HAL open science

Sédimentologie du Tertiaire du massif des Bauges (Alpes de Savoie) France

Sylvie Kazo

To cite this version:

Sylvie Kazo. Sédimentologie du Tertiaire du massif des Bauges (Alpes de Savoie) France. Minéralogie. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1975. Français. NNT : . tel-00575254

HAL Id: tel-00575254

https://theses.hal.science/tel-00575254v1

Submitted on 10 Mar 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Doctorat de 3e cycle
N° d'ordre

THESE

PRESENTEE

A L'UNIVERSITE SCIENTIFIQUE ET MEDICALE

DE

GRENOBLE

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE 3e CYCLE

SPECIALITE: GEOLOGIE APPLIQUEE

PAR

Sylvie KAZO

SEDIMENTOLOGIE DU TERTIAIRE DU MASSIF DES BAUGES (ALPES DE SAVOIE)_FRANCE

SOUTENUE LE 20 JUIN 1975 DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

J. DEBELMAS	Professeur USMG	Président
J. PERRIAUX	Professeur USMG	Rapporteur
J.P. RAMPNOUX	Maître de conférences CHAMBERY	Examinateur
B. DOUDOUX	Maître_assistant CHAMBERY	Examinateur

Doctorat de 3e cycle
N° d'ordre

THESE

PRESENTEE

A L'UNIVERSITE SCIENTIFIQUE ET MEDICALE

DE

GRENOBLE

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE 3e CYCLE

SPECIALITE: GEOLOGIE APPLIQUEE

PAR

Sylvie KAZO

SEDIMENTOLOGIE DU TERTIAIRE DU MASSIF DES BAUGES (ALPES DE SAVOIE)_FRANCE

SOUTENUE LE 20 JUIN 1975 DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

J. DEBELMAS	Professeur USMG	Président
J. PERRIAUX	Professeur USMG	Rapporteur
J.P. RAMPNOUX	Maître de conférences CHAMBERY	Examinateur
B. DOUDOUX	Maître_assistant CHAMBERY	Examinateur

Il m'est agréable, au moment de terminer cette étude, de remercier tous ceux qui m'ont aidée à la réaliser.

Tout particulièrement, je remercie :

- Monsieur le Professeur J. DEBELMAS, qui a bien voulu accepter la présidence du jury ;

- Monsieur le Professeur J. PERRIAUX, qui m'a toujours encouragée, et aidée à résoudre mes difficultés par ses conseils éclairés.

- Monsieur le Maître de Conférence J.P. RAMPNOUX du Centre Universitaire de Savoie, qui a accepté de participer au jury.

- Monsieur le Maître-Assistant B. DOUDOUX, du Centre Universitaire de Savoie, pour son aide apportée sur le terrain, et qui fut mon professeur à CHAMBERY et dont l'enthousiasme a confirmé ma vocation.

- Monsieur le Maître-Assistant J.P. USELLE qui m'a conseillée pour l'analyse au laboratoire des échantillons.

- Madame A. ARNAUD, qui m'a initiée à l'étude des microfaciès.

- Monsieur le Maître Assistant J. APPRAHAMIAN pour la détermination des minéraux argileux.

- Monsieur le Maître Assistant J.L. PARIS qui a déterminé mes échantillons de microfaune.

- Tout le personnel technique de l'Institut Dolomieu, en particulier Monsieur J.P. REVOL, Technicien du laboratoire de Sédimentologie.

- Mes amis qui m'ont accompagnée sur le terrain, en particulier L. DALLEMAGNE et V. MONOD.

- Ma cousine J. BARRAL à qui je dois la frappe de ce texte.

- Enfin mes Parents.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 1
A/ Cadre géographique et géologique 1
B/ Cadre paléogéographique 3

CHAPITRE I : Stratigraphie 4
- Formation 1 : l'Eocène inférieur 5
- Formation 2 : l'Eocène moyen 5
- Formation 3 : les couches fluviolacustres et les couches saumâtres 6
A/ Montagne du Charbon -Trélod 6
B/ Synclinal d'Entrevernes 7
C/ Région de La Féclaz et de Saint-François-de-Sales . 7
- Formation 4 : les couches à Petites Nummulites 7
A/ Les calcaires à Polypiers 7
B/ Les couches à Petites Nummulites 7
- Formation 5 : la série marno-schisteuse 9
- Formation 6 : la série gréseuse 9
A/ Les Grès des Déserts 9
B/ les Grès de Cons 9
- Formation 7 : la "Molasse Rouge"..... 9

CHAPITRE II - Méthodes d'études au laboratoire 10
- Granulométrie 11
A/ Les différentes techniques d'analyse granulométrique 11
1 - Méthode linéaire 11
2 - Tamisage classique 11
3 - Principe du "tamisage virtuel" linéaire 11
4 - Analyse granulométrique des sédiments fins par sédimentation 11
B/ Expression des résultats 12
1 - la courbe de fréquence simple 12
2 - la courbe cumulative 12
3 - la courbe canonique de RIVIERE 12

- Morphométrie et morphoscopie des grains de quartz et des galets 12
A/ Etude morphométrique des galets 12
B/ Etude des sables 13
1 - Etude morphoscopique 13
2 - Etude morphométrique 13

- l'Exoscopie des grains de quartz 13
A/ Préparation de l'échantillon 13
B/ Traces observables sur les grains de quartz 14

CHAPITRE III - Formation 1 - l'Eocène inférieur 15
- le remplissage des fissures de l'Urgonien 17
A/ Etude granulométrique 17
1/- le classement 17
2 - le triage 17
3 - l'asymétrie 17
4 - les courbes canoniques de RIVIERE 17
B/ Morphoscopie et morphométrie des grains de quartz 17
1 - Etude morphoscopique 17
a - Etude de la fraction non lavée 17
b - Etude de la fraction propre 17
1/ Etude des aspects de surface 17
2/ Etude de la forme des grains 19
2 - Etude morphométrique 19
3 - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz 21
C/ Exoscopie des grains de quartz 21
D/ Pétrographie 21
E/ Conclusion à l'étude du remplissage des fissures de l'Urgonien 21

- le conglomérat du Trélod 21
A/ Granulométrie 21
1 - le classement 22
2 - le triage 22
3 - l'asymétrie 22
4 - la courbe canonique de RIVIERE 22
B/ Morphométrie des galets 22
1 - l'indice d'émoussé 22
2 - l'indice d'aplatissement 22
3 - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement 22
C/ Conclusion à l'étude du conglomérat du Trélod 22

- les calcaires et les grès Yprésiens 23
A/ Description des microfaciès 23
1 - Echantillon 25a 23
2 - Echantillon 25b 23
B/ Etude granulométrique des grès 23
1 - le classement 23
2 - le triage 23
3 - l'asymétrie 23
4 - la courbe canonique de RIVIERE 23
C/ Etude des carbonates 24
D/ Conclusion à l'étude des calcaires et grès yprésiens 24

CHAPITRE IV : Formation 2 : l'Eocène moyen 25
- le Lutétien marin 27
A/ Les grès et calcaires à Grandes Nummulites 27
B/ Les conglomérats bréchiques à Grandes Nummulites .. 27
1 - Granulométrie 27
a - le classement 29
b - le triage 29
c - l'as ymétrie 29
2 - Etude morphométrique 29
a - Indice d'émoussé 29
b - Indice d'aplatissement 29
c - Indice de dissymétrie 31
d - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement 31
3 - Pétrographie
4 - Conclusion à l'étude des conglomérats à Grandes Nummulites 31
C/ Paléogéographie du Lutétien marin 31
- Le Lutétien lacustre 31

CHAPITRE V : Formation 3 : les couches fluviolacustres et les couches saumâtres 33
- les couches fluviolacustres du plateau de La Féclaz 37
A/ Les "Argiles Rouges" 37
1 - Etude granulométrique 37
a - le classement 37
b - le triage 37
c - l'as ymétrie 37
d - la courbe canonique de RIVIERE 37
2 - Morphoscopie et morphométrie des grains de quartz des "Argiles Rouges" 37
a - Etude morphoscopique 37
1/ Etude de la fraction non lavée 37
2/ Etude de la fraction propre 39
b - Etude morphométrique 39
c - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des Argiles Rouges 41
3 - Exoscopie des grains de quartz 41
4 - Pétrographie des "Argiles Rouges" 41
5 - Conclusion à l'étude des "Argiles Rouges" 41
B/ La série détritique 41
1 - Etude stratonomique 41
2 - Le litage 41
3 - Etude granulométrique 42
a - le classement 42
b - le triage 42
c - l'as ymétrie 42
d - la courbe canonique de RIVIERE 42
4 - Morphoscopie et Morphométrie des grains de quartz 42
a - Etude morphoscopique 42
1/ Etude de la fraction non lavée 42
2/ Etude de la fraction propre 42
b - Etude morphométrique 43
c - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz 43
5 - Pétrographie 43
6 - Conclusion de l'étude de la "série détritique" Les Grès des couches fluviolacustres de La Féclaz 44
C/ Les Conglomérats à Cyanophycées 44
1 - Etude granulométrique des Conglomérats 44
a - le classement 44
b - le triage 44
c - l'as ymétrie 44
d - la courbe canonique de RIVIERE 44

2 - Etude morphométrique des galets 45
a - l'indice d'émoussé 45
b - l'indice d'aplatissement 45
c - l'indice de dissymétrie 45
d - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement . 45
3 - Conclusion de l'étude des Conglomérats à Cyanophycées 45
D/ Conclusion et essai de reconstitution paléogéographique des couches fluviolacustres du Plateau de La Féclaz - Les Déserts..... 45

- Les couches fluviolacustres de Saint François-de-Sales 48
A/ Les Conglomérats à Cyanophycées 48
1 - Etude granulométrique des conglomérats 48
2 - Etude morphométrique des galets 48
a - L'indice d'émoussé 48
b - L'indice d'aplatissement 49
c - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement . 49
3 - Conclusion de l'étude des Conglomérats à Cyanophycées 49
B/ La série gréseuse 49
1 - Etude stratonomique 49
2 - Le litage 49
C/ Etude des grès 50
1 - Etude granulométrique 50
a - dimension des grains 50
b - le classement 50
c - le triage 50
d - l'asymétrie 50
e - les courbes canoniques de RIVIERE 50
2 - Etudes morphoscopique et morphométrique des grains de quartz 51
a - Etude morphoscopique 51
1/ Etude de la fraction non lavée 51
2/ Etude de la fraction propre 51
b - Etude morphométrique 52
c - Conclusion à l'étude morphoscopique des grains de quartz 52
3 - Pétrographie 52
D/ Essai de reconstitution paléogéographique des couches fluviolacustres de Saint-François-de-Sales 52

- Les courbes fluviolacustres de la région d'Arith 53
A/ Etude granulométrique des sables de Montagny..... 53
1 - le classement 53
2 - le triage 53
3 - l'asymétrie 53
4 - la courbe canonique de RIVIERE 53
B/ Morphoscopie et morphométrie des grains de quartz des sables de Montagny 53
1 - Etude morphoscopique 53
a - Etude de la fraction non lavée 53
b - Etude de la fraction propre 53
1/ Etude des aspects de surface 53
2/ Etude de la forme des grains 54
2 - Etude morphométrique 54
3 - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz 54
C/ Exoscopie des grains de quartz 54
D/ Pétrographie 54
E/ Minéraux lourds 54
F/ Essai de reconstitution paléogéographique des couches fluviolacustres d'Arith..... 54
- Les couches fluviolacustres et les couches saumâtres de la région d'Entrevernes 57
. Les couches fluviolacustres d'Entrevernes 57
A/ Les "Grès verts priaboniens" 57
1 - Etude granulométrique 57
a - le classement 57
b - le triage 57
c - l'asymétrie 57
d - les courbes canoniques de RIVIERE 57
2 - Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès verts 57
a - Etude morphoscopique 57
1/ Etude de la fraction non lavée 57
2/ Etude de la fraction propre 57
b - Etude morphométrique 59
c - Conclusion àl'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz 60
3 - Exoscopie des grains de quartz 60
4 - Pétrographie des grès verts 60
5 - Comparaison avec l'Albien 60
a - Etude granulométrique 60
b - Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz de l'Albien 60
1/ Morphoscopie 60
2/ Morphométrie 61
3/ Interprétation 61
c - pétrographie 61
6 - Paléogéographie des couches fluviolacustres d'Entrevernes 61
B/ Le problème des charbons 61
. Les couches saumâtres d'Entrevernes 62
A/ Granulométrie 62
1 - le classement 62
2 - le triage 63
3 - l'asymétrie 63
4 - courbes canoniques de RIVIERE 63
B/ Morphométrie des grains de quartz des grès des couches saumâtres d'Entrevernes 64
C/ Paléogéographie des couches saumâtres 64

- Les couches fluviolacustres et saumâtres de la région du Châtelard - Bellecombe-en-Bauges 66
. Les couches fluviolacustres de Bellecombe et du Châtelard 66
A/ Granulométrie des grès verts ou blancs de Bellecombe et du Châtelard .....
1 - le classement 67
2 - le triage 67
3 - l'asymétrie 67
4 - les courbes canoniques de RIVIERE 67
B/ Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès blancs du Châtelard 67
1 - Etude morphoscopique 67
a - Etude de la fraction non lavée 67
b - Etude de la fraction propre 67
1/ Etude des aspects de surface 67
2/ Etude de la forme des grains 67

2 - Etude morphométrique 67
3 - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès blancs du Châtelard 68
C/ Pétrographie
. Les couches saumâtres de la région du Châtelard 68
. Paléogéographie des couches fluviolacustres et saumâtres du Châtelard 68

- Couches fluviolacustres et saumâtres de la Montagne du Charbon-Trélod 69
. Les couches fluviolacustres du Charbon-Trélod 69
A/ Les conglomérats inclus dans les marnes blanches ... 69
1 - Etude granulométrique 69
a - le classement 69
b - le triage 69
c - l'asymétrie 69
d - les courbes canoniques de RIVIERE 69
2 - Etude morphométrique 70
a - Indice d'émoussé 70
b - Indice d'aplatissement 70
c - Indice de dissymétrie 70
d - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement. 70
3 - Etude pétrographique 70
B/ Paléogéographie des couches fluviolacustres du Charbon-Trélod 70
. Les couches saumâtres de la Montagne du Charbon-Trélod ... 71
A/ La Microfaune 71
B/ Les grès situés au-dessus des marnes à Cyrènes 71
1 - Granulométrie 71
a - le classement 71
b - le triage 71
c - l'asymétrie 71
d - la courbe canonique de RIVIERE 71
2 - Comparaison avec le niveau de grès susjacent aux marnes à Cyrènes d'Entrevernes 71
C/ Paléogéographie des couches saumâtres de la Montagne du Charbon-Trélod 72

- Les couches fluviolacustres et saumâtres du synclinal des Aillons 73
. Bassin Nord des Aillons 73
A/ Etude granulométrique des sables verts 73
1 - le classement 73
2 - le triage 73
3 - l'asymétrie 73
4 - la courbe canonique de RIVIERE 73
B/ Morphoscopie et morphométrie des grains de quartz des sables verts 73
1 - Morphoscopie 73
a - Etude de la fraction non lavée 73
b - Etude de la fraction propre 73
1/ Etude des aspects de surface 73
2/ Etude de la forme des grains 73
2 - Morphométrie 74
3 - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz 74
C/ Exoscopie des grains de quartz 74
D/ Pétrographie 75
E/ Paléogéographie des couches fluviolacustres d'Aillon-le-Jeune 75

- Bassin Sud des Aillons 75
. Les couches fluviolacustres du bassin Sud des Aillons 75
A/ Etude granulométrique des grès verts 75
1 - le classement 75
2 - le triage 75
3 - l'asymétrie 75
4 - la courbe canonique de RIVIERE 75
B/ Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès verts du Bassin Sud des Aillons 75
1 - Morphoscopie 75
a - Etude de la fraction non lavée 75
b - Etude de la fraction propre 76
1/ Etude des aspects de surface 76
2/ Etude de la forme des grains 76
2 - Morphométrie 76
3 - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz 77
C/ Pétrographie 77
D/ Paléogéographie des couches fluviolacustres du Bassin S. des Aillons 77
. Les couches saumâtres du Bassin S. des Aillons 77
- Le faciès à Polypiers du Massif des Bauges 78
A/ Description des couches à Polypiers 78
1 - Description macroscopique 78
2 - Description microscopique des biocalcarénites . 78
B/ Pétrographie 78
C/ Reconstitution paléogéographique et signification du faciès à Polypiers 79

- Conclusion générale sur les couches fluviolacustres et saumâtres des Bauges 80

CHAPITRE VI : Formation 4 - Les couches à Petites Nummulites 81
- Les calcaires à Petites Nummulites 83
A/ Analyse stratigraphique 83
1 - Analyse séquentielle 83
2 - Analyse stratonomique 83
B/ Pétrographie 85
1 - Description des microfaciès 85
a - Coupe 18 à l'Est du Chalet du Rosay 85
b - Coupe 43 de Rière - Bellevaux 87
c - Coupe 20 : Vallon de Saint Raph 89
d - Conclusion à l'étude des microfaciès 89
2 - Carbonatimétrie 90
3 - Analyse aux rayons X 90
C/ Conclusion à l'étude des calcaires à Petites Nummulites 90

- Les Grès à Petites Nummulites 91
A/ Analyse lithologique et séquentielle 91
1 - les différents faciès 91
2 - Description des coupes des sablières de La Féclaz 91
B/ Etude des grès à Petites Nummulites des synclinaux des Aillons, du Châtelard et d'Entrevernes 91
1 - Etude granulométrique 91
a - Dimension des grains 93
b - le classement 93
c - le triage 93
d - l'asymétrie 95
e - les courbes canoniques de RIVIERE 95

2 - Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès à Petites Nummulites 95
a - Morphoscopie 95
1/ Etude de la fraction non lavée 95
2/ Etude de la fraction propre 95
b - Morphométrie 97
c - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès à Petites Nummulites 97
3 - Exoscopie des grains de quartz des grès à Petites Nummulites 97
4 - Pétrographie des grès à Petites Nummulites 97
a - Examen à l'oeil nu 97
b - Examen au microscope 97
c - Analyse aux rayons X 98
d - Conclusion à l'étude pétrographique 98
5 - Conclusion àl'étude des grès à Petites Nummulites 99
C/ Etude des sables de Plainpalais 99
1 - Etude granulométrique 99
a - Dimension des grains 99
b - le classement 99
c - le triage 99
d - l'asymétrie 99
e - les courbes canoniques de RIVIERE 99
2 - Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des sables de Plainpalais 99
a - Etude morphoscopique 99
1/ Etude de la fraction non lavée 99
2/ Etude de la fraction propre 99
b - Etude morphométrique 100
c - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des sables de Plainpalais 100
3 - Exoscopie des grains de quartz des sables de Plainpalais 101
4 - Pétrographie 101
a - Pétrographie des sables de Plainpalais 102
b - Pétrographie du banc de grès susjacent aux sables de Plainpalais 101
c - Conclusion à l'étude pétrographique 101
5 - Etude des minéraux lourds des sables de Plainpalais 101
6 - Conclusion à l'étude des sables de Plainpalais... 101
D/ Les calcaires siliceux 101

- Essai de reconstitution paléogéographique du faciès à Petites Nummulites 103
A/ Les variations d'épaisseur 103
1 - Epaisseur maximale 103
2 - Epaisseur minimale 103
3 - Variations géographiques 103
B/ Les apports de la sédimentologie 103
C/ Les litages 103
1 - Chenaux de base des calcaires Nummulitiques 103
2 - Traces de plantes 104
3 - Litage incliné 104
D/ Conclusion à l'étude du faciès à Petites Nummulites ... 104

CHAPITRE VII : Formation 5 : la série marno-schisteuse 105

CHAPITRE VIII : Formation 6 : la série gréseuse 107

- Les grès des Déserts 109
A/ Analyse séquentielle 109
1 - Classification sommaire 109
a - Clastic shale ratio 109
b - Etude des épaisseurs des couches détritiques 109
c - Conclusion 111
2 - Récapitulations stratonomiques 111
a - Epaisseur des strates suivant les classes lithologiques 111
b - Nombre de strates et d'interstrates par classes d'épaisseur 111
c - Variation de l'épaisseur des strates dans la série naturelle 113
d - Variation du nombre de strates dans la série naturelle 113
e - Variation du lithofaciès dans la série naturelle 113
3 - Conclusion à l'analyse séquentielle des grès des Déserts 113
B/ Figures et structures sédimentaires 115
C/ Les litages 117
1 - Litage oblique plan 117
2 - Chenaux 117
3 - Microlitage 117
4 - Conclusion sur les litages 117
D/ Etude granulométrique 117
1 - Dimension des grains 117
2 - le classement 119
2 - le triage 119
4 - l'asymétrie 119
5 - les courbes canoniques de RIVIERE 119
E/ Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès des Déserts 119
1 - Morphoscopie 119
a - Etude de la fraction non lavée 119
b - Etude de la fraction propre 119
1/ Etude des aspects de surface 119
2/ Etude de la forme des grains 119
2 - Morphométrie 120
3 - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès des Déserts 120
F/ Exoscopie des grains de quartz des grès des Déserts. 120
G/ Pétrographie des grès des Déserts 121
1 - Examen à l'oeil nu 121
2 - Examen au microscope 121
3 - Carbonatimétrie 121
4 - Analyse aux rayonx X 123
5 - Conclusion à l'étude pétrographique des grès des Déserts 123
H/ Reconstitution paléogéographique des grès des Déserts 123

- Les grès de Cons 123
A/ Analyse séquentielle 123
1 - Classification sommaire 124
a - Clastic shale ratio 124
b - Etude des épaisseurs des couches détritiques 124
c - Conclusion 125

2 - Récapitulations stratonomiques 125
a - Epaisseur des strates suivant les classes lithologiques 125
b - Nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur 125
c - Variation de l'épaisseur des strates dans la série naturelle 127
d - Variation du nombre de strates dans la série naturelle 127
e - Variation du lithofaciès dans la série naturelle 127
3 - Conclusion à l'analyse séquentielle des "Grès de Cons"..... 127
B/ Figures et structures sédimentaires 127
1 - Figures observables à la base des bancs 127
2 - Figures observables au sommet des bancs 128
3 - Figures observables à l'intérieur des bancs 128
4 - Traces d'activités biologiques 128
C/ Le litage 128
D/ Etude granulométrique 129
1 - Le classement 129
2 - Le triage 129
3 - L'as/ymétrie 129
4 - les courbes canoniques de RIVIERE 129
E/ Etude morphométrique des grains de quartz des Grès de Cons 129
F/ Exoscopie des grains de quartz des grès de Cons 130
G/ Pétrographie des grès de Cons 130
1 - Examen à l'oeil nu 130
2 - Examen au microscope 130
3 - Carbonatimétrie 130
4 - Analyse aux rayons X 130
5 - Conclusion à l'étude pétrographique 130
H/ Minéraux lourds des grès de Cons 131
I/ Reconstitution paléogéographique des Grès de Cons 131

CHAPITRE IX : Formation 7 : La "Molasse rouge"
A/ Analyse séquentielle 133
1 - Classification sommaire 133
a - Clastic shale-ratio..... 133
b - Etude des épaisseurs des couches détritiques. 133
c - conclusion 135
2 - Récapitulations stratonomiques 135
a - Epaisseur des strates suivant les classes lithologiques 135
b - Nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur 135
c - Variation de l'épaisseur des strates dans la série naturelle 137
d - Variation du nombre de strates dans la série naturelle 139
e - Variation du lithofaciès dans la série naturelle 139
3 - Conclusion à l'analyse séquentielle de la "Molasse rouge"..... 139
B/ Figures et structures sédimentaires 139
1 - Figures observables au mur des bancs 139
2 - Figures observables au sommet des bancs 139
3 - Traces d'activités biologiques 141
C/ Les litages 141
D/ Etude granulométrique de la "Molasse rouge".
1 - Dimension des grains 141
2 - le classement 141
3 - le triage 141
4 - l'as/ymétrie 141
5 - les courbes canoniques de RIVIERE 141
E/ Morphoscopie et morphométrie des grains de quartz de la "Molasse rouge"..... 143
1 - Morphoscopie 143
a - Etude de la fraction non lavée 143
b - Etude de la fraction propre 143
1/ Etude des aspects de surface 143
2/ Etude de la forme des grains 143
2 - Morphométrie 145
3 - Conclusion à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz de la "Molasse rouge"..... 147
F/ Exoscopie des grains de quartz de la molasse rouge .. 147
1 - Echantillon 3c 147
2 - Echantillon 48c 147
G/ Pétrographie de la"Molasse rouge"..... 147
1 - Examen à l'oeil nu 147
2 - Examen au microscope 147
3 - Carbonatimétrie 149
4 - Analyse aux rayons X 149
a - Echantillon 48a 149
b - Echantillon 55g1 et 41a..... 149
c - Echantillon 3b 149
5 - Conclusion à l'étude pétrographique 149
H/ Minéraux lourds de la "Molasse rouge"..... 150
I/ Reconstitution paléogéographique de la "Molasse rouge" 150

CONCLUSIONS GENERALES 151

PHOTOGRAPHIES 155

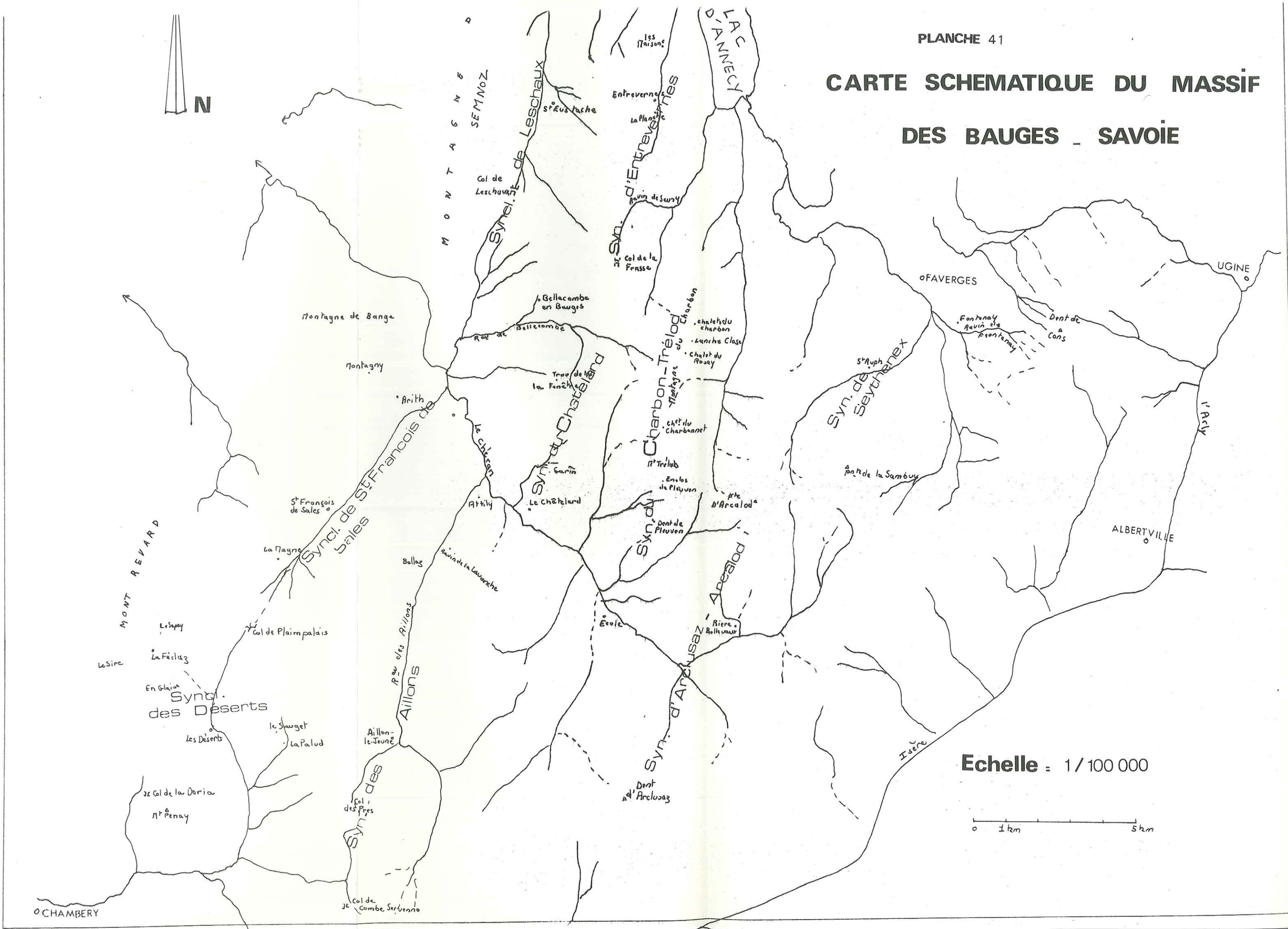
BIBLIOGRAPHIE 160

LISTE DES PLANCHES

1 - Situation géographique des Bauges 2
2 - Formation 1 - Courbes granulométriques (fréquences cumulées) 16
3 - Formation 1 - Courbes granulométriques (fréquences simples) 18
4 - Formation 1 - Morphométrie des galets 20
5 - Cartes d'isopaques du Lutétien marin 26
6 - Formation 2 - Courbes granulométriques (fréquences cumulées) 28
7 - Formation 2 - Morphométrie des galets 30
8 - Le lac Lutétien 32
9 - Formation 3 - Emplacement des bassins fluviolacustres et saumâtres des Bauges 34
10- Formation 3 - (1er type de bassin) - Courbes granulométriques (fréquences cumulées)..... 36
11 -Formation 3 - (1er type de bassin) - courbes granulométriques (fréquence simple) 38
12 -Coupes lithologiques - La Féclaz - Saint François de Sales 40
13 -Formation 3 : Morphométrie des galets 46
14 -Formation 3 (2nd type de bassin) - courbes granulométriques (fréquences cumulées)..... 56
15 -Formation 3 : (2nd type de bassin) - courbes granulométrique (fréquence simple) 58
16 -Formation 4 : Emplacement des affleurements 82
17 - Formation4 : Courbes lithologiques 84
18 -Formation 4 : Coupes lithologiques 86
19 -Formation 4 : Coupes lithologiques 88
20 -Formation 4 : Coupes lithologiques .(La.Féclaz)..... 92
21 -Formation 4 : Coupes granulométriques (fréquences cumulées) 94
22 -Formation 4 : Courbes granulométriques (fréquences simples) 96
23 -Formation 4 : Carte d'isopaques 102
24 -Formation 6 : Emplacement des affleurements 108
25- Coupes lithologiques (Grès des Déserts) 110
26 -Nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur 112
27 -Courbes de la variation du nombre de strates par mètre linéaire 114
28 - Formation 6 : Courbes granulométriques (fréquences cumulées) 116
29 - Formation 6 - Courbes granulométriques (fréquences simples) 118
30 - Coupes lithologiques (Grès de Cons) 122
31 - Courbes de la variation du nombre de strates par mètre linéaire ...126
32 - Formation 7 : Emplacement des affleurements 134
33 - Formation 7 : Coupes lithologiques 136
34 - Formation 7 : Coupes lithologiques 138
35 - Nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur 140
36 - Courbes de la variation du nombre de strates par mètre linéaire ...142
37 - Formation 7 - Courbes granulométriques (fréquences cumulées) 144
38 - Formation 7 - Courbes granulométriques (fréquences simples) 146
39 - Formation 7 - Reconstitution paléogéographique 148
40 - Evolution paléogéographique des Bauges 152
41 - Carte schématique des Bauges .....H.T.

PLANCHE 41

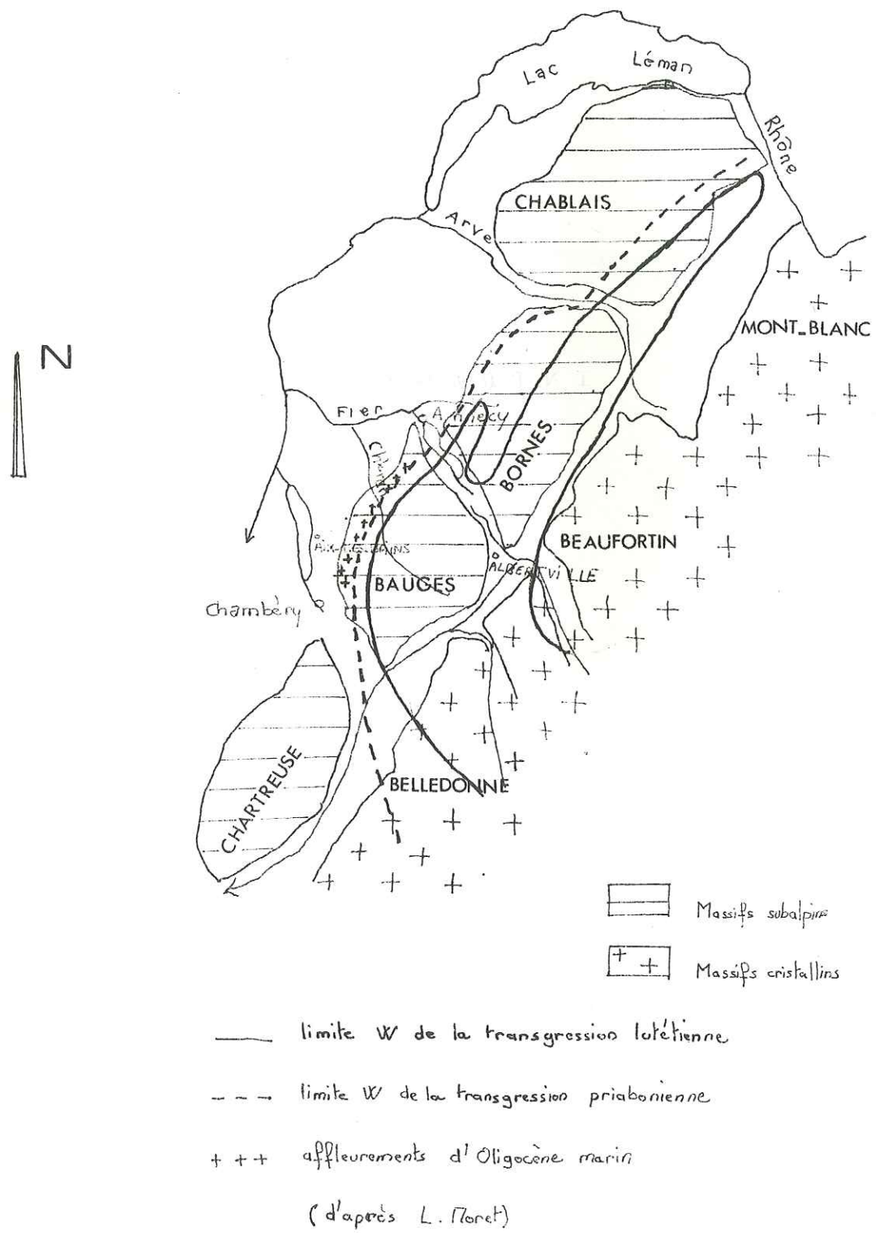
CARTE SCHEMATIQUE DU MASSIF DES BAUGES _ SAVOIE



INTRODUCTION

Situation géographique des Bauges

PLANCHE 1



A - CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE -

Le massif des Bauges fait partie des chaines subalpines septentrionales. Il est limité au N et au S par deux cluses : Ugine -Faverges - Annecy et Chambéry -Montmélian qui le séparent respectivement du massif subalpin des Bornes et celui de la Chartreuse. A l'W, il est bordé par la dépression molassique d'Aix les Bains à Annecy. A l'E, il est séparé du massif cristallin externe de Belledonne par le sillon subalpin de Montmélian à Ugine (voir planche 1).

La structure tectonique consiste en une série de plis parallèles entre eux, plus ou moins déversés vers le N - W. Le Tertiaire affleure dans les synclinaux : Les Déserts -La Féclaz, Saint-François-de-Sales, des Aillons, Leschaux, Le Châtelard, Entrevernes, Charbon-Trélod, Arclusaz, Arcalod, Seythenex. Il a été érodé sur les anticlinaux.

B - CADRE PALEOGEOGRAPHIQUE -

On sait déjà que dans les Alpes, à la limite Crétacé-Tertiaire, la phase laramienne provoque le plissement des zones internes et l'émersion de la zone dauphinoise. Durant l'Eocène inférieur, elle entraîne une érosion continentale et le dépôt de sédiments continentaux.

A partir de l'Eocène moyen, par suite du soulèvement de la zone piémontaise et des zones plus internes, la mer alpine résiduelle est rejetée vers l'W et transgresse une partie de la zone externe affaissée. Sur la carte suivante (planche 1) ont été tracées les limites des transgressions lutétienne et priabonienne le long de la bordure occidentale du géosynclinal alpin.

Nous voyons que :

- la mer lutétienne atteint l'E du massif des Bauges.
- Celle du Priabonien transgresse plus vers l'W.
- Un sillon périalpin oligocène recueille des sédiments marins dans la région des Déserts.

L'étude sédimentologique suivante a pour but de retracer et de préciser l'évolution paléogéographique du Tertiaire du massif des Bauges.

Ce travail est le résultat d'une double étude sur le terrain et au laboratoire.

L'étude sur le terrain consiste en une analyse séquentielle : stratonomie, figures et structures sédimentaires, litages.

L'étude de laboratoire comporte des analyses granulométriques, des morphoscopies, morphométries et exoscopie des grains de quartz, l'étude de minéraux argileux, l'étude des minéraux lourds et la pétrographie.

Les méthodes de laboratoire (granulométrie, morphoscopie, morphométrie et exoscopie) sont exposées dans le chapître suivant.

Pour chaque formation, nous étudierons successivement les résultats obtenus sur le terrain et au laboratoire.

CHAPITRE I

STRATIGRAPHIE

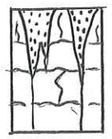
Dans le Tertiaire du Massif des Bauges, on distingue sept formations. L'âge de certaines d'entre elles peuvent varier d'E en W. De la base au sommet on distingue :

- Formation 1 : L'Eocène inférieur.
- Formation 2 : L'Eocène moyen.
- Formation 3 : Les couches fluviolacustres et les couches saumâtres.
- Formation 4 : Les couches à Petites Nummulites.
- Formation 5 : La série marno-schisteuse.
- Formation 6 : La série grèseuse.
- Formation 7 : La "molasse rouge".

/ FORMATION 1 : L'EOCENE INFERIEUR /

L'Eocène inférieur se présente sous deux facies différents, suivant que le Tertiaire transgresse sur l'Urgonien ou sur le Sénonien.

La Féclaz - Les Déserts
Les Aillons (flanc W du synclinal)

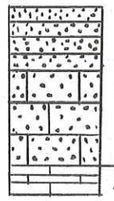


Sables siliceux parfois agglomérés en grès, remplissant les fissures de l'Urgonien

Urgonien

l'âge exact de cette formation est difficile à déterminer

Montagne du Charbon-Trélod



- grès très glauconieux à Petites Nummulites, Assilines et riches en Microcodium
- calcaires plus ou moins gréseux à Petites Nummulites abondantes et Microcodium

Cet ensemble a été daté par J. MARTINI (1961) comme étant d'âge yprésien.

Fig 1 : stratigraphie de la Formation 1

A la Montagne du Charbon-Trélod, au N-NE du point côté 1852, au pied d'une falaise, on note la présence d'un conglomérat (qui m'a été signalé par B. DOUDOUX) à éléments Sénoniens, situé entre le Sénonien et le Lutétien et qui fait penser à celui d'Argens (Alpes du Sud) : c'est le Conglomérat du Trélod.

/ FORMATION 2 : L'EOCENE MOYEN /

On distingue un Lutétien marin surmonté d'un Lutétien lacustre :

- le Lutétien marin a une épaisseur très variable : il peut être réduit à quelques décimètres (Entrevernes) ; son épaisseur maximale est de 15 à 20 mètres à Lanche-Close (Montagne du Charbon).
- le Lutétien lacustre est peu épais : environ deux à trois mètres.

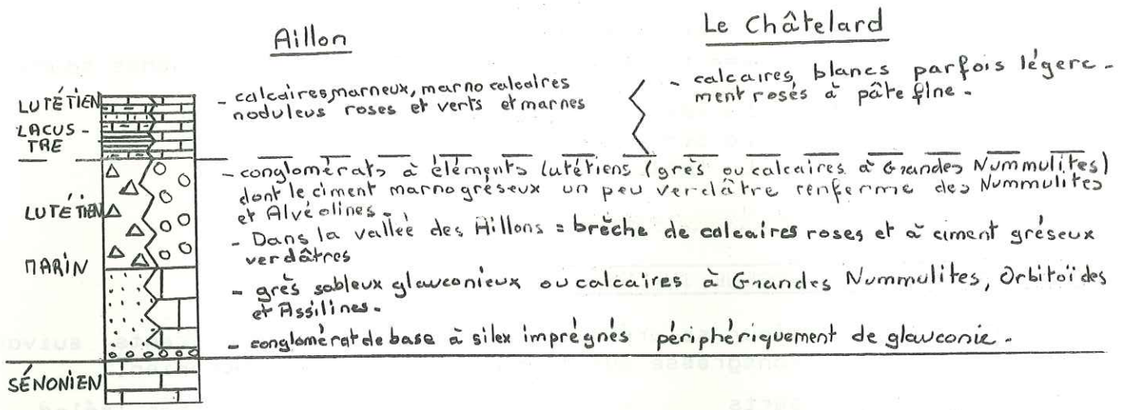


Fig 2 : Stratigraphie de la Formation 2

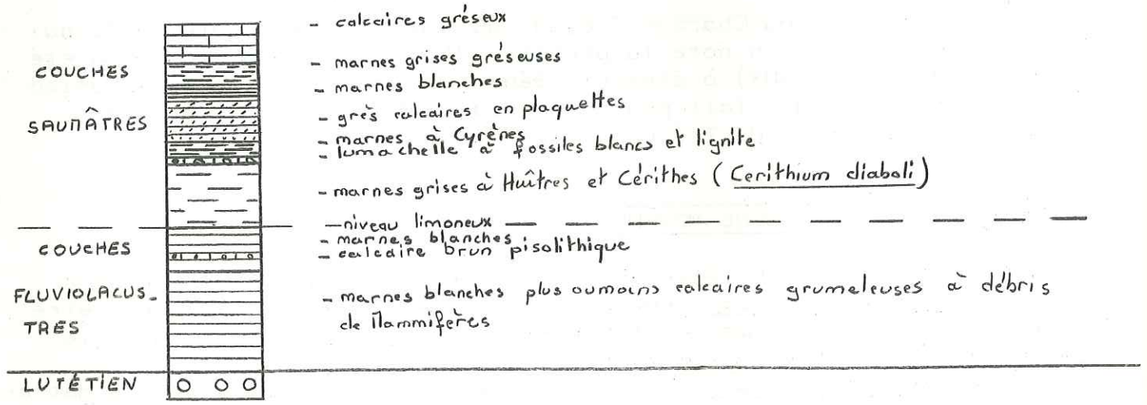
FORMATION 3 : LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES ET LES COUCHES SAUMATRES

Les couches fluviolacustres ne renferment des fossiles stratigraphiques qu'à la Montagne du Charbon (MARTINI 1970). Ces couches sont priaboniennes. Mais cet âge Eocène supérieur n'est pas valable dans toutes les Bauges : dans la région des Déserts - La Féclaz un âge Oligocène n'est pas exclu.

D'un point à l'autre, les facies varient beaucoup : aussi allons nous décrire les différents types de sédimentation rencontrés dans les Bauges.

