dans le voisinage immédiat. Il semble également que ces matériaux, une fois déposés, n'aient pas été repris ultérieurement pour un nouveau cycle d'érosion, transport et sédimentation.

Tout ceci nous amène à poser le problème de l'origine de ces grès plus ou moins riches en Feldspaths acides. L'emplacement exact de ces roches magnétiques reste problématique mais beaucoup de traces les feraient situer en Ardenne ou plus au Nord.

En effet, les terrains primaires de l'Ardenne renferment de nombreuses intrusions magmatiques à caractère acide prononcé. Ces roches de semi-profondeur, en filons et laccolites, à structure ophitique et porphyrique, ont très bien pu apparaître en surface et être détruites par l'érosion. Il est possible également que certains gros cristaux de Feldspaths proviennent de roches d'épanchement à structure microlitique. En effet, des éruptions volcaniques ont dû se produire à l'époque : M. A. BOUROZ attribue l'origine des tonstein à des pluies de cendres sur de grandes étendues ou à un lessivage d'un sol d'origine volcanique; M. B. BOULANGE signale comme simultanés ces phénomènes éruptifs et le rajeunissement du relief responsable des changements brusques d'érosion et de sédimentation notés dans les séries gréseuses d'un même sondage.

Il semble donc possible d'expliquer la taille généralement supérieure des grains de Feldspaths rencontrés dans ces grès du Bassin houiller du Nord de la France par deux hypothèses complémentaires : la structure porphyrique, et la composition chimique sensiblement identique, à caractère acide prononcé, de toutes les roches magmatiques aux dépens desquelles se sont formés les grès. Elles devaient se trouver à des distances variables, relativement faibles pour que les Feldspaths de grande taille ne soient pas trop érodés, mais suffisamment longues pour que la séparation par gravité ait eu le temps de se faire; l'hypothèse formulée en page 39 s'est révélée exacte : lorsque leur proportion est très faible, les Feldspaths sont surtout représentés par des Feldspaths alcalins, l'orthose en particulier.

Enfin il est probable que des modifications des conditions d'érosion et de sédimentation se sont produites amenant les anomalies rencontrées dans les séries gréseuses d'un même sondage.

C O N C L U S I O N

L'étude des Feldspaths dans les échantillons gréseux de quelques sondages du Bassin houiller a permis d'intéressantes constatations.

La détermination du rapport Quartz/Feldspaths a montré que la répartition de ces derniers n'était pas aléatoire. Il apparaît clairement que chaque niveau gréseux renferme une proportion de Feldspaths bien définie que l'on retrouve dans les quatre sondages étudiés.

En considérant la répartition horizontale, les niveaux gréseux de ces sondages semblent donc provenir de roches à composition minéralogique identique.

En considérant la répartition verticale nous serions tentés d'y voir des origines différentes. En fait, ils ont vraisemblablement une origine commune; les différences constatées proviendraient des durées variables de transport, de changements dans les conditions d'érosion et de sédimentation : une recrudescence de l'érosion, à la suite d'un rajeunissement du relief, faisant augmenter le pourcentage de Feldspaths; au contraire, la pénéplanation très poussée réduisant très fortement l'érosion et la proportion des Feldspaths.

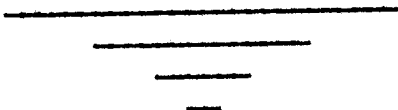
En l'absence de niveaux repères, la détermination des rapports Quartz/Feldspaths par la méthode DANA-RUSSEL peut apporter de précieux renseignements sur les niveaux rencontrés et permettre de bonnes corrélations.

L'analyse granulométrique et la comparaison des histogrammes de fréquence relative des surfaces ont mis en évidence, pour les Feldspaths, une taille généralement supérieure à celle des autres grains. Nous avons tenté l'explication par la différence de densité entre le Quartz et les Feldspaths, alcalins ou les plagioclases acides; les conclusions de l'analyse qualitative sont favorables à cette interprétation mais nous manquons encore de données pour l'affirmer de façon catégorique.

.....

Il faut également supposer la proximité d'intrusions magmatiques à structure porphyrique et à caractère acide prononcé, ne laissant pas le temps à l'érosion mécanique et à l'altération chimique de réduire les Feldspaths fragiles en éléments plus fins que les grains de quartz résistants. Le non remaniement des matériaux déposés doit être envisagé également.

Associées la granulométrie du total des grains et celle des Feldspaths seuls permettent une meilleure connaissance des conditions d'érosion et de sédimentation, des reconstitutions paléogéographiques et renseignent sur la tectonique.



B I B L I O G R A P H I E

- A. BERSIER. - 1958 - Séquences détritiques et divagations fluviales.
Ecl. géol. Hely. - Vol. 51. N°3. P. 853 - 893.
- L. BERTRAND & M. ROUBAULT. - 1936 - L'emploi du microscope polarisant. Paris.
- A. BEUGNIES - 1964 - Essai de synthèse du géodynamisme paléozoïque de l'Ardenne.
Rev. Géog. phys. géol. dyn. VI - 4
- P. BORDET - 1948 - La détermination optique des Feldspaths dans les plaques minces de roches (Méthode classique).
Inst. cath. Lab. Géol.
- B. BOULANGE. - 1963 - Etude granulométrique de quelques grès du Bassin Houiller du Nord de la France (Goupe d'Hénin-Liétard).
Fac. Lib. Sc. LILLE. Lab. Géol.
- A. BOUROZ. - 1950 - Les bases de l'étude géologique d'un gisement houiller.
Conf. 14 Juin 1950 St. Géol. perf. Ch. de F. P. 1 à 15.
- A. BOUROZ. - 1953 - La géologie au service du mineur.
Rev. Ind. Minér. N° 599 - Vol. XXXIV - P. 1 à 19.
- A. BOUROZ. - 1960 - La sédimentation des séries houillères dans leur contexte paléogéographique.
C. R. 4ème congr. ét. strat. géol. Carbonifère. P. 65 - 78.
- A. BOUROZ. - 1962 - Sur la pluralité d'origine des Tonstein (à propos d'une cinérite oligocène du Japon).
Ann. Soc. Géol. Nord. T. LXXXII. P. 77 - 94.
- A. BOUROZ. - 1966 - Fréquence des manifestations volcaniques au Carbonifère supérieur en France.
C. R. Acad. Sc. Paris. T. 263 - P. 1025 - 1028.
- P. F. BUROLLET. - 1956 - Corrélations granulométriques et morphoscopiques considérées comme des effets de l'activité tectonique durant la sédimentation des roches clastiques.
Cong. Géol. Intern. XX sess. Mexico, Secc. V - T. II. P. 355-362.
- A. V. CAROZZI. - 1953 - Méthodes d'analyse de la sédimentation rythmique.
C. R. Cong. Géol. Intern. Alger. 1952.
XXIXème Sess. Sect. XIII. P. 77 - 80.
- A. V. CAROZZI. - 1960 - Microscopic Sedimentary Petrography.
John Wiley and Sons - New York.
- F. CHAYES. - 1952 - Relations between composition and indices of refraction in naturel plagioclase. Am. J. of Sc. BOWEN Vol.

- A. de LAPPARENT. Cours de Minéralogie - 4ème éd. P. 429.
- D. J. DOEGLAS. - 1946 - Interpretation of the results of mechanical analysis.
Journ. Sed. Petr. Vol. 16. P. 19 - 40.
- D. J. DOEGLAS. - 1955 - A rectangular diagram for comparison of size frequency distributions. Geol. Mijnbouw - N. S. 17 jaar - P. 129 - 136.
- D. J. DOEGLAS. - 1959 - Sedimentology of recent and old Sediments : a comparison.
Geol. Mijnbouw - N. S. 21e jaar - P. 228 - 238.
- D. J. DOEGLAS. - 1962 - "Nouvelle représentation graphique pour l'interprétation des variations des caractéristiques dimensionnelles dans les sédiments argilo-sableux".
Rev. Inst. Fr. Pétr. et Ann. Comb. liq. Vol. XVII - N° 10.
- D. J. DOEGLAS. - J. Ch. L. FAVEJEE - D. J. G. NOTA & L. VAN DER PLAS. -
1965 - "On the identification of feldspars in soils".
Med. Landbouwhogeschool Wageningen 65/9 - P. 14.
- P. DOLLE. - 1959 - Note sur les méthodes de travail employées au Laboratoire du Service Géologique des H. B. N. P. C.
Rev. Ind. Min. Vol. 41 . N°2 - P. 115 - 124.
- P. DOLLE. - 1960 - Micropoudingues et grès à galets mous du Westphalien C du Bassin Houiller du Nord et du Pas de Calais.
Bull. Soc. Géol. France. 7ème S. T. II - P. 600 - 606.
- P. DOLLE. - 1962 - Hypothèse sur les relations entre les Tonstein et les micropoudingues du Westphalien C du Bassin Nord - Pas de Calais.
Ann. Soc. Géol. Nord. T. LXXXII - P. 95 - 102.
- P. DOLLE. - 1963 - Corrélations à l'aide de la granulométrie sur les lames minces dans certains grès du Houiller du Bassin Nord - Pas de Calais.
5ème Cong. Intern. Strat. Géol. Carbonifère. Paris.
- S. DUPLAIX. - 1958 - "Détermination microscopique des minéraux des sables".
2ème édit. Libr. polytech. Ch. Béranger.
- S. EHRLICH - Cl. FIAMENT. - 1964 - Précis de statistique. P. U. F.
- GABRIEL - ALTON and COX. - 1929 - "A staining method for the quantitative determination of certain rock minerals".
Amer. Miner. 14 - P. 290 - 292.
- A. M. GAUDIN. - 1957 - "Flotation". Mac Graw-Hill. New-York. N. Y. - P. 513.