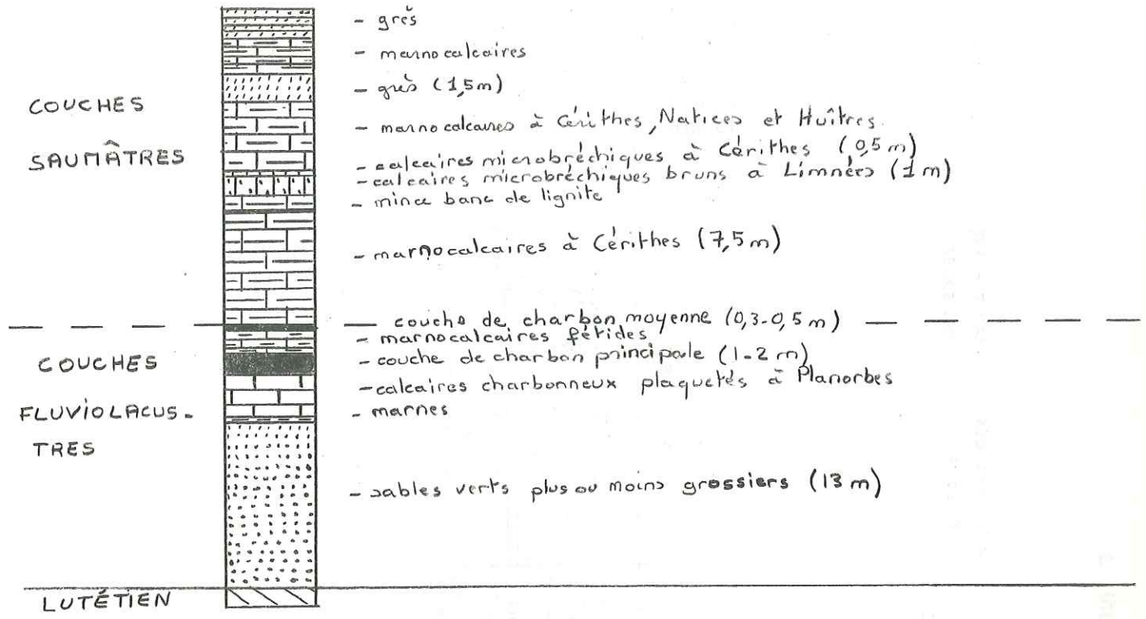
A - MONTAGNE DU CHARBON - TRELOD -

Fig.3 - Coupe de Lanche-Close



B - SYNCLINAL D'ENTREVERNES -

La meilleure coupe est celle du Ravin de Saury (fig.4), où s'ouvrait autrefois la principale mine de lignite de la région d'Entrevernes.



C - REGION DE LA FECLAZ ET DE SAINT-FRANCOIS DE SALES -

Les couches fluviolacustres se rencontrent de la base au sommet sous forme de : - alternance de grès et marnes vertes, - conglomérat à Cyanophycées.

Dans la région de La Féclaz, ces assises ont un âge Oligocène.

FORMATION 4 : LES COUCHES A PETITES NUMMULITES

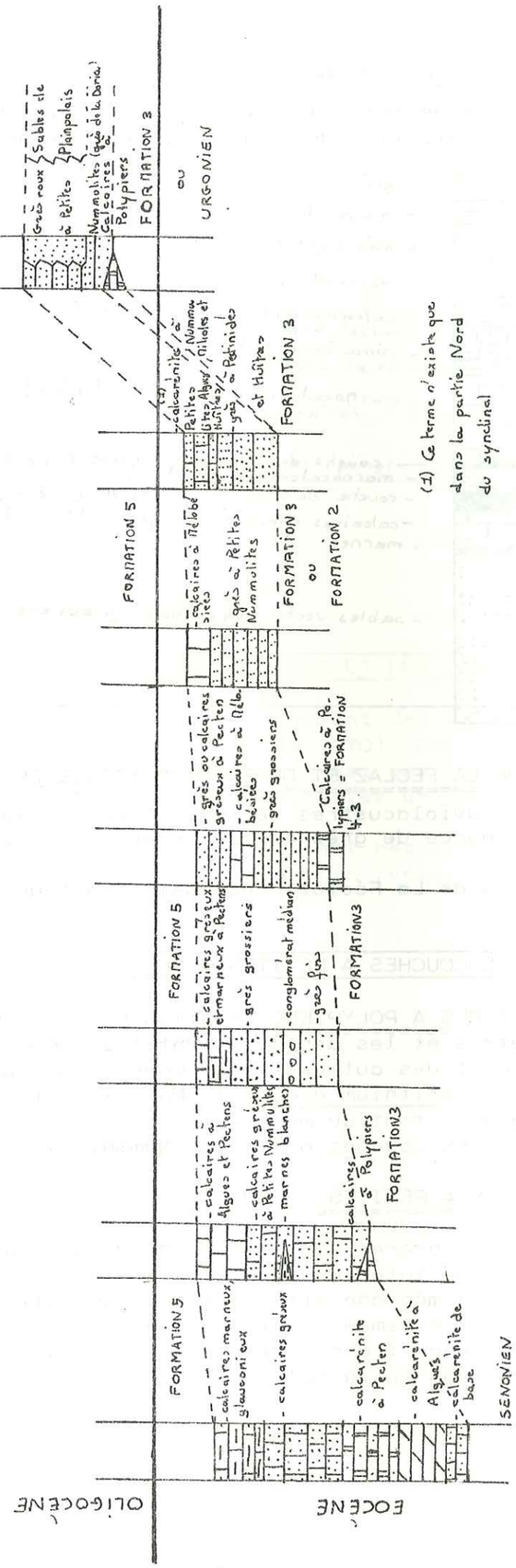
A - LES CALCAIRES A POLYPIERS constituent un terme de passage entre les couches saumâtres et les assises à Petites Nummulites. Ils sont attachés, pour la plupart des auteurs, aux "Couches des Diablerets" (marnes ou marnocalcaires à Cerithium diaboli). Mais il est possible que ces Calcaires à Polypiers, tout au moins à leur sommet, soient un équivalent latéral de la base des Couches à Petites Nummulites.

B - LES COUCHES A PETITES NUMMULITES ont un âge qui varie selon les régions :

- elles sont synchrones des Couches de Priabonia (biozone à N. fabiani) dans les plis les plus internes (Bellevaux).
- dans la partie médiane elles ont déjà des affinités oligocènes sans que l'on puisse dire nettement qu'il ne s'agit plus d'Eocène supérieur.
- Enfin l'Oligocène franc n'existe qu'aux Déserts et à La Féclaz.

(voir tableau page suivante).

COUPES STRATIGRAPHIQUES DE LA FORMATION 4



(1) Ce terme n'existe que dans la partie Nord du synclinal

FORMATION 5 : LA SERIE MARNO-SCHISTEUSE

On distingue de bas en haut :
- des marnes à foraminifères
- des schistes à Meletta proprement dits.

La base de cette série marno-schisteuse est encore priabonienne, le sommet est oligocène. Dans la région de La Féclaz, Les Déserts, cette Formation 5 appartient entièrement à l'Oligocène : un âge Sannoisien lui est attribué.

FORMATION 6 : LA SERIE GRESEUSE

A - LES GRES DES DESERTS -

Le sommet des Marnes à Meletta s'enrichit en bancs gréseux pour passer progressivement aux Grès des Déserts, glauconieux, à traces de Plantes et Nucules. Au sommet les Corbulomya abondent. Un âge stampien leur est attribué.

Ces grès affleurent aux Déserts, dans les synclinaux des Aillons, du Châtelard et d'Entrevernes. Ils manquent à la Montagne du Charbon-Trélod, soit qu'ils ne se soient jamais déposés, soit qu'ils aient été détruits par érosion.

B - LES GRES DE CONS -

Dans la région de la Dent de Cons, une série renversée se présente sous forme de successions uniformes de bancs gréseux et de schistes micacés Elle transgresse sur l'Hauterivien par l'intermédiaire d'un conglomérat de base dont les éléments pris au substratum sont variés : Hauterivien, Urgonien, Albien, Calcaires à Petites Nummulites.

FORMATION 7 : LA "MOLASSE ROUGE"

Les grès des Déserts passent progressivement à la "Molasse rouge". Le passage est bien visible à la sortie d'Aillon-le-Jeune, au Pont de la Verne. La "Molasse rouge" est formée d'une alternance de bancs de grès verts ou rouges, grossiers, mal consolidés et de couches d'argiles bariolées, rouges et vertes. Un âge aquitanien lui est attribué.

La "Molasse rouge" se rencontre dans les synclinaux des Aillons, de Saint-François-de-Sales et surtout dans celui de Leschaux.

CHAPITRE II

METHODES D'ETUDE AU LABORATOIRE

/ GRANULOMETRIE /

La technique employée dépend du degré d'induration du sédiment et de la taille des éléments.

. Pour les sédiments indurés, nous avons utilisé la méthode linéaire pour les conglomérats et le tamisage virtuel linéaire pour les grès.

. Pour les sédiments meubles, le tamisage classique sur tamis Afnor.

. La nomenclature utilisée relative aux matériaux détritiques, est celle de la Chambre Syndicale des Pétroles (1966) que nous avons légèrement modifiée :

- les rudites ($>$ 2mm) : . les blocs ($>$ 200mm)
  . les galets (de 20 à 200 mm)
  . les gravillons (de 2 à 20 mm)

La technique employée est la méthode linéaire.

- les arénites de 0,04 à 2 mm :
  . les sables (s. strict) de 0,2 à 2 mm
  . les sablons (microarénites) de 0,04 à 0,2mm

Les techniques utilisées sont le tamisage classique sur tamis Afnor et le tamisage virtuel linéaire.

- les lutites ($<$ 0,04mm) : . les poudres de 0,0002 à 0,4mm
  . les micrites ($<$ 0,002mm).

La technique utilisée est la densimétrie.

A - LES DIFFERENTES TECHNIQUES D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE (sur échantillon total) -

1 - Méthode linéaire
CAILLEUX (1947) p.91 - 114.

2 - Tamisage classique
Le principe est décrit dans tous les ouvrages de pétrographie sédimentaire et de sédimentologie.

- poids de l'échantillon : 200g
- préparation : - les échantillons sont trempés dans l'eau et triturés à la main.
  - pour les échantillons faiblement indurés : trempage au pétrole, puis au thiosulfate (10%). Cette préparation n'altère pas les grains du sédiment.
  - tamis utilisés : série Afnor
  - temps de tamisage : 10 minutes.

3 - Principe du "tamisage virtuel" linéaire
CAILLEUX et TRICART (1959) p. 134 - 138.

4 - Analyse granulométrique des sédiments fins par sédimentation

Le sédiment est d'abord tamisé jusqu'à 40 μ avec les tamis de la série Afnor. La fraction inférieure à 40 μ est utilisée pour la microgranulométrie.

Deux méthodes ont été employées :

- méthode densimétrique, pour la plupart des échantillons MERIAUX (1954)
- balance de sédimentation pour quelques échantillons.

La courbe totale d'un sédiment est composée de deux courbes élémentaires :

- une courbe obtenue à partir du tamisage avec les tamis de la série Afnor.

- une courbe obtenue à partir des résultats donnés par la méthode densimétrique ou la balance de sédimentation.

L'utilisation des deux méthodes granulométriques différentes entraine parfois un hiatus entre les deux courbes qui ne peuvent pas se raccorder parfaitement.

B - EXPRESSION DES RESULTATS -

1 - La courbe de fréquence simple (échelle semi-logatithmique) fournit les valeurs du mode principal et des modes secondaires.

2 - La courbe cumulative (échelle semi-logatithmique) permet de calculer les fractiles Q1, Q2 et Q3 (CAILLEUX et TRICART (1959) p.150)

A partir de ces fractiles nous avons calculé les paramètres suivants :

- sorting-index : $So = \sqrt{Q3/Q1}$
- Qd de Krumbein : $= (Q1.Q3)/2$
- Hétérométrie de Cailleux
- As/ymétrie : $S = (Q1.Q3)/(Q2)^2$

Discussion des notions de classement et de triage

Classement et triage se distinguent à partir des courbes cumulatives.

Le classement est donné par la pente de la courbe : plus elle est forte, plus le sédiment est bien classé et inversement.

Le triage est déterminé par la linéarité de la courbe : si c'est une droite, le sédiment est très bien trié, mais des inflexions traduisent un mélange, c'est-à-dire un mauvais triage.

L'interprétation sédimentologique de ces deux notions peut-être la suivante : le classement dépend de l'agent de dépôt final, alors que le triage dépend du nombre d'apports : Un sédiment bien classé, donc homométrique, caractérise un milieu de type marin, alors qu'un sédiment mal classé et hétérométrique a été engendré dans un milieu continental ou épicontinental. Un sédiment bien trié ou homométrique évoque une unité d'apports, alors que, dans le cas contraire, le mauvais triage est la marque d'une diversité d'apports.

3 - La courbe canonique de Rivière

RIVIERE (1952) p. 155 - 167

Nous avons remarqué que courbe canonique de RIVIERE et as-ymétrie évoluent dans le même sens ; à une a-symétrie positive correspond une courbe à faciès hyperbolique ; à une a-symétrie négative correspond une courbe à faciès parabolique.

/ MORPHOMETRIE ET MORPHOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ ET DES GALETS /

A - ETUDE MORPHOMETRIQUE DES GALETS -

CAILLEUX et TRICART (1959) p. 259 - 282

Nous avons utilisé :

- l'indice d'aplatissement : $A = \frac{L + 1}{2\,E} \times 1\,000$
- l'indice d'émoussé : $I = \frac{2r1}{L} \times 1\,000$
- l'indice de dissymétrie : $D = \frac{A\,C}{L} \times 1\,000$

Nous avons opéré sur des lots de 100 galets calcaires centrés autour de 5 cm de longueur : soit de 3,5 à 7,5cm.

B - ETUDE DES SABLES -

1 - Etude morphoscopique

Nous avons utilisé la méthode LIGUS (L.I.G.U.S. 1958 p. 43 - 54) complètée par PERRIAUX (1961) d'après les travaux de ALIMEN et BEUCHER (1960) p. 165 - 167.

On attribue à chaque grain une valeur d'usure (croissant de 0 à 10) d'après la charte pour l'estimation visuelle de la forme des grains :

- grains non usés irréguliers (valeur d'usure : 0)
- grains non usés triangulaires (valeur d'usure : 1)
- grains non usés polyédriques (valeur d'usure : 2)
- grains à coins arrondis (CA) (valeur d'usure : 3 et 4)
- grains arrondis (AR) (valeur d'usure 5 et 6)
- grains ovoïdes (OV) (valeur d'usure : 7,8 et 9)
- grains sphériques (Sph) (Valeur d'usure : 10)

Un indice d'usure a été calculé pour chaque échantillon à partir de la formule suivante :

$$Iu = \frac{\text{pourcentage des grains dont l'indice d'usure est supérieur à 5}}{\text{pourcentage des grains dont l'indice d'usure est égal ou inférieur à 5}}$$

Nous avons étudié 100 grains par échantillon répartis en 3 lots de 0,3 à 0,7mm, de 0,8 à 1,5mm et de 1,6 à 2 mm.

Les échantillons ont été préalablement lavés afin d'étudier l'aspect de surface et la forme des grains. Mais une partie de l'échantillon est gardée intacte pour l'étude des enduits ferrugineux et siliceux.

2 - Etude morphométrique

CAILLEUX et TRICART (1959) p.109 - 116

Indice d'émoussé de CAILLEUX : $I = \frac{2\,r}{L} \times 1\,000$

Nous opérons sur les mêmes lots que ceux employés pour la morphoscopie.

/ L'EXOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ /

Cette méthode est basée sur l'analyse de la surface des grains de quartz au microscope électronique à balayage.

A - PREPARATION DE L'ECHANTILLON -

L'échantillon est lavé à l'eau. Si le sable est calcaire, il est traité à Hcl (10%) à froid. Il est ensuite tamisé : on ne conserve que la fraction 0,20 à 0,63mm qui est séparée en deux lots :

- lot de 0,20 à 0,50mm
- lot de 0,50 à 0,63mm

On observe à la binoculaire chaque lot et on prélève dans chacun quelques grains parmi les plus représentatifs. Les grains de quartz sont fixés sur le porte-échantillon du microscope à l'aide d'un fragment de ruban adhésif double-face. On métallise ensuite l'échantillon : évaporation sous vide d'une couche métallique (or) sur l'objet, puis on observe les grains au microscope électronique à balayage.

B - TRACES OBSERVABLES SUR LES GRAINS DE QUARTZ -

- les traces d'actions mécaniques sont localisées sur les arêtes et les faces planes (sauf dépressions). Elles sont : soit en forme de croissant : acquises lors d'un brassage par l'eau, soit en forme de V;dues à des chocs au cours d'un transport éolien.

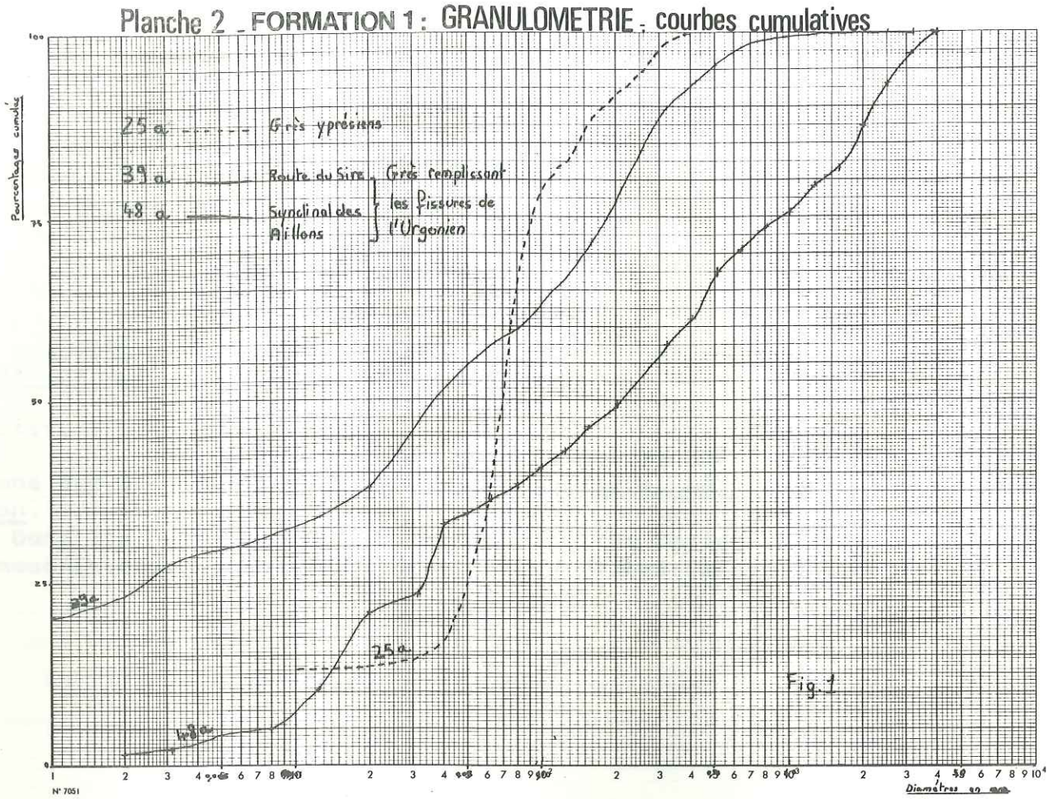
- les traces d'action chimique se produisent dans tous les milieux on distingue : - les traces de dissolution
- les traces de dépôts (mamelons, aiguilles).

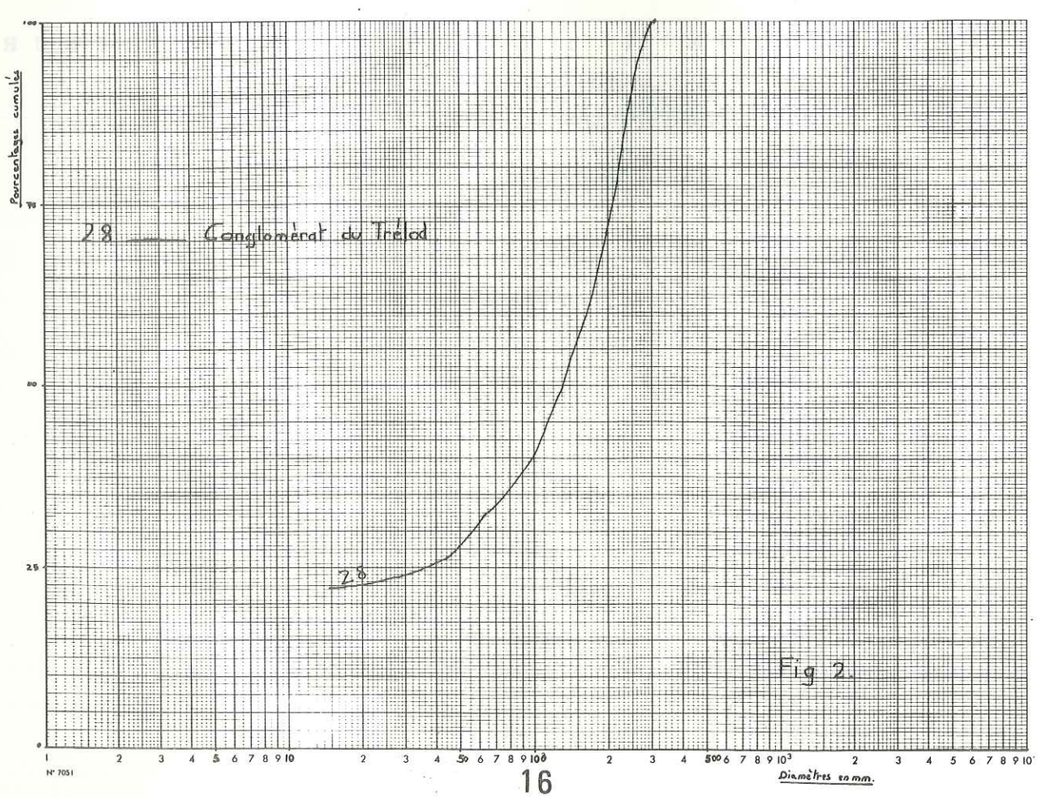
- l'observation de ces différentes traces permet de reconstituer l'histoire des grains à évolution complexe :
- les traces sur les arêtes représentent le dernier stade évolutif.
- les faces planes moins exposées aux chocs et aux dissolutions que le arêtes conservent les caractères hérités d'une précédente action.

Dans les dépressions, les caractères très anciens y sont conservés. Les nourrissages récents y laissent leurs traces (micromilieu confiné.).

CHAPITRE III

FORMATION 1 : L'EOCENE INFERIEUR





La Formation 1 se rencontre sous deux faciès tout à fait différents selon les régions :

. Sur le plateau de La Féclaz et dans les vallées du Noyer et des Aillons, des grès grossiers remplissent les fissures de l'Urgonien.

. A la Montagne du Charbon, ce sont : - les calcaires gréseux et les grès glauconieux de l'Yprésien.

- le conglomérat du Trélod.

LE REMPLISSAGE DES FISSURES DE L'URGONIEN

A - ETUDE GRANULOMETRIQUE - (planches 2 p16 et 3, fig.1 p18)

N° de l'échantillon	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qd φ	Hé	As-y-métrie	courbe canonique de RIVIERE
49a route du Sire La Féclaz	0,033	0,210	0,970	5,40	2,45	2,05	0,73	parabolique
39a vallée des Aillons	0,00 244	0,042	0,190	2,70	3,17	1,50	0,264	parabolique

1 - Le classement très mauvais caractérise un dépôt continental.

2 - Le triage est très mauvais (courbes de fréquence simple plurimodales). Ces grès sont donc des dépôts continentaux.

3 - L'as-ymétrie est négative. Il y a une mauvaise répartition du sédiment due à un remaniement après son dépôt.

4 - Les courbes canoniques de RIVIERE présentent un faciès parabolique caractéristique des sédiments peu évolués.

CONCLUSION de l'étude granulométrique : Ces grès sont des dépôts continentaux.

B - MORPHOSCOPIE ET MORPHOMETRIE DES GRAINS DE QUARTZ -

1 - Etude morphoscopique :

a - Etude de la fraction non lavée :

Les grains sont recouverts par un très mince enduit ferrugineux. Ces sables auraient donc subi une pédogénèse hydrolisante sous climat équatorial ou tropical.

Parfois ce pigment est abondant et constitue une sorte de ciment qui unit les grains entre eux, formant ainsi des agrégats ferrugineux. Ces derniers indiquent une pédogénèse intense sous climat tropical à saison sèche marquée.

b - Etude de la fraction propre :

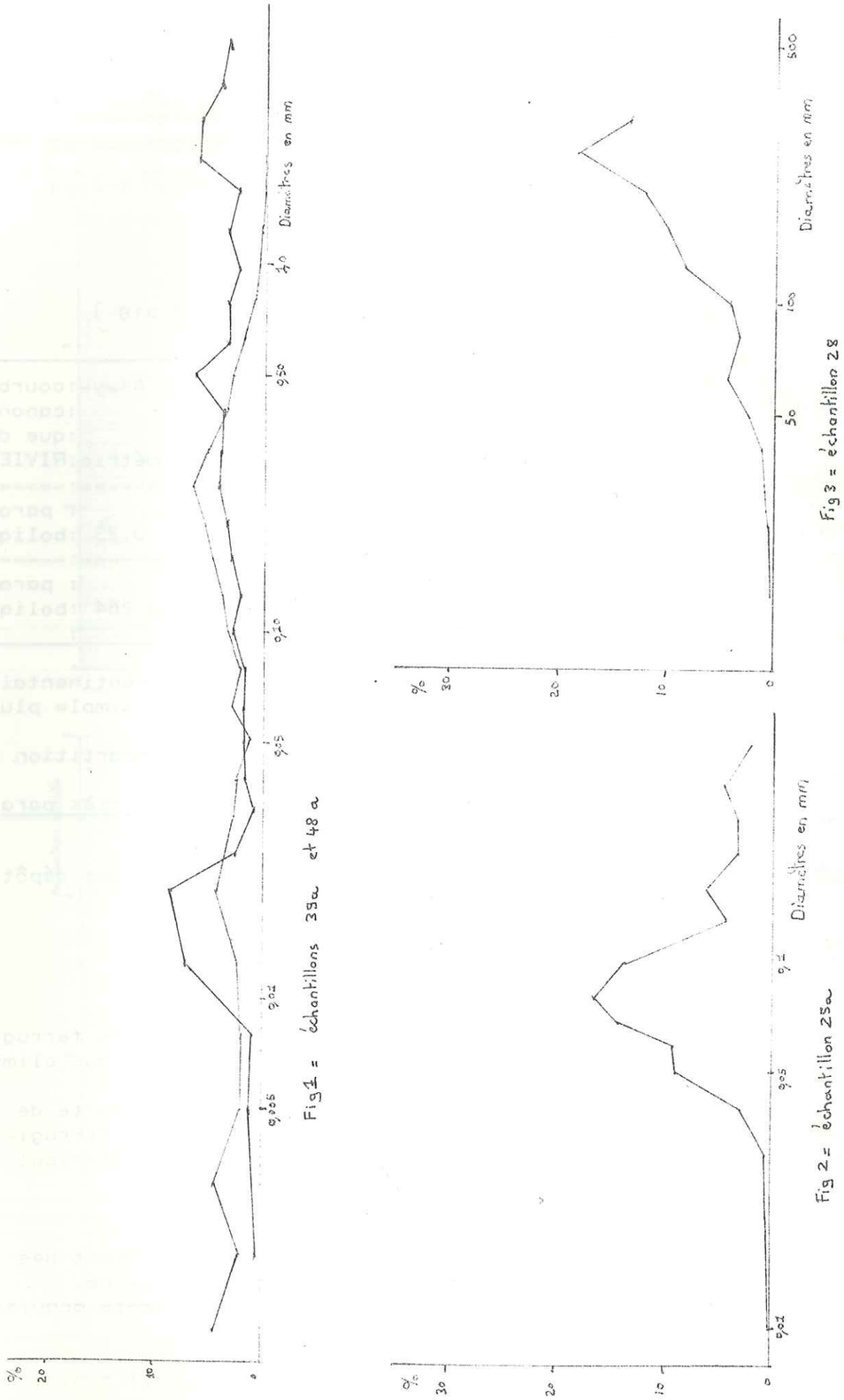
1/ Etude des aspects de surface

Les grains de quartz ont un aspect mat provenant des chocs dus au transport par le vent ce qui implique une saison sèche.

Quelques rares grains ont une surface luisante acquise lors du brassage par l'eau.

L'aspect picoté de certains grains dû à une corrosion climatique implique un climat altérant chaud et humide (tropical humide ou équatorial).

PLANCHE 3 : Formation 1 : Courbes granulométriques (fréquence simple)

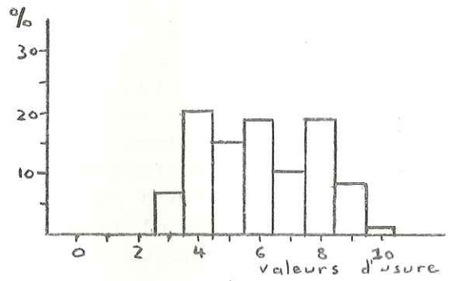


2/ Etude de la forme des grains

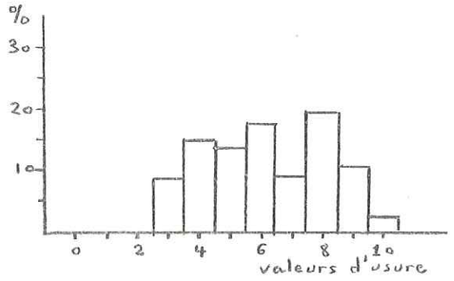
Numéro de l'échantillon	CA 4	AR 6	OV 8	Sph 10	Indices d'usure
49a	27	34	37	1	1,35
39a	24	32	40	3	1,42

Fig. 6 Histogrammes du degré d'usure des grains de quartz

éch 49a



éch. 39a



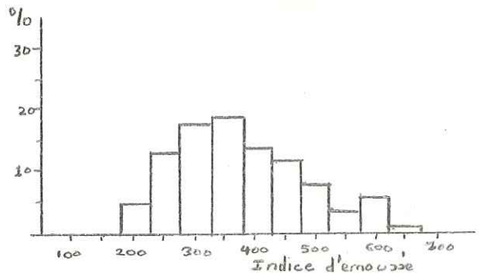
Les grains sphériques sont attribués au façonnement éolien. Le mélange de grains ovoïdes, arrondis et à coins arrondis évoque plutôt un dépôt fluviatile. Ces sables ont subi un façonnement éolien, puis ont été transportés en milieu fluviatile.

2 - Etude morphométrique

Numéro de l'échantillon	Médiane Indice d'émoussé	Mode Indice d'émoussé	%
49 a	352	350	19
39 a	394	350	18

Fig. 7 Histogrammes de l'indice d'émoussé des grains de quartz

éch. 49a



éch. 39a

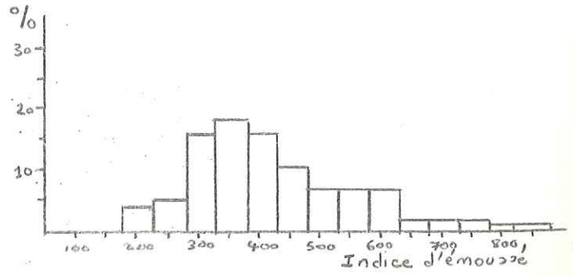


Planche 4 - Formation 1 : Morphométrie des galets

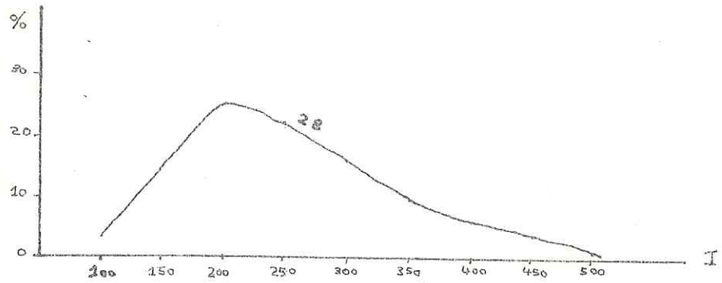


Fig 1 = Courbe de fréquences simples de l'indice d'émoussé des galets

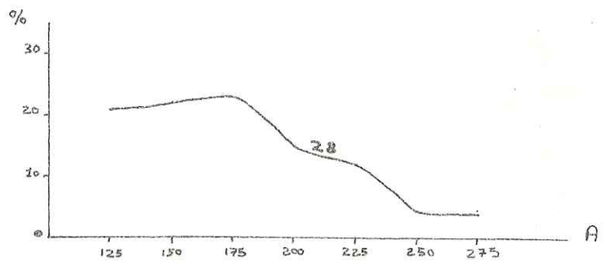


Fig 2 = Courbe de fréquences simples de l'indice d'aplatissement des galets

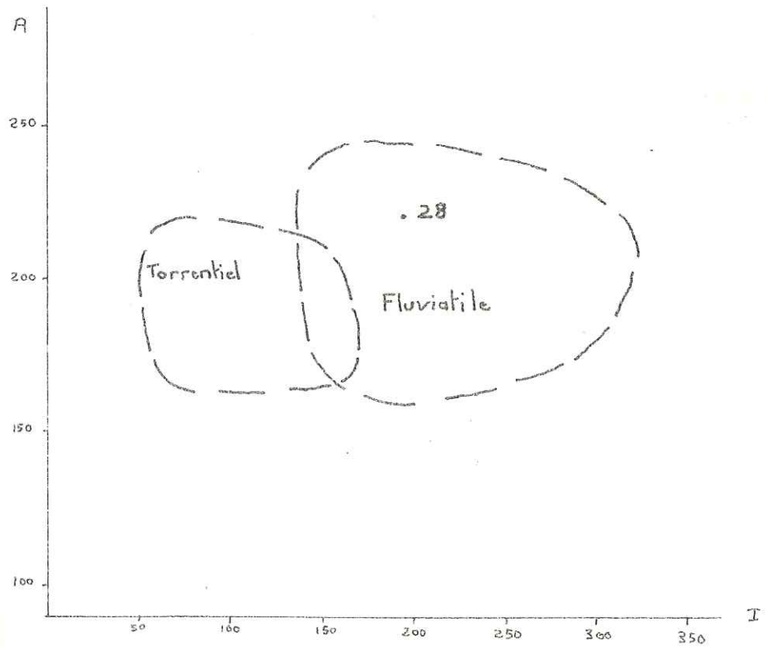


Fig 3 = Représentation conjuguée des indices d'émoussé et des indices d'aplatissement des galets

Les valeurs de l'indice d'émoussé sont caractéristiques d'une usure par le vent.

3 - Conclusion de l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz :

Ces sables ont subi une altération contemporaine des saisons humides et un façonnement éolien contemporain des saisons sèches d'un climat tropical humide, puis ont été façonnés par un cours d'eau de type fluviatile au cours de leur mise en place.

C - EXOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ -

Echantillon 49 a -

Certains grains ont leur surface recouverte d'une pellicule de silice amorphe (climat altérant) les traces de chocs en croissant à bords polis (brassage par l'eau) sont postérieures à la pellicule de silice. Les arêtes sont polies. D'autres grains possèdent des faces planes et des arêtes non émoussées (faible transport). Les traces de chocs en croissant sont peu nombreuses. Des cavités de dissolution contiennent des recristallisations de silice : immobilisation du grain et nourrissage dans la cavité.

L'échantillon 49a est formé d'un mélange de grains de quartz altérés ayant subi un transport fluviatile à haute énergie et déposé dans un milieu fluviatile de faible énergie et de grains de quartz pédologique peu transportés avant ou après l'altération.

D - PETROGRAPHIE -

- La composition de ces sables est la suivante :
. quartz (65%)
. plagio-clases (3%)
. Le ciment est calcaire (32%)
- Les minéraux argileux ont été étudiés à l'aide des rayons X : Le minéral prédominant est la kaolinite, indicateur de climat chaud et humide, ce qui ne contredit pas le climat tropical humide. La chlorite et les interstratifiés auxquels s'ajoute du quartz apparaissent, sous forme de traces.

E - CONCLUSION A L'ETUDE DU REMPLISSAGE DES FISSURES DE L'URGONIEN -

Ces sables sont des dépôts continentaux. Le matériel a subi une altération sous un climat hydrolysant de type tropical humide, puis un façonnement d'abord éolien, ensuite fluviatile. Ces dépôts sont comparables aux dépôts sidérolithiques de la région du Royans (Vercors).

LE CONGLOMERAT DU TRELOD

A - GRANULOMETRIE -

(planches 2 p 16 et 3 fig 3 p 18)

Numéro de l'éch.	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qd φ	Hé	As-y-métrie	courbe canonique de RIVIERE
28	250	63	35	131	210	2,45	1,30	0,42	0,42	parabolique

1 - Le classement médiocre caractérise un sédiment continental de type fluviatile.

2 - Le triage est mauvais (courbe bimodale), signe d'une pluralité d'apports ou d'une turbulence qui a remanié le sédiment peu après son dépôt.

3 - L'as-ymétrie négative indique la mauvaise répartition du classement. Un remaniement a donc eu lieu après dépôt.

4 - La courbe canonique de RIVIERE présente un faciès parabolique caractéristique des sédiments peu évolués.

- CONCLUSION de l'étude granulométrique : Ce conglomérat est un dépôt fluviatile peu évolué, remanié peu après son dépôt à partir, vraisemblablement d'une seule source d'apports.

B - MORPHOMETRIE DES GALETS -

(planche 4 p 20)

Indice d'émoussé			Indice d'aplatissement		
Médiane	⩽100 en %	⩾500 en %	rang 85	⩽150 en %	⩾250 en %
235	3	1	220	43	8

1 - L'indice d'émoussé :

La courbe de fréquence simple unimodale est caractéristique de l'homogénéité du matériau et par conséquent d'une unité dans sa provenance.

La valeur de l'indice d'émoussé caractérise un sédiment fluviatile homogène.

2 - L'indice d'aplatissement :

L'indice d'aplatissement est à 220. Le pourcentage de galets peu aplatis (indice inférieur ou égal à 150) est élevé : ces conglomérats ont subi un façonnement et un transport fluviatiles du type "cours d'eau à chenaux divagants".

Notre valeur de l'indice d'aplatissement est trop forte pour des cours d'eau torrentiels coulant sur la roche en place. Elle évoque plutôt des cours d'eau "matelassés" qui coulent sur des épandages déjà existants.

3 - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement (J. TRICART) :

Le point caractérisant notre conglomérat est situé dans la zone des usures fluviatiles.

CONCLUSION de l'étude morphométrique des galets : Les éléments de ce conglomérat ont été façonnés par des cours d'eau "matelassés" et divagants coulant sur des épandages déjà existants.

C - CONCLUSION A L'ETUDE DU CONGLOMERAT DU TRELOD -

Ce conglomérat façonné par des cours d'eau "matelassés et divagants est un dépôt fluviatile.

/ LES CALCAIRES ET LES GRES YPRESIENS /

L'Yprésien s'observe bien à la Montagne du Charbon-Trélod, non loin du passage du Charbonnet. Sur le Sénonien transgressent des calcaires plus ou moins gréseux passant au sommet à des grès très glauconieux. L'épaisseur de cette formation est réduite (2,40 mètres).

A - DESCRIPTION DES MICROFACIES -

1 - Echantillon 25 a

- Dans la matrice micritique, indice de dépôt en eau calme, des grains de quartz détritiques et de la glauconie authigène sont épars.

- La faune est constituée par de Grandes Nummulites et des Alvéolines.

2 - Echantillon 25 b

La matrice est microsparitique, indice d'un dépôt plus turbulent avec de nombreux grains de quartz détritiques et de glauconie authigène.

La faune est constituée par de Grandes Nummulites déterminées par J.MARTINI comme étant spécifiques de l'Yprésien, des Assilines, des Discocylines, des Textularidés et des Milioles

- CONCLUSION de l'étude des microfaciès : La présence de glauconie authigène indique que l'Yprésien est un sédiment marin de plateau continental de faible profondeur (zone infralittorale) fraîchement envahi par une mer plus ou moins agitée selon les endroits.

B - ETUDE GRANULOMETRIQUE DES GRES (éch. 25b)-
(planches 2 p16 et 3, fig2 p18)

mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qd φ	Hé	As-ymétrie	courbe canonique de RIVIERE
0,080	0,160 0,320	0,039	0,071	0,093	1,33	0,47	0,35	0,72	logarithmique

1 - Le bon classement est caractéristique d'un sédiment de plateforme continentale marine.

2 - Le triage est mauvais (courbe de fréquence simple plurimodale). Il a pu se produire soit des mélanges entre des apports provenant de courants différents, soit des turbulences qui ont remanié le sédiment peu après son dépôt.

3 - L'as-ymétrie négative montre la mauvaise répartition du classement due à un remaniement peu après dépôt.

4 - La courbe canonique de RIVIERE présente un faciès logarithmique caractéristique des sédiments évolués.

CONCLUSION de l'étude granulométrique des grès Yprésiens :

Ils se sont déposés sur une plateforme continentale marine soumise à des courants variés.

C - ETUDE DES CARBONATES -

L'échantillon 25a contient 97% de calcite et 3% de dolomite. L'échantillon 25b renferme 71,5% de calcite. Les calcaires et les grès Yprésiens pauvres en dolomite se sont déposés au large des côtes.

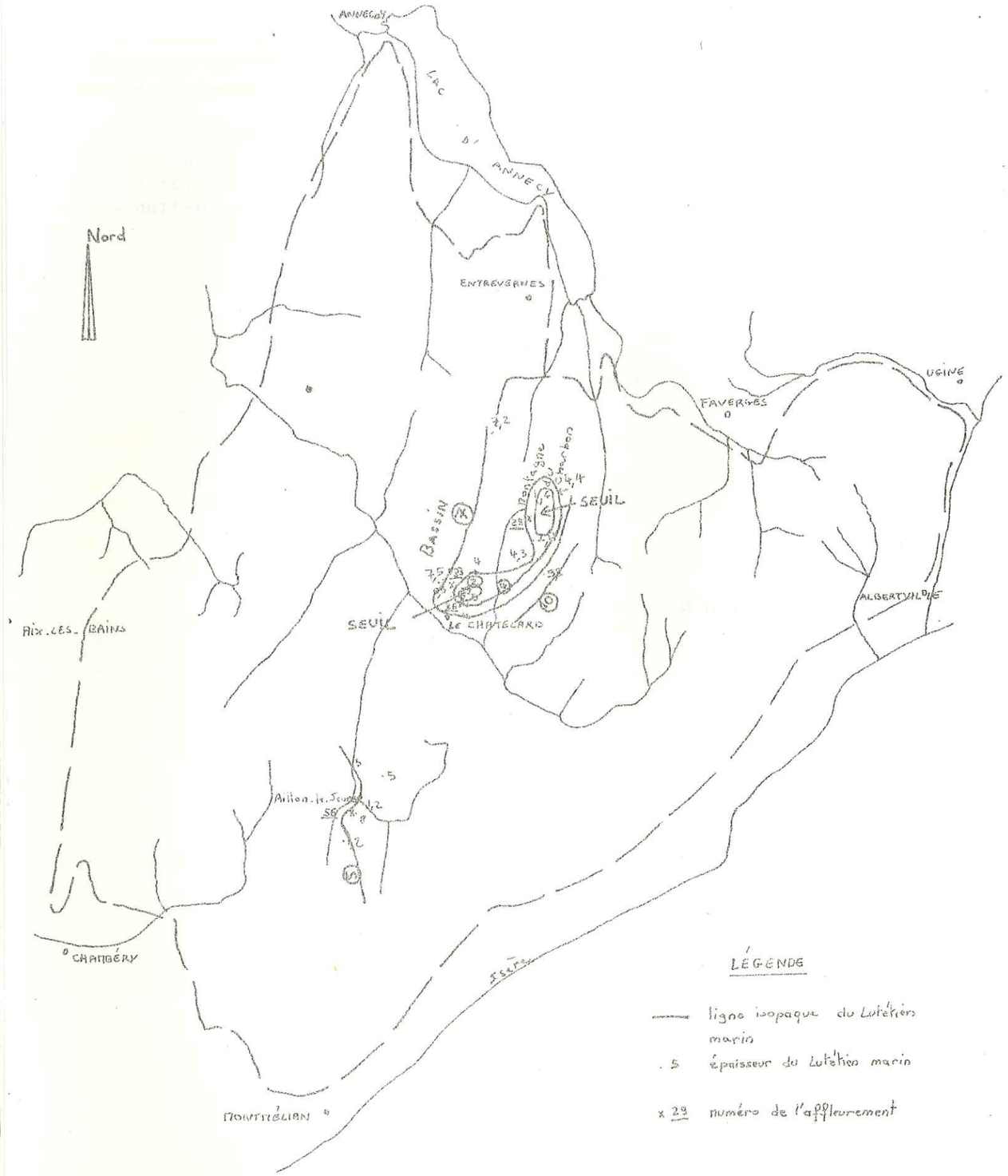
D - CONCLUSION A L'ETUDE DES CALCAIRES ET DES GRES YPRESIENS -

Les calcaires et les grès yprésiens sont des dépôts marins de plateau continental de faible profondeur fraîchement envahi par une mer plus ou moins agitée selon les endroits.

CHAPITRE IV

FORMATION 2 : L'EOCENE MOYEN

CARTE D'ISOPAQUES DU LUTÉTIEN MARIN PLANCHE 5



Il n'a pas été possible de donner un âge plus précis que Lutétien au sens large, car les Grandes Nummulites ne sont pas très caractéristiques.

Depuis BOUSSAC, on sait que le Lutétien n'affleure que dans la partie orientale des Bauges : synclinaux des Aillons, du Châtelard, d'Entrevernes et du Charbon-Trélod.

Il est composé d'un Lutétien marin surmonté d'un Lutétien supérieur lacustre : - le Lutétien marin comprend de bas en haut : . des grès ou des calcaires à Grandes Nummulites débutant par un conglomérat de base.
. des conglomérats bréchiques à Grandes Nummulites. Ces couches sont minces.
- Le Lutétien lacustre est formé indifféremment par des calcaires blancs rosâtres et verdâtres à pâte fine, des marno-calcaires et parfois des brèches.