- M. GIGNOUX. - 1950 - Géologie stratigraphique. Masson & Cie Ed. P. 131.
- M. P. JONES and M. G. FLEMING. - 1965 - Identification of Mineral Grains.
Elsevier Publ. Cy - LONDON.
- J. JUNG. - 1958 - Précis de pétrographie. Roches sédimentaires, métamorphiques
et éruptives. Masson & Cie Edit.
- A. LOMBARD. - 1951 - Rythmes sédimentaires et cyclothèmes dans le cadre de la
sédimentation générale.
- A. LOMBARD. - 1953 - Rythme sédimentaire et sédimentation générale.
- MICHEL - A. LEVY. - 1896 - Etude sur la détermination des feldspaths dans
les plaques minces.
- H. B. MILNER. - 1952 - " Sedimentary Petrography".
LONDON - Thomas Murby and Co - Third Edition reprinted with
a new Pref. and Corrigenda. - P. 50 - 63.
- W. NIEUWENKAMP. - 1966 - " Stereograms for the determination of Plagioclase
Feldspars in random sections". Elsevier Publ. Cy. Amsterdam.
- NOTA and BAKKER. - 1960 - " Identification of soil minerals using optical
characteristics and specific gravity separation".
Med - Landbouwhogeschool, Wageningen. P. 1 - 11.
- F. J. PETTIJOHN. - 1949 - " Sedimentary Rocks".
Harper et Brothers - Publ. - New-York . P. 89 - 100.
- P. PRUVOST. - 1930 - Sédimentation et subsidence.
Livre Jubilaire Soc. Géol. France. P. 545 - 564.
- REEDER and Mac ALLISTER. - 1957 - " A Staining method for the quantitative
determination of feldspars in rocks and sands from soils".
Canadian J. Soil. Sc. 37. - P. 57 - 59.
- J. W. RETGERS. - 1891 - " De samenstelling van het duinzand van Nederland".
Nat. Verh. Kon-Akad. Wet. Amsterdam. P. 48.
- F. RINNE. - 1949 - " La Science des Roches". Etude théorique et pratique.
Nouv. édit. avec L. BERTRAND - J. ORCEL. - P. 93.
Paris - Libr. Lamarre.
- M. ROUBAULT - J. FABRIES - J. TOURET - A. WEISBROD. - 1963 -
Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant.
Edit. Lamarre - Poinat. Paris(6ème).

R. D. RUSSEL. - 1935 - " Frequency percentage determinations of detrital quartz and feldspar".

P. 109 - 114.

J. V. SMITH. - 1956 - " The powder patterns and lattice parameters of plagioclase feldspars".

I. The soda-rich plagioclase. Miner - Mag 31. P. 47 - 68.

J. V. SMITH and P. GAY. - 1958 - " The powder patterns and lattice parameters of plagioclases feldspars".

II. Miner. Mag. 31. P. 744 - 762.

N. M. STRAKHOV. - 1957 - Méthodes d'études des roches sédimentaires.

Ann. Serv. Inf. Géol. - B. R. G. M. N° 35.

L. VAN DER PLAS. - 1962 - Preliminary note on the granulometric analysis of sedimentary rocks. - Sedim. Vol. 1 - P. 145 - 157.

L. VAN DER PLAS. - 1966 - " The identification of detrital feldspars".

Developments in Sedimentology 6. Elsevier Publ. Cy. Amsterdam.