LE LUTETIEN MARIN

Planche n°5 p 26

A - LES GRES ET CALCAIRES A GRANDES NUMMULITES -

Ces assises sont peu épaisses, parfois même réduites à quelques centimètres (Col de la Frasse, Entrevernes).

Ces grès et calcaires débutent par un conglomérat de base (10-20cm) qui renferment des silex verdis Yprésiens.

Dans le synclinal des Aillons, les bancs de grès et calcaires à Grandes Nummulites ont des surfaces ondulées dues à la présence de microcuvettes et caractéristiques d'un dépôt de plateforme épicontinentale.

- Etude des microfaciès

Echantillon 55b (Aillon-le-Jeune)
. La matrice est micritique
. Présence de quartz (15%) dont la taille moyenne est de 150µ.
. Les Grandes Nummulites abondent.
. Les Milioles sont rares.

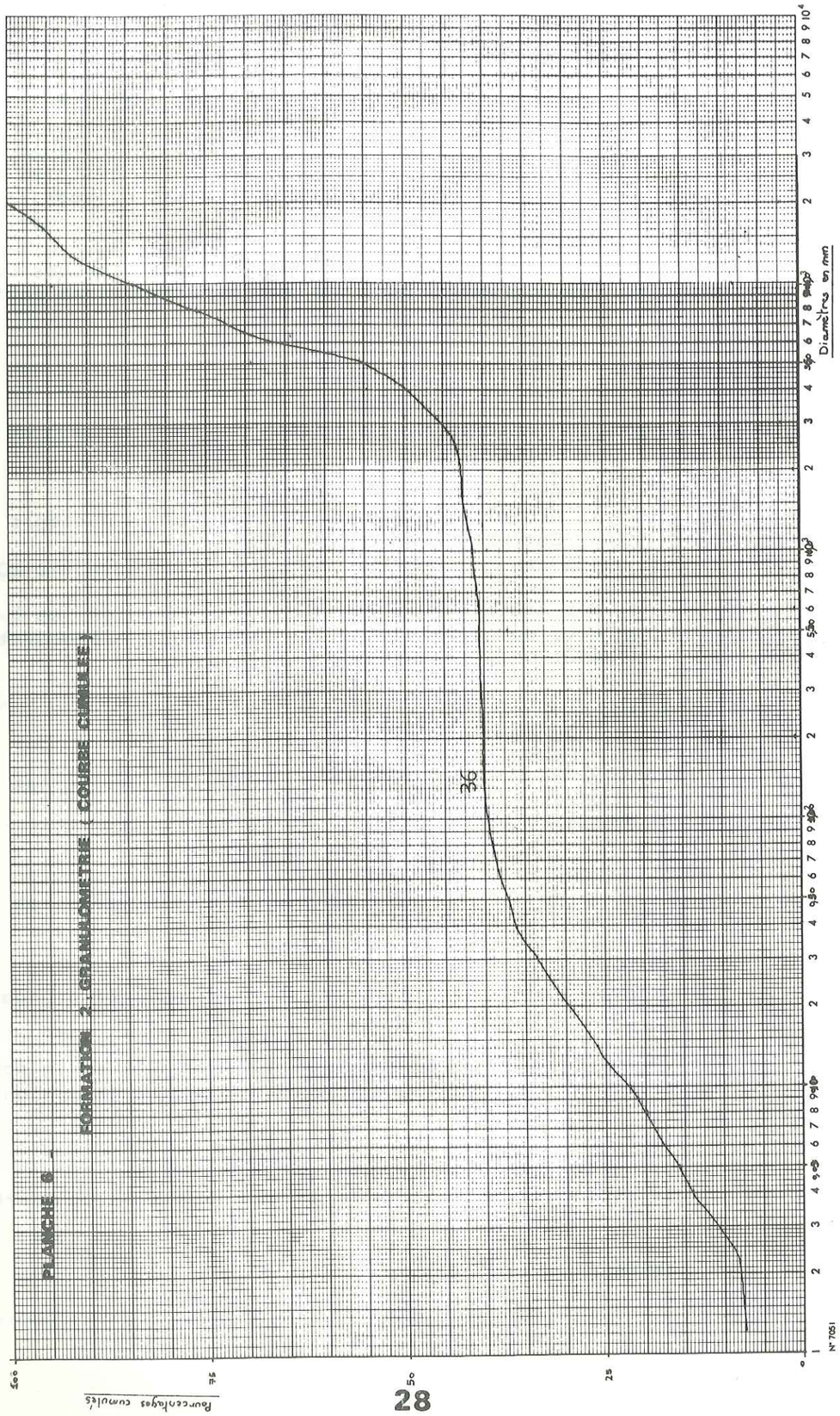
Echantillon 33b (glissement du Châtelard)
. La matrice est micritique
. Présence de quartz (12%) dont la taille moyenne est 150µ.
. Présence de fer oxydé.
. Les Algues sont assez abondantes.
. Les Bryozoaires abondent.
. Les Orbitoïdes et les Grandes Nummulites sont abondantes.
. Les Milioles sont rares.

- CONCLUSION de l'étude des microfaciès : Ces calcaires se sont déposés en milieu épicontinental circalittoral. Il n'y a pas de variation horizontale de faciès.

B - LES CONGLOMERATS BRECHIQUES A GRANDES NUMMULITES -

(épaisseur quelques centimètres à 5-6 mètres) (Montagne du Charbon Trélod, Le Châtelard, Entrevernes et Aillons).

1 - Granulométrie
(planche 6 p 28)
(méthode linéaire pour les éléments supérieurs à 5 mm, tamisage à l'eau pour les particules inférieures à 5mm). Les Viviands.



Numéro de l'affleurement	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qd φ	Hé	As-ymétrie
36	50	80 0,400 0,125	1,25	30	61	7	4,57	0,80	0,85

a - le très mauvais classement caractérise un dépôt continental de type torrentiel.

b - le triage est lui aussi très mauvais (courbe de fréquence simple plurimodale. Il y a donc soit plusieurs apports, soit une turbulence qui a remanié le sédiment après son dépôt.

c - l'as-ymétrie est négative - La mauvaise répartition du classement est due à une turbulence qui a remanié le sédiment peu après son dépôt.

- CONCLUSION de l'étude granulométrique : Ces conglomérats sont des épandages brutaux mal triés et mal classés de type torrentiel.

2 - Etude morphométrique
(planche 7 p 30)

Numéro de l'affleurement	Indice d'émoussé : médiane	Indice d'émoussé : ≤100 en %	Indice d'émoussé : ≥500 en %	Indice d'aplatissement : rang 85	Indice d'aplatissement : ≤150 en %	Indice d'aplatissement : ≥250 en %	Indice de dissymétrie (médiane)
36	134	37	0	218	38	7	
33 (glissement du Châtelard)	150	31	0	206	30	7	
29 (Trélod)	150	26	0	230	33	12	720

a - Indice d'émoussé

La courbe de fréquence simple unimodale caractérise l'homogénéité du matériau et par conséquent une unité dans sa provenance. Les indices d'émoussé de 134 et 150 dénotent un apport massif de galets d'origine locale et un transport de type fluviatile.

b - Indice d'aplatissement

Les valeurs de l'indice d'aplatissement oscillent entre 206 et 230. Le pourcentage de galets peu aplatis (indice inférieur ou égal à 150) est très fort. Ces chiffres indiquent un façonnement et un transport fluviatiles du type "cours d'eau à chenaux divagants". Nos valeurs de l'indice d'aplatissement sont trop fortes pour des cours d'eau torrentiels coulant sur la roche en place : elles évoquent plutôt des cours d'eau "matelassés" qui coulent sur des épandages déjà existants. Ceci est confirmé par l'aspect

PLANCHE N° 7 . Formation 2 : morphométrie des galets

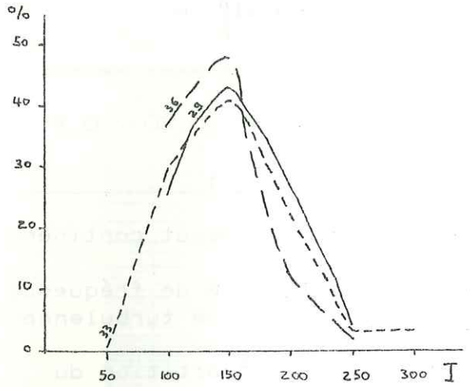


Fig 1 = Courbes de fréquences simples de l'indice d'émoussé des galets

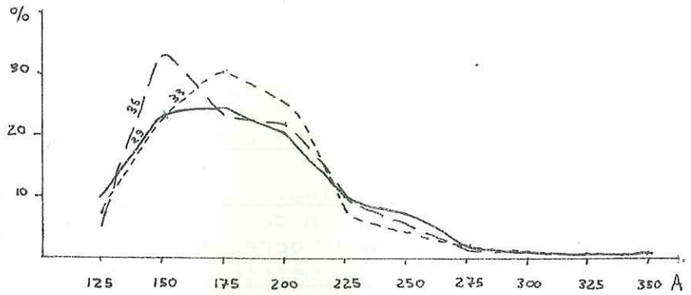


Fig 2 = Courbes de fréquences simples de l'indice d'aplatissement des galets

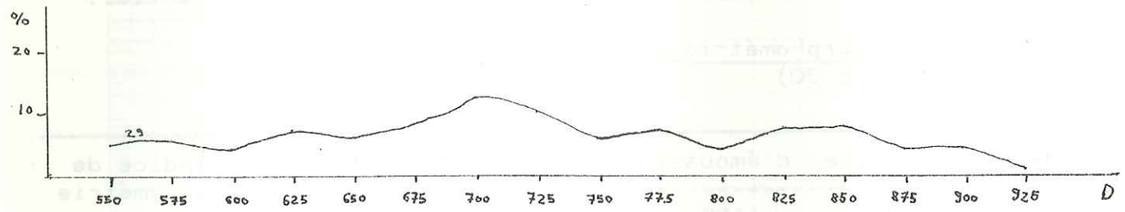


Fig 3 = Courbe de fréquences simples de l'indice de dissymétrie des galets

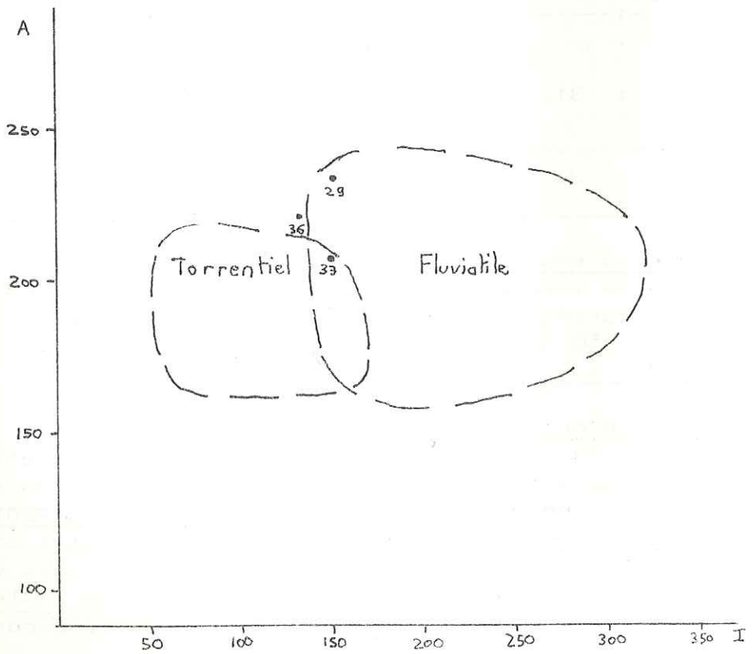


Fig 4 = Représentation conjuguée des indices d'émoussé et des indices d'aplatissement des galets

du conglomérat dont les galets sont noyés dans une forte quantité de sables (41%).

c - L'indice de dissymétrie indique une usure de type fluviatile.

d - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement (J. TRICART)

Les points caractérisant nos échantillons sont situés dans une zone intermédiaire entre les domaines torrentiel et fluviatile.

- CONCLUSION de l'étude morphométrique : Ces conglomérats ont été mis en place par des cours d'eau assez impétueux (3 à 4 m/sec.) et "matelassés" coulant sur des épandages déjà existants.

3 - Pétrographie

La matrice du conglomérat est formée d'un grès grossier (quartz : 23%, plagioclases : 22% et calcite 55%) à Alvéolines, donc ce conglomérat est marin. Les galets sont constitués d'un calcaire gréseux à grands Foraminifères.

4 - CONCLUSION de l'étude des conglomérats à Grandes Nummulites

Ces conglomérats ont été mis en place par des chenaux sous-marins divagants, parfois impétueux.

C - PALEOGEOGRAPHIE DU LUTETIEN MARIN -

La mer Lutétienne était peu profonde et balayée par des courants. La carte d'isopaques montre l'existence de seuils (Châtelard, Montagne du Charbon-Trélod) et de cuvettes entre les deux. Cette mer transgresse vers l'W mais ne semble pas atteindre les régions de La Féclaz et de Saint-François-de-Sales. Elle était parsemée d'îlots (Faverges, Rière-Bellevaux). La seule présence des témoins épargnés par l'érosion ne nous permet pas de préciser exactement son étendue.

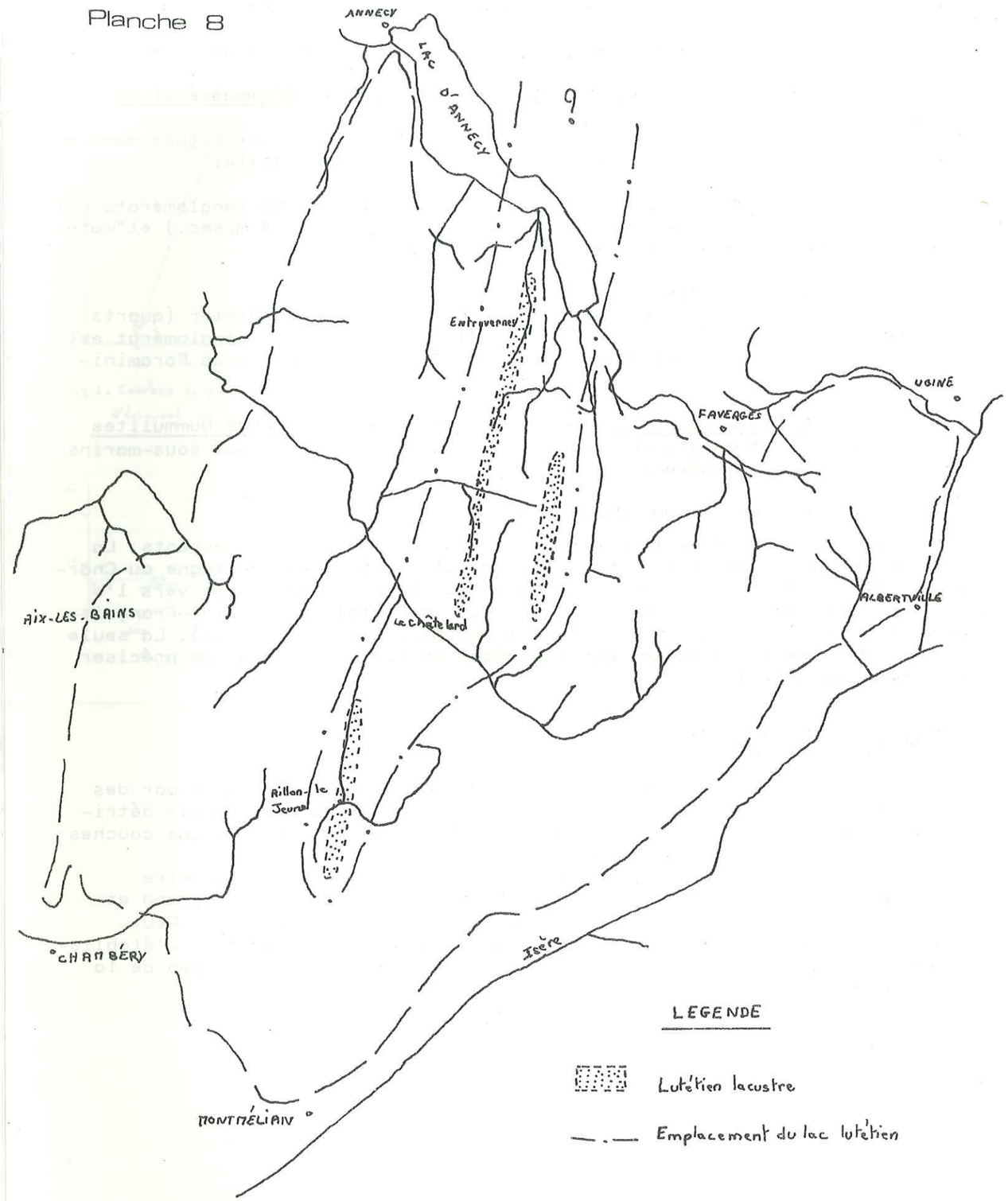
/ LE LUTETIEN LACUSTRE /

Le Lutétien lacustre est épais de 4 à 5 mètres. Il est formé par des marnes et des calcaires fins témoignant d'une faiblesse des apports détritiques. La présence de Limnées et de Planorbes indique bien que ces couches se sont déposées en milieu lacustre.

La grande similitude des différentes coupes du Lutétien lacustre des Bauges fait penser que ces dépôts se sont effectués dans un grand et unique lac qui recouvrait une partie des Bauges (planche 8 p 32). Peut-être se poursuivait-il au N à l'emplacement du massif des Bornes. L'établissement de cette nappe d'eau douce est due peut-être à la régression de la mer Lutétienne.

Le Lac Lutétien

Planche 8

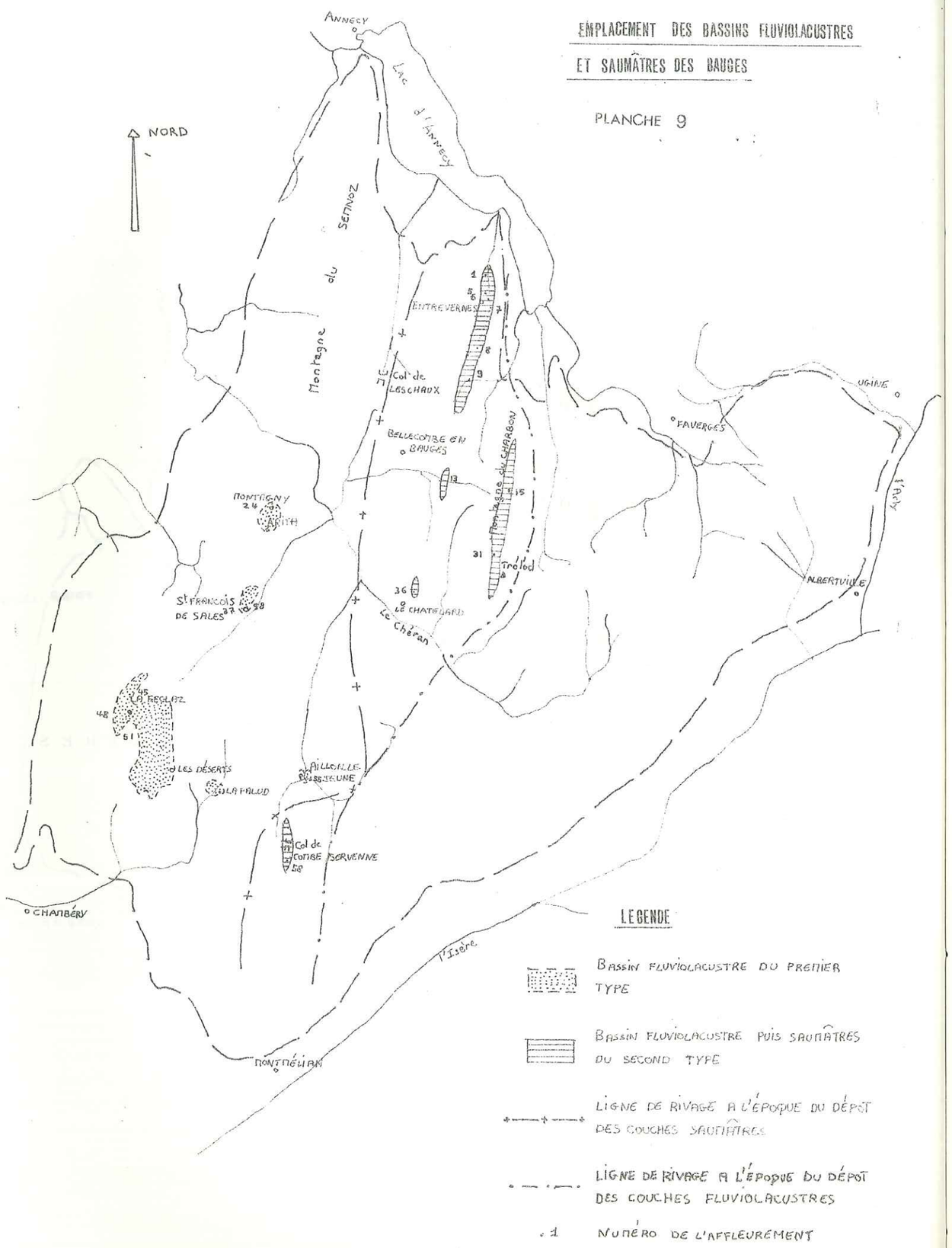


CHAPITRE V

FORMATION 3

LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES

ET LES COUCHES SAUMATRES



LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES

Ce faciès englobe des sédiments très variés : conglomérat, grès, calcaires lacustres, marnes et charbon.

On remarque de grandes variations de faciès d'un point à un autre qui semblent être dues au fait que le substratum des alentours immédiats a alimenté le bassin en éléments détritiques : par exemple là ou les marnes blanches sont bien développées, le soubassement est formé par le Sénonien (Montagne du Charbon). Pour les conglomérats, les galets appartiennent aussi au substratum immédiat et la fraction sableuse doit résulter pour une bonne part du remaniement de l'Albien. Une exception est à signaler dans la région de La Féclaz-Les Déserts, comme nous le verrons plus loin.

L'examen sur le terrain a permis de montrer que ces couches fluviolacustres se sont déposées dans des bassins que nous pouvons classer en deux types d'après leur relation avec les assises immédiatement sus-jacentes. (planche 9 p34)

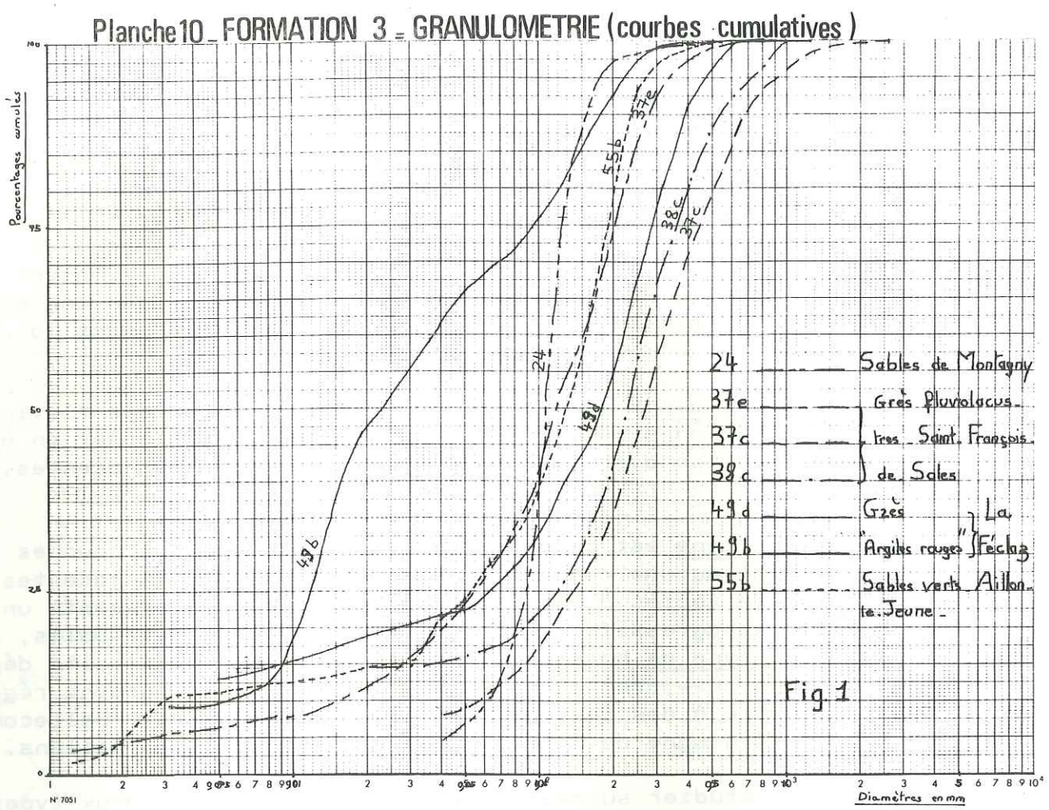
. Le premier type est à caractère indépendant où les couches fluviolacustres ne présentent aucune continuité avec les assises sus-jacentes. Elles sont recouvertes par le faciès à Petites Nummulites, lequel présente un caractère franchement transgressif : La Féclaz, Saint-François-de-Sales, Arith.

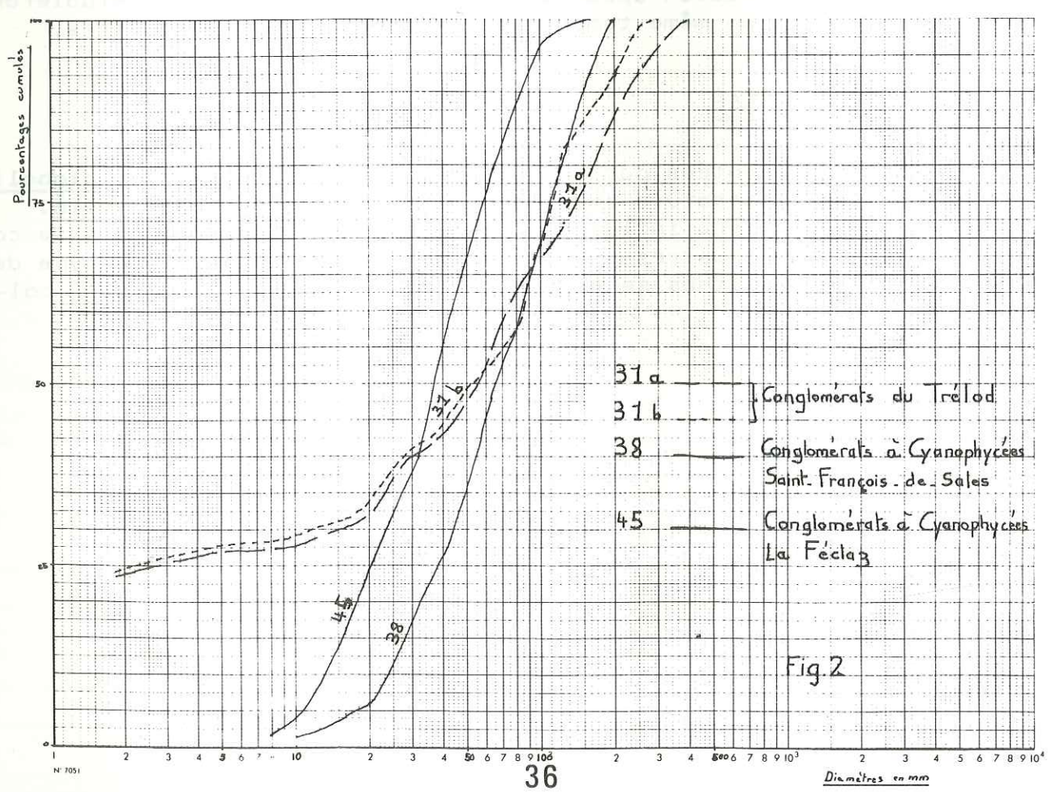
. Le second type de bassin est caractérisé par une étroite dépendance avec les couches sus-jacentes : les couches lacustres passent régulièrement et en concordance à des couches saumâtres : Entrevernes, Bellecombe-en-Bauges, Châtelard, Montagne du Charbon-Trélod, Synclinal des Aillons.

Nous allons étudier successivement et en détail les deux types de bassin. Dans le cas de bassin appartenant au deuxième type, nous étudierons les couches saumâtres en même temps que les couches fluviolacustres.

LES COUCHES SAUMÂTRES

Elles sont représentées par le faciès à Cérithes (Cerithium diaboli) bien connu dans la littérature sous le nom de couches des Diablerets. Elles marquent la première influence marine et n'existent que dans le cas où les couches fluviolacustres se sont déposées dans le deuxième type de bassin. Le faciès à Cérithes se rencontre sous des formes variées : calcaires, grès ou marnes.





/ LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES DU PLATEAU DE LA FECLAZ /

Les couches fluviolacustres de la région de La Féclaz appartiennent au premier type de bassin : bassin à caractère indépendant. Elles sont surmontées par les sables de Plainpalais, équivalents des couches à Petites Nummulites.

La meilleure coupe des couches "fluvio-lacustres" du plateau de La Féclaz s'observe le long de la route qui joint La Féclaz aux téleskis du Sire.

Au-dessous de l'Urgonien raviné par des fissures remplies de sables de l'Eocène inférieur, se sont déposées des "Argiles rouges" (10 mètres) puis une série détritique composée de conglomérats, de grès et de sables (11,5mètres). La coupe se termine par des conglomérats à Cyanophycées.

A - LES "ARGILES ROUGES "

(éch 49b)

1 - Etude granulométrique

(planches 10, fig.1, p 36et 11, fig 1, p38)

mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qd φ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
0,02	0,160	0,118	0,0235	0,095	2,85	1,55	080	2,03	hyperbolique

a - le classement médiocre à mauvais est caractéristique d'un sédiment continental de type fluviatile ou lacustre.

b - le triage est mauvais, l'hétérométrie forte (courbe de fréquence simple bimodale et étalée). Il s'est produit soit des mélanges entre des apports provenant des courants différents, soit une turbulence qui a remanié le sédiment après dépôt.

c - l'asymétrie est positive. Elle caractérise les dépôts tranquilles de fond de bassin.

d - la courbe canonique de RIVIERE présente un faciès hyperbolique caractéristique d'un dépôt de décantation.

CONCLUSION à l'étude granulométrique : Ces "Argiles rouges" résultent d'un dépôt de décantation dans un bassin lacustre à partir de provenances variées.

2 - Morphoscopie et morphométrie des grains de quartz des "Argiles rouges"

a - Etude morphoscopique :

1/ Etude de la fraction non lavée

La couleur rouge est due à la présence d'enduit ferrugineux provenant d'une pédogenèse hydrolysante sous climat équatorial ou tropical.

Parfois ce pigment est abondant et constitue alors une sorte de ciment qui unit les grains entre eux, formant ainsi des agrégats ferrugineux. Ces argiles ont donc subi une pédogenèse assez intense. Ces agrégats se rencontrent actuellement dans les sols rouges hydromorphes des zones deltaïques inondées par des crues saisonnières sous climat tropical à saisons alternantes sèche et humide.

PLANCHE 11 : Formation 3 : Courbes granulométriques (fréquences simples)

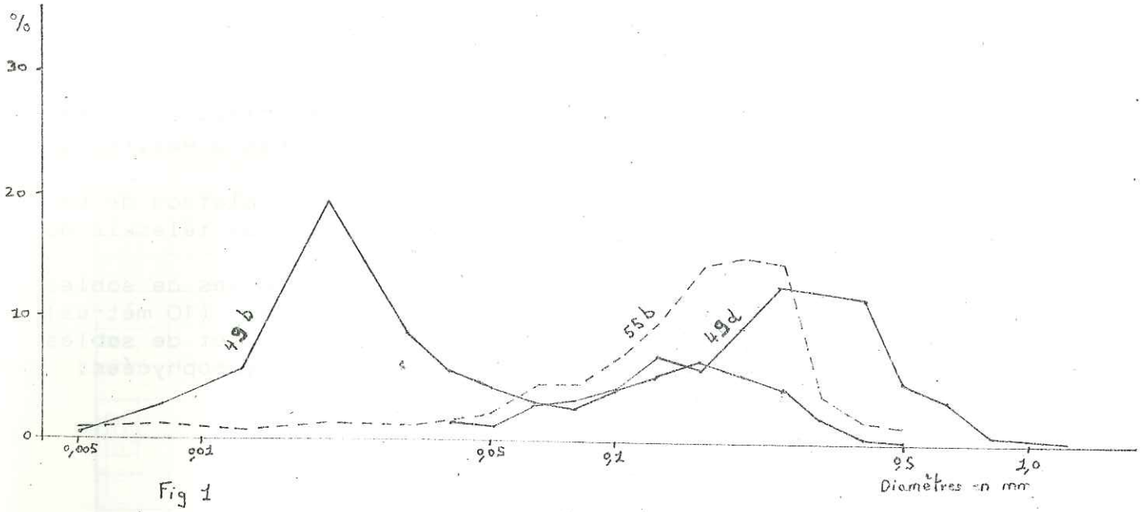


Fig 1

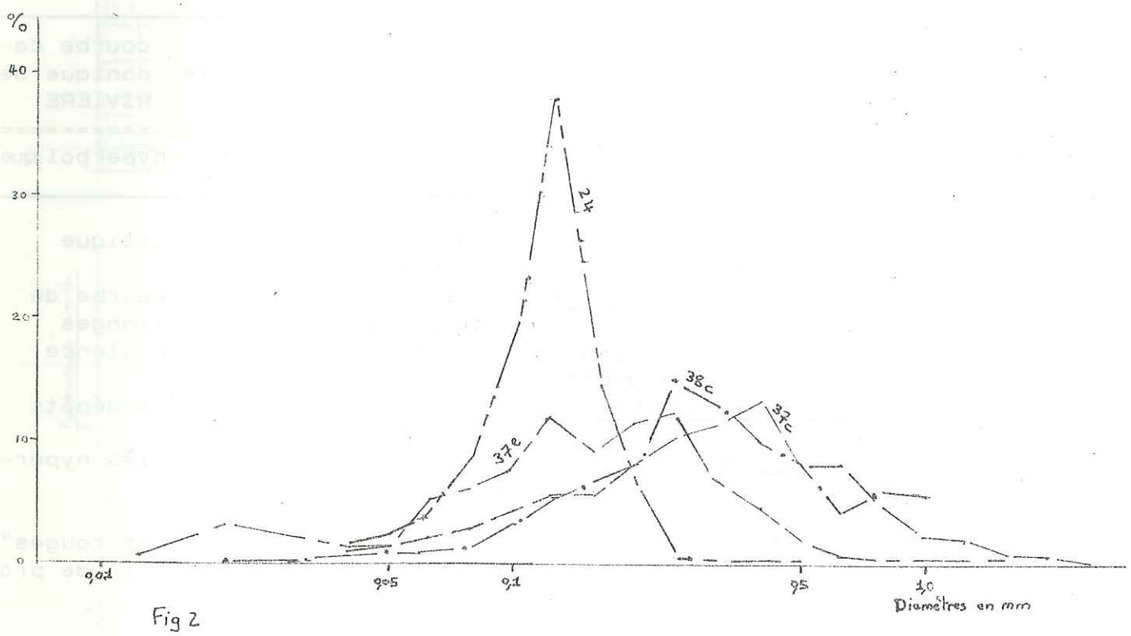


Fig 2

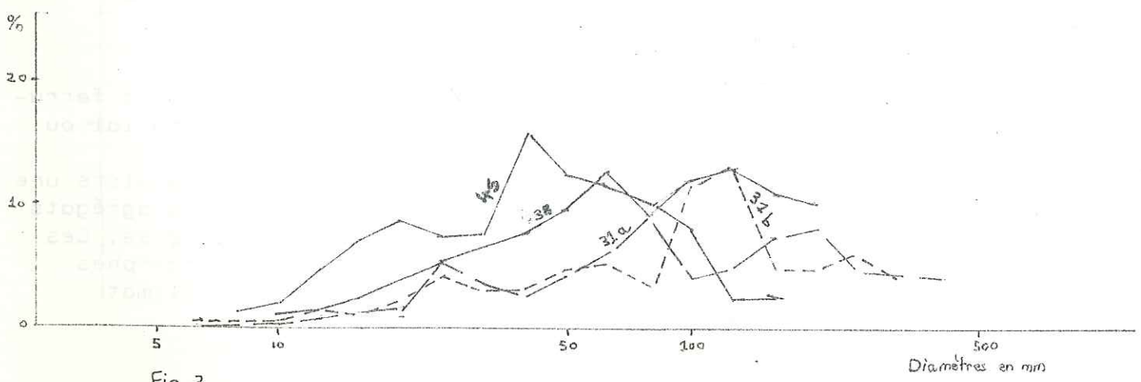


Fig 3

2/ Etude de la fraction propre

. Etude des aspects de surface

Les grains de quartz sont luisants. Ils ont donc été brassés par des courants d'eau.

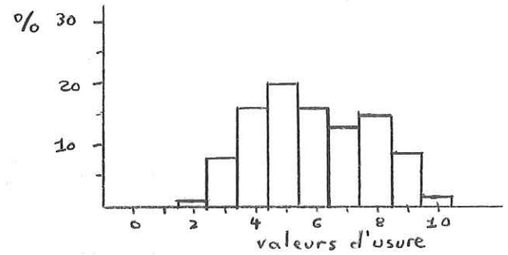
Quelques grains présentent un aspect mat dû à des chocs de transport éolien impliquant un climat comportant des périodes sèches (tropical sec ou humide).

Quelques autres grains ont un aspect picoté acquis par corrosion climatique sous climat altérant tropical humide ou équatorial.

. Etude de la forme des grains

Non usés polyédriques2	CA	AR	OV	Sph	Indice d'usure
1	21	36	37	2	1,22

Fig.8 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz

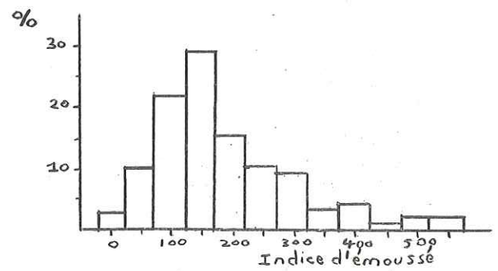


Le mélange des grains ovoïdes, arrondis, à coins arrondis indique que les grains de sable des "Argiles rouges" ont subi un mode de transport et un dépôt de type fluviatile, utilisant un matériel assez évolué au départ (ayant en outre subi une action éolienne).

b - Etude morphométrique

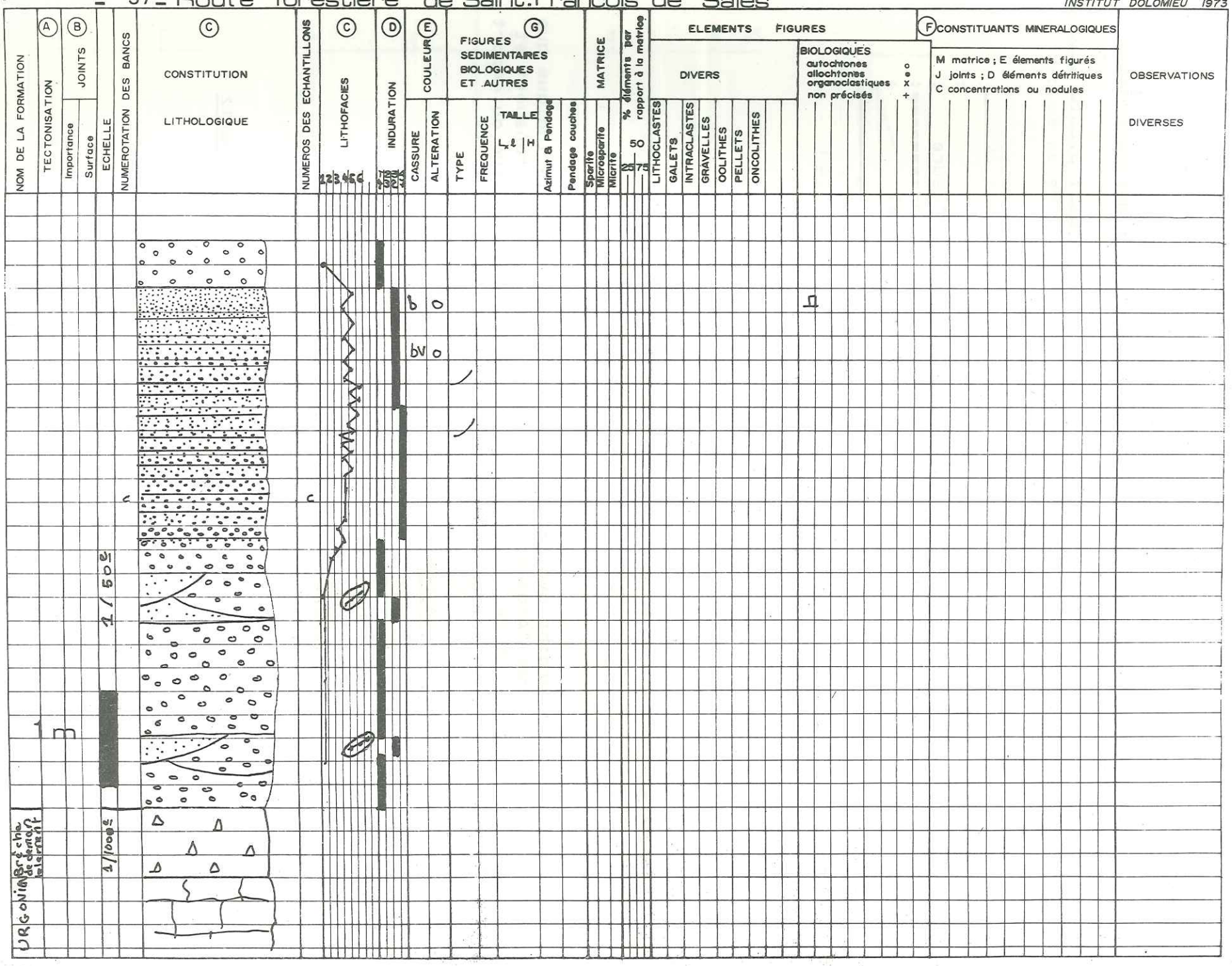
Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	Mode %
171	150	29

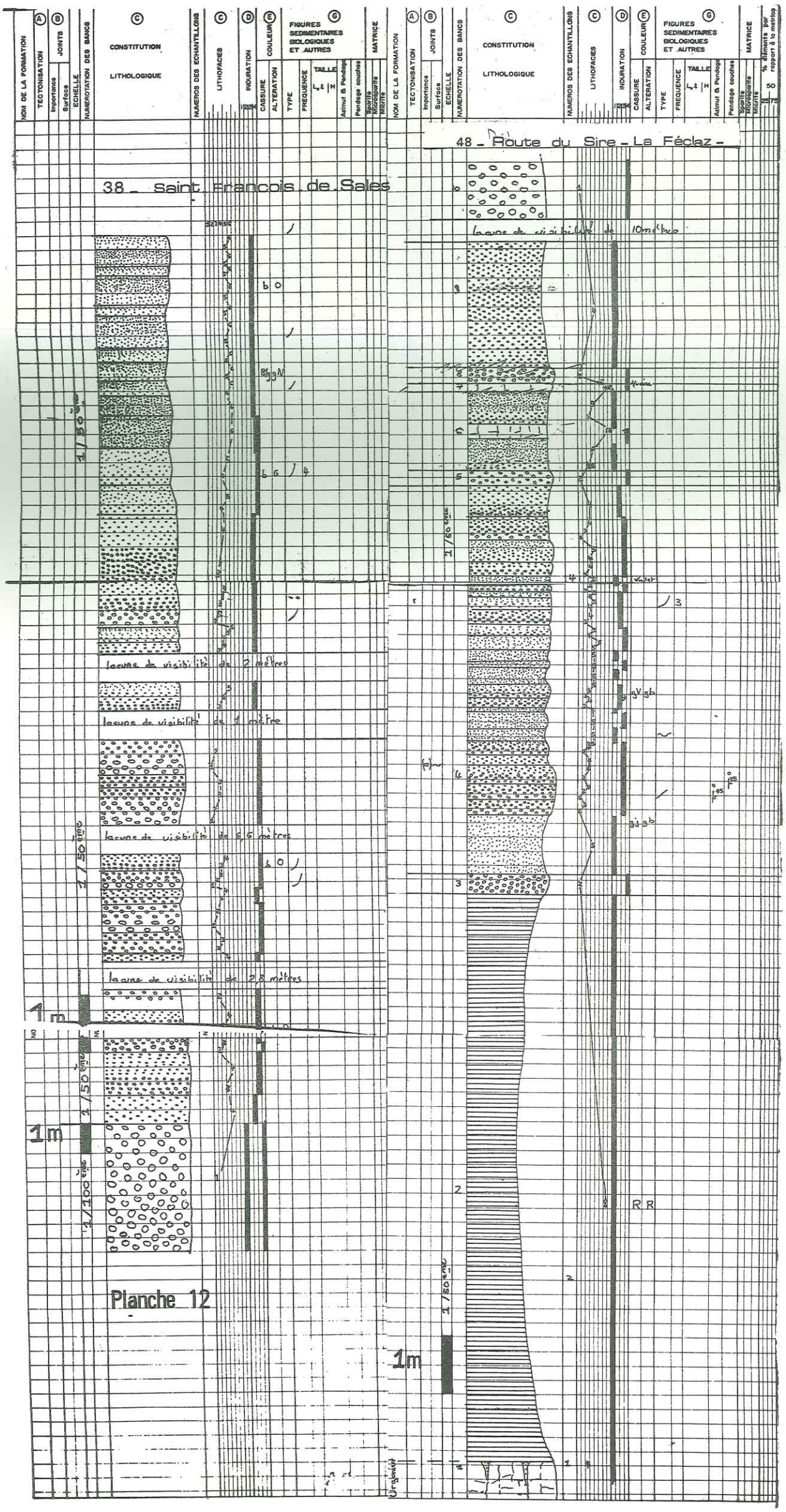
Fig. 9 Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quartz -



pl.12 — 37 — Route forestière de Saint.Francois de Sales

INSTITUT DOLOMIEU 1973




NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACIES
INDURATION
COULEUR
CASSURE
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
Sparite
Microsparite
Micrite
% éléments par rapport à la matrice
38 _ Saint Francois de Sales
48 _ Route du Sire _ La Féclaz _
lacune de visibilité de 2 mètres
lacune de visibilité de 1 mètre
lacune de visibilité de 2,6 mètres
lacune de visibilité de 2,8 mètres
lacune de visibilité de 10 mètres
1m
Planche 12

Ces valeurs assez élevées de l'indice d'émoussé dénotent un matériel assez évolué qui correspond à une usure sur plage lacustre.

c - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des "Argiles rouges".

Les grains de sable "des Argiles rouges" ont subi une altération contemporaine de saisons humides et un façonnement éolien contemporain des saisons sèches d'un climat tropical humide, puis ont été façonnés par un courant d'eau de type fluviatile au cours de leur mise en place.

3 - Exoscopie des grains de quartz
Echantillon 49b

Certaines surfaces des grains sont recouvertes d'une pellicule de silice amorphe (climat altérant). Les traces de chocs en croissant (brassage par l'eau) sont postérieures à la pellicule de silice. D'autres grains ont des arêtes assez vives (grains peu évolués) les traces de chocs en croissant sont rares.

L'échantillon 49b renferme donc des quartz altérés, transportés en milieu fluviatile de moyenne énergie et des quartz peu évolués et peu transportés par un agent fluviatile.

4 - Pétrographie des "Argiles rouges".

Les grains supérieurs à 40 microns de ces "Argiles rouges" sont constitués par : - du quartz en majorité,
- de rares feldspaths potassiques et plagioclases (1% environ chacun), indice d'un climat hydrolysant.

Ces argiles sont légèrement calcaires (17%).

Les minéraux argileux dans l'ordre de proportion décroissante sont: la kaolinite : (le climat tropical humide suggéré ci-dessus est compatible avec ce résultat pétrographique), l'illite, les interstratifiés chlorite-illite et montmorillonite-chlorite : la montmorillonite est un indicateur de milieu confiné donc lacustre, il s'y ajoute du quartz.

5 - CONCLUSION de l'étude des "Argiles rouges"

Ces "Argiles rouges" proviennent de l'altération de roches préexistantes sous unclimat tropical humide ; les éléments parfois éolisés provenant de cette altération ont été transportés, donc façonnés par des courants fluviatiles, puis déposés dans un lac d'étendue restreinte, puisque les "Argiles rouges" ne se retrouvent qu'à La Féclaz sur les pistes de ski et au lieudit "d'En Glaise".

B - LA SERIE DETRITIQUE -

1 - Etude stratonomique
(planche 12 p40)

- la rythmicité est nette sur les courbes de lithofaciès. Ces rythmes débutent par des sédiments grossiers (conglomérats fins ou grès grossiers), se poursuivent par des grès moyens puis fins qui passent parfois à de véritables calcaires.
- l'épaisseur des bancs détritiques est d'environ 30 à 40cm
- les surfaces inférieures des bancs d'arénites ne sont pas visibles.
- Nous observons un granoclassement net dans les bancs : éléments grossiers à la base, fins au sommet : la sédimentation est donc rythmique.

2 - Le litage

Un litage a été observé dans certains bancs de grès. Il nous permet

de définir le sens et la direction du courant : c'est un courant d'W vers l'E qui a déposé ces sédiments.

3 - Etude granulométrique (éch 49d) (planches 10 fig 1 p36 et 11 fig 1,p38)

Mode principal en mm	Mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
0,25	0,125	0,062	0,18	0,292	2,17	1,12	0,68	0,56	parabolique

a - Le classement, très médiocre à mauvais, caractérise un sédiment continental de type fluviatile.

b - Le triage est mauvais (courbe de fréquence simple bimodale et étalée). Il a donc pu se produire soit des mélanges entre des apports provenant de courants différents, soit une turbulence qui a remanié le sédiment peu après dépôt.

c - L'asymétrie est négative. Il y a une mauvaise répartition du classement, due à un assez fort remaniement après dépôt.

d - la courbe canonique de RIVIERE présente un faciès parabolique qui caractérise les sédiments peu évolués.

- CONCLUSION de l'étude granulométrique des grès des couches fluviolacustres de La Féclaz - Ils sont continentaux de type fluviatile, remaniés peu après leur dépôt.

4 - Morphoscopie et morphométrie des grains de quartz - (éch 49d)

a - Etude morphoscopique

1/ Etude de la fraction non lavée

Certains grains sont recouverts par un très mince enduit ferrugineux. Ces sables auraient subi une pédogenèse hydrolysante sous climat équatorial ou tropical.

2/ Etude de la fraction propre

Etude des aspects de surface

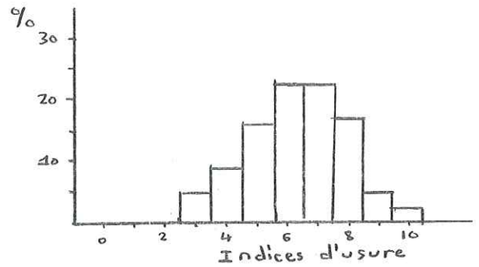
. La plupart des grains ont un aspect de surface luisant, acquis au cours de brassages par l'eau.

. Une très faible proportion présente des cupules de chocs dues au transport par le vent, ce qui implique un climat comportant une saison sèche.

Etude de la forme des grains

CA	AR	OV	Sph	Indice d'usure
4	6	8	10	
14	39	45	2	4,29

Fig. 10 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz

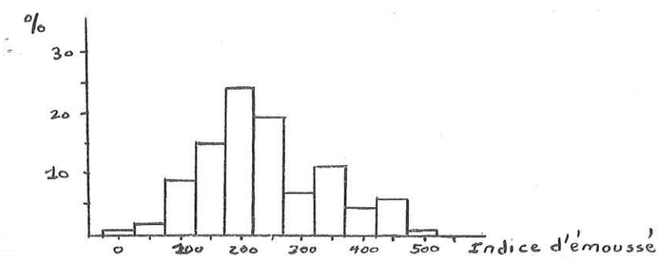


Le mélange de grains ovoïdes, arrondis et à coins arrondis associés à quelques rares grains sphériques indique que ces grès proviennent d'un transport et d'un dépôt fluviatiles qui a repris des éléments éolisés.

b - Etude morphométrique

Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	Mode %
221	200	24

Fig. 11 Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quartz.



L'indice d'émoussé est caractéristique d'une usure marine. Comme tous les autres indices penchent pour l'origine fluviatile de ces grès, cette valeur élevée peut s'expliquer par la présence d'éléments éoliens remaniés.

c - CONCLUSION de l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz.

La province de départ avait un climat hydrolysant de type tropical humide. Puis ces grès ont subi un transport de type fluviatile qui a repris des éléments déjà éolisés.

5 - Pétrographie

Ces grès ont un ciment légèrement calcaire (20%). Les feldspaths sont plus abondants que dans les "Argiles rouges" : feldspaths potassiques : 4,8% et plagioclases : 14,4% ce qui implique un épandage plus rapide ou un climat plus sec. Cette dernière hypothèse étant en contradiction avec les arguments précédents, on penchera en faveur d'un épandage rapide. Le quartz reste l'élément prédominant.

Les minéraux argileux, dans l'ordre de proportion décroissante sont la kaolinite, indicateur de climat hydrolysant, la montmorillonite, indice de milieu mal drainé, l'illite, les interstratifiés illite-montmorillonite et montmorillonite-chlorite, auxquels s'ajoute du quartz.

6 - CONCLUSION de l'étude de la "série détritique" : les grès des couches fluviolacustres de La Féclaz sont des dépôts continentaux de type fluviatile. Le climat était tropical humide mais un épandage rapide en atténuait les effets.

C - LES CONGLOMERATS A CYANOPHYCEES -

Les conglomérats à Cyanophycées se rencontrent sur tout le plateau de La Féclaz. Ils peuvent, soit transgresser directement sur l'Urgonien (par exemple à côté de Raget, le Sapey...), soit se superposer aux couches fluviolacustres inférieures (par exemple : le long de la route du Sire).

Les galets sont d'origine locale : les galets urgoniens prédominent très nettement, accompagnés par quelques silex provenant du Sénonien et de rares galets de calcaires Sénoniens. La matrice est calcaire.

De nombreuses Cyanophycées, algues encroûtantes sont observées en concrétions enrobant les galets crétacés. La littérature nous enseigne que : des Cyanophycées peuvent se rencontrer en milieu marin mais qu'un abondant développement implique un milieu dulçaquicole (fluviatile ou lacustre.).

1 - Etude granulométrique (méthode linéaire) des conglomérats

(planches 10, fig.2, p36 et 11, fig 3, p38)

Numéro de l'affleurement	Mode principal en mm	Mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qdφ	Hé	As-ymétrie	courbe canonique de RIVIERE
45 Le Sapey	40	20	20,2	38,8	59	1,71	0,77	0,55	0,79	un peu parabolique

a - le classement médiocre caractérise un sédiment continental de type fluviatile.

b - le triage est mauvais (courbe de fréquence simple bimodale et étalée). Il s'est donc produit des mélanges entre des apports provenant de courants différents ou une turbulence a remanié le sédiment peu après dépôt.

c - l'asymétrie est fortement négative. Il y a donc une mauvaise répartition du classement, due à un remaniement peu après dépôt.

d - la courbe canonique de RIVIERE présente un faciès légèrement parabolique. Ce sédiment est donc assez évolué.

- CONCLUSION de l'étude granulométrique des "Conglomérats à Cyanophycées" : Ils ont été déposés en milieu fluviatile et remaniés au cours du dépôt.

2 - Etude morphométrique des galets

(planche 13, p 46)

Indice d'émoussé			Indice d'aplatissement			Indice de dissymétrie (médiane)
Médiane	≤100 en %	≥500 en %	Rang 85	≤150 en %	≥250 en %	
170	26	0	270	20	31	730

a - l'indice d'émoussé

La courbe de fréquence simple unimodale est caractéristique de l'homogénéité du matériau et par conséquent d'une unité dans sa provenance.

L'indice d'émoussé dénote un apport massif de galets d'origine locale et une usure, donc un transport de type fluviatile.

b - l'indice d'aplatissement et le pourcentage de galets aplatis (indice supérieur ou égal à 250) élevé caractérisent un façonnement et un transport de type fluviatile évolué.

c - l'indice de dissymétrie indique une usure de type fluviatile.

d - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement (méthode préconisée par J. TRICART)

Notre échantillon est situé dans la zone caractérisant les usures fluviatiles.

- CONCLUSION de l'étude morphométrique : les galets de ce conglomérat à Cyanophycées ont subi un transport et une usure de type fluviatile évolué.

3 - CONCLUSION de l'étude des Conglomérats à Cyanophycées

Ces conglomérats sont des dépôts continentaux de type fluviatile, assez évolués.

D - CONCLUSION ET ESSAI DE RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE des couches fluviolacustres du plateau de La Féclaz - Les Déserts -

L'émersion générale de la zone externe alpine à l'Eocène inférieur a entrainé une arasion qui a atteint l'Urgonien, sur le plateau de La Féclaz ; les parties basses de cette surface sont alors occupées par des lacs ou des zones d'épandage alluvionnaire qui reçoivent des matériaux façonnés et mis en place par des courants d'eau ou par des vents selon la saison humide ou sèche du climat tropical humide qui règnait sur cette région.

Les différentes études pratiquées sur ces assises nous ont en effet permis de confirmer qu'elles sont fluviolacustres, comme J. MARTINI les avait appelées.

Le matériel est d'origine locale, mais une exception est à signaler dans la région du Mont Penay et d'En Glaise (au S de La Féclaz) où l'on rencontre d'abondants et volumineux galets de quartz. Ce caractère exotique a été mis en évidence par J. MARTINI à l'aide des minéraux lourds : on remarque une certaine abondance de grenats (jusqu'à 25%) ce qui ne s'observe pas dans les couches fluviolacustres voisines, où le grenat ne dépasse guère 1% ; J. MARTINI émet l'hypothèse d'un fleuve ayant coulé dans la région des Déserts et

Planche 13 : Formation 3 _ morphométrie des galets

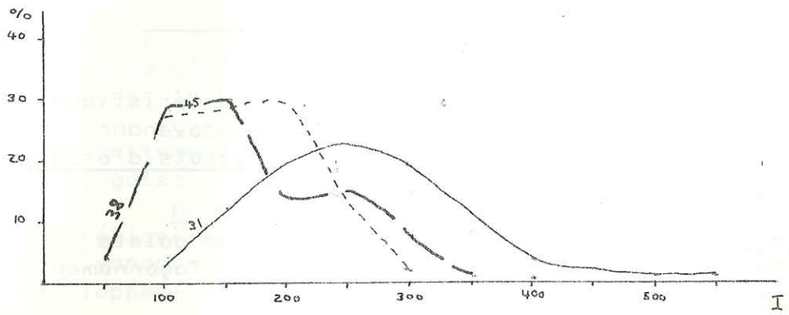


Fig 1 = Courbes de fréquence simple de l'indice d'émoussé des galets

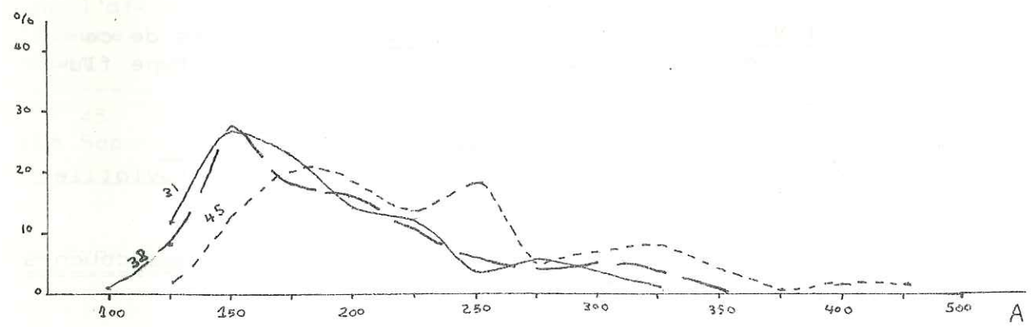


Fig 2 = Courbes de fréquence simple de l'indice d'aplatissement des galets

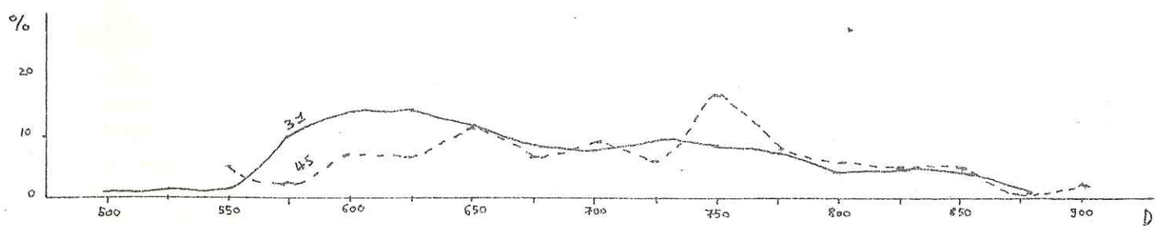


Fig 3 = Courbes de fréquence simple de l'indice de dissymétrie des galets

amené des alluvions d'origine plus lointaine (peut-être du Massif Central). Une observation faite dansles grès fluviatiles de la route du Sire (affleurement 49) semble confirmer cette hypothèse, la mesure du litage nous donnant un courant de direction W-E. C'est la seule mesure de toutes celles effectuées sur le terrain qui nous donne un tel sens et une telle direction.

Notons enfin qu'il existe un petit bassin fluviolacustre tout près de celui de La Féclaz - Les Déserts, mais distinct de celui-ci, car le pourcentage de grenats n'y dépasse pas 1%. Il se situe dans la région de La Palud - Le Sauget, où affleurent des Conglomérats à Cyanophycées.

/ LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES DE SAINT FRANCOIS DE SALES /

Ces assises appartiennent à un bassin à caractère indépendant. Elles sont surmontées par des grès à Pectinidés qui sont l'équivalent des couches à Petites Nummulites.

Sur l'Urgonien, on observe parfois une brèche de démantèlement, de l'Urgonien d'une dizaine de mètres d'épaisseur surmontée par un Conglomérat à Cyanophycées de deux ou trois mètres d'épaisseur. Les couches fluviolacustres se terminent par des grès dans lesquels s'intercalent parfois des bancs de conglomérats. Puis on passe aux couches à Pectinidés.

A - LES CONGLOMERATS A CYANOPHYCEES -

Ces Conglomérats à Cyanophycées transgressent soit une brèche de démantèlement de l'Urgonien, soit l'Urgonien lui-même.

Les galets sont d'origine locale : ils sont composés par de très nombreux galets urgoniens et de quelques silex sénoniens. La matrice est calcaire.

La présence d'abondantes Cyanophycées permet de considérer à première vue ces Conglomérats comme fluviatiles.

La granulométrie et la morphométrie ont été effectuées par l'affleurement n° 38 situé en bordure de la route D69 à la sortie Est de Saint-François - de-Sales.

1 - Etude granulométrique (méthode linéaire) des Conglomérats -

Modes principaux	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
63 et 125	39,5	68	113	1,61	0,76	0,60	0,96	très légèrement parabolique

Si l'on compare ces résultats à ceux obtenus pour les Conglomérats à Cyanophycées de La Féclaz, on s'aperçoit qu'ils sont très voisins et on peut tout de suite conclure que ces assises se sont déposées en milieu fluviatile.

On remarque que la taille des galets est ici plus grande et que le sédiment semble plus évolué (courbe canonique de RIVIERE à faciès très légèrement parabolique). (planche 10 et 11 p 36 et 38).

2 - Etude morphométrique des galets -

Indice d'émoussé			Indice d'aplatissement		
Médiane	⩽100 en %	⩾500 en %	Rang 85	⩽150 en %	⩾250 en %
150	63	0	253	27	20

a - l'indice d'émoussé

La courbe de fréquence simple unimodale caractérise l'homogénéité du matériau et par conséquent une unité dans sa provenance.

La médiane dénote un apport massif de galets d'origine très locale et permet d'évoquer un transport de type fluviatile et de montrer que

le lieu d'origine des sédiments est assez rapproché.

b - l'indice d'aplatissement et le pourcentage élevé des galets peu aplatis (indice inférieur ou égal à 250) caractérisent un façonnement et un transport fluviatiles.

c - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement (J. TRICART).

Notre échantillon est situé dans une zone qui caractérise les usures fluviatiles.

CONCLUSION DE L'ETUDE MORPHOMETRIQUE : Ces Conglomérats ont subi un transport court et une usure de type fluviatile. Les galets sont d'origine locale.

3 - CONCLUSION de l'étude des Conglomérats à Cyanophycées

Ces conglomérats sont continentaux de type fluviatile, l'origine des galets est très locale. (planche 13 p 46)

B - LA SERIE GRESEUSE - (planche 12 p40)

Elle est composée de bancs de grès et de quelques bancs de Conglomérats

1 - Etude stratonomique

La rythmicité est nette sur les courbes de lithofaciès. Elle est faite d'une alternance régulière de rudites et d'arénites.

L'épaisseur moyenne des bancs détritiques est 90 centimètres.

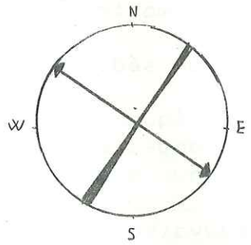
L'irrégularité des surfaces inférieures des bancs détritiques est due à la présence de chenaux. On remarque aussi la présence de nombreux galets mous à la base des rythmes due à une érosion intraformationnelle par les chenaux.

La prédominance des arénites et des rudites et l'absence de lutites impliquent la proximité de la zone d'apports et surtout l'absence de pédogenèse. Les apports sont donc rapides.

On observe un granoclassement net dans les bancs : éléments grossiers à la base, fins au sommet. La sédimentation rythmique est due à des phénomènes de chasses d'eau sous climat à saisons alternantes.

2 - Le litage

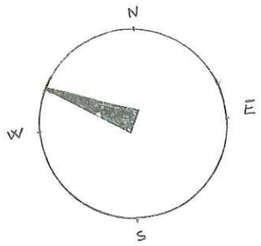
L'allongement des quelques gros galets inclus dans les grès indique un courant de direction 120/300 c'est-à-dire E - S E - W - N W -



Allongement des galets.
Courant.

Le litage est oblique et indique un courant dirigé vers l'W - N W (290°)

Les nombreux chenaux dans les Conglomérats inclus dans les grès permettent d'évoquer un dépôt par chenaux dans un delta.



C - ETUDE DES GRES -

1 - Etude granulométrique

(planches 10, fig.1, p36 et 11 fig.2, p38)

Numéro de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
37e route forestière de St François de Sales	0,250	0,125	0,0545	0,117	0,202	1,97	0,96	0,72	0,79	un peu parabolique
37c	0,400	0,630	0,133	0,265	0,435	1,80	0,85	0,65	0,82	un peu parabolique
38c	0,250	0,800	0,116	0,228	0,360	1,76	0,84	0,58	0,80	un peu parabolique

a - dimension des grains

L'échantillon 37c pris à la base de la formation est plus grossier que l'échantillon 37 e pris au sommet ; ce qui montre un granoclassement à l'échelle de la formation.

b - le classement médiocre caractérise un sédiment continental de type fluviatile.

c - le triage est mauvais (courbes de fréquence simple étalées et bimodales). Il s'est donc produit soit des mélanges entre des apports provenant de courants différents, soit une turbulence qui a remanié le sédiment peu après dépôt.

d - l'asymétrie négative montre la mauvaise répartition du classement due à un remaniement peu après dépôt.

e - les courbes canoniques de RIVIERE présentent un faciès un peu parabolique, tendant même au faciès logarithmique. Ces grès sont donc assez évolués.

- CONCLUSION à l'étude granulométrique des grès : Ce sont des dépôts continentaux de type fluviatile assez évolué.

2 - Etudes morphoscopique et morphométrique des grains de quartz

a - Etude morphoscopique :

1/ Etude de la fraction non lavée

Certains grains sont recouverts par un très mince enduit ferrugineux. Ces grès ont donc subi une pédogenèse hydrolysante sous climat équatorial ou tropical.

Parfois ce pigment devient abondant et forme alors une sorte de ciment qui unit les grains entre eux, constituant ainsi des agrégats ferrugineux. Ces grès ont donc subi une pédogenèse assez intense sous climat tropical à saison sèche très marquée.

2/ Etude de la forme propre

Etude des aspects de surface

. La majorité des grains présente un aspect de surface luisant acquis lors de brassages par des courants d'eau.

. Quelques uns possèdent un aspect de surface mat dû aux chocs lors du transport des grains par le vent, ce qui implique un climat à saison sèche.

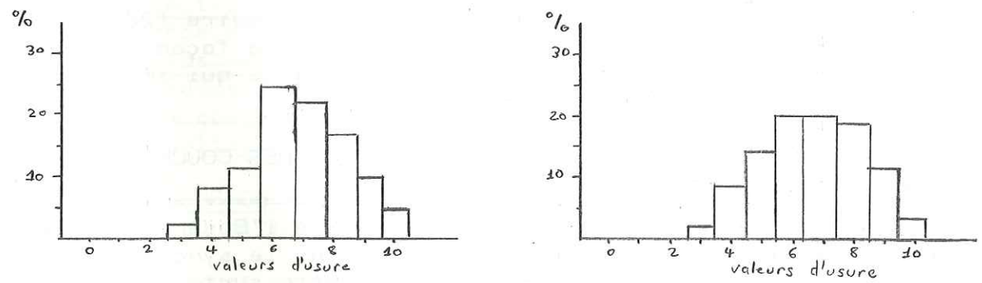
. Certains sont picotés. Ils ont subi une corrosion climatique sous climat tropical humide ou équatorial.

Etude de la forme des grains

Numéro de l'échantillon	CA 4	AR 6	OV 8	Sph 10	Indices d'usure
37e	10	36	49	5	3,9
37c	11	34	51	3	3,0

Nous n'avons pas de valeurs pour l'échantillon 38c, car il a été étudié en lame mince.

Fig. 12 Histogrammes du degré d'usure des grains de quartz



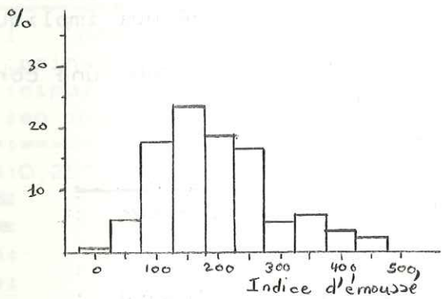
Le mélange de grains ovoïdes, arrondis, à coins arrondis et sphériques proviendrait d'un transport et d'un dépôt fluviatiles qui a repris des éléments façonnés par le vent.

b - Etude morphométrique

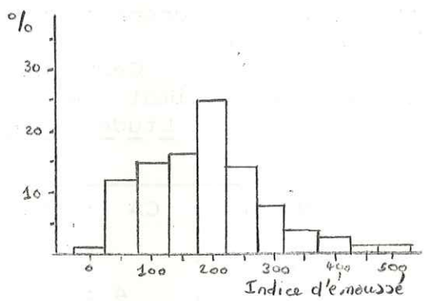
Numéro de l'échantillon	Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	Mode %
37e	180	150	24
37c	186	200	25

Fig. 13 Histogrammes de l'indice d'émoussé des grains de quartz

éch 37c



éch. 37e



L'indice d'émoussé est un peu élevé pour une usure fluviatile. Mais la présence d'éléments éoliens remaniés peut expliquer cette valeur.

c - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz.

Ces grès ont subi une altération contemporaine des saisons humides et un façonnement éolien contemporain des saisons sèches d'un climat tropical humide, puis ont été façonnés par courant d'eau de type fluviatile au cours de leur mise en place.

3 - Pétrographie

Ces grès possèdent un ciment légèrement calcaire (28,4%) le quartz prédomine (61%) - les feldspaths se répartissent de la façon suivante : 8,6% de plagioclases, 2% de feldspaths potassiques, ce qui implique sous un climat tropical humide un dépôt rapide.

D - ESSAI DE RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE DES COUCHES FLUVIOLACUSTRES DE SAINT-FRANCOIS-DE-SALES-

L'émersion générale de la zone externe de l'Eocène inférieur a entrainé une ar-asion qui a atteint l'Urgonien dans le synclinal de Saint-François-de-Sales. Les creux topographiques de cette surface ont été occupés par un lac, alimenté par des cours d'eau divagants, transportant un matériel d'origine locale et ayant subi une altération sous climat tropical humide. Les courants sont E-S.E. - W-N.W. (120-vers 300).

/ LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES DE LA REGION D'ARITH /

Ces couches appartiennent au premier type de bassin. Sur l'Urgonien transgressent des Conglomérats à Cyanophycées. Les affleurements sont mauvais et ne permettent pas de faire de mesures. Leur ressemblance avec ceux des bassins voisins nous font penser qu'ils sont fluviatiles. Au-dessus, on passe au faciès à Petites Nummulites : grès à Pectens, Huîtres et Petites Nummulites.

500 mètres à l'W de Montagny s'ouvre au milieu des prés une carrière de sables blancs quartzeux (7 mètres). Il y a une lacune de 4 ou 5 mètres entre leur base et l'Urgonien. Ces sables sont surmontés, un peu plus loin à l'E par une alternance de grès calcaires et de calcaires lacustres blancs dans lesquels on a relevé un banc médian à très petits Planorbes. L'origine de ces sables est controversée : J. MARTINI interprète ces sables comme une formation éolienne reposant sur l'Urgonien et surmontée de couches contemporaines des Conglomérats fluviolacustres ; pour R. PERRIER, ce sont des couches marines représentées par un faciès éolien. Notre étude suivante nous fait opter pour l'hypothèse de J. MARTINI.

A - ETUDE GRANULOMETRIQUE DES SABLES DE MONTAGNY -
(planches 10 fig.7 p36 et 11, fig.2 p38)

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qd φ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
24	0,125	-	0,085	0,115	0,125	1,21	0,25	0,20	0,82	logarithmique à tendance parabolique

1 - le classement excellent caractérise les dépôts dunaires.

2 - le triage est bon (courbe de fréquence simple unimodale et peu étalée). La source d'apports est donc unique.

3 - l'as-ymétrie est négative. Il y a une mauvaise répartition du classement du sédiment due à un remaniement pendant son dépôt.

4 - la courbe canonique de RIVIERE présente un faciès logarithmique à tendance parabolique, caractéristique des sédiments assez peu évolués.

- CONCLUSION à l'étude granulométrique des sables de Montagny : ce sont des dépôts dunaires.

B - MORPHOSCOPIE ET MORPHOMETRIE des grains de quartz des sables de Montagny -

1 - Etude morphoscopique

a - Etude de la fraction non lavée

Certains grains sont recouverts par un très mince enduit ferrugineux dû à une pédogenèse hydrolysante.

b - Etude de la fraction propre

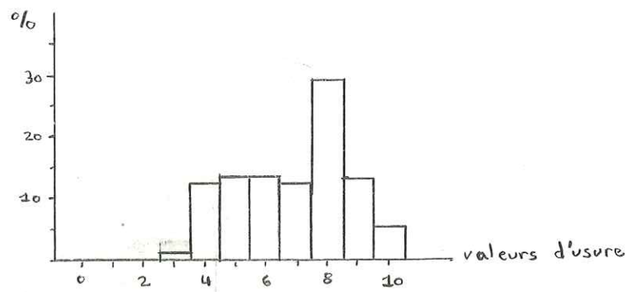
1/ Etude des aspects de surface

Les grains présentent un aspect de surface mat, dû à une usure par le vent.

2/ Etude de la forme des grains

Numéro de l'échantillon	CA 4	AR 6	OV 8	Sph 10	Indice d'usure
24	13	28	54	5	2,7

Fig. 14 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz.

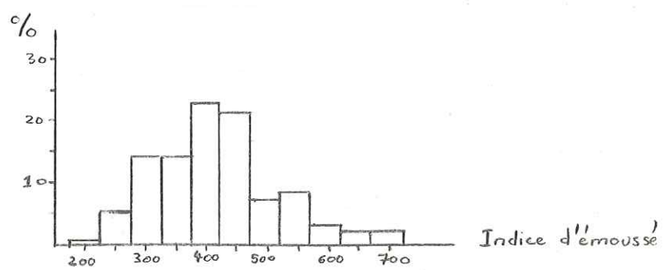


La présence de grains sphériques indique que ces sables ont été éolisés. Mais ils ont auparavant subi un façonnement fluviatile ou marin (grains ovoïdes, arrondis et à coins arrondis).

2 - Etude morphométrique

Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	%
396	400	23

Fig. 15 Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quartz



Les valeurs de l'indice d'émoussé caractérisent une usure éolienne.

3 - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz

La province de départ de ces grains de quartz possédait un climat

hydrolysant. Puis ils ont subi un façonnement et un transport éoliens.

C - EXOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ -

Echantillon 24 :

De nombreux grains sont ronds et présentent sur leur surface une pellicule de silice amorphe constellée de nombreuses traces de chocs en V (façonnement éolien) et de quelques traces en croissant (brassage par l'eau).

D'autres grains présentent quelques traces de chocs en croissant et en V. Sur les faces s'est déposée de la silice en aiguille (dépôt dans un milieu confiné).

L'échantillon 24 est donc formé par des quartz altérés ayant subi un faible transport en milieu aquatique et un façonnement éolien, et des quartz peu évolués déposés dans un milieu confiné : milieu lagunaire.

D - PETROGRAPHIE -

Ces sables sont siliceux. Leur pureté est telle qu'ils étaient jadis utilisés pour la fabrication du verre. L'absence de feldspaths et de micas implique un climat tropical humide.

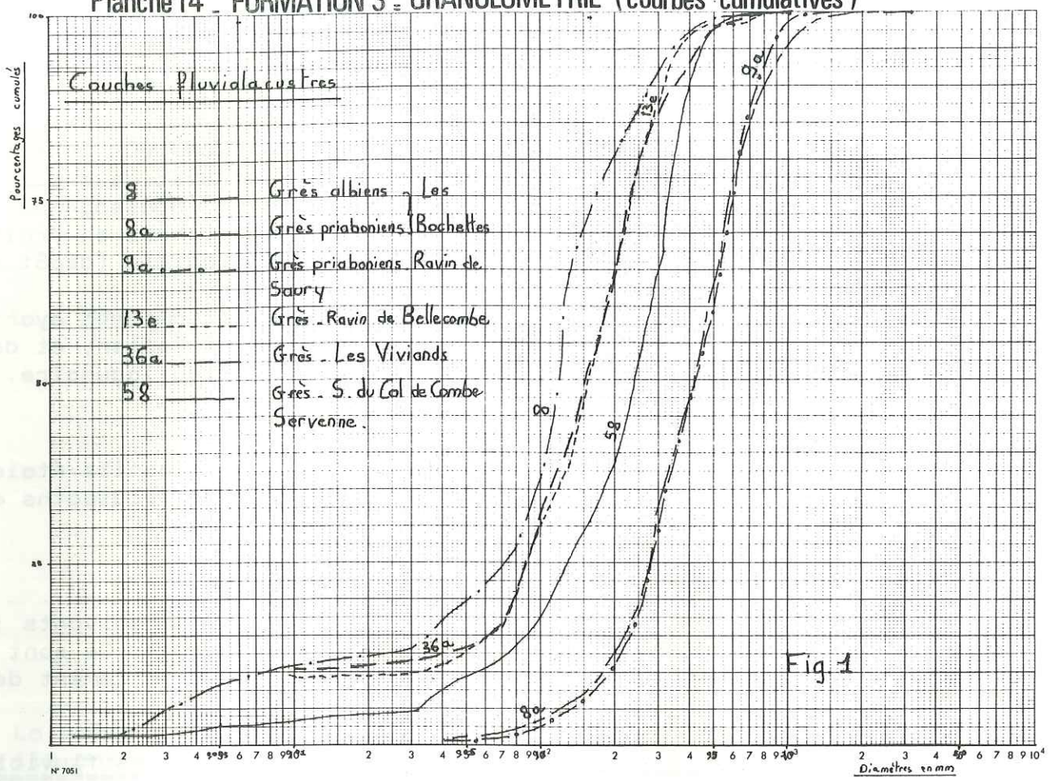
E - MINERAUX LOURDS -

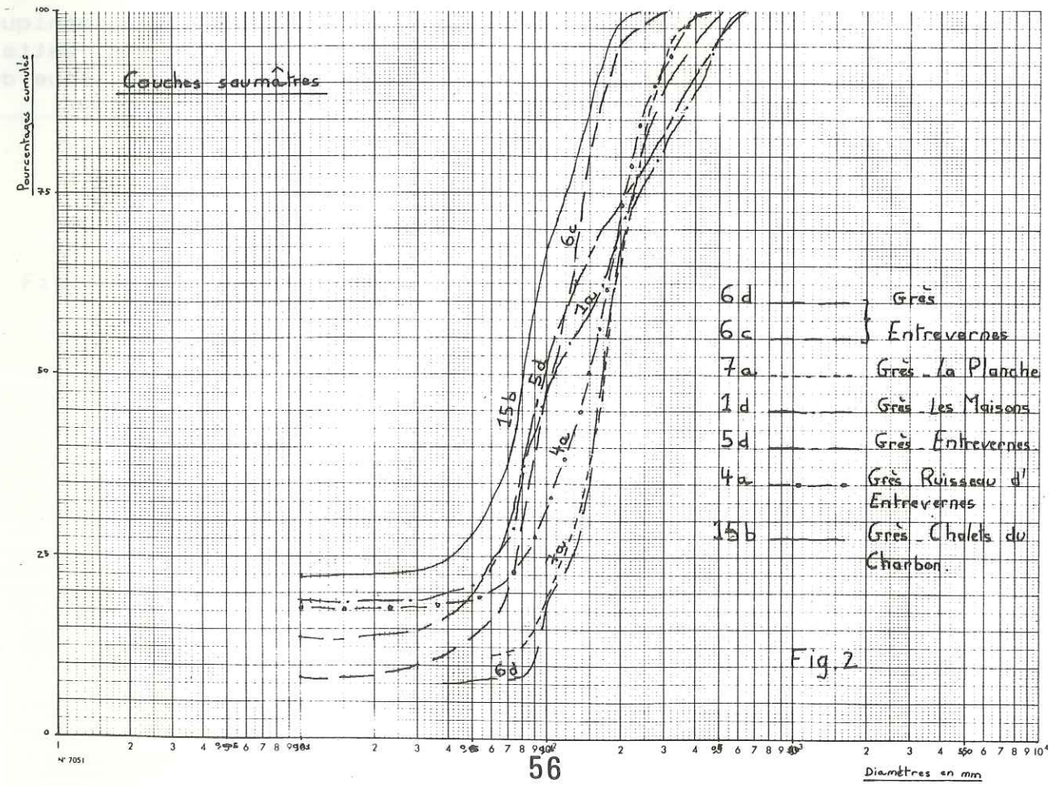
Les sables de Montagny contiennent les minéraux lourds suivants : tourmaline, zircon, staurotide, chloritoïde et grenats roses. Ce sont les mêmes que ceux de l'Albien. Ces sables proviennent d'un remaniement de cette formation.

F - ESSAI DE RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE des couches fluviolacustres d'Arith -

Dans cette région, à la faveur d'un petit creux topographique s'étendait une lagune au bord de laquelle s'élevaient des dunes. Cette lagune a vu une existence brève et a été remplacée par un lac, puisque des grès et des calcaires lacustres surmontent les sables de Montagny.

Planche 14 _ FORMATION 3 _ GRANULOMETRIE (courbes cumulatives)





LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES ET LES COUCHES SAUMÂTRES DE LA REGION D'ENTREVERNES

Les couches fluviolacustres d'Entrevernes appartiennent au deuxième type de bassin. Elles passent régulièrement et en concordance aux couches saumâtres. Elles font suite au Lutétien.

LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES D'ENTREVERNES

A - LES "GRES VERTS PRIABONIENS"

1 - Etude granulométrique
(planches 14, fig.1,p56 et 15 fig 1 p58)

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
8a Les Bochettes	0,630	0,315	0,275	0,410	0,575	1,45	0,55	0,40	0,94	logarithmique
9a Ravin de Saury	0,630	0,315	0,275	0,410	0,590	1,47	0,55	0,52	0,96	logarithmique

a - le classement moyen est caractéristique d'un dépôt continental de type fluviatile ou lacustre.

b - le triage est mauvais (courbes de fréquence simple bimodales et étalées). Le sédiment immature provient de mélanges entre des apports variés.

c - l'asymétrie légèrement négative est caractéristique d'un très faible remaniement peu après dépôt du sédiment. Ces grès se sont donc déposés dans un milieu tranquille, en milieu lacustre plutôt qu'en milieu fluviatile.

d - les courbes canoniques de RIVIERE présentent un faciès logarithmique caractéristique des sédiments évolués le milieu de dépôt est donc plus lacustre que fluviatile.

- CONCLUSION à l'étude granulométrique des grès verts : Ce sont des sédiments immatures déposés en milieu continental tranquille : lacustre.

2 - Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès verts

a - Etude morphoscopique

1/ Etude de la fraction non lavée

Quelques grains de quartz sont recouverts par un très mince enduit ferrugineux. Ces grès auraient subi une pédogenèse hydrolysante.

Plus fréquents sont les agrégats glauconieux (glauconie remaniée). Un ciment glauconieux unit les grains entre eux. Le climat était tropical.

2/ Etude de la fraction propre

Etude des aspects de surface

Une grande partie des grains possède un aspect de surface mat, dû à une microsilicification secondaire qui masque ainsi l'état de

PLANCHE 15 = Formation 3 : Courbes granulométriques (fréquence simple)

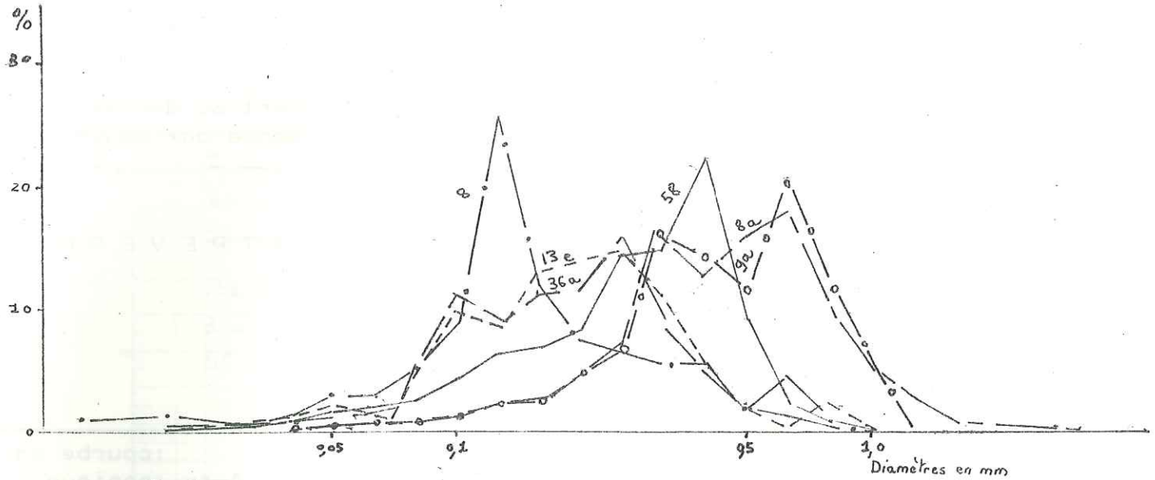


Fig 1

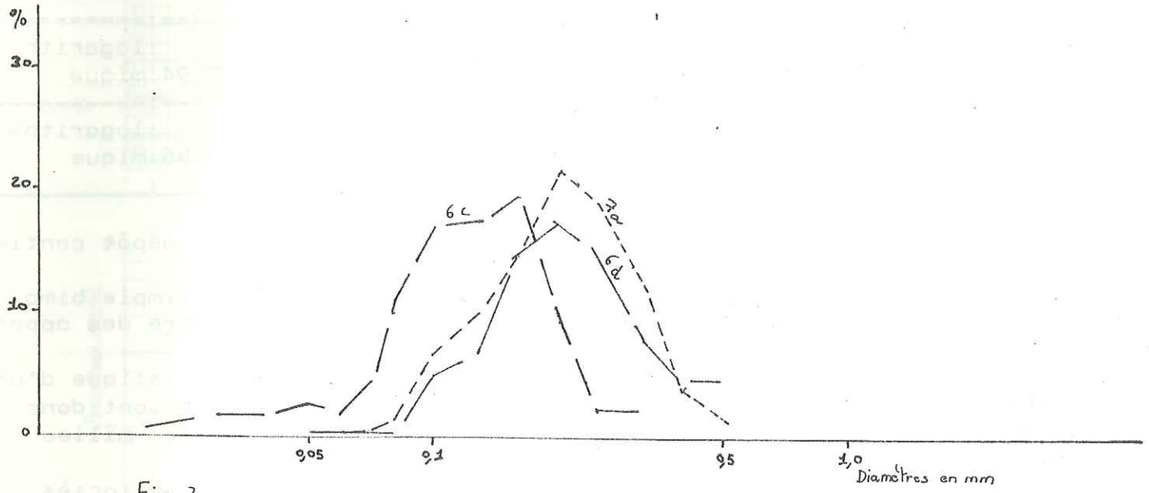


Fig 2

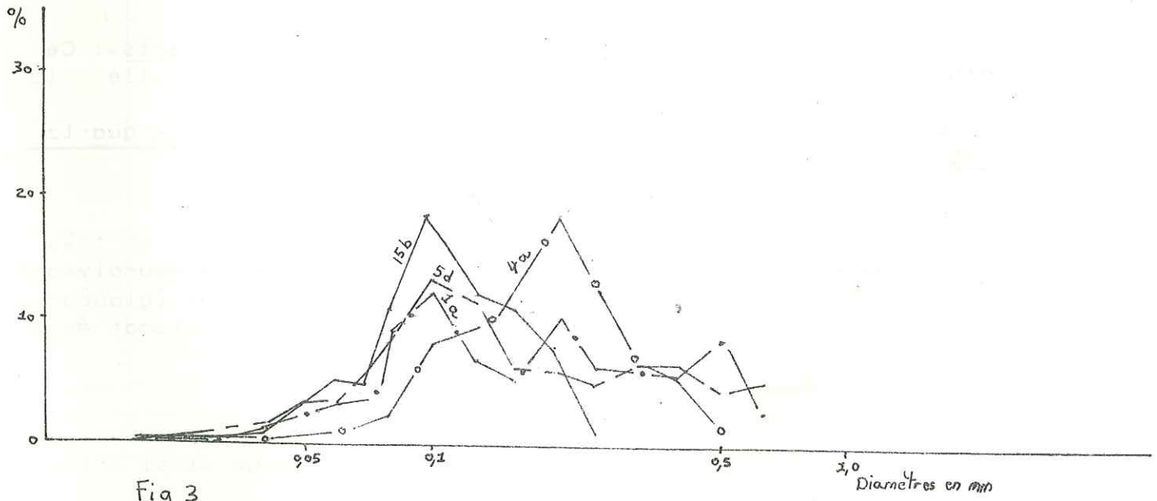


Fig 3

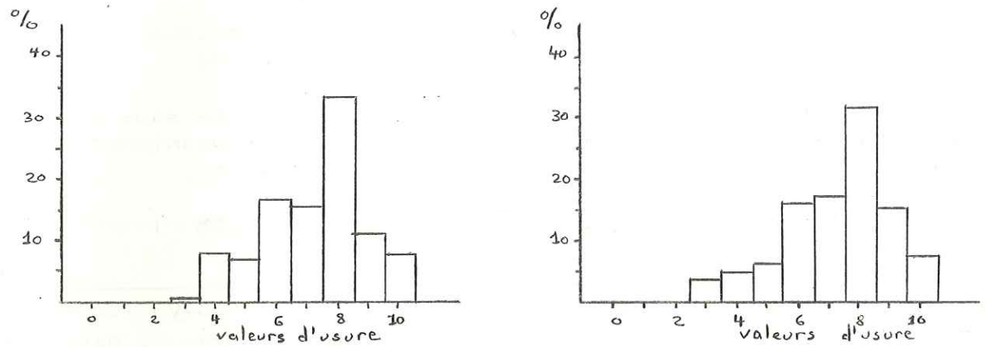
surface primitive du grain.