G. WATERLOT. - 1937 - " Structure du Massif Cambrien de Rocroi".

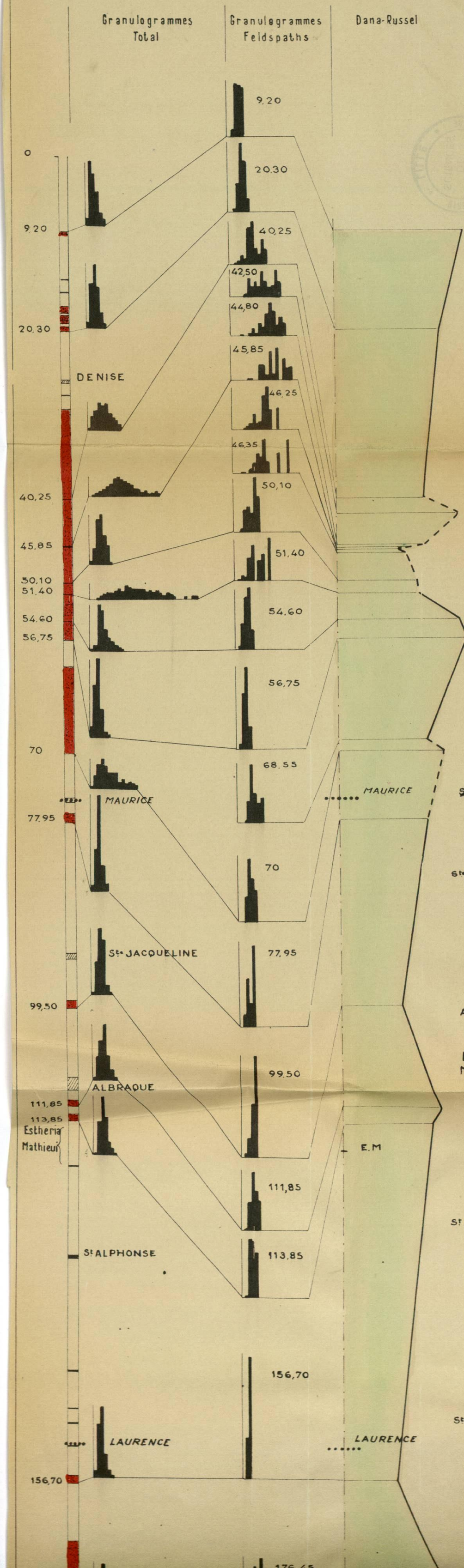
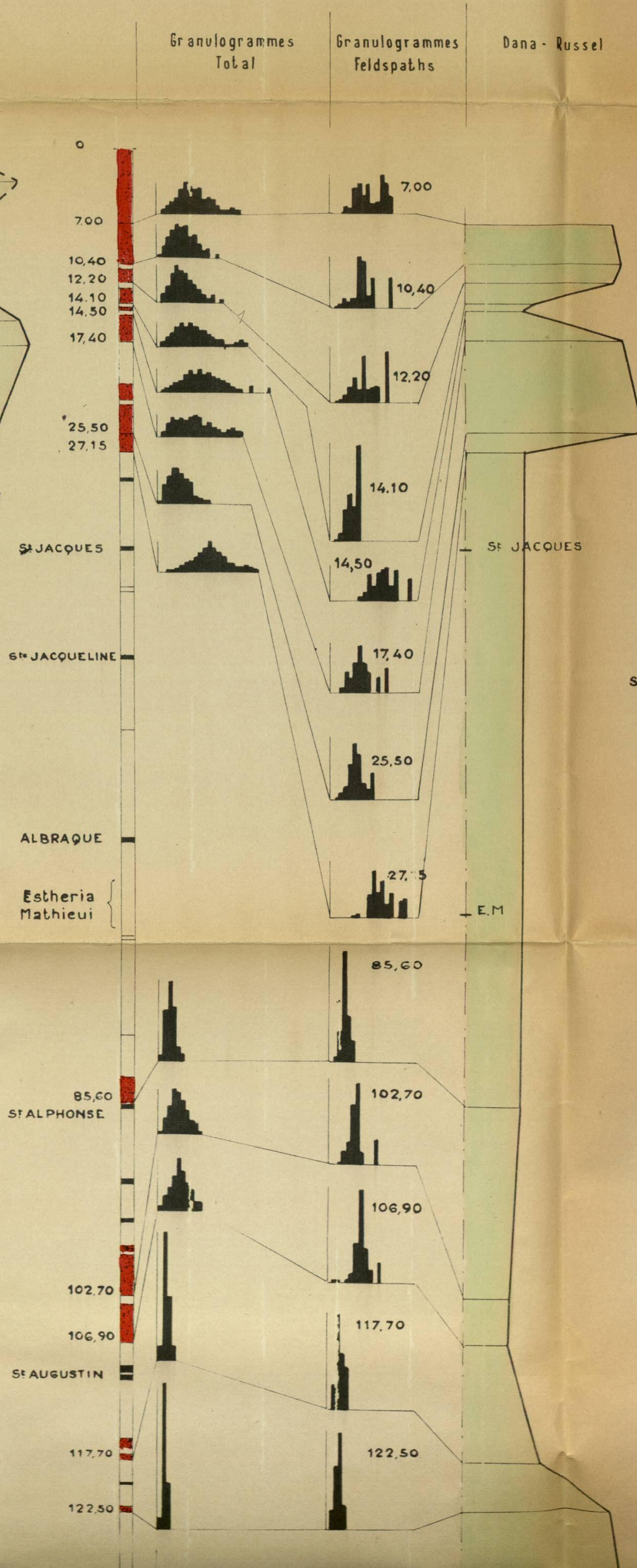