Etude de la forme des grains

N° de l'échantillon	CA 4	AR 6	OV 8	Sph 10	Indice d'usure
8a	9	23	59	8	5,20
9a	9	22	62	7	5,60

Fig. 16 Histogrammes du degré d'usure des grains de quartz

éch. 8a éch. 9a



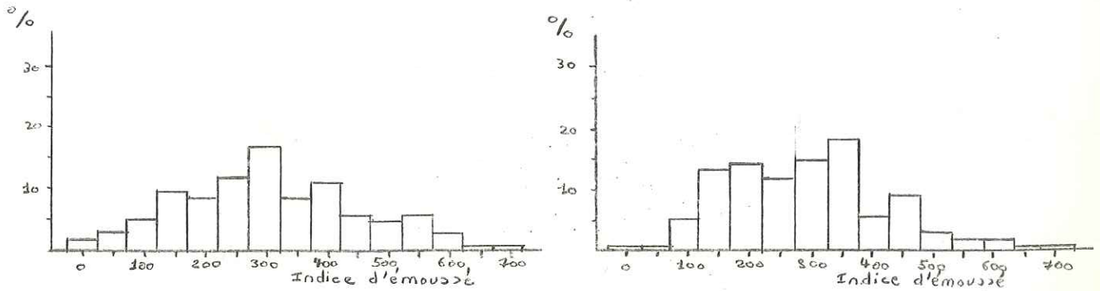
Le mélange de grains ovoïdes, arrondis, à coins arrondis et sphériques montre que ces grès proviennent d'un transport et d'un dépôt de type fluviatile ayant remanié des éléments éolisés.

b - Etude morphométrique

N° de l'échantillon	Médiane indice d'émoussé	Mode indice déémoussé	Mode %
8a	299	300	17
9a	297	350	18

Fig. 17 Histogrammes de l'indice d'émoussé des grains

éch. 8a éch. 9a



Ces grains de quartz ont subi une usure marine, puis ont été repris par un agent fluviatile et un agent éolien.

c - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz

La province de départ de ces grains de quartz jouissait d'un climat tropical. Puis ils ont été façonnés par un agent marin et transportés en milieu fluviatile et éolien.

3 - Exoscopie des grains de quartz

Echantillon 8a

Les grains sont arrondis (grains marins) et présentent des traces de chocs en V (éolisation) et en croissant (brassage par l'eau). Certains grains montrent des caries pédologiques récentes.

L'échantillon 8a contient d'anciens grains marins de l'Albien repris par des agents éoliens et fluviatiles et déposés en milieu continental : peut-être s'agit-il d'un sol.

4 - Pétrographie des grès verts

Ces grès verts sont siliceux et un peu glauconieux. L'absence de micas et de feldspaths implique un climat tropical humide.

5 - Comparaison avec l'Albien

L'Albien de la région d'Entrevernes se présente sous forme de grès verts glauconieux. Leur ressemblance avec les "grès priaboniens" fait penser que ces derniers proviennent d'un remaniement de l'Albien.

a - Etude granulométrique

(planches 14, fig.1, p56 et 15 fig. 1 p58)

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	So	Qd φ	Hé	As-y-mé-trie	courbe canonique de RIVIERE
8	0,125	-	0,073	0,120	0,171	1,56	0,62	0,38	0,86	logarithmique

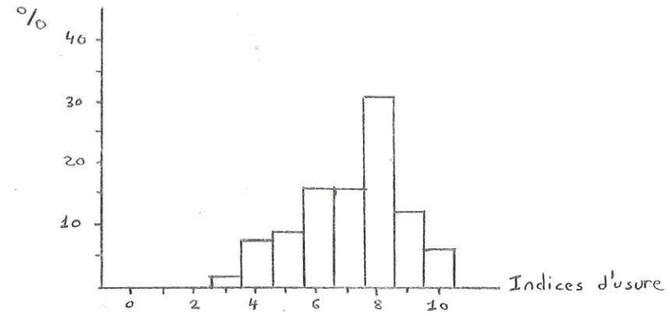
Les grès verts priaboniens sont mieux classés que ceux de l'Albien : le remaniement améliore le classement. Par contre, les grès verts priaboniens sont plus mal triés que ceux de l'Albien. La source d'apports est donc unique pour l'Albien, alors qu'elle est multiple pour les grès verts priaboniens. Ces derniers se sont déposés dans un lac où arrivaient plusieurs cours d'eau charriant un matériel pris à l'Albien.

b - Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz de l'Albien

1/ Morphoscopie

CA	AR	OV	Sph	Indice d'usure
4	6	8	10	
10	25	56	6	4,26

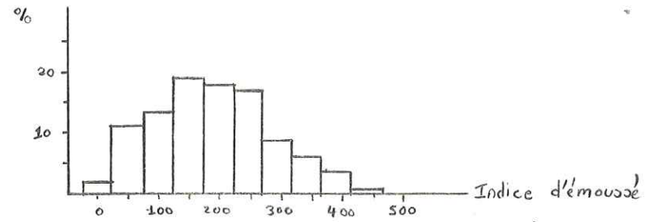
Fig. 18 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz



2/ Morphométrie

Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	%
184	150	19

Fig. 19 Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quartz



3/ Interprétation

Les grains de quartz des grès verts priaboniens sont plus usés que ceux de l'Albien et peuvent donc provenir de leur remaniement.

c - Pétrographie

Les grès albiens ne sont pas calcaires. Ils sont constitués par 89% de quartz, 10% de plagioclases et 1% de feldspaths potassiques. Ces feldspaths plus fragiles que les quartz sont absents des grès verts priaboniens. Ils ont été détruits, lors du remaniement de l'Albien.

6 - Paléogéographie des couches fluviolacustres d'Entrevernes

Ces couches lacustres ont été déposées dans un bassin long de 6 kilomètres, qui s'est formé, comme tous les bassins fluviolacustres des Bauges à la faveur d'un creux topographique. Ce bassin est situé non loin de la côte, car les grès verts sont surmontés par des couches saumâtres.

B - LE PROBLEME DES CHARBONS -

Pour les auteurs, le lignite est associé au faciès à Cerithium diaboli (assises sus-jacentes aux grès verts) : il s'est donc déposé en milieu saumâtre.

En fait, le problème est plus complexe :

- A Bellecombe (affleurement 13) on a trois petits niveaux charbonneux intercalés dans les couches fluviolacustres.
- A Entrevernes (affleurement 9) la couche inférieure de char-

bon fait suite aux grès verts et est limnique (intercalation de calcaires à Planorbes). La couche moyenne n'est pas visible. Le petit niveau supérieur est entièrement intercalé dans les marnes grises saumâtres.

En résumé, les charbons peuvent s'être déposés soit en milieu lacustre, soit en milieu saumâtre. Il semble que les dépôts de charbon, par leur position générale sont précurseurs des premières influences marines.

LES COUCHES SAUMÂTRES D'ENTREVERNES

Ce sont des dépôts souvent vaseux, fétides, riches en matières organiques et en débris de plantes. Ces assises contrastent avec les couches fluviolacustres avec lesquelles elles sont associées et montrent une faune très abondante bien que souvent pauvre en espèces.

Ces couches saumâtres débutent par le faciès à Cerithium diaboli qui correspond aux couches des "Diablerets" des auteurs. Il marque la première influence marine. Ensuite la salinité de l'eau oscille si l'on suit les niveaux repères (voir tableau stratigraphique suivant).

Stratigraphie des couches saumâtres

(Nous avons indiqué les numéros des échantillons prélevés dans les différentes assises dans la colonne de droite).

Termes lithologiques	Position stratigraphique des échantillons	
Grès	7a La Planche	6d Entrevernes 6c
	5d ruisseau d'Entrevernes (sous l'Eglise)	1d Les Maisons
Marnes à Cyrènes		
Grès	4a ruisseau en aval d'Entrevernes	
Calcaire à Polypiers et Mélobésiées		
Calcaire à Limnées		
Marnes à Cérithes		

A l'aide des études granulométrique et morphométrique des grès, nous allons essayer de retracer l'histoire paléogéographique de ces couches saumâtres.

A - GRANULOMETRIE -

(planches 14, fig.1 p 56 et fig.2 et 3,16 p58)
cf tableau page suivante

1 - le classement

- le classement moyen de l'échantillon 4a est caractéristique d'un milieu où l'influence marine se fait sentir.
- le mauvais classement des échantillons 5d et 1d caractérise un dépôt fluviatile ou estuarien.
- le bon classement des échantillons 7a 6c et 6d est caractéristique d'un dépôt marin.

2 - le triage

- les échantillons 4a, 7a, 6c et 6d sont bien triés. Il y a donc unicité d'apports.
- les échantillons 5d et 1d sont mal triés. Des mélanges se sont produits entre différents apports.

3 - l'as-ymétrie

- l'as-ymétrie négative des échantillons 4a et 7a montre la mauvaise répartition du classement. Il y a eu remaniement des sédiments après leurs dépôts.
- l'as-ymétrie positive des échantillons 5d et 1d caractérise les dépôts tranquilles de fond de bassin.
- l'as-ymétrie est presque égale à un pour les échantillons 6c et 6d. Ces sédiments ont été très peu remaniés après leur dépôt.

4 - Courbes canoniques de RIVIERE

- la courbe canonique de l'échantillon 4a présente un faciès parabolique caractéristique des dépôts peu évolués.
- la courbe canonique des échantillons 1d et 5d présente un faciès logarithmique à tendance hyperbolique caractéristique des dépôts de décantation.
- la courbe canonique des échantillons 6c, 6d et 7a présente un faciès logarithmique caractéristique des dépôts évolués (sédimentation marine ou lacustre).

- CONCLUSION à l'étude granulométrique des différents niveaux gréseux des couches saumâtres -

- les grès 4a situés entre les calcaires marins à Polypiers et Algues et les marnes saumâtres à Cyrènes présentent des caractères marins (classement, triage) et des caractères fluviatiles (sédiments peu évolués). Ils se sont donc déposés en milieu estuarien.
- les grès 1d et 5d situés juste au-dessus des marnes à Cyrènes ont été déposés en milieu tranquille : lagune.
- les grès (4a 6c et 6d) ont été déposés en milieu marin.

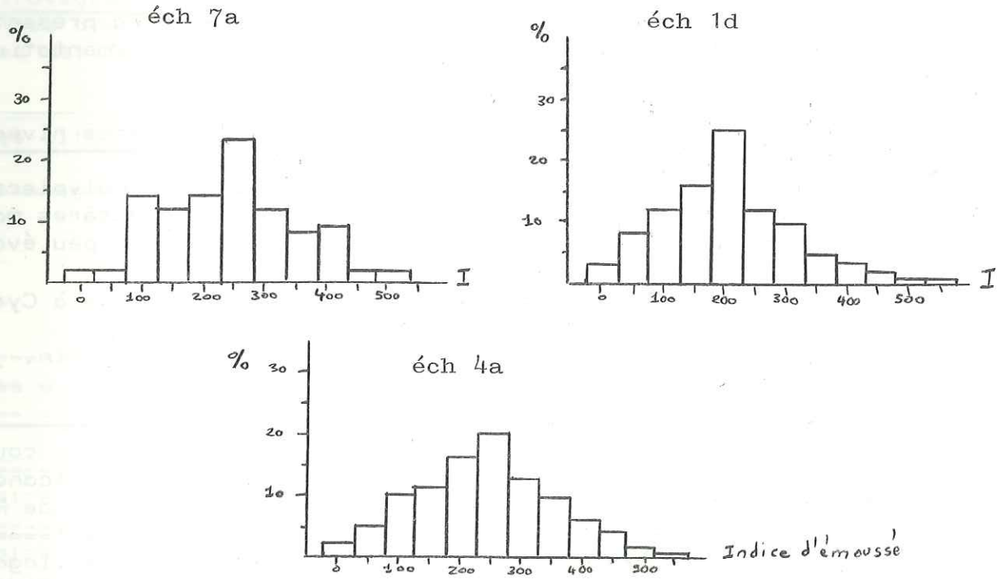
N° de l'échantillon	principal en mm	secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
6d	0,200	-	0,128	0,165	0,222	1,32	0,40	0,36	1,04	logarithmique
6a	0,160	-	0,072	0,102	0,142	1,36	0,48	0,45	1,04	logarithmique
7a	0,200	-	0,118	0,180	0,226	1,38	0,42	0,40	0,80	logarithmique
1d	0,100	0,200 0,500	0,062	0,105	0,235	1,96	0,95	0,65	1,39	logarithmique à tendance hyperbolique
5d	0,100	0,320	0,062	0,092	0,210	1,95	0,90	0,65	1,36	
4a	0,200	-	0,082	0,146	0,205	1,58	0,66	0,48	0,78	parabolique

B - MORPHOMETRIE DES GRAINS DE QUARTZ DES GRES DES COUCHES SAUMÂTRES D'ENTREVERNES

Nous n'avons pas pu effectuer de morphoscopie car ces grès sont trop indurés pour cela et n'ont pu être étudiés qu'en lame mince.

N° de l'échantillon	Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	%
7a	226	250	23
1d	198	200	25
4a	207	250	20

Fig. 20 Histogrammes de l'indice d'émoussé des grains de quartz



Ces grès ont donc subi un façonnement marin. Mais cette usure est plus faible pour l'échantillon 1d pour lequel l'influence marine était plus faible, ils sont lagunaires.

C - PALEOGEOGRAPHIE DES COUCHES SAUMÂTRES D'ENTREVERNES

La subsidence qui a permis le dépôt des couches fluviatiles se poursuit Ainsi les lacs où elles se déposaient ont été mis en communication avec la mer. Des oscillations de la salinité montrent que ces communications précaires ont pu être interrompues : cf tableau page suivante.

La lagune où se sont déposées ces assises, se situe sur l'emplacement du bassin lacustre, mais elle occupe une plus grande surface.

lithographie	milieu
grès	↑ marin saumâtre
marnes à Cyrènes	saumâtre
grès	↑
calcaires à Polypiers et Mélobésiées	marin
calcaires à Limnées	lacustre
marnes à Cérithes	saumâtre

LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES ET SAUMÂTRES DE LA REGION DU CHÂTELARD - BELLECOMBE - EN - BAUGES

Les couches fluviolacustres appartiennent au second type de bassin. Elles passent régulièrement et en concordance aux couches saumâtres.

Bellecombe-en-Bauges	Châtelard (Garins)	Milieu
-calcaires marneux à Cyrènes -grès et lumachelles à Huîtres -marnes grises -calcaire gréseux à Cérithes	grès roux à Cérithes et débris de végétaux	saumâtre
-calcaires à Cyanophycées } intercalation de 3 lits charbonneux. -marnes noires -grès verts -conglomérat à Cyanophycées	grès et sablesblancs	fluviolacustre

Lithostratigraphie des couches fluviolacustres et saumâtres du synclinal du Châtelard -Bellecombe-en-Bauges

Ce tableau montre que nous sommes en présence de deux bassins distincts bassin du Châtelard et bassin de Bellecombe-en-Bauges. Ce dernier ressemble beaucoup à celui d'Entrevernes. Mais il existe quelques différences lithologiques qui font penser qu'il s'agit de deux bassins distincts. Il est possible que le niveau à Cyrènes observé à Bellecombe soit le même que celui d'Entrevernes. Dans ce cas, les deux bassins n'auraient fusionné qu'à partir de ce moment-là.

Comme le bassin de Bellecombe ressemble à celui d'Entrevernes, nous avons étudié plus en détail celui des Garins.

LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES DE BELLECOMBE ET DU CHATELARD

A - ETUDE GRANULOMETRIQUE DES GRES VERTS OU BLANCS DE BELLECOMBE ET DU CHATELARD

Bien que ces grès proviennent de deux bassins distincts nous les avons étudiés ensemble car comme nous le verrons, ils sont le résultat du même agent de dépôt.

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
13e Ravin de Bellecombe	0,250	0,100	0,087	0,155	0,232	1,64	0,72	0,60	0,84	logarithmique
36a les Viviands	0,250	0,100 0,63	0,086	0,152	0,238	1,67	0,75	0,68	0,89	logarithmique

1 - le classement médiocre caractérise les dépôts continentaux de type fluviatile ou lacustre ou deltaïque.

2 - le triage est mauvais (courbes de fréquence simple étalées et bimodales). Il s'est donc produit sait une turbulence qui a remanié le sédiment peu après son dépôt, soit un mélange d'apports variés.

3 - l'asymétrie est négative. Un léger remaniement a eu lieu après le dépôt.

4 - les courbes canoniques de RIVIERE présentent un faciès logarithmique caractéristique des sédiments évolués.

- CONCLUSION à l'étude granulométrique : ces grès, sédiments évolués sont des dépôts deltaïques sous-lacustres.

B - ETUDE MORPHOSCOPIQUE ET MORPHOMETRIQUE DES GRAINS DE QUARTZ DES GRES BLANCS DU CHATELARD

1 - Etude morphoscopique

a - Etude de la fraction non lavée :

Un très mince enduit ferrugineux recouvre quelques grains de quartz. Ces grès auraient donc subi une pédogenèse hydrolysante.

b - Etude de la fraction propre :

1/ Etude des aspects de surface

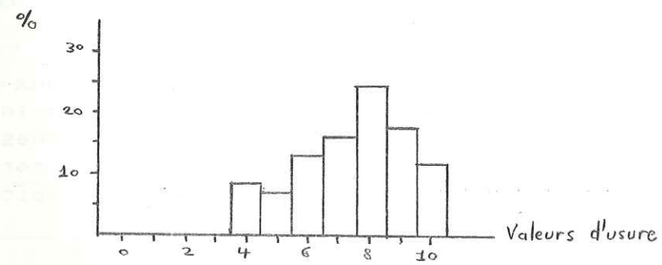
Une grande partie des grains possède un aspect mat, dû à une microsilicification secondaire qui masque ainsi l'état de surface primitive des grains.

Les autres grains présentent un aspect de surface luisant acquis lors de brassages par des courants d'eau.

2/ Etude de la forme des grains

CA	AR	OV	Sph	Indice d'usure
4	6	8	10	
9	21	58	12	4,88

Fig. 21 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz

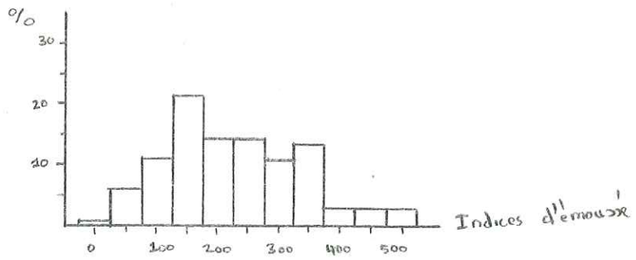


Ces grains ont subi un façonnement marin, puis ont été transportés par le vent et surtout par un agent fluviatile.

2 - Etude morphométrique

N° de l'échantillon	Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	Mode pourcentage
36a	208	150	21

Fig. 22 Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quartz



L'indice d'émoussé est un peu élevé pour une usure fluviatile. Mais la présence d'éléments remaniés (anciens grains marins) peut expliquer cette valeur.

3 - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès blancs du Châtelard

La province de départ possédait un climat hydrolysant de type tropical humide. Puis ces grès ont été transportés et déposés en milieu fluviatile.

C - PETROGRAPHIE -

Ces grès sont siliceux. La teneur en calcite est nulle. L'absence de feldspaths et de micas implique un climat tropical humide.

LES COUCHES SAUMÂTRES DE LA REGION DU CHÂTELARD

Elles sont représentées par des grès à Cérithes (Cerithium diaboli) Les affleurements sont souvent masqués en partie par la végétation. Nous ne pouvons donc pas en donner une description exacte.

PALEOGEOGRAPHIE DES COUCHES FLUVIO-LACUSTRES ET SAUMÂTRES DU CHÂTELARD

Les couches fluviolacustres se sont déposées dans un petit lac qui est situé près de la côte, puisque les influences marines se font sentir dans les couches immédiatement susjacentes. Les couches saumâtres occupent une lagune qui ne tardera pas à être envahie par la mer (faciès à Petites Nummulites). Ce climat était hydrolysant de type tropical humide.

/ COUCHES FLUVIOLACUSTRES ET SAUMATRES DE LA MONTAGNE DU CHARBON-TRELOD /

Sur le Conglomérat Lutétien, reposent des marnes blanches dans lesquelles sont parfois intercalés des Conglomérats. Elles sont surmontées par les couches saumâtres : marnes grises à Cérithes et calcaires gréseux. Ce bassin appartient donc au deuxième type de bassin.

LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES DU CHARBON-TRELOD

Elles sont représentées par des marnes blanches grumeleuses calcaires (75%) et un peu dolomitiques (10%). Des débris de Mammifères ont été récoltés dans ces marnes. J. MARTINI indique qu'il a découvert : Perathérium Sp. Pterodon Sp., Adelomys Sp.nov., Theridomys siderolithicus PICTET, Glivarus Sp et Arthiodactyle ind... Ce niveau à vertébrés est accompagné par quelques empreintes de Gastéropodes (Limnées). Nous avons effectué des lavages qui n'ont pratiquement pas livré d'organismes. La faune nous indique que ces marnes sont lacustres.

Les minéraux argileux ont été déterminés par l'étude aux rayons X : dans l'ordre de proportion décroissante : montmorillonite, interstratifiés montmorillonite-chlorite, illite, kaolinite auxquels s'ajoute du quartz en traces. La montmorillonite est une argile néoformée dans les milieux confinés (bassins fermés : lacs). La kaolinite est un indicateur de climat chaud et humide.

A - LES CONGLOMERATS INCLUS DANS LES MARNES BLANCHES -

1 - Etude granulométrique
(planches 10 fig.2, p 36 et 11 fig 3, p 38)
(Méthode linéaire) de deux niveaux conglomératiques au Trélod.

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qd φ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
31a	80	200 25	2,7	55	144	7,15	2,85	1,48	0,125	parabolique
31b	125	63 25	2,36	54	111	6,88	2,71	0,70	0,091	parabolique

a - le classement très mauvais est caractéristique des sédiments fluviatiles.

b - le triage mauvais (courbes de fréquence simple plurimodales) caractérise les sédiments immatures.

c - l'asymétrie très négative indique qu'il y a une très mauvaise répartition du classement. Une grande turbulence a dû remanier le sédiment après dépôt.

d - les courbes canoniques de RIVIERE présentent un faciès parabolique caractéristique des sédiments peu évolués.

CONCLUSION à l'étude granulométrique des conglomérats : ils ont été mis en place par des courants de type fluviatile ou torrentiel qui coulent en bordure de rivage dans un lac.

2 - Etude morphométrique
(planche 13 p)

indice d'émoussé			indice d'aplatissement			indice de dissymétrie
médiane	≤ 100 en %	≥ 500 en %	rang 85	≤ 150 en %	≥ 250 en %	(médiane)
250	4	2	230	37	14	650

a - Indice d'émoussé

Les indices d'émoussé s'étalent entre 100 et 550. La médiane est à 250. La courbe de fréquence est unimodale : le sédiment est fluviatile homogène.

b - Indice d'aplatissement

L'indice d'aplatissement est à 230. Le pourcentage de galets peu aplatis (indice inférieur ou égal à 150) est élevé : ces conglomérats ont subi un façonnement et un transport fluviatiles du type "cours d'eau à chenaux divagants".

Notre valeur de l'indice d'aplatissement est trop forte pour des cours d'eau torrentiels coulant sur la roche en place. Elle évoque plutôt des cours d'eau "matelassés" qui coulent sur des épandages déjà existants. Ceci est confirmé par l'aspect du Conglomérat dont les galets sont noyés dans une forte quantité de sable.

c - Indice de dissymétrie

La valeur médiane est à 650. Elle indique de façon manifeste une usure et un mode de transport de type fluviatile.

d - Représentation conjuguée de l'indice d'émoussé et de l'indice d'aplatissement (méthode de J. TRICART)

Le point caractérisant notre Conglomérat est situé dans la zone des usures fluviatiles.

CONCLUSION à l'étude morphométrique : ce Conglomérat a été déposé par un cours d'eau "matelassé" à chenaux divagants coulant sur des épandages déjà existants.

3 - Etude pétrographique

Un comptage pétrographique effectué sur les galets de ce conglomérat donne : - calcaires lutétiens : 82%
- conglomérats lutétiens : 6%
- silex verdis du Conglomérat de base du Lutétien : 12%

Les galets de ce conglomérat proviennent du démantèlement du Lutétien.

B - PALEOGEOGRAPHIE DES COUCHES FLUVIOLACUSTRES DU CHARBON-TRELOD -

Les marnes blanches se sont formées dans un lac. Des cours d'eau matelassés divagants coulaient en bordure de ce bassin déposant ainsi des Conglomérats. Ces derniers à l'affleurement 31 se terminent rapidement, en point vers le S - E. Ce phénomène en relation avec la paléogéographie indique l'emplacement du centre du bassin.

LES COUCHES SAUMATRES DE LA MONTAGNE DU CHARBON-TRELOD

Elles sont constituées de la base au sommet par :
- marnes grises à Cérithes
- marnes à Cyrènes
- grès

A - LA MICROFAUNE

Des lavages ont été effectués dans les marnes grises calcaires. Ils nous ont livré les organismes suivants : Rotalia sp, Ostracodes et débris de gastéropodes : microfaune caractéristique d'un milieu saumâtre.

J. MARTINI a fait déterminer ces ostracodes par M.H.J. OERTLI : Ils appartiennent aux genres saumâtres mésohalins : Cytheridea, Haplocytheridea et Neocyprideis. Dans les marnes à Cyrènes, les influences marines sont plus nettes, car on voit apparaître les genres Loxonontha et Cytherella.

B - LES GRES SITUES AU-DESSUS DES MARNES A CYRENES -

1 - Granulométrie
(planches 14 fig. 2 p56 et 15 fig. 3 p58)

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
15b Chalets du Charbon	0,10	0,060	0,045	0,081	0,118	1,62	0,75	0,45	0,81	logarithmique à tendance parabolique

a - le classement médiocre caractérise un dépôt fluviatile ou lacustre.

b - le sédiment est mal trié (courbe de fréquence bimodale). Il s'est produit une turbulence qui a remanié le sédiment après son dépôt.

c - l'a-symétrie négative montre la mauvaise répartition du classement due à un remaniement après dépôt.

d - la courbe canonique de RIVIERE présente un faciès logarithmique à tendance parabolique caractéristique des sédiments frustres.

CONCLUSION à l'étude granulométrique : ces grès sont des dépôts deltaïques sous-lacustres ou sous-lagunaires.

2 - Comparaison avec le niveau de grès sus-jacents aux marnes à Cyrènes d'Entrevernes

Une différence assez sensible apparaît entre ces deux niveaux de grès (à Entrevernes : grès déposés dans une lagune ; à la Montagne du Charbon, grès déposés en milieu deltaïque sous-lagunaire) occupant la même position stratigraphique dans deux bassins distincts. L'influence marine semble plus forte à la Montagne du Charbon (voir étude de la microfaune). Là la salinité augmente régulièrement au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série, alors qu'à Entrevernes, elle oscille beaucoup.

C - PALEOGEOGRAPHIE DES COUCHES SAUMÂTRES DE LA MONTAGNE DU CHARBON-TRELOD

La subsidence se poursuivant, une lagune s'installe à l'emplacement du lac. Le régime marin se précise au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série.

Le bassin saumâtre est plus grand que le bassin lacustre auquel il fait suite. Il en résulte qu'une zone où le faciès à Cérithes (Cerithum diaboli) est transgressif sur le soubassement (Eocène moyen) entoure en "couronne" une zone centrale occupée par les couches fluviolacustres.

LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES ET SAUMATRES DU SYNCLINAL DES AILLONS

Ce synclinal a été occupé par deux bassins fluviolacustres distincts :

- le premier au N situé dans la région d'Aillon-le-Jeune appartient au type de bassin à caractère indépendant. Il était peu développé, puisqu'on n'y relève que 0,7 mètres de sables verts ravinant le Lutétien marin.
- le deuxième bassin occupait la partie sud du synclinal (Mont Céty - Col de Combe Servenne). Il appartient au second type de bassin. Des calcaires à Cyanophycées et des grès verts constituant les couches fluviolacustres sont surmontés par le faciès saumâtre : grès et marnes grises à Cérithes.

B A S S I N N O R D D E S A I L L O N S

Il est formé par des sables verts

A - ETUDE GRANULOMETRIQUE DES SABLES VERTS -

(planches 10, fig.7 p 36 et 11, fig. 1, p 38)

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qd	Hé	As-ymétrie	courbe canonique de RIVIERE
55b Pont de la Verne (Aillon-le-Jeune)	0,200	-	0,053	0,128	0,190	1,88	0,95	0,55	0,61	logarithmique à tendance parabolique

1 - le classement médiocre caractérise un dépôt continental de type fluviatile.

2 - le bon triage (courbe unimodale) indique qu'il y a unité d'apports

3 - l'asymétrie négative montre qu'il y a une mauvaise répartition du classement due à un remaniement du sédiment peu après son dépôt.

4 - la courbe canonique de RIVIERE présente un faciès logarithmique à tendance parabolique caractéristique d'un sédiment assez évolué.

- CONCLUSION à l'étude granulométrique des sables verts : Ce sont des dépôts fluviatiles remaniés.

B - MORPHOSCOPIE ET MORPHOMETRIE DES GRAINS DE QUARTZ DES SABLES VERTS

1 - Morphoscopie -

a - Etude de la fraction non lavée

Un très mince enduit ferrugineux recouvre quelques grains de quartz. Ces sables auraient subi une pédogenèse hydrolysante.

b - Etude de la fraction propre

1/ Etude des aspects de surface

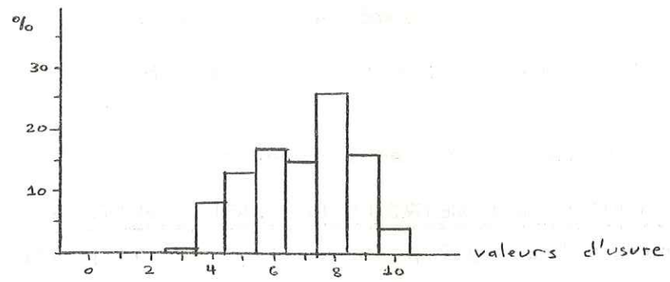
Les grains possèdent un aspect de surface luisant, acquis lors de brassages par des courants d'eau.

Quelques-uns sont picotés. Ils ont subi une corrosion climatique sous climat tropical humide ou équatorial.

2/ Etude de la forme des grains

CA	AR	OV	Sph	Indice d'usures
4	6	8	10	
9	29	57	4	4;71

Fig. 23 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz

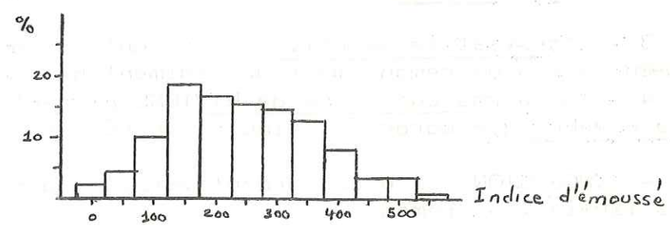


Le mélange des grains ovoïdes, arrondis, à coins arrondis et sphériques montre que ces sables ont été déposés en milieu fluviatile, mais certains éléments sont remaniés (grains éolisés).

2 - Morphométrie

Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	%
203	150	18

Fig. 24 Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quarts



L'indice d'émoussé est élevé pour une usure fluviatile. Cette valeur peut s'expliquer par le fait que ce sédiment a été remanié après son dépôt.

3 - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz

Le climat de la province de départ était hydrolysant. Les sables ont été déposés par des courants fluviatiles et ont été remaniés par le vent.

C - EXOSCOPIE DESGRAINS DE QUARTZ -

Echantillon 55 b

La surface des grains est recouverte d'une pellicule de silice amorphe

polie (climat altérant) et les grains sont arrondis (anciens grains altérés façonnés en milieu marin). Les traces de chocs en V (éolisation) et en croissant (brassage par l'eau) ont des bords tranchants.

L'échantillon 55b est formé d'anciens grains marins repris par un appareil continental (éolien et fluviatile).

D - PETROGRAPHIE -

Ces sables sont un peu dolomitiques (10,5%) et surtout siliceux (89%) Ils contiennent aussi un peu de glauconie (0,5%). L'absence de feldspaths et de micas implique un climat tropical humide.

E - PALEOGEOGRAPHIE DES COUCHES FLUVIOLACUSTRES D'AILLON-LE-JEUNE -

Dans la région d'Aillon -le-Jeune, un petit bassin fluviolacustre occupait une dépression topographique due à l'érosion qui a été envahie par les eaux, lors de la subsidence qui a succédé à la période d'émersion post-sénonienne.

B A S S I N S U D D E S A I L O N S

L E S C O U C H E S F L U V I O L A C U S T R E S D U B A S S I N S U D D E S A I L L O N S

Ce sont des grès verts

A - Etude granulométrique des grès verts

(Planches 14 fig.1 p 56 et 15 fig 1 p58)

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting-index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
59b Sud du Col de Combe Servenne	0,400	-	0130	2,40	0350	1,64	075	045	0,79	logarithmique

1 - le classement médiocre caractérise les dépôts continentaux de type fluviatile ou lacustre.

2 - le bon triage indique qu'il y a unité d'apports.

3 - l'a-symétrie est négative. Un remaniement a eu lieu peu après le dépôt.

4 - la courbe canonique de RIVIERE présente un faciès logarithmique caractéristique des sédiments évolués.

CONCLUSION à l'étude granulométrique : Ces grès, sédiments évolués sont des dépôts deltaïques sous-lacustres.

B - ETUDE MORPHOSCOPIQUE ET MORPHOMETRIQUE DES GRAINS DE QUARTZ DES GRES VERTS DU BASSIN S DES AILLONS

1 - Morphoscopie

a - Etude de la fraction non lavée

Un très mince enduit ferrugineux recouvre quelques grains. Les sables auraient subi une pédogenèse hydrolysante.

b - Etude de la fraction propre

1/ Etude des aspects de surface

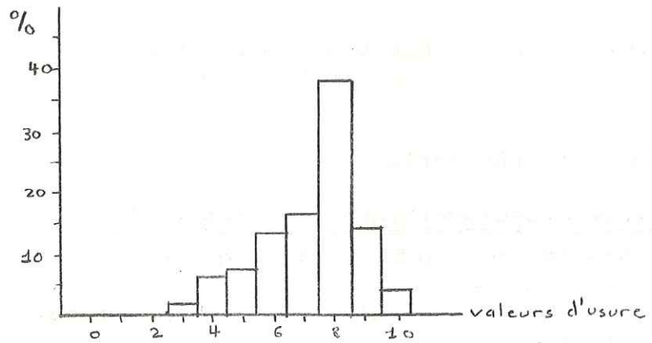
Une partie des grains possède un aspect mat dû à une microsilicification secondaire qui masque ainsi l'état de surface primitive du grain.

Les autres grains présentent un aspect de surface luisant acquis lors de brassages par des courants d'eau.

2/ Etude de la forme des grains

CA	AR	OV	Sph	Indice d'usure
4	6	8	10	
8	20	68	4	5,66

Fig. 25 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz

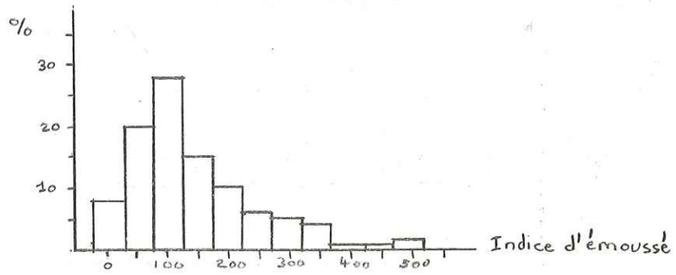


Le mélange de grains ovoïdes, arrondis, à coins arrondis et sphériques indique que ces grès ont subi un transport fluviatile qui a repris des éléments déjà éolisés.

2 - Morphométrie

Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	%
202	200	28

Fig. 26 Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quartz



L'indice d'émoussé est élevé pour une usure fluviatile. Il peut s'expliquer par le fait que les grains ont été déjà façonnés par le vent.

3 - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz

Le climat de la province était hydrolysant. Ces grès ont été déposés par des courants fluviatiles qui ont remanié des dépôts éoliens.

C - PETROGRAPHIE -

Ces grès sont siliceux et un peu glauconieux (glauconie détritique)

D - PALEOGEOGRAPHIE DES COUCHES FLUVIOLACUSTRES DU BASSIN SUD DES AILLONS

Un bassin fluviolacustre occupant une dépression due à l'érosion s'est développé non loin des côtes. Des sables remaniés de grès verts albiens s'y sont déposés. Le climat était hydrolysant.

LES COUCHES SAUMATRES DU BASSIN SUD DES AILLONS

Sur le terrain, elles sont peu visibles mais semblent constituées par des marnes et des grès à Cérithes. Elles se sont déposées dans une lagune située à l'emplacement du bassin fluviolacustre.

LE FACIES A POLYPIERS DU MASSIF DES BAUGES

Les couches à Polypiers constituent un terme de passage avec les assises à Petites Nummulites. La plupart des auteurs les rattachent au faciès des Diablerets dont elles ne constituent qu'un faciès plus marin. Mais à leur sommet ces calcaires à Polypiers peuvent être un équivalent latéral des couches à Petites Nummulites.

Calcaires marins gréseux à Petites Nummulites	
	Calcaires marins à Polypiers
"Couches des Diablerets" marnes grises à Cérithes lagunaires	

L'âge des couches à Polypiers est variable dans le Massif des Bauges elles sont de plus en plus récentes d'E en W : Eocène supérieur à l'E, Oligocène inférieur dans la région des Déserts.

A - DESCRIPTION DES COUCHES A POLYPIERS -

1 - Description macroscopique

Dans la région des Déserts -La Féclaz, dans la carrière ouverte au bord de la route La Lésine à La Féclaz, 500 mètres au S - SW du point 1244 les couches à Polypiers sont des bancs biocalcarénites. Dans les autres régions (Châtelard, Trélod) le faciès à Polypiers se présente sous forme de calcarénites et de biocalcilutites tendres. Dans les deux cas, des Algues et des débris de Lamellibranches sont associés aux Polypiers.

2 - Description microscopique des biocalcarénites

Echantillon 51 a à 51d

- ces calcaires ont une matrice micritique
- les éléments détritiques sont rares : quelques grains de quartz sont présents à la base de cette formation. La pyrite est assez abondante.
- Aux Polypiers sont associées des Algues (Lithathamnium) des Annelides, des débris d'Oursins et des Milioles.
- Ces calcaires se sont déposés en milieu médiolittoral.

B - PETROGRAPHIE -

La calcimétrie (Manocalcimètre) décèle de la calcite (75 à 86%) et de la dolomite (6 à 24,5%). Une coloration au rouge Alizarin S et au Ferricyanure de potassium montre que la matrice est calcitique et dolomitique. Les cristaux de petites tailles (15 microns environ) de dolomite sont bien individualisés. La dolomite est primaire. Ils sont finement associés à la calcite et à de la pyrite finement divisée. Le milieu est donc réducteur. Certains tests d'organismes sont dolomitisés. Ces animaux ont dû périr dans ce milieu et y être dolomitisés.

C - RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE ET SIGNIFICATION DU FACIES A POLYPIERS -

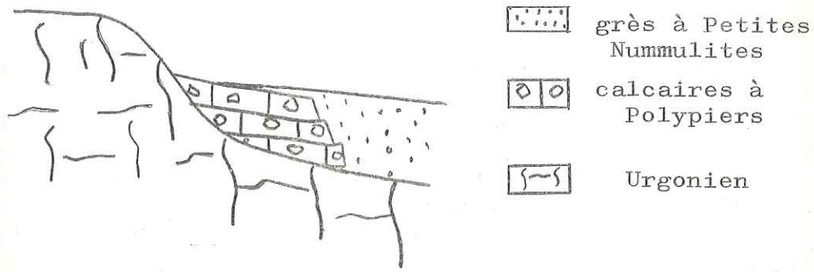
Au cours de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène inférieur, la bordure continentale continue à s'affaisser, les bassins saumâtres sont peu à

peu envahis par la mer et transformés en golfes. A Entrevernes, après le dépôt des couches à Polypiers, fait suite un nouvel épisode saumâtre qui semble indiquer que la passe communiquant avec la mer devait parfois s'obstruer.

La pâte micritique de ces calcaires témoigne d'un milieu tranquille. Les polypiers se sont développés à l'abri des apports détritiques : lagon (les grains de quartz sont rares).

A l'époque (Eocène supérieur) où à Entrevernes se déposaient ces couches à Polypiers, plus à l'W, la région de La Féclaz constituait une zone émergée qui a été envahie par la mer plus tardivement (Oligocène). Sur la route La Féclaz - La Lésine (affleurement 51), il semble que l'Urgonien formait un seuil voire même une paléofalaise, les couches à Polypiers se sont alors développées pour former un récif frangeant ou un atoll.

En coupe nous avons : Fig 27 - Coupe de l'affleurement 51



Sur la surface de l'Urgonien, nous avons relevé la présence d'un hard-ground et d'encroûtements d'algues un peu rosés.

CONCLUSION GENERALE SUR LES COUCHES FLUVIOLACUSTRES ET SAUMATRES DES BAUGES

Dans chaque bassin fluviolacustre des Bauges, les sédiments sont différents de ceux des autres bassins : on pourrait alors peut-être admettre qu'à l'origine ils se sont déposés dans dix bassins distincts dont la longueur varie de quelques dizaines de mètres à plus de 5 kilomètres.

Ces bassins se répartissent en deux types selon leurs relations avec les assises sus-jacentes :

- le premier type à caractère indépendant où les couches fluviolacustres ne présentent aucune continuité avec les assises sus-jacentes : le faciès à Petites Nummulites est transgressif ; (bassins de La Féclaz - Les déserts La Palud, Le Sauget, Saint-François-de-Sales, Arith et Aillon-le-Jeune).
- Dans le second type de bassin, les couches fluviolacustres passent régulièrement et en concordance à des couches saumâtres : bassins d'Entrevernes, Bellecombe-en-Bauges, Montagne du Charbon-Trélod et le bassin Sud du Synclinal des Aillons.

Les bassins du premier type sont situés à l'intérieur des terres, alors que ceux du second type sont proches de la mer. Nous avons reporté sur la carte schématique des Bauges (planche 9p34)la position de ces deux types de bassins. Nous pouvons ainsi définir deux lignes de rivage :

- l'une, plus ancienne, au moment du dépôt des couches fluviolacustres,
- l'autre, plus récente, au moment du dépôt des couches saumâtres.

Cette deuxième ligne est en fait la limite du continent et d'une zone lagunaire. Cette zone s'interrompt au S du Châtelard pour se reformer au niveau du Col des Prés.

Le climat, lors du dépôt de ces couches fluviolacustres et saumâtres était hydrolysant de type tropical humide.

Les régions de Faverges et de Rière-Bellevaux devaient être émergées lors du dépôt de ces couches, car les calcaires priaboniens à Petites Nummulites reposent directement sur le Sénonien.

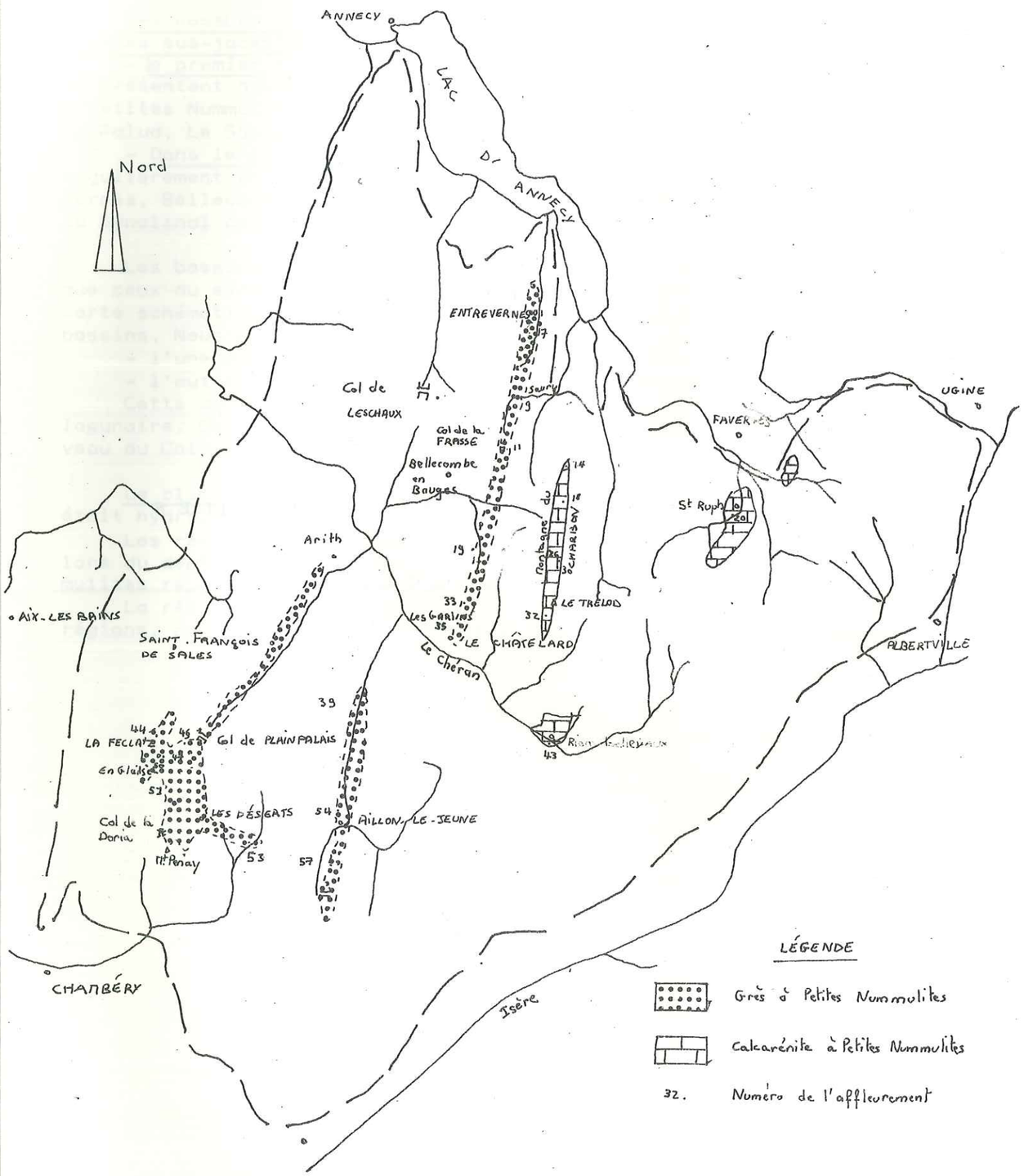
La région de La Féclaz - Les Déserts était plus élevée que les autres régions, puisque les couches fluviolacustres ont un âge oligocène.

CHAPITRE VI

FORMATION 4 : LES COUCHES A PETITES NUMMULITES

FORMATION 4 : emplacement des affleurements

PLANCHE 16



Le faciès à Petites Nummulites est représenté par des calcaires plus ou moins gréseux et des grès. Ces assises surmontent les couches saumâtres ou fluviolacustres (Entrevernes, Montagne du Charbon, La Féclaz - Les Déserts) Elles transgressent directement sur le Sénonien à la Cascade du Col des Prés (synclinal des Aillons) ou à Rière-Bellevaux à l'W.

Leur âge varie suivant le même schéma que précédemment :

- dans la zone la plus interne (Rière-Bellevaux) la faune est typiquement priabonienne.
- entre les deux, une zone mixte comporte une faune à affinités Oligocène et Eocène.

Répartition géographique des calcaires et des grès à Petites Nummulites (voir planche 16 p 82)

- les calcaires plus ou moins gréseux surmontés par un banc de calcaire à Mélobésiées se rencontrent à l'E et à la Montagne du Charbon, à St Ruph et la région de Faverges et Rière-Bellevaux.
- Les grès sont situés à l'W sur le Plateau de La Féclaz - Les Déserts dans les vallées synclinales de Saint-François-de-Sales, des Aillons, du Châtelard et d'Entrevernes. A la Féclaz - Les Déserts, ils sont connus sous le nom de "Grès de la Doria" et peuvent passer littéralement à des sables "sables de Plainpalais". En fait, il existe dans cette région de nombreuses variations de faciès, comme nous le verrons par la suite.

LES CALCAIRES A PETITES NUMMULITES

A - ANALYSE STRATIGRAPHIQUE -

1 - Analyse séquentielle -

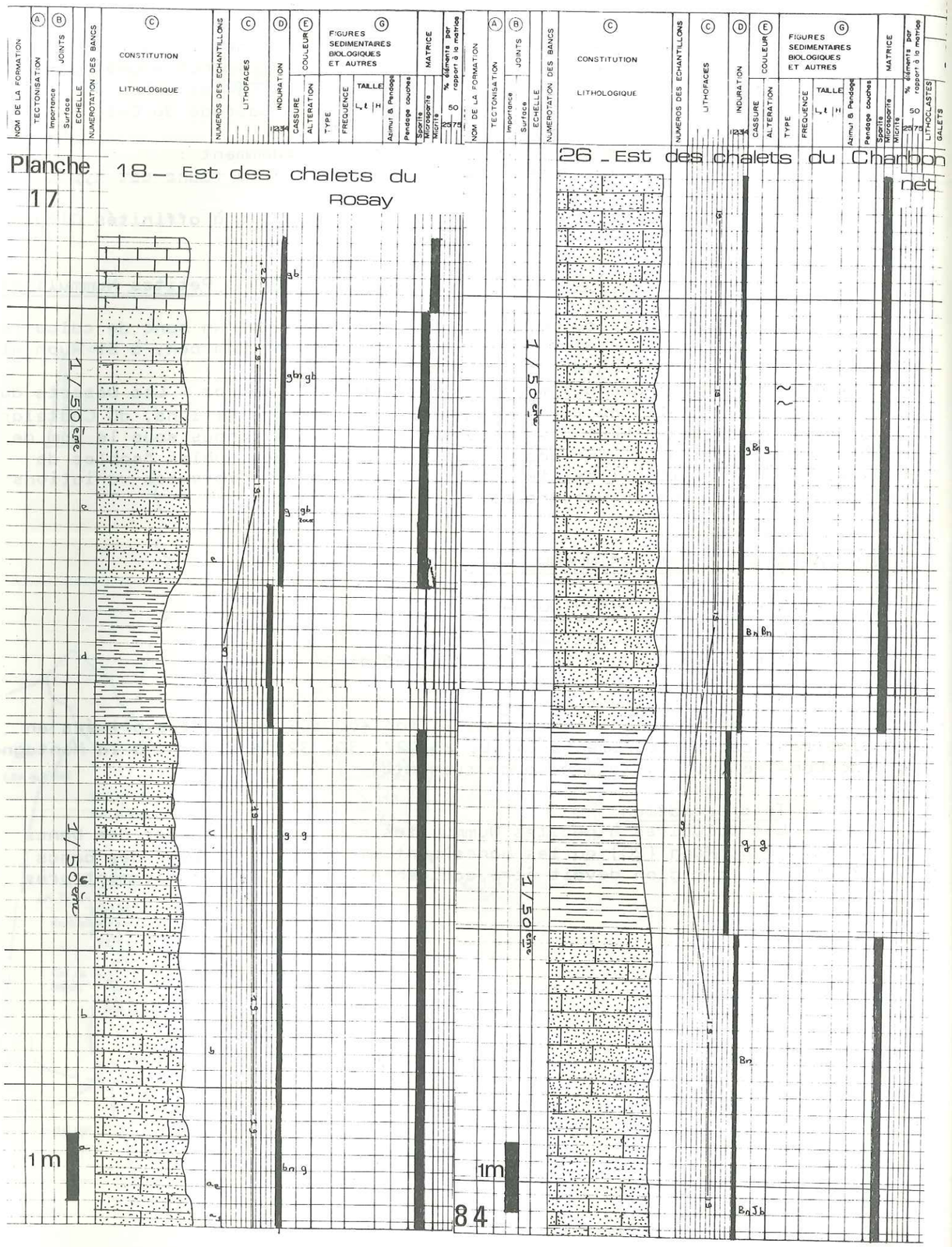
(voir planches 17,18 et 19 p84, 86 et 88)

2 - Analyse stratonomique-

Les données consignées dans le tableau suivant sont exprimées en centimètres. Les affleurements 14,18, 26, 27, 30, 32 se situent à la Montagne du Charbon-Trélod. (cf tableau page suivante)

Interprétation

Les calcaires à petites Nummulites sont constitués par des bancs épais sauf à St Ruph (20) où les bancs sont minces. L'épaisseur des bancs varie un peu. La région devait être accidentée et située relativement près des zones d'apports.



N° de l'affleurement	Epaisseur mesurée	Nombre de strates	Epaisseur moyenne X	Epaisseur maximale d'une strate Y	Epaisseur minimale d'une strate Z	X / Y / Z
14 - NW des Chalets du Charbon	1 360	16	85	200	20	85 / 200 / 20
18-E du Chalet du Rosay	1 247	14	89	210	23	89 / 210 / 23
27 Passage du Charbonnet	681	11	62	210	19	62 / 210 / 19
26-E des Chalets du Charbonnet	1 270	14	91	240	20	91 / 240 / 20
30-S du Chalet du Charbonnet	2 420	28	86	200	31	86 / 200 / 31
32-NE des Enclos de Pleuven	2 220	35	63	200	18	63 / 200 / 19
43 Riere-Bellevaux	1 870	18	108	250	50	108 / 50 / 250
20-St Ruph	2 539	114	22	242	7	22 / 242 / 7

B - PETROGRAPHIE -

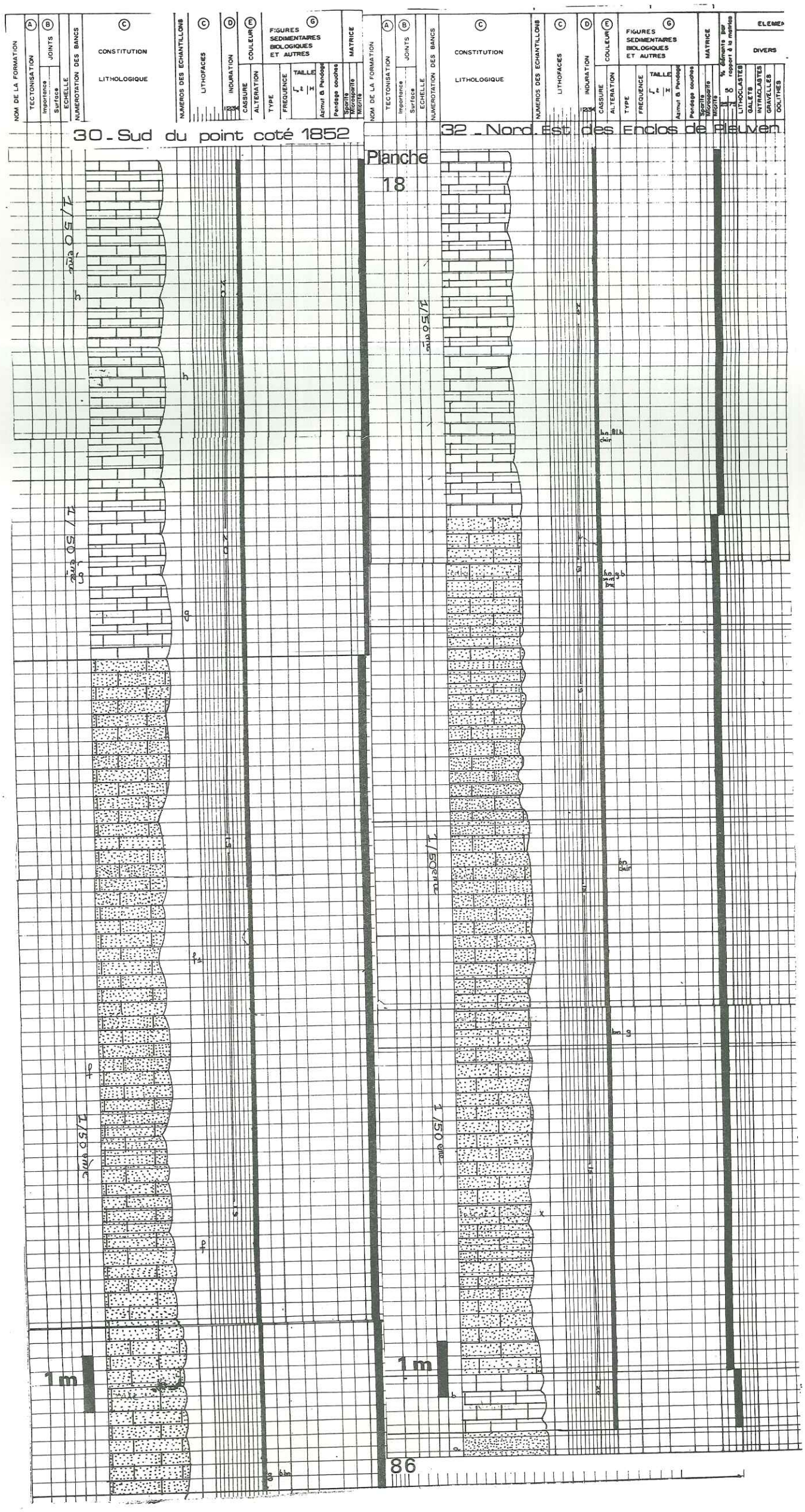
1 - Description des microfaciès

a - Coupe 18 à l'E du Chalet du Rosay (Montagne du Charbon)

Echantillon 18b
- la matrice est microsparitique
- la présence de quartz détritique (7%) (taille moyenne 325 μ)
- présence de fer oxydé.

Echantillon 18c
- la matrice est microsparitique
- la présence de quartz détritique (3%) (taille moyenne : 200 μ)
- algues abondantes
- présence de quelques Textularidés et Milioles

Echantillon 18e
- la matrice est microsparitique
- présence de quartz détritique (2%) (taille moyenne : 100 μ)
- présence de rares grains de glauconie authigène
- présence d'un peu de fer oxydé
- les Milioles sont rares.



NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACIES
INDURATION
COULEUR
CASSURE
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
Sparite
Microsparite
Micrite
% éléments par rapport à la matrice
ELEMEN
DIVERS
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
30 - Sud du point coté 1852
32 - Nord Est des Enclos de Pleuven
Planche 18
1/50 cm
1m
86

Echantillon 18f
- la matrice est microsparitique
- présence de quartz détritique (1%) (taille moyenne : 180 μ)
- la glauconie authigène est peu abondante.
- les Algues sont peu abondantes.
- les Textularidés sont rares.

Echantillon 18g
- la matrice est sparitique
- présence d'oncolithes et de stromatolithes
- la glauconie authigène est rare
- les Bryozoaires et les Pectens sont abondants
- les Algues du genre Lithothamnium sont très abondantes. Celles du genre Lithophyllum sont plus rares.

Ces calcaires se sont déposés en milieu médiolittoral.

b - Coupe 43 de Rière - Bellevaux

Echantillon 43a
- la matrice est micritique
- présence de quartz détritique (1%) (taille moyenne : 150 μ)
- la glauconie authigène est rare
- présence de fer oxydé
- les Bryozoaires sont peu abondants
- les Algues (Lithothamnium et Lithophyllum) abondent.

Echantillon 43b
- la matrice est micritique
- quelques rares oncolithes sont présents
- présence de quartz (1%) (taille moyenne : 100 μ)
- la glauconie authigène est peu abondante
- les Algues du genre Lithothamnium sont très abondantes. Celles du genre Lithophyllum sont abondantes.
- les Oursins sont abondants.
- Les Nummulites (N. garnieri, N. incrassatus et N. fabiani) sont très abondantes.
- les Textularidés sont peu abondants.

Echantillon 43c
- la matrice est micritique
- présence de quartz détritique (5%) -(taille moyenne : 125 μ)
- la glauconie authigène est peu abondante
- présence de fer oxydé
- les Bryozoaires et les Oursins sont peu abondants
- les Algues sont abondantes
- les Nummulites et les Discocyclines abondent
- les Textularidés et les Milioles sont peu abondants.

Echantillon 43d
- la matrice est micritique
- présence de quartz (3%) détritique (taille moyenne : 100 μ)
- les Bryozoaires sont peu abondants.
- les Algues et les Oursins sont abondants.

Echantillon 43 e :
- la matrice est micritique
- présence de quartz détritique (4%) (taille moyenne 125 μ)
- présence de fer oxydé
- la glauconie authigène est abondante
- les Foraminifères pélagiques (Globigérines) sont très abondants.

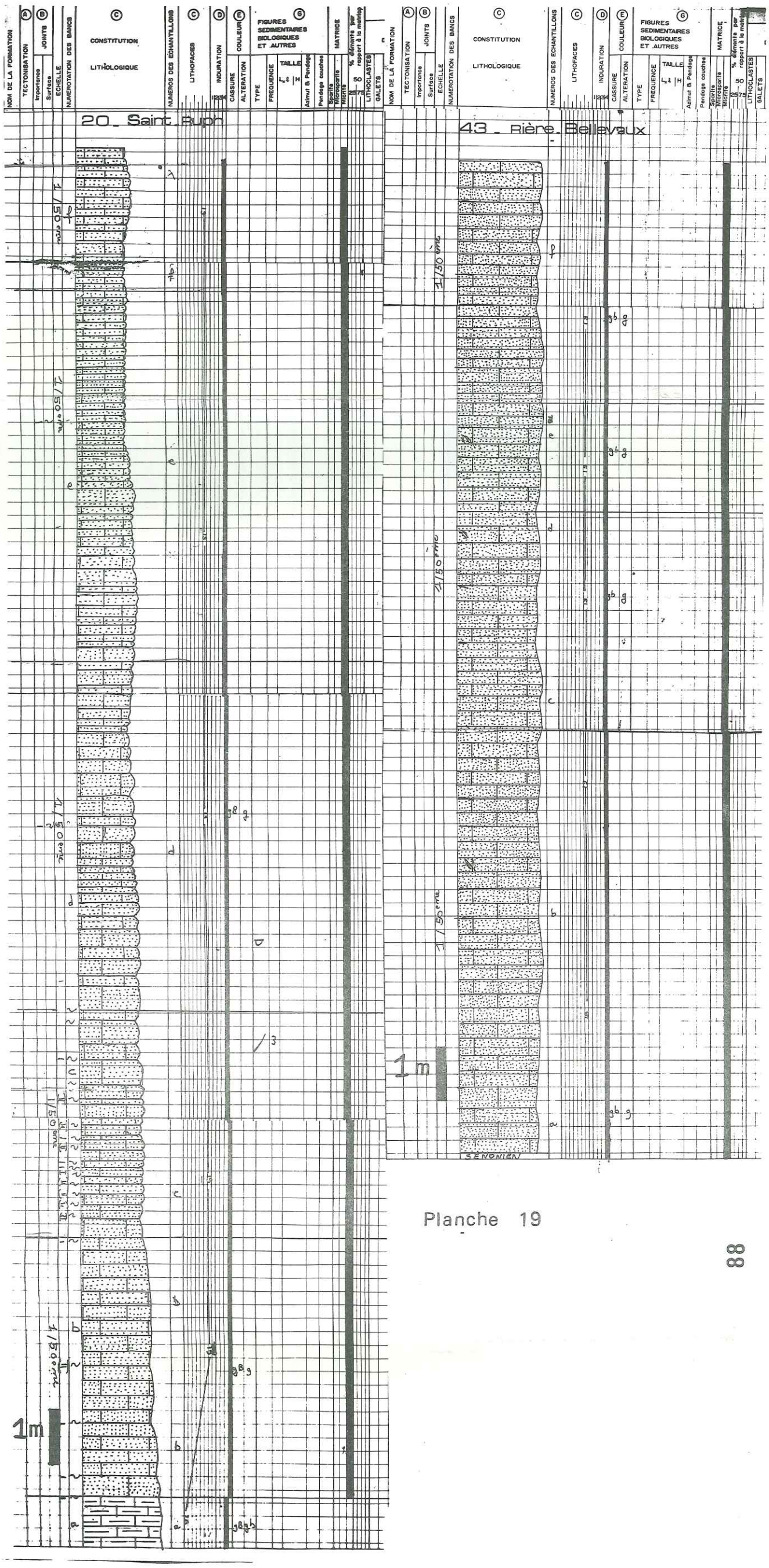


Planche 19

Le milieu de dépôt de ces calcaires varie de bas en haut de la coupe des zones circalittorale supérieure à circalittorale inférieure.

c - coupe 20 : Vallon de St Ruph

Echantillon 20b

-La matrice est micritique
-présence de quelques oncolithes
-présence de quartz détritique (2%) (taille moyenne : 100 μ)
-présence de fer oxydé
-la glauconie authigène est peu abondante
-les Bryozoaires et les Oursins sont peu abondants.
-les Algues sont abondantes
-Les Nummulites (N. CHAVANNESI), les Discocyclines (Discocyclina sp.) et les Operculines (Operculina sp.) sont abondantes.
-Textularidés et Milioles sont peu abondants.

Echantillon 20c

-la matrice est micritique
-présence de nombreuses gravelles
-présence de quelques oncolithes et quelques rares stromatolithes
-présence de quartz (1%) détritique (taille moyenne 50 μ)
-la glauconie authigène est peu abondante
-présence de fer oxydé
-les Bryozoaires sont abondants
-les Algues du genre Lithothamnium sont très abondantes. Celles du genre Lithophyllum sont peu abondantes.
-Les oursins sont rares
-les Annélides sont peu abondantes
-les Nummulites et les Discocyclines sont abondantes
-les Textularidés sont rares et les Milioles peu abondantes.

Echantillon 20d

-la matrice est micritique
-présence de quelques oncolithes
-présence de quartz détritique (2%) (taille moyenne : 200 μ)
-la glauconie authigène est peu abondante
-présence de fer oxydé
-les Bryozoaires sont peu abondants
-les Algues du genre Lithothamnium sont très abondantes, celles du genre Lithophyllum sont peu abondantes.

Echantillon 20e

-la matrice est micritique
-présence de quelques oncolithes
-les Bryozoaires et les Algues (Lithothamnium et Lythophyllum) sont abondants
-les Oursins sont abondants
-les Nummulites sont abondantes, les Discocyclines peu abondantes
-les Textularidés sont peu abondants, les Milioles abondantes.

Echantillon 20f

-la matrice est micritique
-les Bryozoaires sont abondants
-les Algues du genre Lithothamnium sont peu abondantes, celles du genre Lithophyllum sont très abondantes.
-les Oursins sont peu abondants
-les Nummulites et les Discocyclines sont peu abondantes.
-les Textularidés sont abondants, les Milioles peu abondantes.

Ces calcaires se sont déposés dans la zone circalittorale.

d - CONCLUSION à l'étude des microfaciès

Il n'y a pas de variation verticale de faciès. Le milieu de dépôt

n'est pas très profond et varie de la zone médiolittorale à circalittorale Les Algues lithothamniées se sont développées dans une mer très peu profonde aux eaux chaudes, claires et agitées, c'est-à-dire dans des zones de courant intense. La présence de glauconie authigène est un indicateur de mer peu profonde à eaux agitées.

2 - Carbonatimétrie

Dans les différentes coupes, nous ne pouvons pas dégager de conclusion en ce qui concerne le pourcentage total de carbonates. Il varie de façon désordonnée. Ceci est dû à la présence d'organismes à tests calcaires.

La calcite est l'élément dominant (67% à 100%) la dolomite est présente en très faible quantité (1 à 10%).

Ces calcaires se sont donc déposés au large des côtes.

3 - Analyse aux rayons X

Echantillon 20b

Cet échantillon renferme les minéraux argileux suivants dans l'ordre de décroissance : illite, interstratifiés : illite-montmorillanite, chlorite + kaolinite (?) auxquels s'ajoute du quartz en traces. Ces calcaires se sont déposés sous climat chaud.

Echantillon 18d

C'est le niveau de marnes blanches que l'on trouve parfois intercalé dans les calcaires à Petites Nummulites de la Montagne du Charbon. Il renferme les minéraux argileux suivants dans l'ordre de décroissance : montmorillonite interstratifiés, illite, kaolinite auxquels s'ajoute du quartz. Ces marnes se sont donc déposées en milieu confiné : mer fermée, sillon ou golfe.

C - CONCLUSION A L'ETUDE DES CALCAIRES A PETITES NUMMULITES -

Les calcaires à Petites Nummulites ont été déposés dans une mer peu profonde (zone médiolittorale à circalittorale) à eaux agitées, claires et chaudes. A la Montagne du Charbon, un épisode pendant lequel le milieu est confiné, s'intercale, entre le milieu précédent. Il y a peut-être eu un bassin local séparé du large par un seuil.

LES GRES A PETITES NUMMULITES

A - ANALYSE LITHOLOGIQUE ET SEQUENTIELLE -

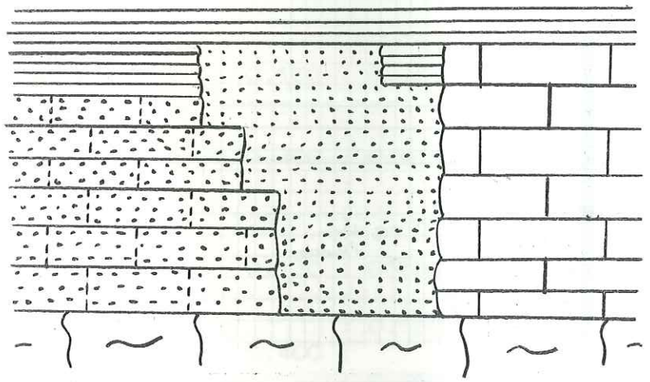
1 - les différents faciès

Les "grès de la Doria" grès, à matrice calcaire, roux ou bicolores à Pecten, Polypiers, Petites Nummulites, Oursins plats peuvent localement devenir de véritables sables siliceux : "sables de Plainpalais". Ces couches à Petites Nummulites sont surmontées par les marnes à Meletta.

Dans la région de La Féclaz ce schéma est en réalité compliqué par de nombreuses variations latérales :

- les grès de la Doria peuvent passer latéralement aux sables de Plainpalais
- la partie supérieure de ces derniers constitue un faciès latéral des Marnes à Meletta. Vers les chalets du Vignoble, les marnes à Meletta sont même intercalées dans les sables.
- les calcaires siliceux (surtout bien développés dans la région de La Magne - Col de Plainpalais) sont eux aussi un faciès latéral des sables de Plainpalais.

Toutes ces variations sont résumées dans le schéma suivant (fig.28)



Marnes à Meletta

Calcaires siliceux

Sables de Plainpalais

Grès de la Doria

Urgonien

Il arrive aussi qu'une formation supérieure (marnes à Meletta, plus rarement grès des Déserts) "transgresse" directement sur l'Urgonien.

2 - Description des coupes des Sablières de La Féclaz

Les seules coupes bien visibles sont celles creusées dans les Sablières du Col de Plainpalais (46) et de la Féclaz (47)

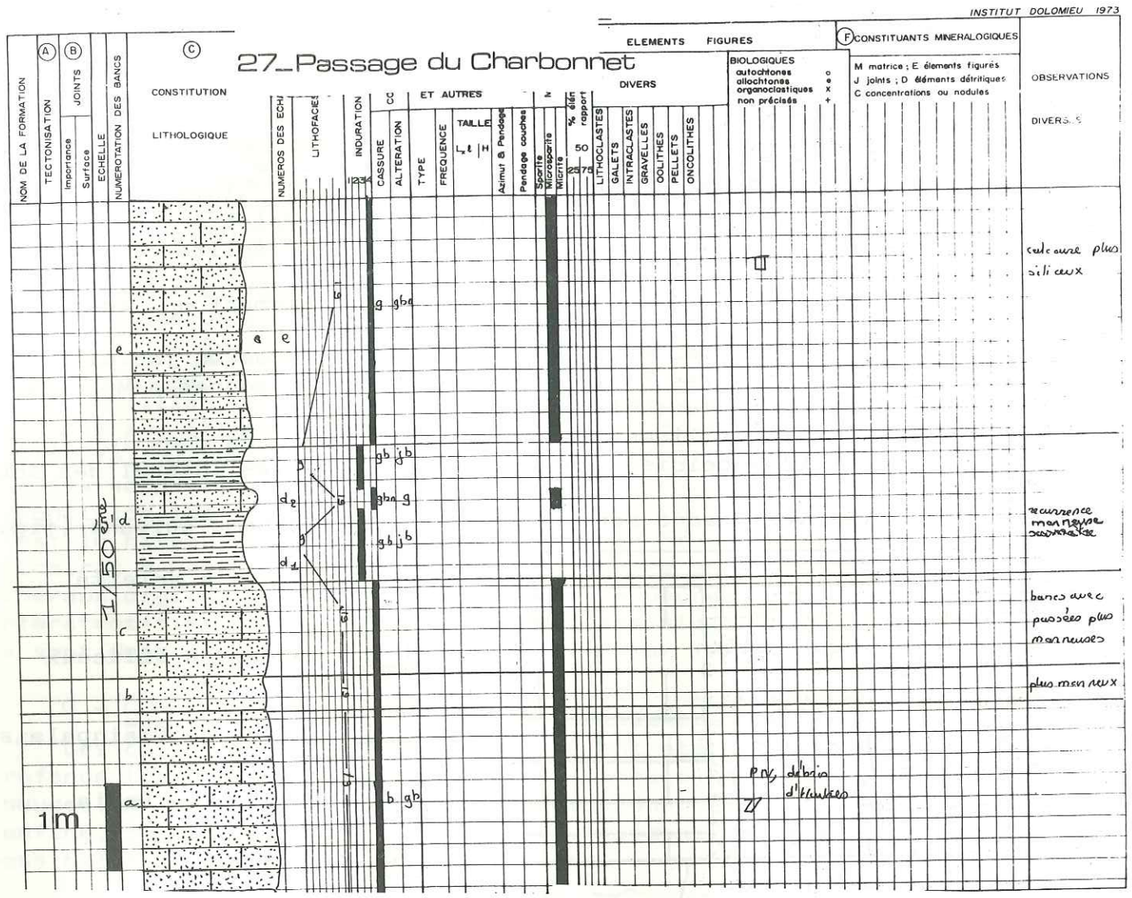
De la base au sommet (voir planche 20p92) on relève :

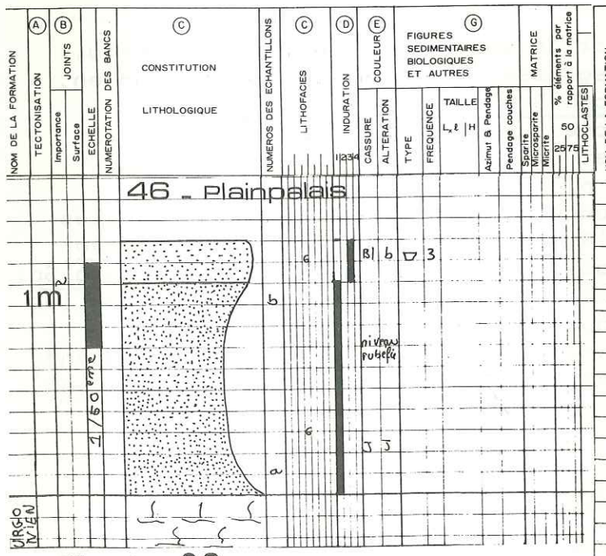
- 3 à 4 mètres de sables jaunes renfermant de nombreux fossiles franchement marins : lamellibranches (Pecten et grosses huîtres : Ostrea gigantea) et Dents de poissons (Odontapsis cupidata, O. Cutissima, Lamna Sp;) et des ossements découverts par L. MORET d'Acerotherium concentrés dans les zones rubéfiées au milieu des sables jaunes.
- Ces sables se consolident dans la partie supérieure pour donner un banc de grès bleu ocreux à Pecten et grosses Natices (Natica crassatina). Ce banc a des surfaces présentant des microcuvettes, caractéristiques du milieu épicontinental.

B - ETUDE DES GRES A PETITES NUMMULITES DES SYNCLINAUX DES AILLONS DU CHATELARD ET D'ENTREVERNES -

1 - Etude granulométrique -

(planches 21 p 94et 22 p96)





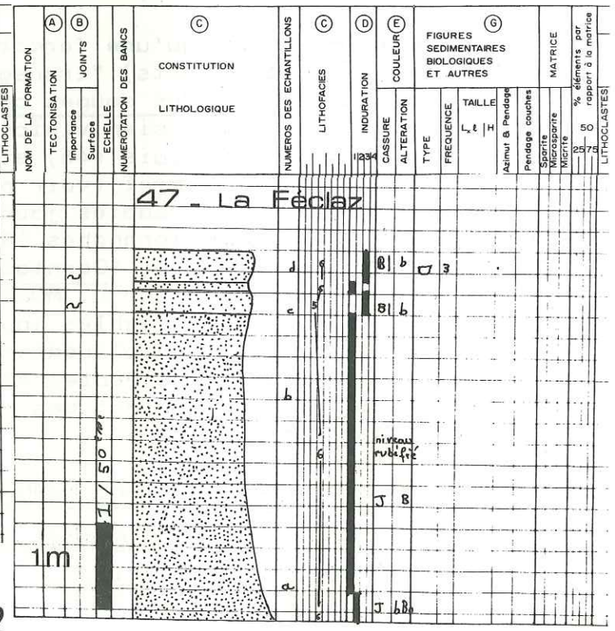


Planche 20

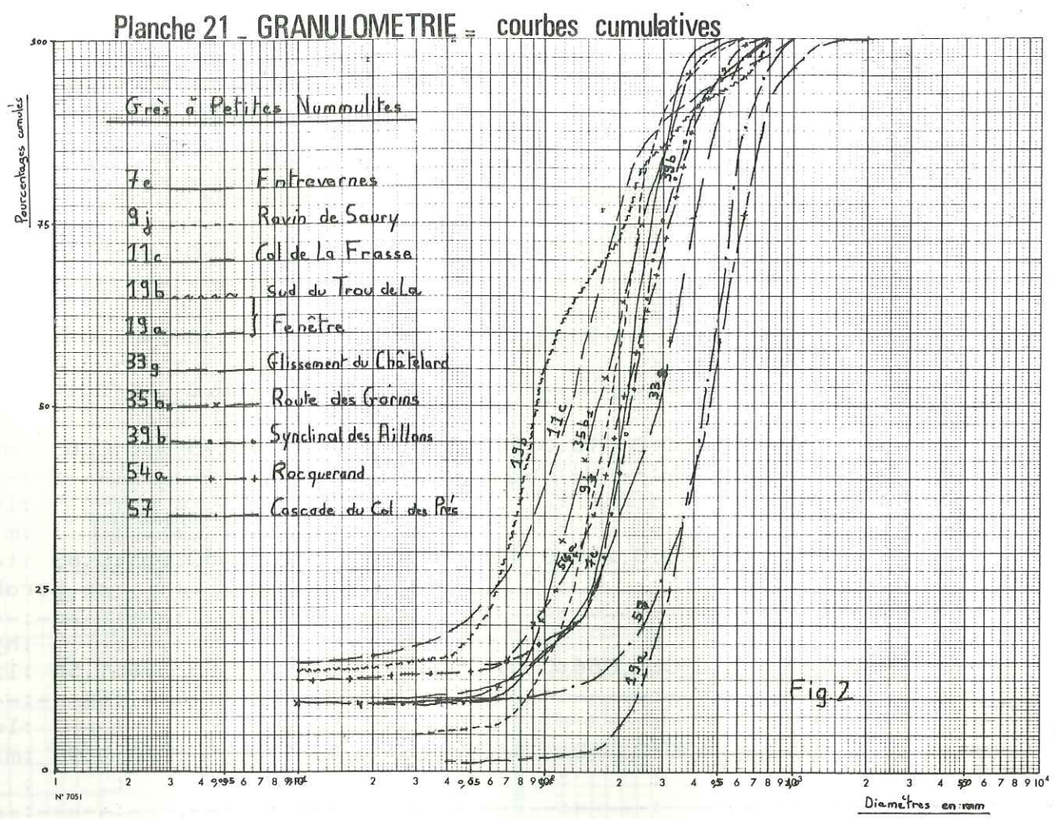
N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
53f La Palud Le Sauget	0,160	-	0,096	0,140	0,190	1,38	0,50	0,45	0,93	logarithmique
39b Route D69 en face d'Attily	0,250	-	0,158	0,216	0,305	1,39	0,50	0,40	1,03	logarithmique
54 Rocquerand	0,200	0,320	0,110	0,202	0,315	1,69	0,75	0,65	0,83	logarithmique
57 Cascade du Col des Prés	0,630	0,320	0,285	0,440	0,570	1,41	0,50	0,35	0,83	logarithmique à tendance parabolique
19b et 19a S du Trou de la Fenêtre	0,100 0,400	0,250 0,630	0,066 0,310	0,091 0,440	0,210 0,620	1,81 1,41	0,85 0,50	0,48 0,48	1,56 0,99	hyperbolique logarithmique
35b Route des Garins	0,130	0,250	0,108	0,164	0,242	1,50	0,60	0,55	0,97	logarithmique
33g Glissement du Châtelard	0,400	0,100 0,200	0,158	0,270	0,398	1,59	0,67	0,55	0,96	logarithmique
11c Col de La Frasse	0,160	-	0,062	0,125	0,195	1,77	0,82	0,60	0,77	logarithmique
7e Entrevernes	0,250	-	0,153	0,210	0,266	1,32	0,40	0,32	0,92	logarithmique
9j Ravin de Saury	0,250	-	0,131	0,184	0,233	1,33	0,42	0,38	0,90	parabolique

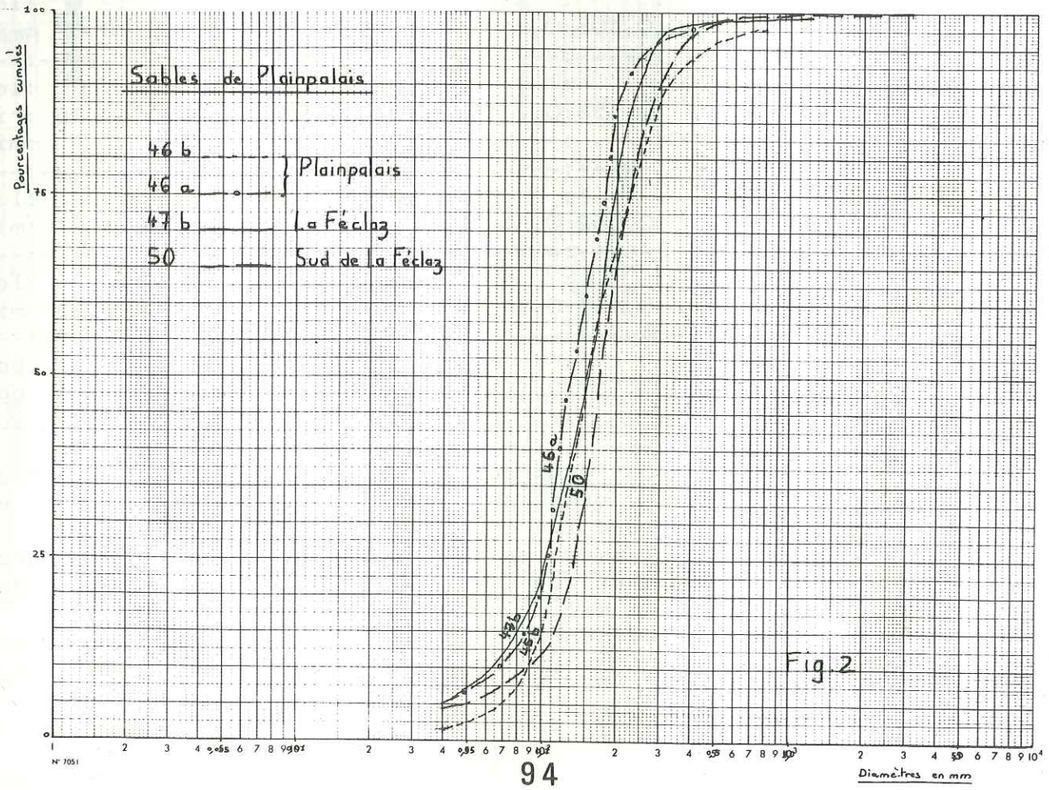
a - Dimension des grains : l'affleurement 19 montre une grano décroissance à l'échelle de la formation de la base au sommet, soit il est éloigné des zones d'apports, soit les apports se sont atténués.

b - le bon classement de la plupart des échantillons caractérise les dépôts de plages marines. Le classement médiocre de certains échantillons caractérise un dépôt en milieu deltaïque marin.

c - le triage est bon (courbes de fréquence simple unimodales) pour les échantillons de La Palud et d'Entrevernes. Il y a donc unicité d'apports.

Le triage est mauvais (courbes de fréquence simple bimodales) pour les autres échantillons. Il a donc pu se produire soit des mélanges entre des apports différents, soit une turbulence remaniant les sédiments peu après leur dépôt.





d - l'a-symétrie négative indique une mauvaise répartition du classement. Un léger remaniement a eu lieu peu après le dépôt des sédiments

Un seul échantillon (19b) possède une as-ymétrie positive caractéristique des dépôts en eaux calmes, de fond de bassin.

e - les courbes canoniques de RIVIERE présentent un faciès logarithmique caractéristique des sédiments évolués.

La courbe canonique de 9j présente un faciès parabolique caractéristique des sédiments peu évolués.

La courbe canonique de RIVIERE de 19b présente un faciès hyperbolique caractéristique des dépôts de décantation de fond de golfe ou de bassin.

CONCLUSION à l'étude granulométrique : Ces grès à Petites Nummulites se sont déposés en milieu marin peu profond et à topographie variée allant de la plateforme deltaïque marine à la plage marine.

2 - Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès à Petites Nummulites

a - Morphoscopie

1/ Etude de la fraction non lavée

Les grains sont recouverts par un très mince enduit ferrugineux. Ces sables auraient subi une pédogenèse hydrolysante sous climat équatorial ou tropical humide ou sec.

Parfois ce pigment ferrugineux peut devenir abondant et constitue alors une sorte de ciment qui unit les grains entre eux, formant ainsi des agrégats ferrugineux. Leur présence indique une pédogenèse assez intense, sous climat comportant une saison sèche marquée : climat tropical.

2/ Etude de la fraction propre

Etude des aspects de surface

La surface des grains de quartz est luisante. Les grains ont donc subi un brassage par courants d'eau.