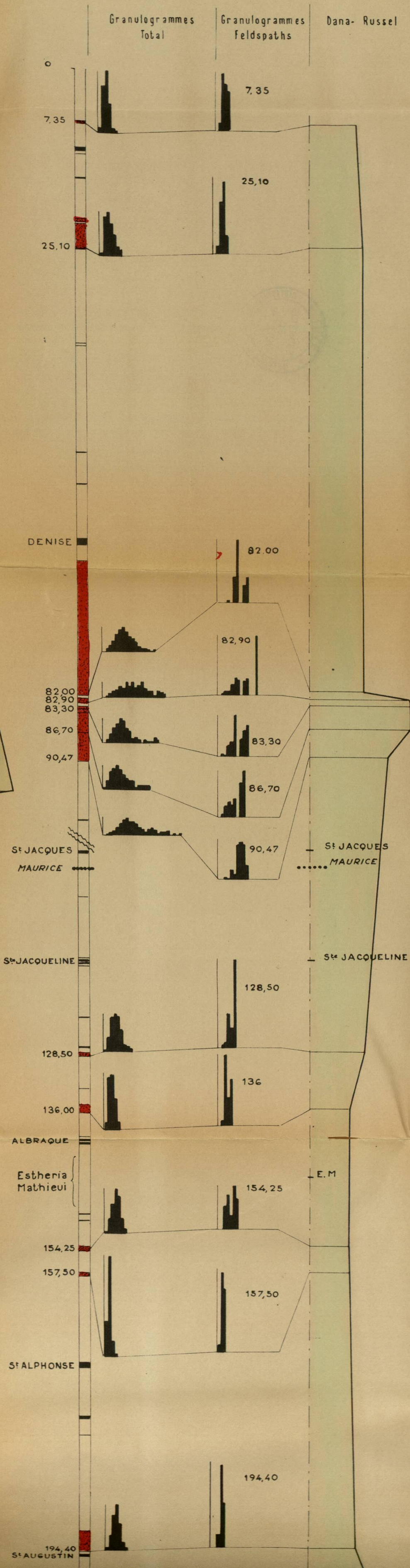
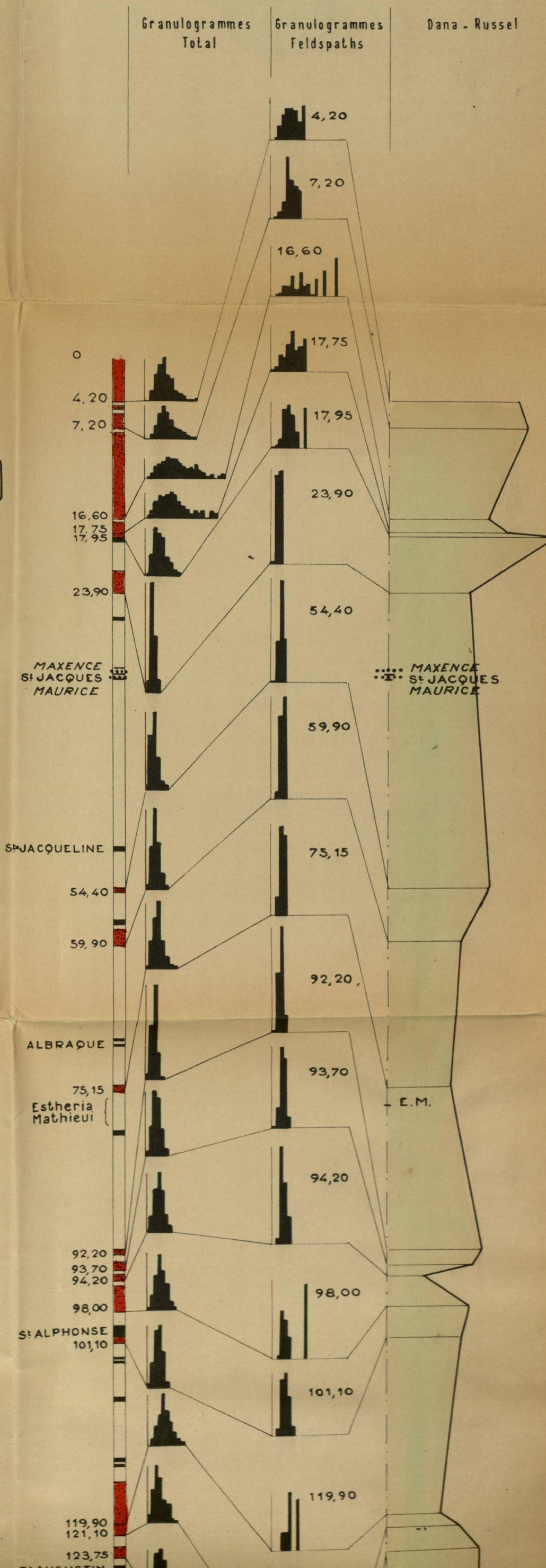
C. R. Acad. Sc. 11 Janv. 1937.