Etude de la forme des grains

Numéro de l'échantillon	CA 4	AR 6	OV 8	Sph 10	Indices d'usure
53f La Palud Le Sauget	12	23	62	5	5,45
39a Route D 62 (en face d'Attily)	9	19	66	5	5,60

Fig. 29 Histogrammes du degré d'usure des grains de quartz

éch 39a éch 53f

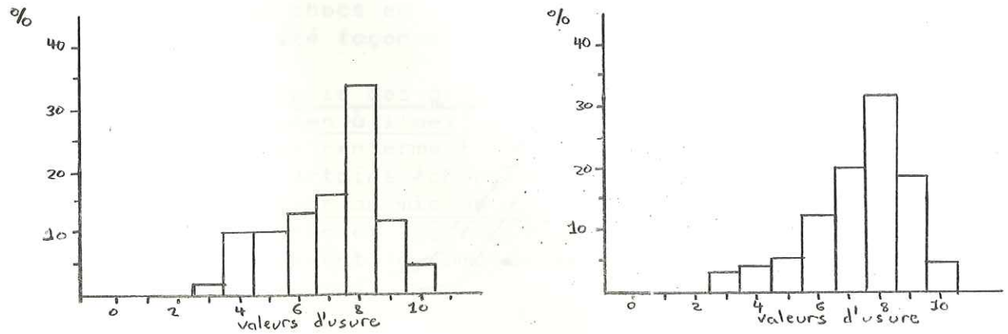


PLANCHE 22 - Formation 4 : Courbes granulométriques (fréquence simple)

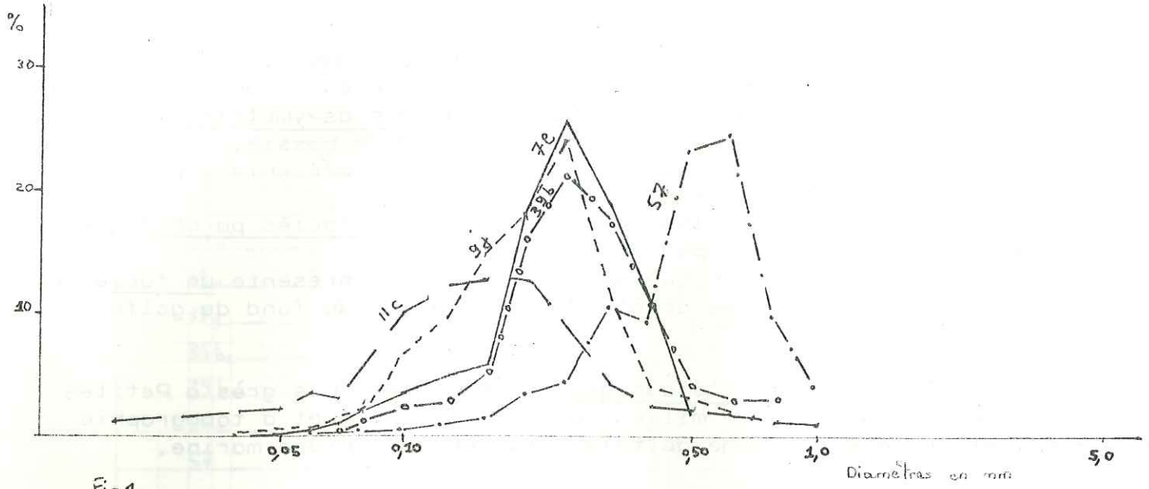


Fig1

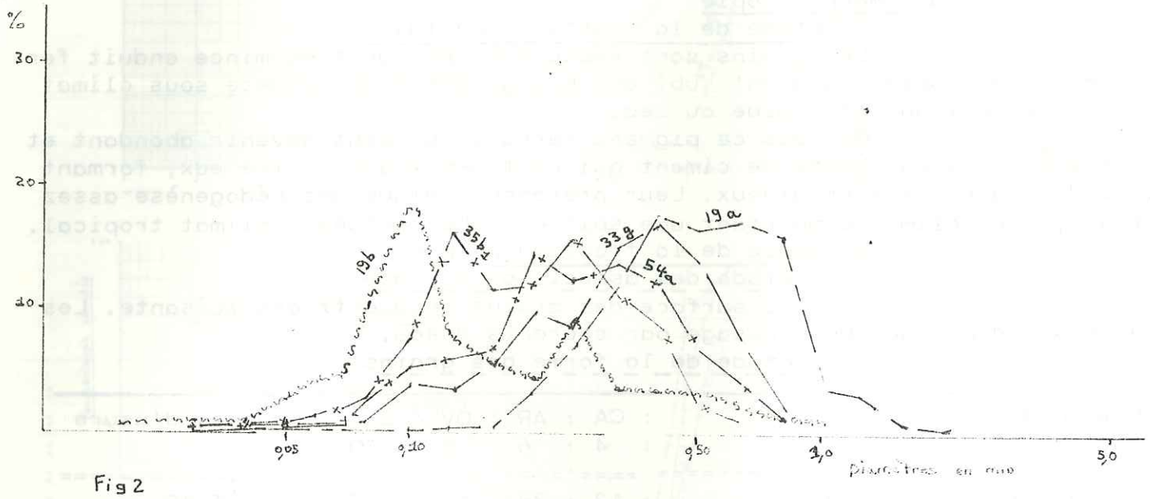


Fig 2

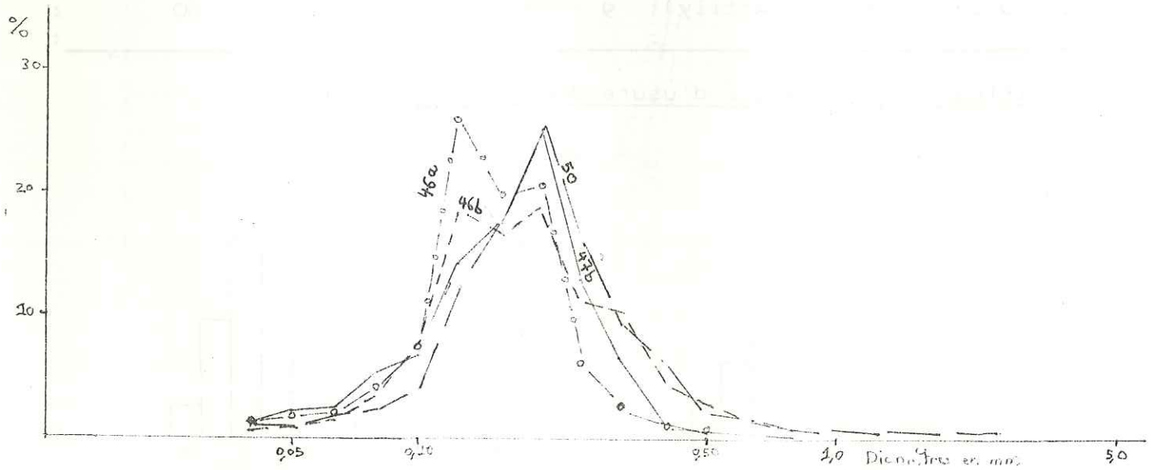


Fig 3

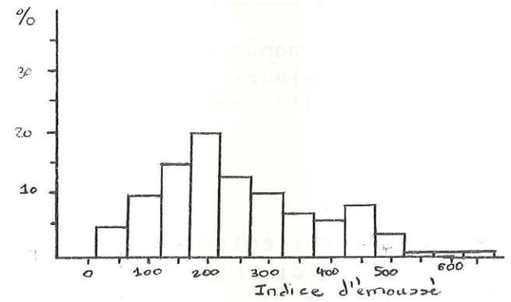
Les grains ovoïdes prédominent. Des grains sphériques leur sont associés. Ces grains ont donc pu être déposés dans une baie marine ou sur une place par des courants et aussi pour une faible part par le vent.

b- Morphométrie

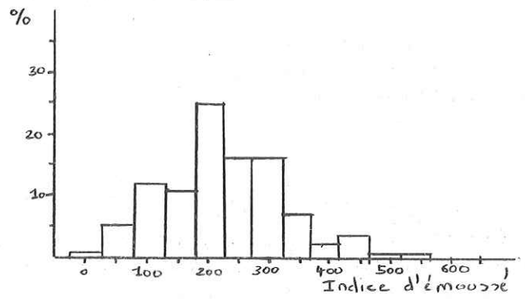
Numéro de l'échantillon	médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	%
53f	218	200	25
39a	233	200	20

Fig. 30 Histogrammes de l'indice d'émoussé des grains de quartz

éch 39a



éch 53f



Les valeurs de l'indice d'émoussé correspondent à une usure de plage marine.

c -CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès à Petites Nummulites

Le climat de la province de départ de ces grès était hydrolysant, puis ils ont été déposés en grande partie par des courants mais aussi par le vent dans une baie marine ou sur une plage marine.

3 - Exoscopie des grains de quartz des grès à Petites Nummulites

Echantillon 19a

Dans l'ensemble, les grains sont arrondis. Leur surface ne présente par d'amorphisation, mais possède quelques traces de dissolution (milieu marin). De grandes traces de chocs en croissant (brassage par l'eau de haute énergie) et quelques traces de chocs en V (éolisation) accidentent les grains. Ces grains de quartz ont été façonnés en milieu marin de haute énergie.

4 - Pétrographie des grès à Petites Nummulites

a - Examen à l'oeil nu

Ces grès renferment des grains de quartz, de feldspaths et un peu de glauconie. Certains échantillons contiennent des Nummulites.

b - Examen au microscope

Cet examen et les comptages pétrographiques effectués sur lames minces nous précisent la composition minéralogique :

Numéro de l'échantillon	Quartz	Feldspaths potassiques	plagio-clases	Mica	glau-conie	calcite	matrice
11c Col de la Frasse	31,5	4,7	1,5	0,6	0,9	48,5	8,6
44 La Féclaz	46,7	1,5	0,7	0,1	0,3	44,8	5,8
51c S La Féclaz	23,5	8,8	1,6	0,3	-	56,5	5,3
19b S du Trou de la Fenêtre	9,1	0,8	0,3	0,2	0,2	78,0	11,3
33g Glissement du Châtelard	49,2	2,1	0,5	0,4	0,7	40,5	6,5
54a Rocquerand	17,6	0,8	0,2	-	0,2	74,0	7,1

Le pourcentage de calcite est obtenu par le manocalcimètre. Ces échantillons sont dépourvus de dolomite. Les fortes valeurs de calcite des échantillons 19b et 54a sont dues à la présence d'organismes à tests calcaires.

- Classification des grès

- Classification de SCOLARI et LILLE (1973)

- Echantillons 44, 33g et 54a : grès s.s. à ciment calcaire
- Echantillons 11c et 19b : grès feldspathique à ciment calcaire
- Echantillon 51c : arkose s.s. à ciment calcaire.

- Classification de FLANDRIN

Nos échantillons 11c, 44 et 33g se situent dans le triangle caractérisant les grès molasses.

Pour les échantillons dont le pourcentage de calcaire dépasse 50% le critère de J. FLANDRIN n'est plus respecté. Les échantillons 51c, 19b et 54a se situent alors dans le triangle des calcaires sableux.

- Description des lames

- les grains de quartz sont soit monocristallins, soit polycristallins. Certains sont fendillés.
- les rares micas sont représentés par la muscovite.
- la pauvreté en feldspaths et en micas est un indicateur de climat hydrolysant.
- la glauconie est détritique.
- le ciment est formé par de la calcite microcristalline.

c - Analyse aux rayons X

Ces grès renferment les minéraux argileux suivants (dans l'ordre de décroissance) : kaolinite, montmorillonite, illite, interstratifiés auxquels s'ajoute du quartz. Ces grès proviennent d'une altération de roches éruptives sous climat hydrolysant prononcée (équatorial ou tropical humide) et déposés dans un milieu confiné (golfe, baie fermée...)

d - CONCLUSION à l'étude pétrographique

Ces grès à Petites Nummulites sont représentés par des grès quartzeux, des grès feldspathiques et même des arkoses à ciment calcaire . Ils proviennent de l'hydrolyse de roches éruptives et ont été déposés dans un milieu confiné.

5 - CONCLUSION à l'étude des grès à Petites Nummulites

Ces grès ont été déposés en milieu marin peu profond pour les uns sur une plateforme deltaïque, pour les autres sur une plage, parfois même dans un milieu confiné (fond de golfe).

C - ETUDE DES SABLES DE PLAINPALAIS -

Ces sables datent de l'Oligocène (Sannoisien supérieur)

1 - Etude granulométrique
(planches 21 et 22 p 94 et 96)

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qdφ	Hé	Asymétrie	courbe canonique de RIVIERE
46b sommet	0,125	0,200	0,105	0,130	0,170	1,27	0,35	0,30	1,05	logarithmique
46a base-Plainpalais	0,125	0,200	0,115	0,160	0,230	1,46	0,52	0,45	1,04	logarithmique
47b La Féclaz	0,200	(0,125)	0,105	0,155	0,195	1,35	0,45	0,36	0,87	logarithmique
50 S de La Féclaz	0,200	(0125)	0,126	0,170	0,218	1,32	0,39	0,34	0,95	logarithmique

a - dimension des grains

On observe une granodécroissance à l'échelle de l'affleurement Soit il est éloigné des zones d'apports, soit les apports sont atténués.

b - le bon classement caractérise un dépôt de plage marine.

c - le triage est mauvais (courbes de fréquence simple bimodales). Il s'est donc produit soit des mélanges entre différents apports, soit une turbulence remaniant le sédiment peu après dépôt.

d - l'asymétrie est égale à un ou légèrement négative. Les sédiments ont été peu remaniés après leur dépôt.

e - les courbes canoniques de RIVIERE présentent un faciès logarithmique caractéristique des sédiments évolués.

- CONCLUSION à l'étude granulométrique des sables de Plainpalais : Ils ont été déposés sur des plages marines.

2 - Etude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des sables de Plainpalais

a - Etude morphoscopique

1/ Etude de la fraction non lavée

Les grains sont recouverts par un très mince enduit ferrugineux. Les sables auraient subi une pédogenèse hydrolysante.

Parfois cepigment ferrugineux est abondant et constitue alors une sorte de ciment qui unit les grains entre eux formant ainsi des agrégats ferrugineux. Les sables auraient donc subi une pédogenèse assez intense sous climat tropical (saison sèche très marquée).

2/ Etude de la fraction propre

Etude des aspects de surface

Quelques grains présentent un aspect mat provenant d'une microsilicification secondaire : les microsilicifications sont de la

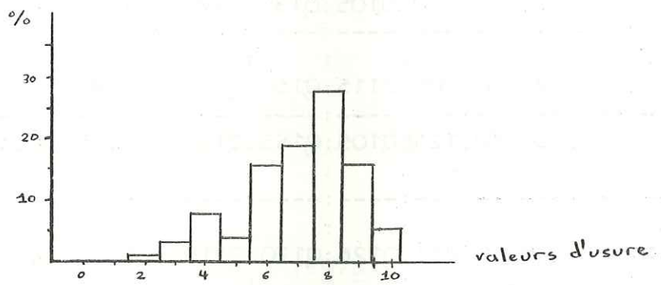
taille de la dizaine de microns ; elles sont constituées par de nombreuses petites pyramides de quartz serrées les unes contre les autres. Cette silicification détruit l'aspect primitif de la surface du grain pour le remplacer par un aspect mat.

Les autres grains présentent un aspect luisant acquis lors de brassages par des courants d'eau.

Etude de la forme des grains

Numéro de l'échantillon	Non usés	CA	AR	OV	Sph	Indice d'usure
	2	4	6	8	10	
46b Plainpalais	1	11	20	63	5	5,45

Fig 31 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz

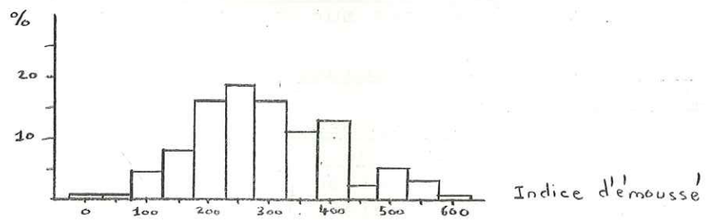


L'association de grains ovoïdes, arrondis et sphériques indique un dépôt sur une plage marine par des courants et aussi par le vent.

b - Etude morphométrique

Numéro de l'échantillon	Médiane indice d'émoussé	Mode indice d'émoussé	%
46b Plainpalais	272	258	18

Fig. 32 Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quartz



L'indice d'émoussé de ces sables correspond à une usure de plage marine.

c - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des sables de Plainpalais

Ces sables ont été déposés par des courants marins et par le

vent sur une plage. Le climat de la province de départ était hydrolysant.

3 - Exoscopie des grains de quartz des sables de Plainpalais

Echantillon 46b

La surface des grains est recouverte d'une pellicule de silice amorphe (climat altérant). Ces grains présentent des traces de chocs en croissant (brassage par l'eau) et en V (éolisation) et aussi des traces de polissage acquises par dissolution. Les arêtes sont émoussées et polies. Ces grains sont d'anciens quartz altérés repris par un milieu marin peu énergétique.

4 - Pétrographie

a - Pétrographie des sables de Plainpalais

Ces sables sont siliceux. L'absence de feldspaths et de micas pourrait indiquer que ces sables ont subi une pédogenèse très hydrolysante.

b - Pétrographie du banc de grès sus-jacent aux sables de Plainpalais (éch. 46c)

Examen à l'oeil nu : Ces grès bleus et roux sont formés par des grains de quartz et quelques rares grains de feldspaths.

Examen au microscope : la composition minéralogique de ces grès donnée par un comptage pétrographique est la suivante : quartz 39,9%, feldspaths potassiques 6,7%, plagioclases 1,2%, micas 0,3%, calcite 42%, matrice 8%.

Classification des grès

- classification de SCOLARI et LILLE :grès feldspathique à ciment calcaire
- classification de FLANDRIN : grès molasse

Description des lames : les grains de quartz sont soit monocristallins, soit polycristallins. Certains sont fendillés. Les rares micas sont représentés par la muscovite. La pauvreté en feldspaths est un indicateur de climat hydrolysant. Le ciment est formé par de la calcite microcristalline.

c - CONCLUSION à l'étude pétrographique

Le climat semble beaucoup plus hydrolysant lors du dépôt des sables de Plainpalais que lors du dépôt du banc de grès sus-jacent.

5 - Etude des minéraux lourds des sables de Plainpalais

Ces sables renferment les minéraux lourds suivants : tourmaline, zircon, staurotide, chloritoides. Ce sont les mêmes que ceux de l'Albien. Ces sables peuvent donc venir du remaniement de l'Albien.

6 - CONCLUSION à l'étude des sables de Plainpalais

Le climat de la province de départ de ces sables était hydrolysant de type tropical humide prononcé. Ces sables ont été déposés par des courants et par le vent sur une plage marine. Ce matériel constituant ces sables provient du remaniement de l'Albien.

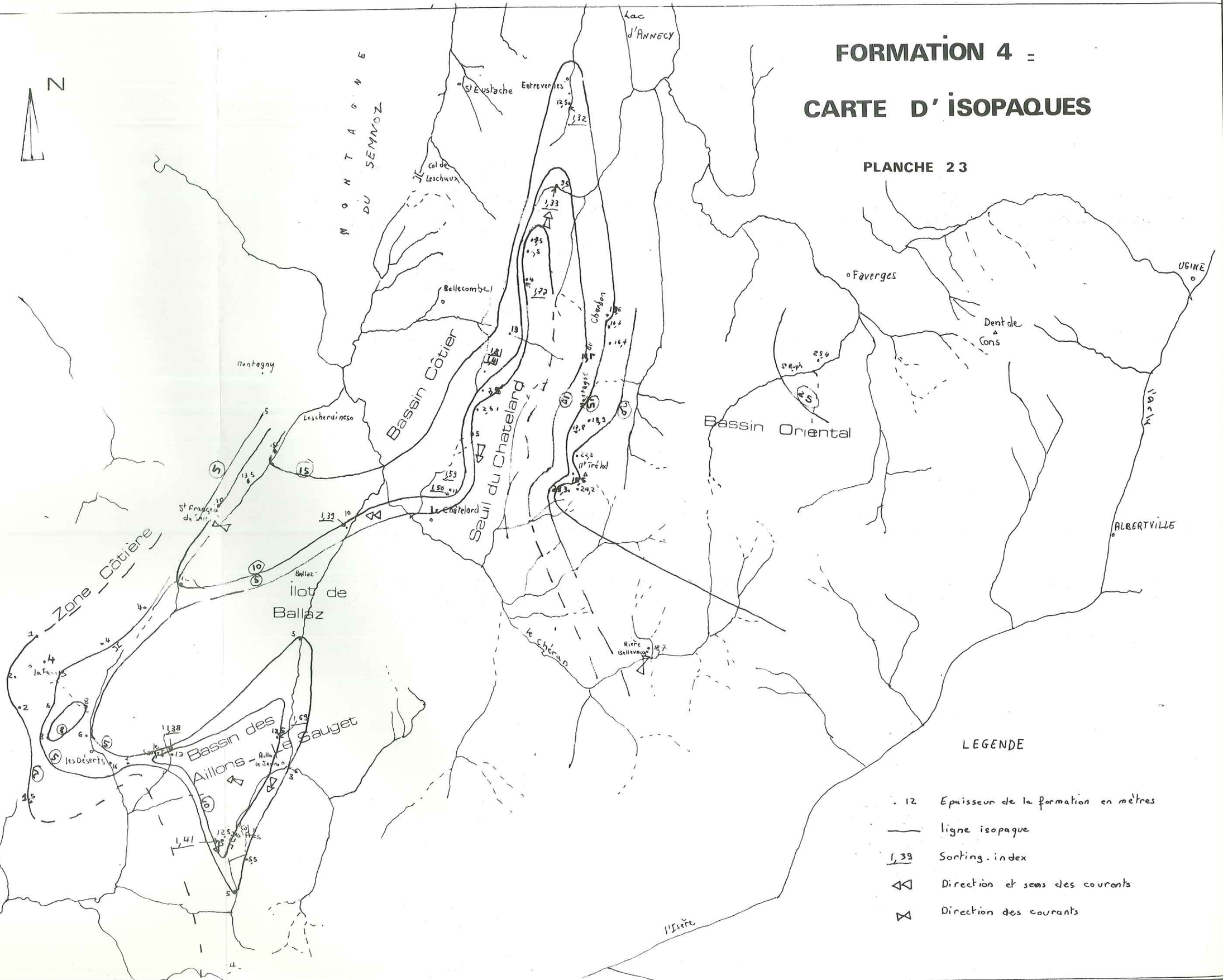
D - LES CALCAIRES SILICEUX -

Ces calcaires siliceux sont des équivalents latéraux des sables de Plainpalais. Ce sont des calcaires gris bleuté finement gréseux à spicules de Spongiaires et débris ligniteux. Au microscope, ils se présentent sous forme de calcaire finement gréseux et cristallin. Ils sont composés de 83% de calcite et 8 % de dolomite. Les surfaces des bancs sont ondulées. Cela est dû à la présence de microcuvettes caractéristiques du milieu épicontinental.

FORMATION 4 :

CARTE D'ISOPAQUES

PLANCHE 23



/ ESSAI DE RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE DU FACIES A PETITES NUMMULITES/

A - LES VARIATIONS D'EPAISSEUR -

1 - Epaisseur maximale : 25,4 mètres (St Ruph)

2 - Epaisseur minimale : O mètre (ruisseau d'Aillon, au-dessous du hameau Ballaz)

3 - Variations géographiques

La carte d'isopaque (planche 23p102) que nous avons tracée montre la présence : - de seuils : îlots de Ballaz, seuil du Châtelard

- de bassins : bassin côtier, bassin des Aillons - Le Sauget, bassin oriental.

La mer semble s'approfondir en direction de Faverges, c'est-à-dire de l'E. Ceci est confirmé par le fait que la falaise de calcaires Nummulitiques d'Arclosan (Massif des Bornes) au Nord de Faverges atteint une centaine de mètres.

B - LES APPORTS DE LA SEDIMENTOLOGIE -

L'examen de la carte d'isopaques montre que les zones peu profondes (entre O et 16 mètres) sont occupées par les grès, alors que dans les autres zones (de 15 à 25 mètres) se sont déposés les calcaires. Donc la mer s'approfondit d'W en E et les apports détritiques se font moins sentir à l'emplacement de la Montagne du Charbon-Trélod, de St Ruph et de Rière-Bellevaux. La mer franche (du Charbon à Faverges) est peu profonde, à eaux agitées, chaudes et propres.

L'étude sédimentologique des grès a montré que le climat de leur province de départ était hydrolysant. Ces grès se sont déposés en milieu marin variant de la plateforme deltaïque à la plage. En reportant sur la carte d'isopaques les valeurs des différents indices granulométriques de classement nous nous apercevons que :

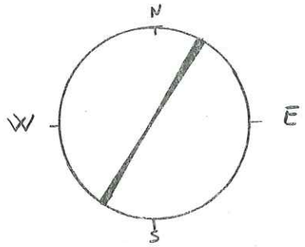
- les grès déposés au niveau des seuils (exemple : seuil du Châtelard) ont un classement médiocre : ces grès proviennent d'apports détritiques déposés par des courants sur des hauts fonds de la plateforme continentale.
- d'autres grès possèdant un meilleur classement ont été déposés dans les bassins (bassin des Aillons-Le Sauget). Ils proviennent d'apports détritiques sur plateforme peu turbulente.
- les sables de Plainpalais situés près du rivage sont des sables de plage marine.

Une exception est à relever dans cette région : les grès situés au-dessus des couches à Polypiers de la carrière, située au bord de la route La Lésine - La Féclaz sont mal classés : ce sont des dépôts deltaïques marins avec un trottoir d'algues à proximité. La présence de la paléofalaise et du récif à Polypiers explique le mauvais classement de ces grès.

C - LES LITAGES -

1 - Chenaux de la base des calcaires Nummulitiques -

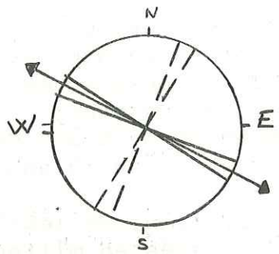
A Rière-Bellevaux et à la cascade du Col des Prés (synclinal des Aillons) où les calcaires Nummulitiques transgressent sur le Sénonien, nous avons mesuré la direction des chenaux de la base des calcaires Nummulitiques ils ont une direction 30-210. Il n'a pas été possible de déterminer le sens.



Ce sont soit des courants côtiers (Col des Prés) soit des courants déviés par la présence d'un îlot (Rière-Bellevaux).

2 - Traces de plantes

A Saint-François-de-Sales, des traces de plantes ont une direction variant entre N 20 et N 30 ce qui implique une direction de courant 110-290 ou 120 - 300. Il n'est pas possible de déterminer le sens.



— — direction des plantes
——— direction des courants

3 - Litage incliné

Dans le synclinal du Châtelard, un litage incliné a été observé dans les bancs de grès. Il nous donne un courant E - W dirigé vers W

Nous avons essayé de retracer les différents courants à partir des indices de classement suivant le critère suivant : les courants sont dirigés vers les sédiments les mieux classés (Planche 23 p 103) il apparait ainsi :

- des courants W vers E qui semblent être les courants principaux
- des courants N-S ou S-N prenant naissance au niveau des seuils.

Une fois de plus, on constate qu'en milieu marin côtier, les courants sont très variables. Il semble pourtant que le rivage pouvait être allongé S-S.W - N-N.E ; la zone côtière étant située à l'E et la mer s'approfondissant vers l'W.

D - CONCLUSION A L'ETUDE DU FACIES A PETITES NUMMULITES -

Le bassin Nummulitique s'ouvre largement vers l'W où il est subsident. Mais il est accidenté par des seuils (seuil du Châtelard) qui peuvent même émerger (îlot de Ballaz). La mer est peu profonde (zone médiolittorale à circalittorale) et agitée. Sur les hauts-fonds balayés par les courants se développent les Mélobésiées. Les dépôts sont grossiers en bordure du rivage (partie W des Bauges) et s'affinent au furet à mesure que l'on s'éloigne vers l'E.

CHAPITRE VII

FORMATION 5 :

LA SERIE MARNO-SCHISTEUSE

L'âge de cette formation varie selon les régions du Priabonien à l'E à l'Oligocène à l'W. Cette série se décompose en :

1 - Marnes à Foraminifères

2 - Schistes à Meletta

Ces marnes et ces schistes se dissocient très mal si bien que nous n'avons pas pu effectuer de granulométries.

L'étude de la microfaune montre que :

- la base des marnes à foraminifères renferme des organismes marins de la zone circalittorale : 40 à 100 mètres ? - Elles contiennent encore de la glauconie en grains, donc les courants persistent.
- Ensuite, les schistes deviennent azoïques
- Aux deux-tiers de la série marno-schisteuse, la microfaune indique que le milieu est peu profond et la glauconie a disparu.

Donc les marnes à Foraminifères se déposent pendant un enfoncement des fonds ; les schistes à Meletta durant un relèvement. Le comblement de la mer Nummulitique débute avec les schistes à Meletta.

La teneur en calcite diminue des marnes à Foraminifères (64%) aux schistes à Meletta (58%). Au fur et à mesure que la série marno-schisteuse se dépose, les côtes se rapprochent.

Cette formation 5 contient des lignites (Montagne du Charbon). Elles renferment aussi des intercalations calcaires ou gréseuses contenant une faune semblable à celle des couches sous-jacentes à Petites Nummulites (formation 4) :

- qui sont de simples récurrences de faciès : les Garins
- qui représentent d'anciennes avalanches sous-marines (Col de la Frasse Montagne du Charbon). Elles ont eu lieu près dela base des marnes à Foraminifères. L'inclinaison des galets, derrière les Chalets duRosay (affleurement 17) indique que l'avalanche serait venue du S et se dirigerait vers le N.

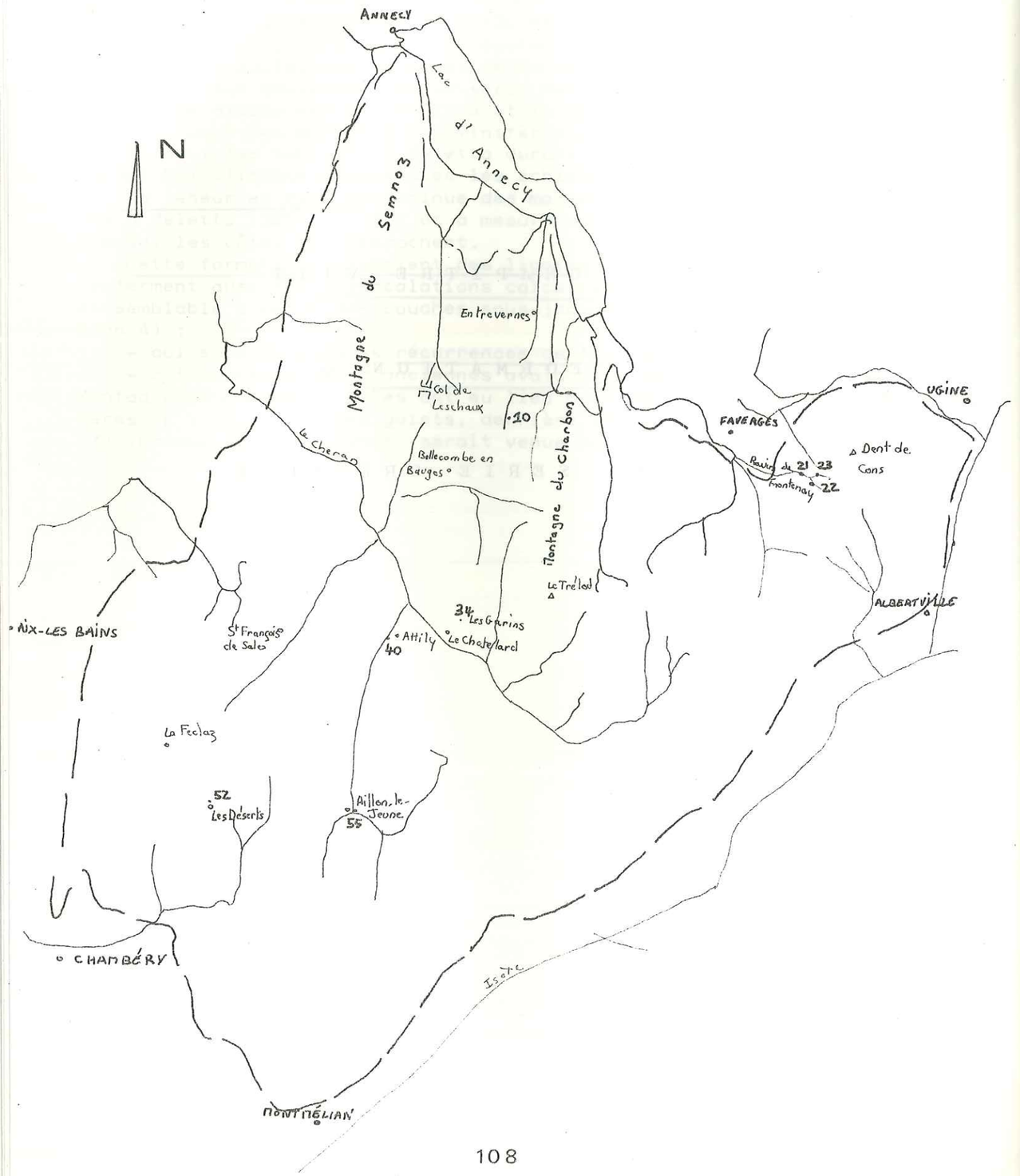
CHAPITRE VIII

FORMATION 6 :

LA SERIE GRESEUSE

PLANCHE 24

FORMATION 6 - emplacement des affleurements



LES GRES DES DESERTS

Les grès des Déserts sont des grès verts détritiques quartzeux micacés, fel-dspathiques et très glauconieux. Ils sont présents dans tous les synclinaux sauf celui du Charbon-Trélod (planche 24, p108). Deux hypothèses sont avancées pour expliquer cette absence : érosion ou absence de dépôt.

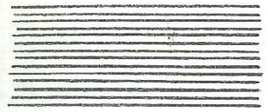
Les meilleures coupes se rencontrent aux Déserts et dans la Vallée des Aillons. Ailleurs, les affleurements sont médiocres, si bien que les analyses séquentielles n'ont été effectuées que dans les régions des Déserts e et des Aillons.

A - ANALYSE SEQUENTIELLE -

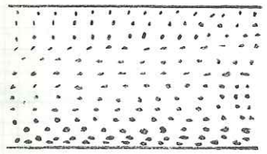
La coupe 52 a été levée sous l'Eglise des Déserts, au bord de la route nationale 512, la coupe 40 au bord du ruisseau des Aillons, un peu en amont d' Attily (planche 25 p110)

D'emblée, les caractères suivants se dégagent :

- la rythmicité est nette sur les courbes de lithofaciès
- un granoclassement est visible à l'échelle des bancs ;
- les bancs sont massifs.-Certains sont laminitiques



- D'autres sont lités et granoclassés



- le clastic shale ratio donne des valeurs indiquant un éloignement des zones d'apports.

Ces notions sont développées dans l'étude stratonomique suivante :

Analyse statistique et numérique des grès des Déserts :

1 - Classification sommaire :

a -Clastic shale ratio

C'est le rapport : $R = \frac{\text{Epaisseur totale des bancs de grès}}{\text{Epaisseur totale des bancs de lutites}}$

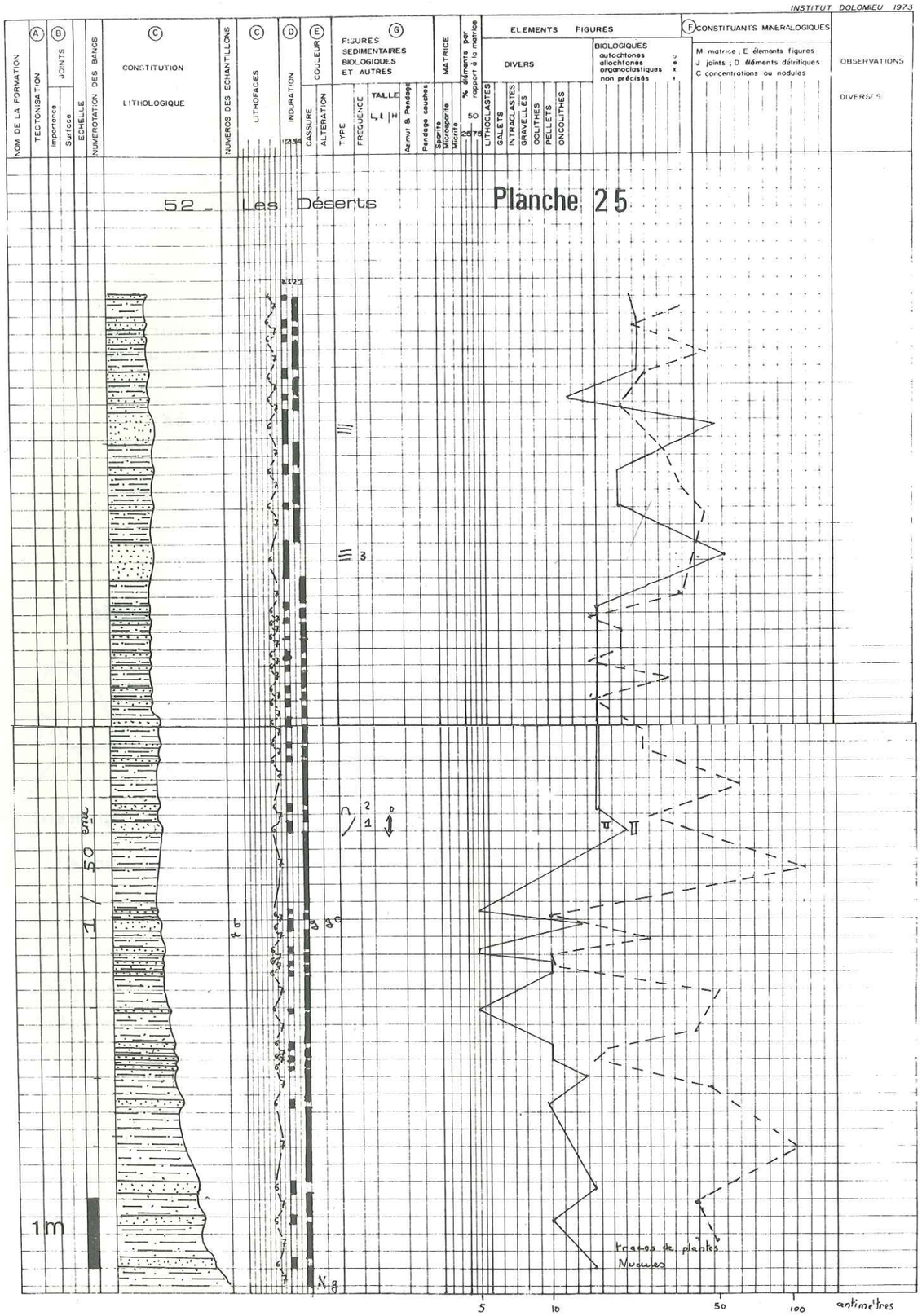
Pour 52 : R = 0,55
Pour 40 : R = 0,57

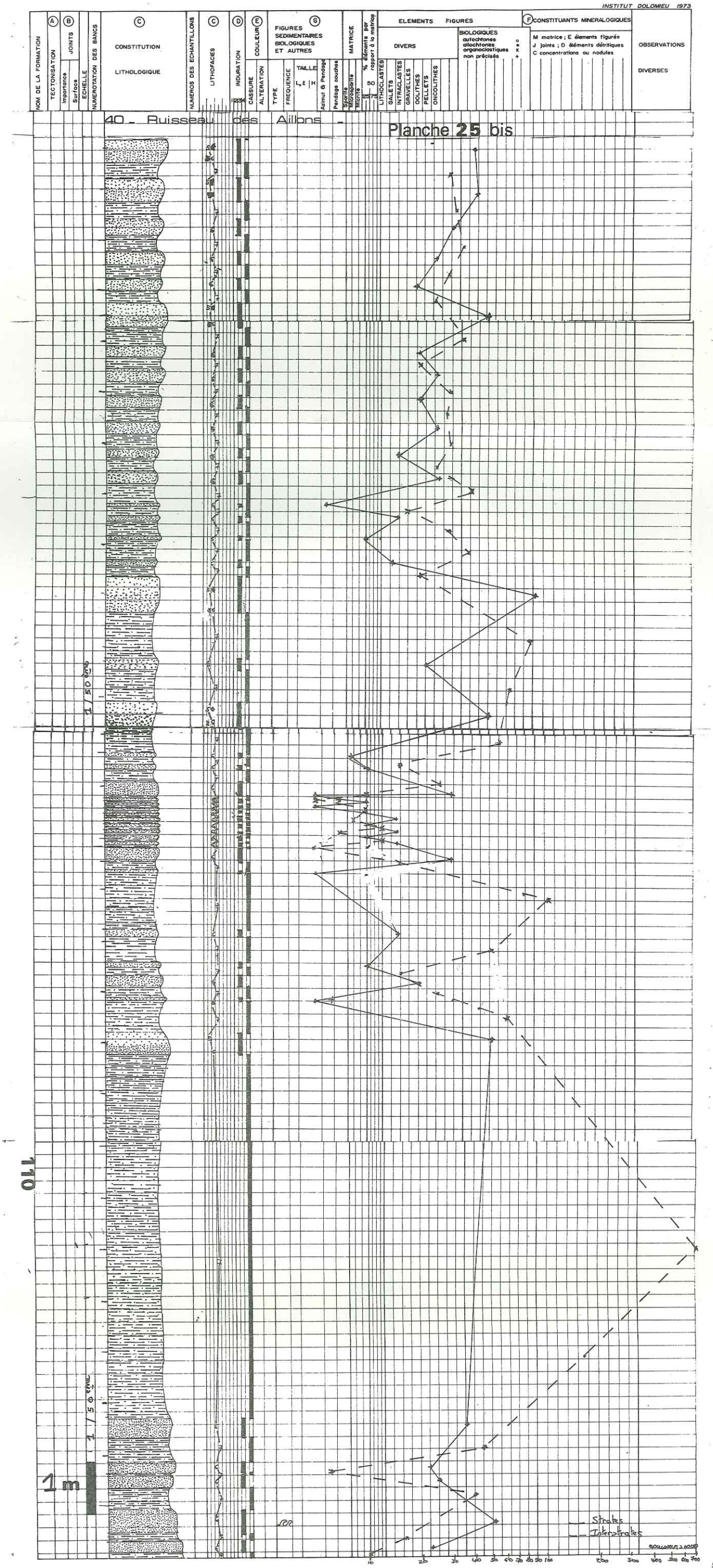
Ces séries font partie du Groupe C(R<1) - Il y a moins de grès que de lutites. Le bassin de sédimentation est éloigné des zones d'apports. 52 est légèrement plus éloigné dans le bassin que 40.

b - Etude des épaisseurs des couches détritiques

Formule élémentaire : X < Y, Z

où X = épaisseur moyenne des strates gréseuses (en cm) ; Y = épaisseur de la strate la plus épaisse (en cm) et Z = épaisseur de la strate la moins épaisse (en cm).


INSTITUT DOLOMIEU 1973
NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACES
INDURATION
CASSURE
COULEUR
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
Sparite
Microsparite
Micrite
% éléments par rapport à la matrice
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
BIOLOGIQUES
autochtones
allochtones
organoclastiques
non précisés
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figures
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS
DIVERSES
52 - Les Déserts
Planche 25
1 / 50 cm
1m
traces de plantes
Nodules
5
10
50
100
centimètres


INSTITUT DOLOMIEU 1973
NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACIES
INDURATION
COULEUR
CASSURE
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
Sparite
Microsparite
Micrite
% éléments par rapport à la matrice
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
BIOLOGIQUES
autochtones
allochtones
organoclastiques
non précisés
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figurés
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS DIVERSES
40 - Ruisseau des Aillons -
Planche 25 bis
1 / 50 cm
1 m
Strates
Interstrates
110

Pour 52 : C = 14 56/5

	Grès fins	Silts
Epaisseur des strates en %	35,6	64,4
Fréquence des strates en %	51,5	48,5

Les bancs de grès sont légèrement plus nombreux mais nettement moins épais que les bancs de silts.

Pour 40 : C = 23 90/5

	Grès moyens	grès fins	silts
Epaisseur des strates en %	5,8	30,3	63,9
Fréquence des strates en %	3,5	46,5	50,0

Les bancs de grès sont aussi nombreux mais nettement moins épais que les bancs de silts.

- CONCLUSION

52 et 40 sont éloignés des zones d'apports. 52 est plus éloigné que 40.

2 - Récapitulations stratonomiques

a - épaisseur des strates suivant les classes lithologiques

Pour les deux coupes, le maximum tombe dans les silts. Il domine nettement les autres valeurs. On remarque ainsi la prédominance de la sédimentation fine et le faible étalement de la gamme des faciès lithologiques.

b - nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur.