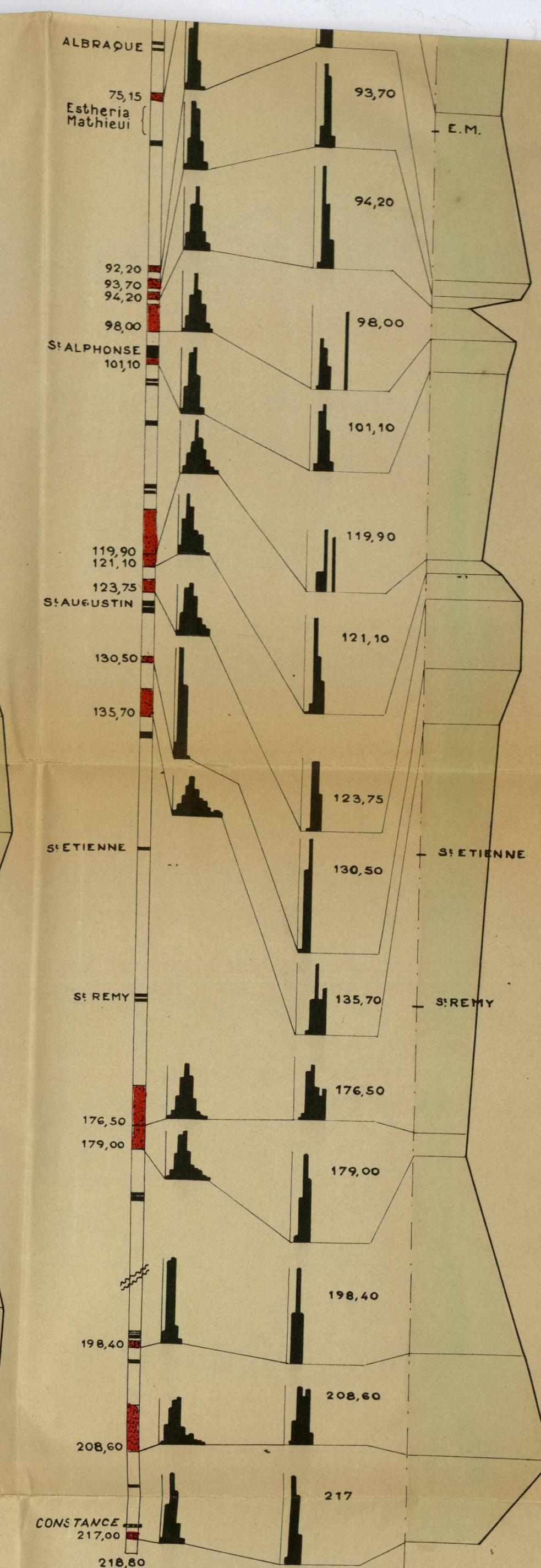
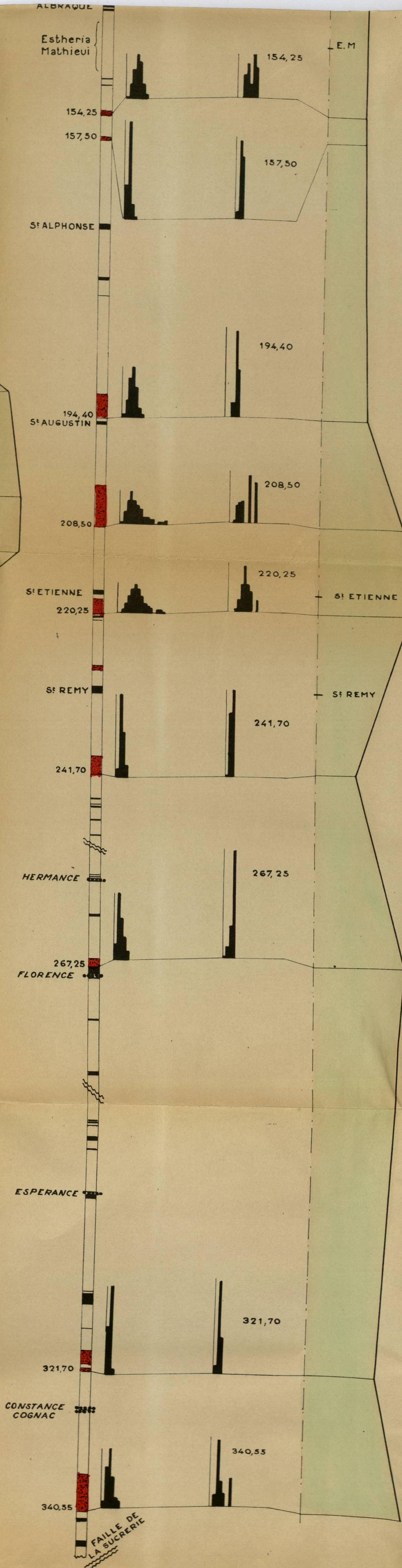
G. WATERLOT. - 1938 - " Sur la stratigraphie et la tectonique du Massif Cambrien de Rocroi ".

Bull. Carte Géol. France - T. 39. (1937) - N° 195 (1938)!

G. WATERLOT. - 1947 - Le Massif Cambrien de Rocroi et l'hypothèse du charriage.

Ann. Soc. Géol. Nord. - LXVII.

$$\begin{aligned} L &= 637\,494,8 \\ I &= 300.757,8 \\ a &= \quad -910,36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 638\,908,4 \\ l &= 301\,438,4 \\ a &= \quad 911,8 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} L = 639\,262,8 \\ l = 300\,937,6 \\ a = \quad -906,62 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} L = 640\,321,7 \\ I = 301\,308,9 \\ a = \quad -903,18 \end{array}$$


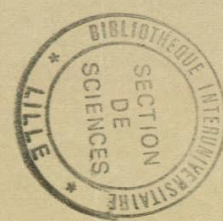


LEGENDE

- Banc de grès
- 94,20 Cote base banc de grès
- St Remy Veine ou passée charbonneuse
- BASILIC Tonstein
- Faille

Histogrammes

En abscisses: Chaque division représente une classe de grains: classes = 0,05 en 0,05 mm
 En ordonnées: Une division = 2% de la surface de chaque classe de grains observés
 La surface de chaque histogramme représentant 100% de la surface total des grains comptés
 L'horizon St Jacques, tonstein Maxence, Maurice ayant été pris comme base commune pour les 4 sondages



ECHELLES

Sondages

Histogrammes

Dana

Russel

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

120

130

140

150

160

170

180

190

200

210

220

230

240

250

260

270

280

290

300

310

320

330

340

350

360

370

380

390

400

410

420

430

440

450

460

470

480

490

500

510

520

530

540

550

560

570

580

590

600

610

620

630

640

650

660

670

680

690

700

710

720

730

740

750

760

770

780

790

800

810

820

830

840

850

860

870

880

890

900

910

920

930

940

950

960

970

980

990

1000

- Fig. 1 - L.M. : 16 747 (Sondage 014 à 12,2 m.) Grossissement : 30.
Fig. 2 - L.M. : 16 747 (Sondage 014 à 12,2 m.) Grossissement : 100.

Feldspath maclé à taille nettement plus grande que celle des grains environnants; macles fines; angle d'extinction : $15 - 16^\circ$; plagioclase moins réfringent que le quartz : ALBITE.

- Fig. 3 - L.M. : 10 989 (Sondage 022 à 90,47 m.) Grossissement : 20
Fig. 4 - L.M. : 10 989 (Sondage 022 à 90,47 m.) Grossissement : 100

Feldspath maclé à taille plus grande que celle des grains environnants; macles fines; angle d'extinction : $2^\circ - 3^\circ$: OLIGOCLASE.

- Fig. 5 - L.M. : 17 427 (Sondage 025 à 176,5 m.) Grossissement : 20
Fig. 6 - L.M. : 17 427 (Sondage 025 à 176,5 m.) Grossissement : 100

Feldspath maclé à taille égale ou plus grande que celle des grains environnants; macles fines; angle d'extinction : $14^\circ - 16^\circ$; plagioclase moins réfringent que le quartz : ALBITE.

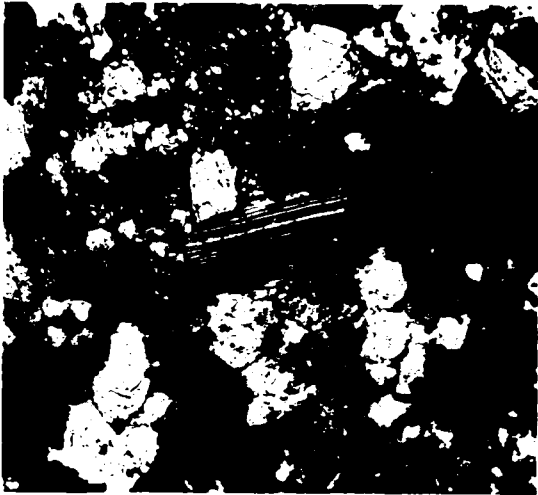


Fig.1

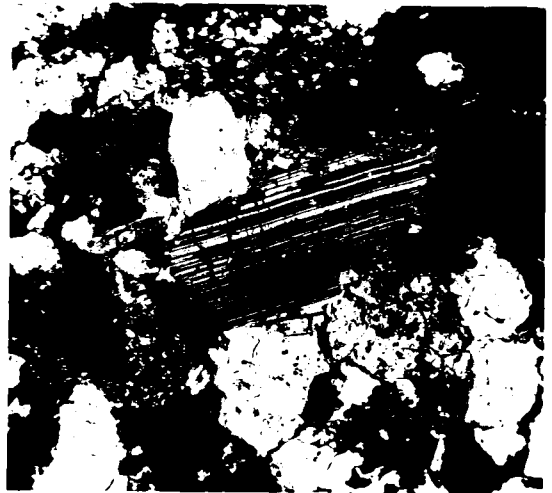


Fig.2

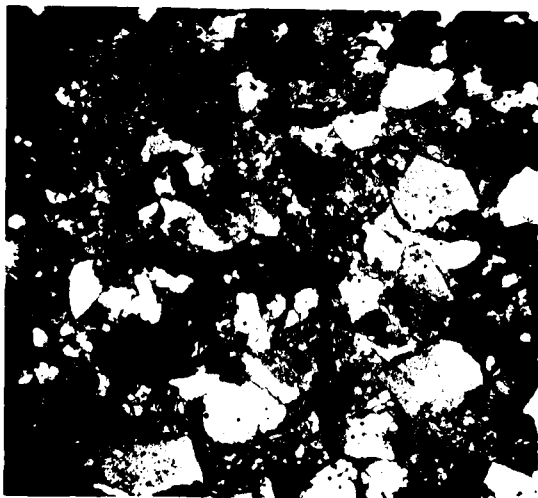


Fig.3

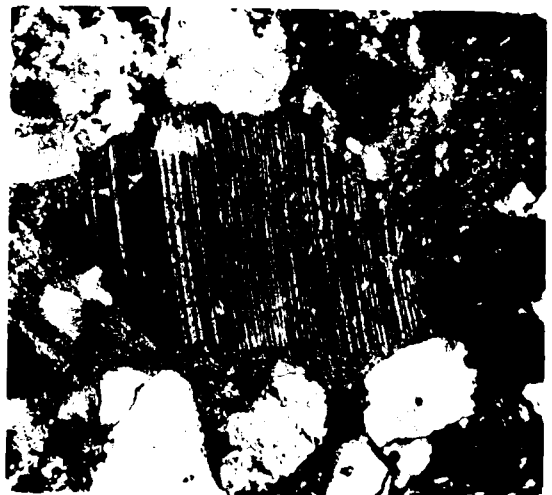


Fig.4

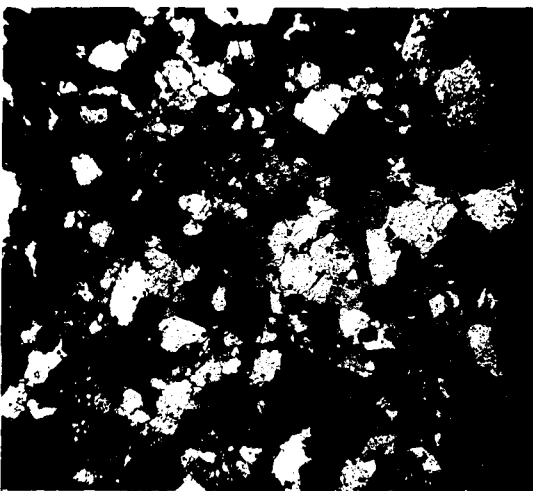


Fig.5

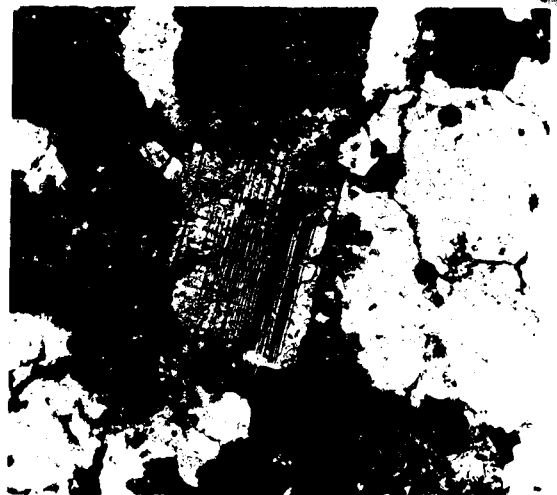


Fig 6



Fig. 7 - L.M. : 16 935 (Sondage 014 à 143,6 m.) Grossissement : 100

Feldspath ORTHOSE présentant la macle de Carlsbad.

Fig. 8 - L.M. : 16 936 (Sondage 014 à 143,6 m.) Grossissement : 100

Feldspath ORTHOSE présentant la macle de Carlsbad.

Fig. 9 - L.M. : 16 747 (Sondage 014 à 12,2 m.) Grossissement : 100

Plagioclases à macles fines pour le plus grand, à macles plus épaisses pour le plus petit.

Liseré d'altération rendant la méthode du liseré de BECKE impossible.



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10 - L.M. : 17 427 (Sondage 025 à 176,5 m.) Grossissement : 100

Plagioclase à macles relativement épaisses.

Fig. 11 - L.M. : 11 065 (Sondage 022 à 86,7 m.). Grossissement : 100

Feldspath à macles très larges dans un grès mal calibré.

Fig. 12 - L.M. : 16 915 (Sondage 014 à 106,9 m.). Grossissement : 200

Plagioclase maclé entouré d'un liseré d'altération.

Fig. 13 - L.M. : 16 917 (Sondage 014 à 106,9 m.). Grossissement : 200

Plagioclase maclé très altéré.



Fig 10

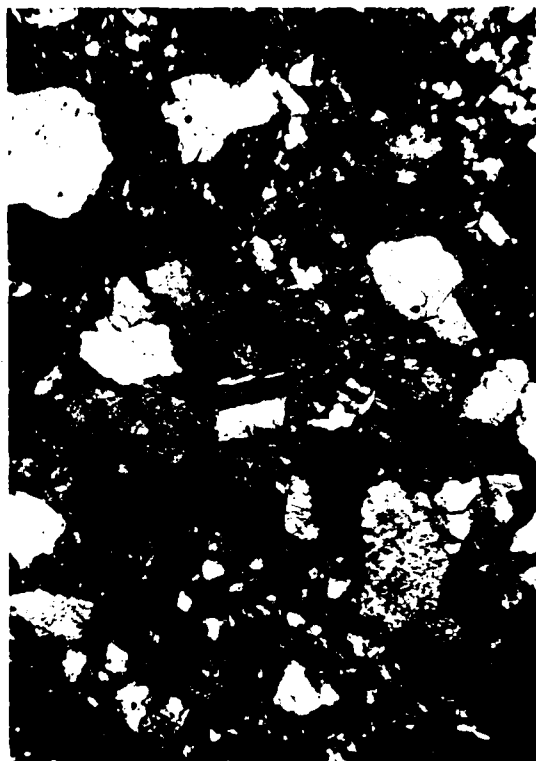


Fig 11

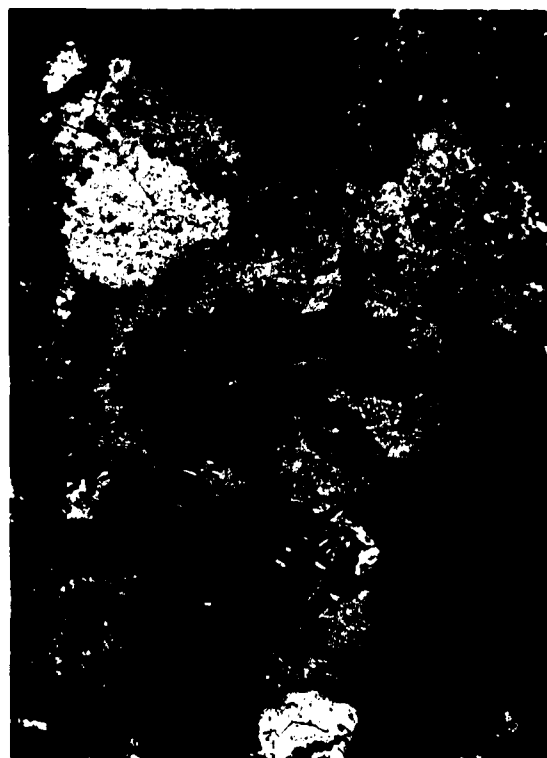


Fig.12



Fig.13