(voir planche 26 p112)

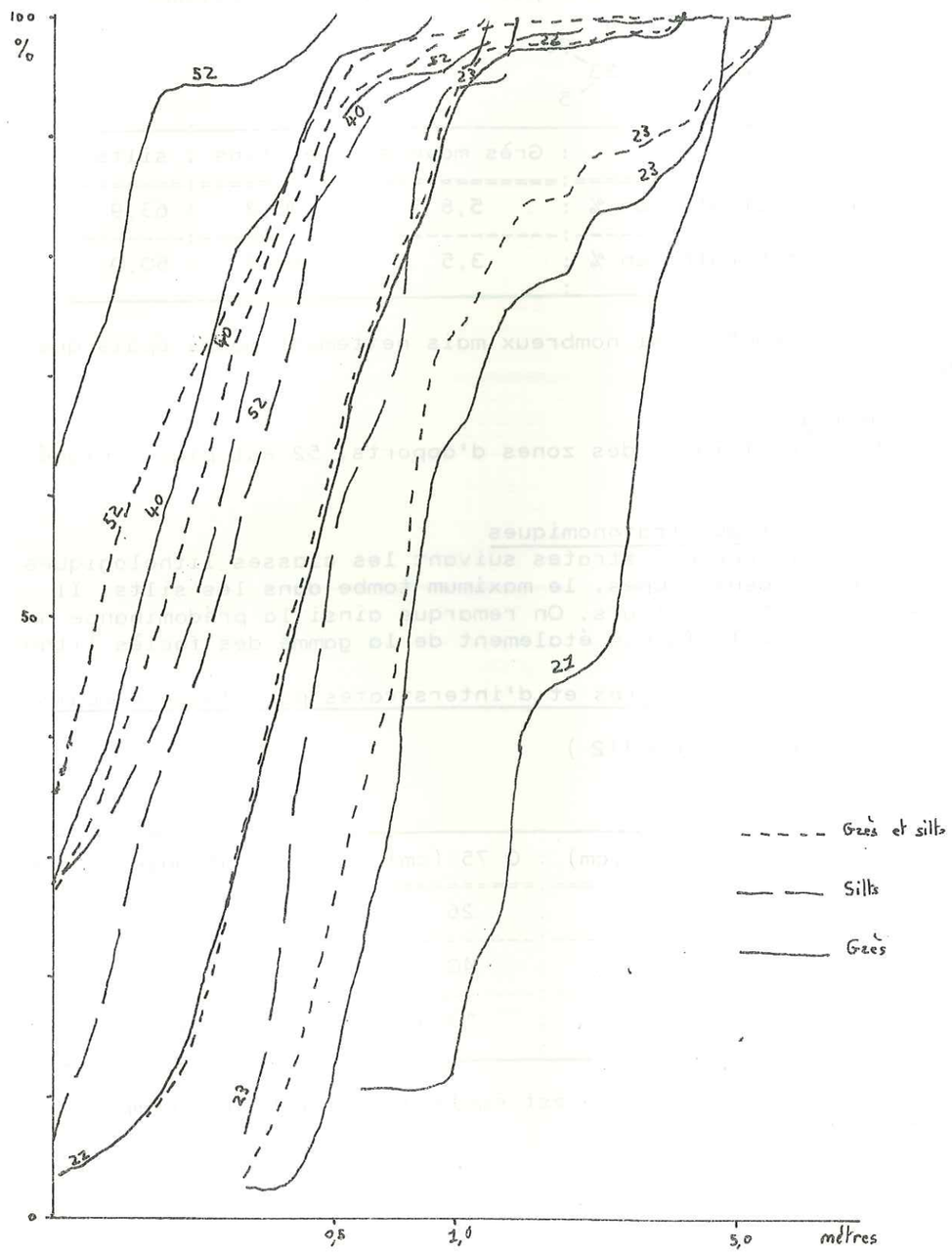
Pour 52

	Q50 (cm)	Q 25 (cm)	Q 75 (cm)	épaisseur moyenne (cm)
grès et silts	13	10	26	
silts	25	15	40	27
grès	<10	<10	13,5	14

L'épaisseur moyenne d'une strate est égale à 20,6cm (silts compris) et l'épaisseur des grès à 14 cm.

FORMATION 6 _ Nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur

PLANCHE 26



Pour 40

	Q 50 (cm)	Q 25 (cm)	Q 75 (cm)	épaisseur moyenne (cm)
grès et silts	18,5	< 10	31	
silts	22	< 10	34	41
grès	16,5	< 10	26	grès fins : 21 grès moyens : 54

L'épaisseur moyenne d'une strate est égale à 32 cm (silts compris) l'épaisseur d'une strate de grès à 23 cm.

Les épaisseurs des strates de 40 sont supérieures à celles de 52 : 40 est plus proche des zones d'apports que 52.

c - Variation de l'épaisseur des strates dans la série naturelle

Les coupes 52 et 40 (planche 25p) donnent, banc par banc l'épaisseur réelle des strates, leur faciès et textures. A partir de ce graphique on a construit la courbe des épaisseurs, afin de voir leur évolution. Celles-ci se traduisent par une courbe oscillante (planche 27p114). Pour plus de clarté, on les a décomposées en courbe des grès et en courbe des silts.

Pour 52, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre une suite de séquences saccadées d'abord négative, puis positive.

Pour 40, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre une suite de séquences saccadées, d'abord négative, puis positive, ensuite négative.

Les courbes des variations des épaisseurs des strates de silts ont une évolution parallèle à celles des grès.

Les grès des Déserts constituent donc une série rythmique.

d - Variation du nombre de strates dans la série naturelle

Nous avons construit les courbes de la variation du nombre de strates (grès et silts) par mètre linéaire (planche 27p114)

Pour les deux coupes, elles consistent en quatre séquences dont deux outrois seulement sont complètes. Elles enregistrent les fluctuations de la zone d'apports : la courbe de la variation du nombre de strates par mètre linéaire de 40 est plus irrégulière que celle de 52. 40 est donc plus proche des zones d'apports que 52.

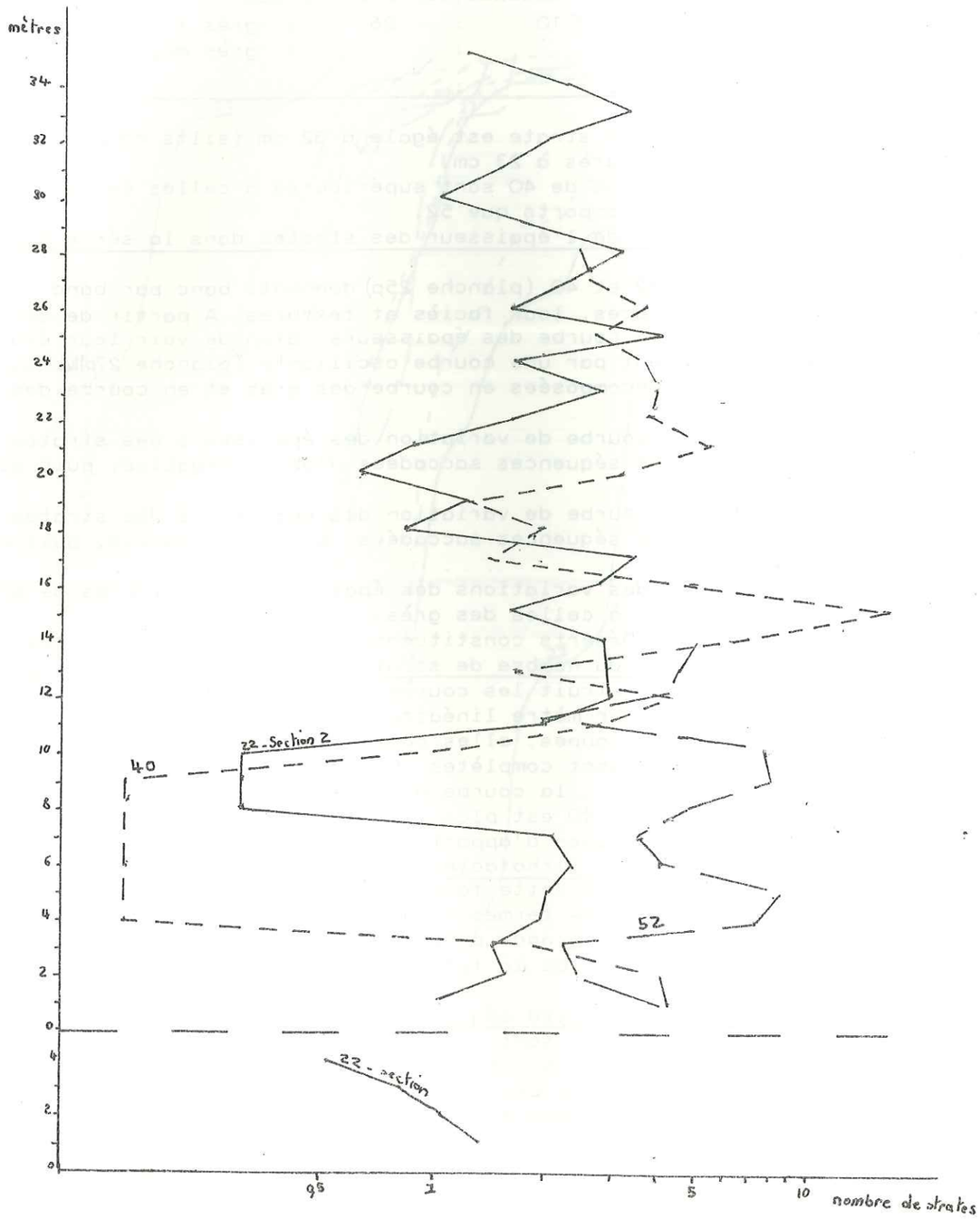
e - Variation du lithofaciès dans la série naturelle

La composition de cette formation des grès des Déserts est limitée à un nombre restreint de termes lithologiques. La courbe d'évolution des lithofaciès montre la grande constance de la nature des apports pendant toute la durée du dépôt de la formation.

3 - CONCLUSION à l'analyse séquentielle des grès des Déserts

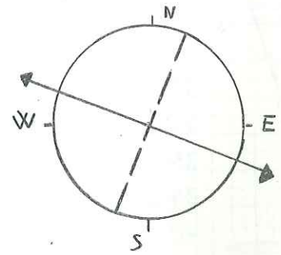
Les grès des Déserts se sont déposés dans un bassin éloigné des zones d'apports, mais ces derniers ont été constants pendant toute ladurée du dépôt de la formation. La zone des Déserts est légèrement plus éloignée dans le bassin que le synclinal des Aillons.

FORMATION 6 . Courbes de la variation du nombre de strates par mètre linéaire



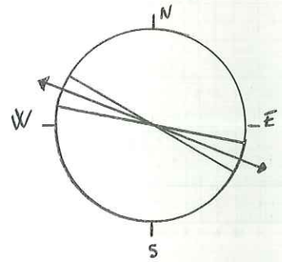
B - FIGURES ET STRUCTURES SEDIMENTAIRES -

- les rill-casts : ce sont des figures de ressuiement sur des plages et de fin ruissellement sur un substratum très fin disposées perpendiculairement à la ligne du rivage. Ils ont une orientation 110-290, ce qui implique une ligne de rivage de direction 20-200.



direction des rill-casts
direction de la ligne de rivage

- les bounces-casts, dues à l'impact par ricochet d'un objet sur le fond ont une orientation variant entre 100-280 et 120-300. Ils indiquent la direction du courant.

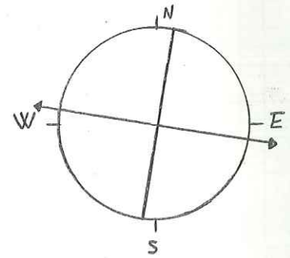


direction des bounces-casts et des courants

- les load-casts, ou figures de surcharge dans un sédiment très hydroplastique ont des rapports longueur sur épaisseur variés : 5/2, 30/10 et 20/10. La surface où se sont déposés les grès des Déserts était gorgée d'eau donc subhorizontale.

- les galets mous d'argile sont observables à la base des bancs de grès. Ces dépôts sont donc rythmiques.

- les ripple-marks sont allongés perpendiculairement par rapport à la direction du courant : leur orientation est 10-190. Le courant est donc orienté 100-280.

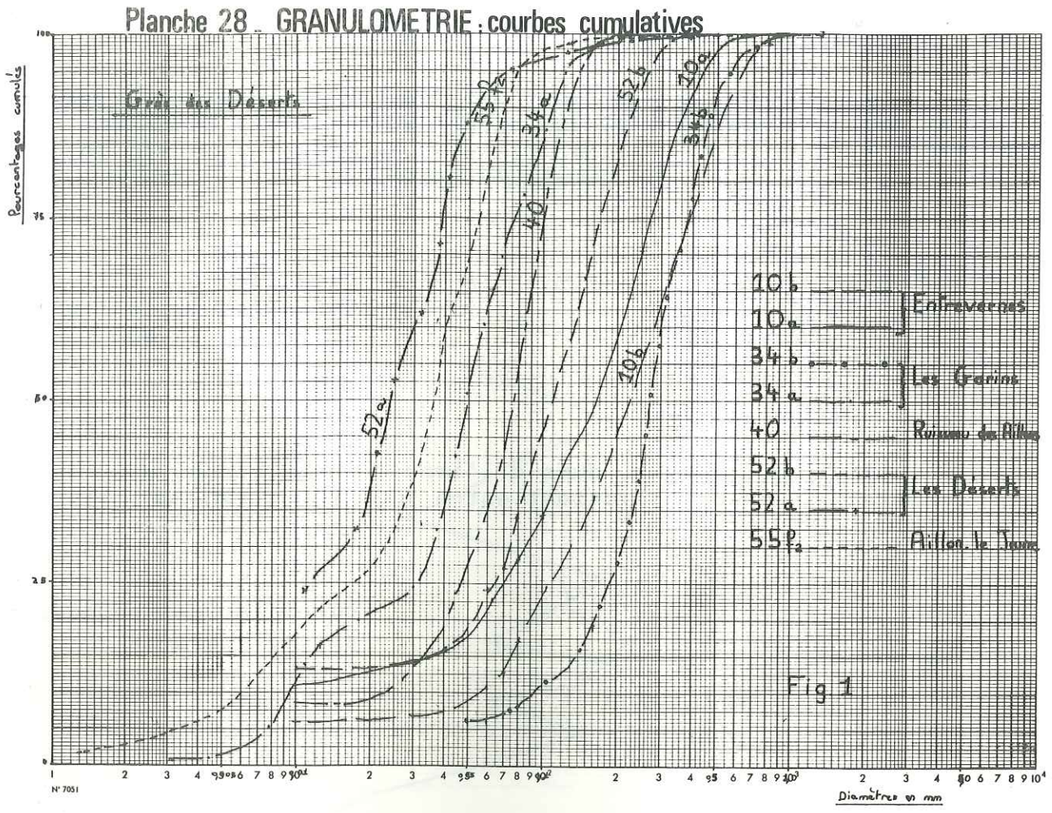


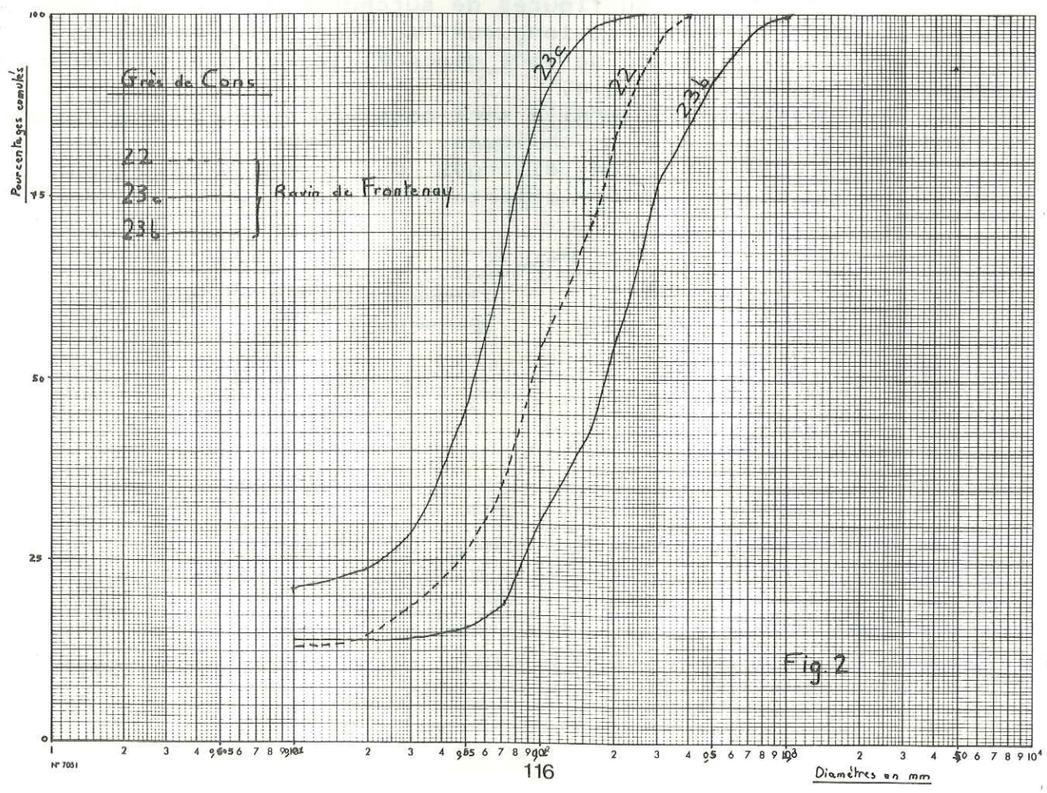
direction des ripple-marks
direction du courant

Traces d'activité biologique : traces internes et de surface

De nombreuses pistes de vers sont observables à la surface des bancs Des terriers parcourent les bancs : ces grès se sont déposés sous une très faible épaisseur d'eau : zone médiolittorale.

Des débris de végétaux déposés à plat sont associés à des micas blancs Ceci est caractéristique du faciès molasse.

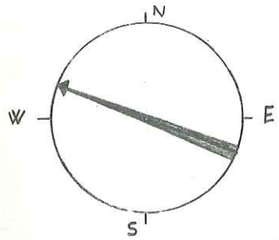




C - LES LITAGES -

1 - Litage oblique plan (incliné)

Cette forme matérialisée par des feuillets (lits) plan-parallèles inclinés caractérise les dépôts de bords de cuvette (fronts de deltas...) Ce litage incliné nous donne un courant dirigé du S - SE vers le N-N.W



2 - Des chenaux isolés et bien individualisés ont été observés. Le fond est tapissé d'éléments assez grossiers alors que les bords contiennent des éléments de petite taille.

Une mesure de chenal aux Déserts sur l'affleurement 52 nous a donné une direction de courant N - S. Il n'a pas été possible de déterminer le sens.

3 - Un microlitage affecte quelques bancs de grès de l'affleurement 40. Il est dû à des clapotis.

4 - CONCLUSION sur les litages

La présence de litage incliné, et de chenaux implique un faciès molasse et doit faire bannir le terme classique de flysch des Déserts.

D - ETUDE GRANULOMETRIQUE -

(voir planche 28p116 et 29, fig. 1 et 2p118)

1 - Dimension absolue des grains

Les grès ont des grains fins (médiane : 0,025mm - 0,035mm) dans la région des Aillons et des Déserts. Ils sont éloignés du bassin. Les grès sont plus grossiers (médiane 0,25mm) dans les régions du Châtelard et d' Entrevernes et caractéristiques de dépôt côtier.

Les bancs sont granoclassés : éléments grossiers à la base, éléments fins au sommet. Soit ils sont éloignés des zones d'apports, soit les apports sont atténués.

N° de l'éch.	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qd φ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
Entrevernes										logarithmique
10b	0,400	0,100	0,105	0,218	0,390	1,94	0,93	0,78	0,86	
10a	0,315	0,125	0,069	0,164	0,270	1,98	0,99	0,66	0,69	parabolique
Les Garins										logarithmique
34b	0,320	-	0,189	0,268	0,380	1,44	0,50	0,35	1,00	
34a	0,050	0,0125	0,0315	0,050	0,077	1,56	0,65	0,59	0,97	logarithmique
Synclinal des Aillons										
40	0,100	0,050	0,046	0,074	0,097	1,46	0,55	0,32	0,82	logarithmique
55f2	0,0315	0,063	0,0174	0,0364	0,054	1,76	0,88	0,54	0,71	parabolique
Les Déserts										
52b	0,160	-	0,068	0,102	0,151	1,49	0,59	0,50	0,99	logarithmique
52a	0,050	0,024	0,0125	0,0228	0,0398	1,78	0,84	0,55	0,88	parabolique

PLANCHE 29 _ Formation 6 : Courbes granulométriques (fréquence simple)

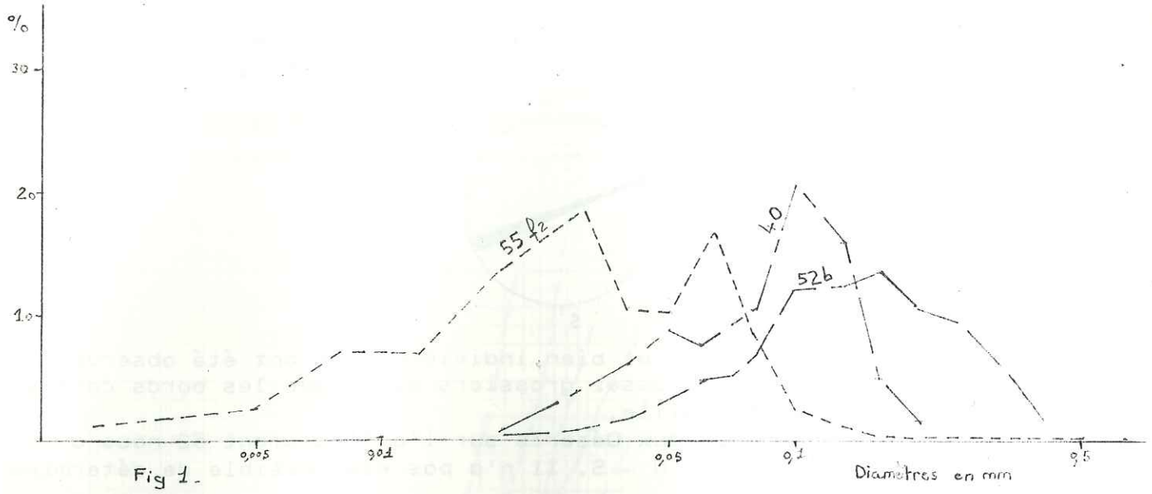


Fig 1.

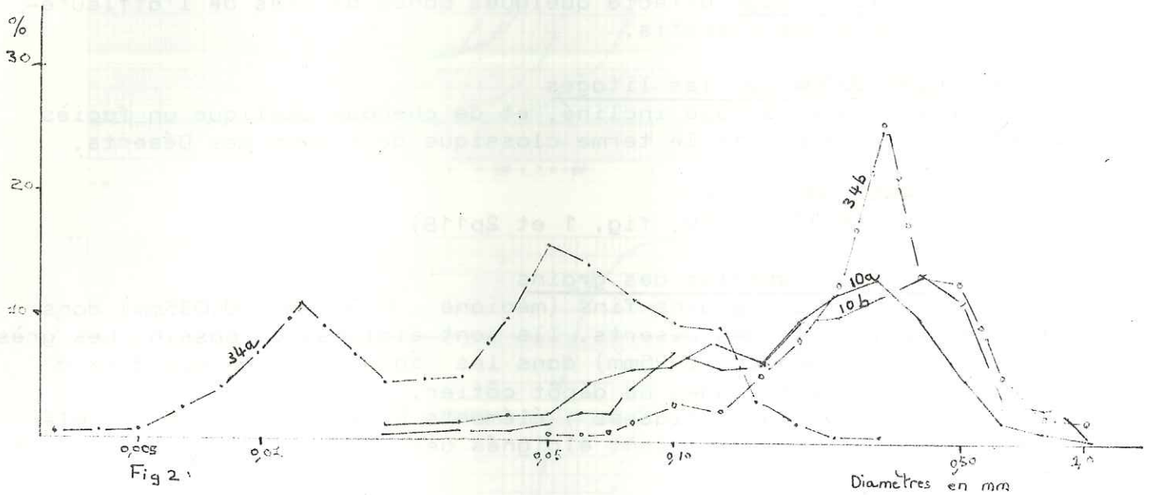


Fig 2.

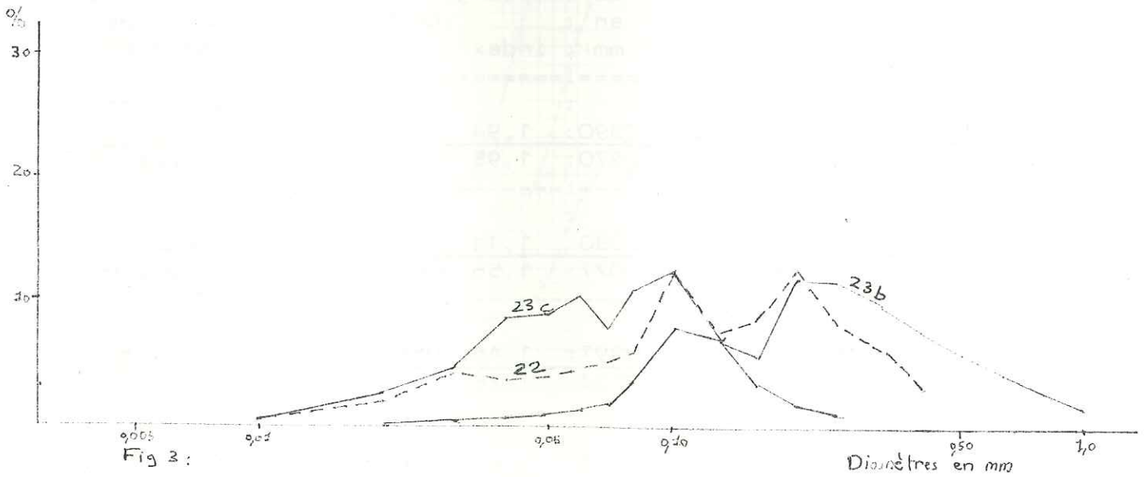


Fig 3.

2 - le classement est moyen à médiocre

Il est caractéristique de sédiments de type fluviatile ou estuarien. Ces grès se répartissent en trois catégories, selon le classement :

- la première regroupe les affleurements de la région du Châtelard où le classement est très moyen ;
- la seconde comprend les dépôts des Déserts et des Aillons où le classement est médiocre ;
- la troisième englobe les affleurements d'Entrevernes où le classement est mauvais.

3 - le triage

La majorité des courbes de fréquence simple sont étalées et bimodales. Ceci montre un mauvais triage du sédiment. Il s'est produit soit des mélanges entre des apports différents, soit une turbulence qui a remanié le sédiment après dépôt.

4 - l'asymétrie négative indique une mauvaise répartition du classement. Le sédiment a été remanié peu après son dépôt.

Dans la région du Châtelard, l'asymétrie est égale à un. Les grès n'ont pas été remaniés peu après leur dépôt.

5 - Les courbes canoniques de RIVIERE ont un faciès logarithmique caractéristique des sédiments évolués et aussi des "molasses". Par contre, les bancs plus silteux ont une courbe à faciès parabolique caractéristique des sédiments peu évolués.

- CONCLUSION à l'étude granulométrique des grès des Déserts :

Ils ont donc été déposés en milieu fluviatile estuarien ou deltaïque. Les fossiles de la base des grès ont une affinité marine alors que ceux du sommet ont une affinité saumâtre. Donc la sédimentation varie du faciès marin au faciès saumâtre de la base au sommet de la formation. Ces grès des Déserts ont été mis en place dans un milieu marin ou saumâtre par des courants de type fluviatile.

E - ETUDE MORPHOSCOPIQUE ET MORPHOMETRIQUE DES GRAINS DE QUARTZ DES GRES DES DESERTS

1 - Morphoscopie

a - Etude de la fraction non lavée

Les grains ne présentent ni enduit ferrugineux, ni enduit siliceux. Ces grès n'ont donc pas subi de pédogenèse hydrolysante. Le climat de la zone de départ étant sans doute frais (zone montagneuse).

b - Etude de la fraction propre

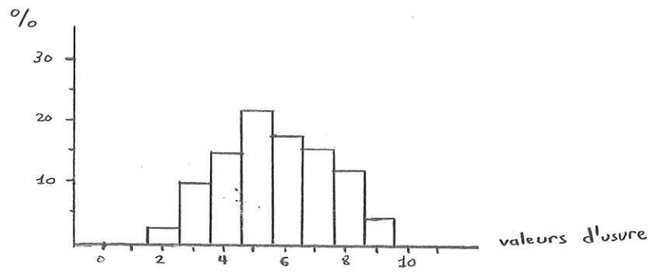
1/ Etude des aspects de surface

Les grains possèdent des surfaces luisantes acquises lors de brassages par des courants d'eau.

2/ Etude de la forme des grains

N° de l'échantillon	Non usés 2	CA 4	AR 6	OV 8	Sph 10	Indice d'usure
10b Entrevernes	3	25	40	42	0	2,0

Fig 33 Histogramme du degré d'usure des grains de quartz

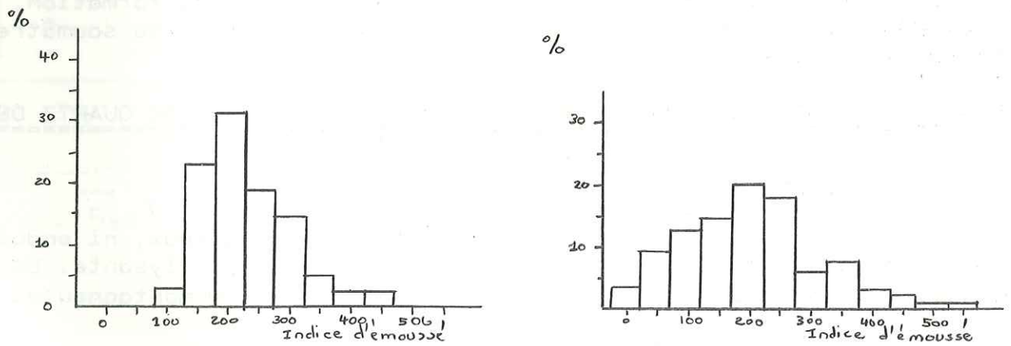


Les grains sont en majorité ovoïdes et arrondis. Ces grès ont subi une usure de type fluviatile poussé ou marin léger.

2 - Morphométrie

N° de l'échantillon	médiane indice d'émoussé	mode indice d'émoussé	%
10b Entrevernes	216	200	31
52a Les Déserts	200	200	20

Fig. 34 Histogrammes de l'indice d'émoussé des grains de quartz
éch 10b éch 52a



La valeur de l'indice d'émoussé indique une usure sur une plage marine.

3 - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz des grès des Déserts

Après leur départ d'une zone montagneuse à climat frais, ces grès ont subi un transport fluviatile assez long, avant d'avoir été déposés sur une plage marine (cf granulométrie)

F - EXOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ DES GRES DES DESERTS -

Echantillon 10b

Les grains sont recouverts par des paillettes de nourrissage très fraîches non usées (dépôt dans un milieu confiné). Les cavernes de dissolution (mi-

lieu marin) et les traces de chocs en V et en croissant (éolisation et brassage par l'eau) sont postérieures aux paillettes de nourrissage.

Ces grains sont des quartz marins de la zone intertidale : rivage soumis à des actions éoliennes.

G - PETROGRAPHIE DES GRES DES DESERTS -

1 - Examen à l'œil nu :

Ces grès renferment des grains de quartz, de feldspaths des micas et un peu de glauconie.

2 - Examen au microscope

Cet examen et les comptages pétrographiques effectués sur lames minces nous précisent la composition minéralogique :

quartz	32,3%	glauconie	0,3%
feldspaths potassiques	10,6%	matrice	9,6%
plagioclases	9,3%	calcite	37 % (en grains et en ciment)
micas	0,9%		
			100,0% (% obtenu par le ma nocalcimètre)

Classification des grès

- classification de SCOLARI et LILLE : arkoses s.s. à ciment calcaire
- classification de FLANDRIN : grès molasses

Description des lames

Le quartz est parfois fendillé. Il est soit monocristallin, soit polycristallin.

Les micas sont représentés uniquement par la muscovite qui est parfois altérée

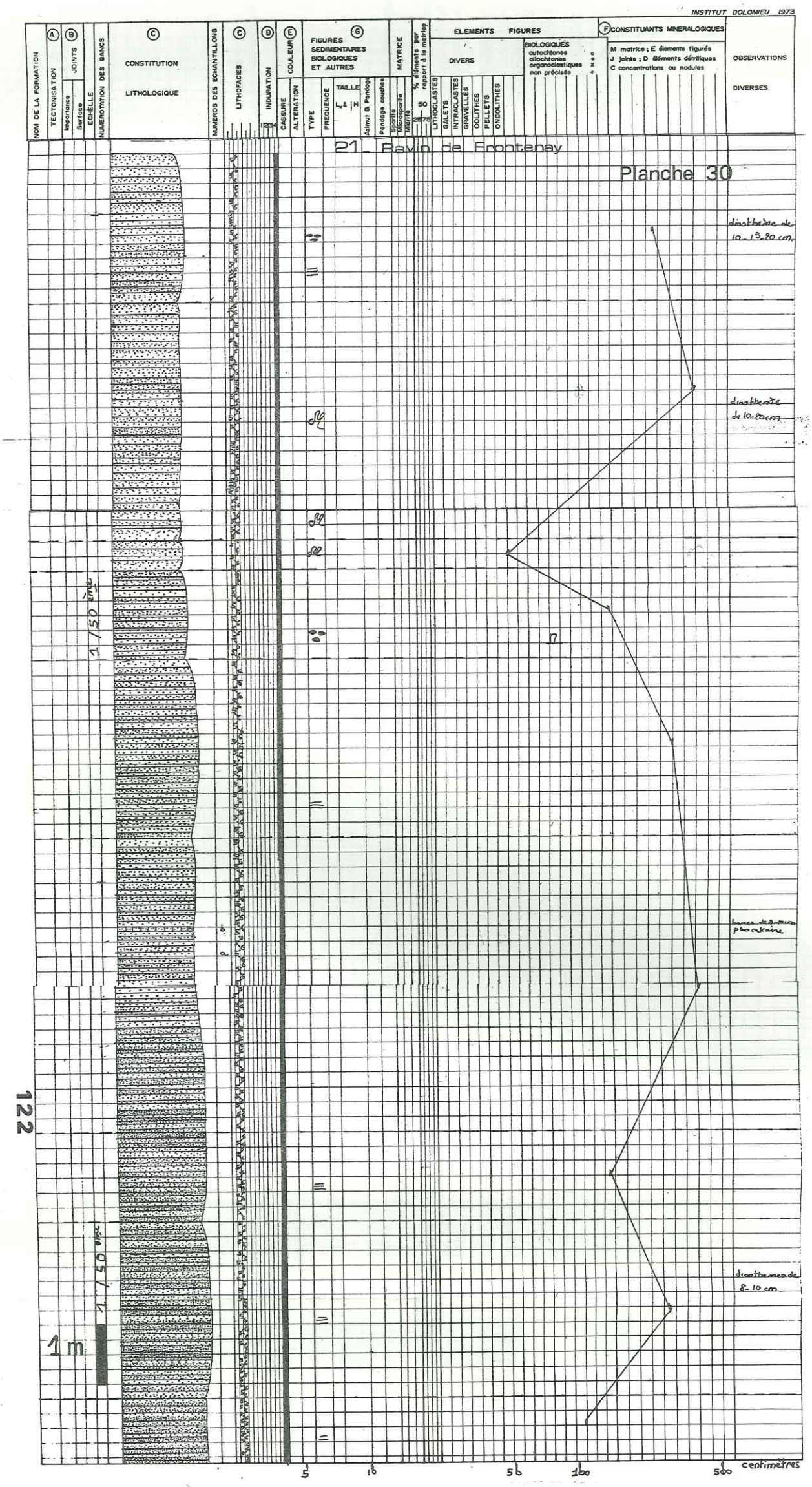
La glauconie est détritique

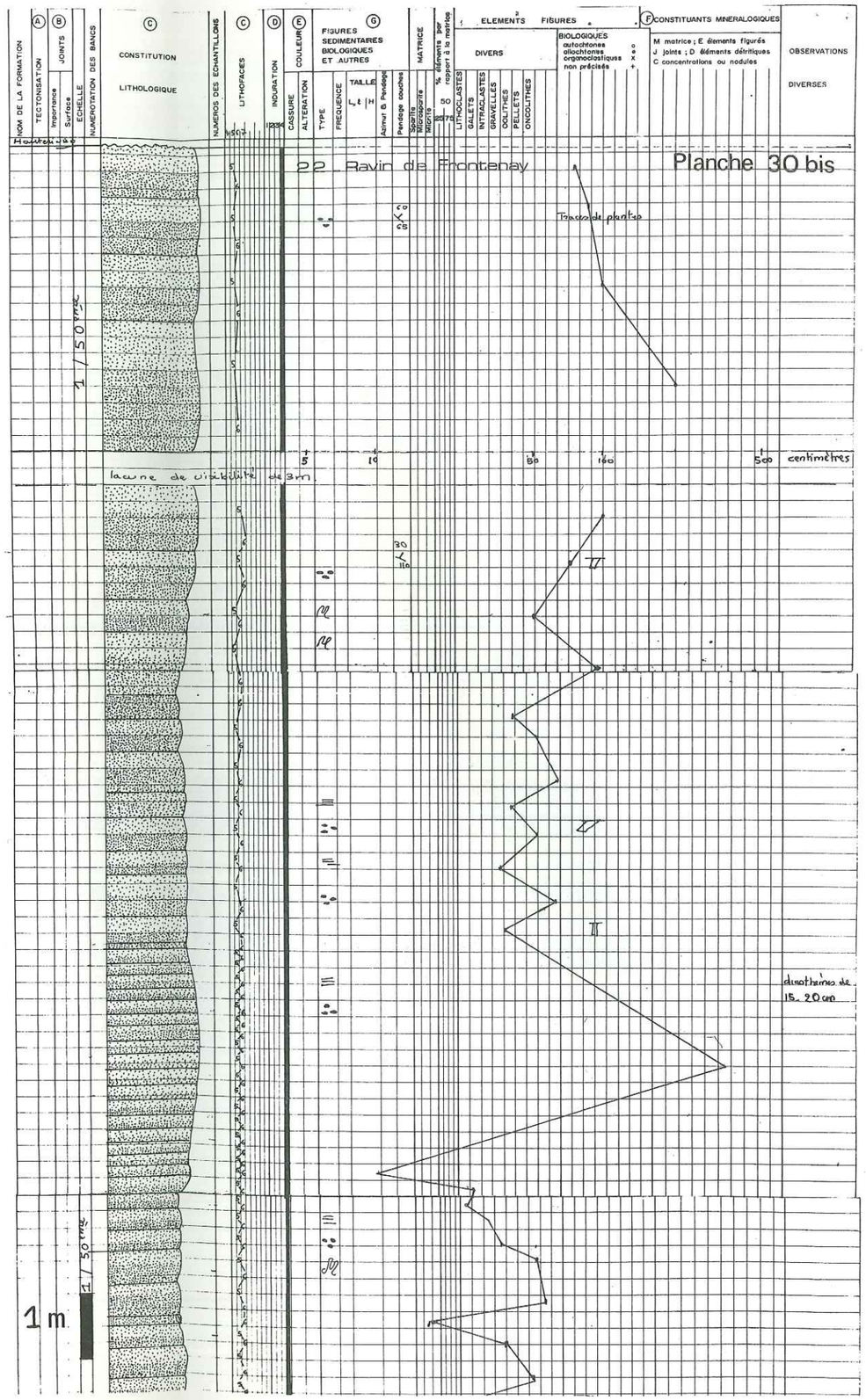
La matrice est calcaire argileuse, parfois dolomitique (éch.11b)

3 - Carbonatimétrie

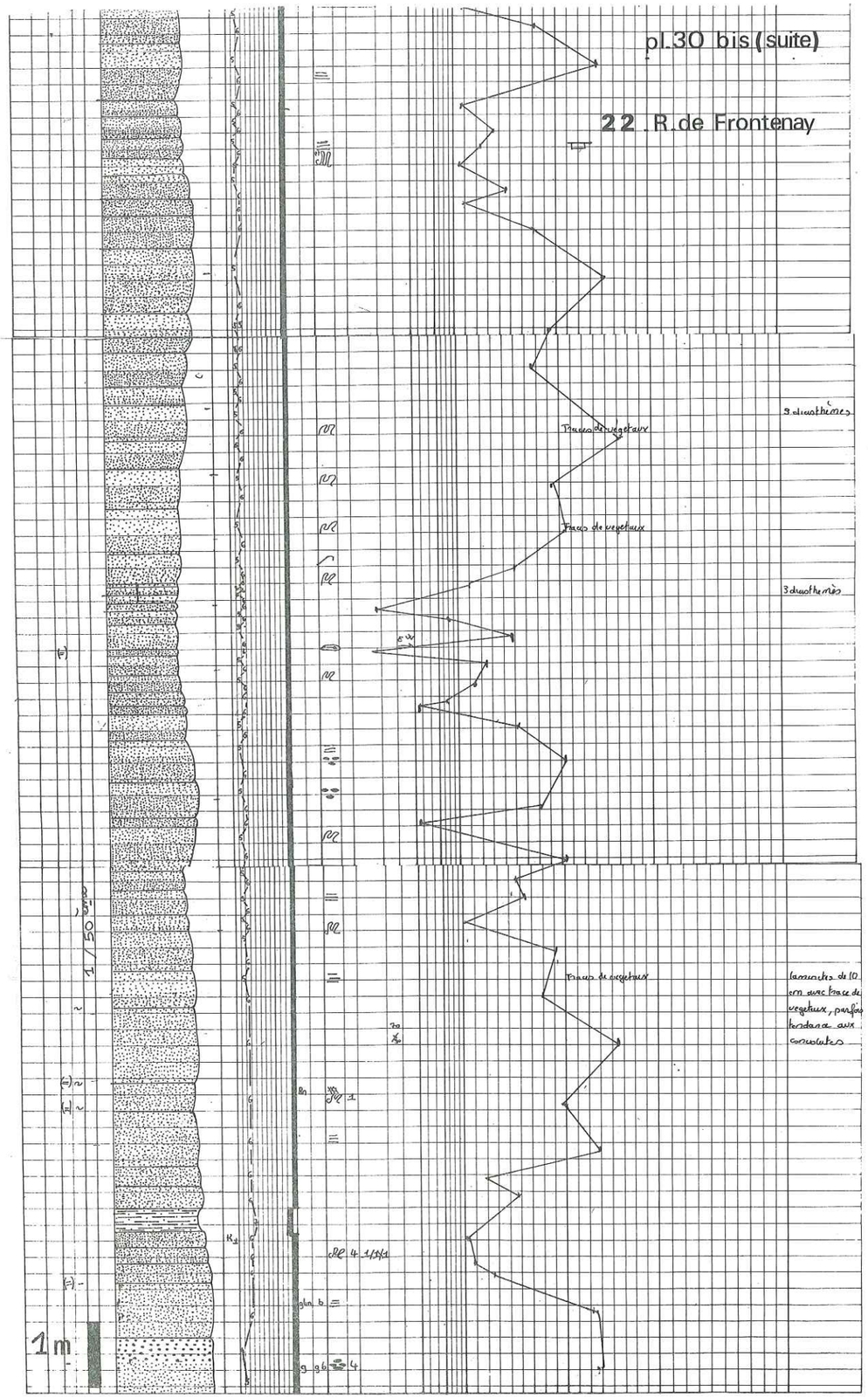
N° de l'échantillon		% Co3ca	% (Co3)2 Ca Mg
Entrevernes	11 b (grès)	35	13
	11 a (silts)	5	6
Les Garins	34b (grès)	19	-
	34a (silts)	10	7
Synclinal des Aillons	40 (grès)	32	-
	55f2 (grès)	41,5	-
	55f1 (silts)	25	2
Les Déserts	52b (grès)	37	-
	52a (silts)	26	1

- les grès sont en général calcaires, sauf l'échantillon 11 b qui renferme un pourcentage de dolomite non négligeable (13%). Nous avons effectué une coloration sur une section macroscopique par la méthode Magnésion II (SOUBIAS - p 285-30 juin 1973) : le ciment est dolomitique et quelques grains ont été dolomitisés. La formation de cette dolomite secondaire, attaquant d'abord le ciment puis les grains détritiques a eu lieu dans une eau saturée en Mg/Ca. Ce qui est le cas car l'échantillon a été prélevé au sommet des grès

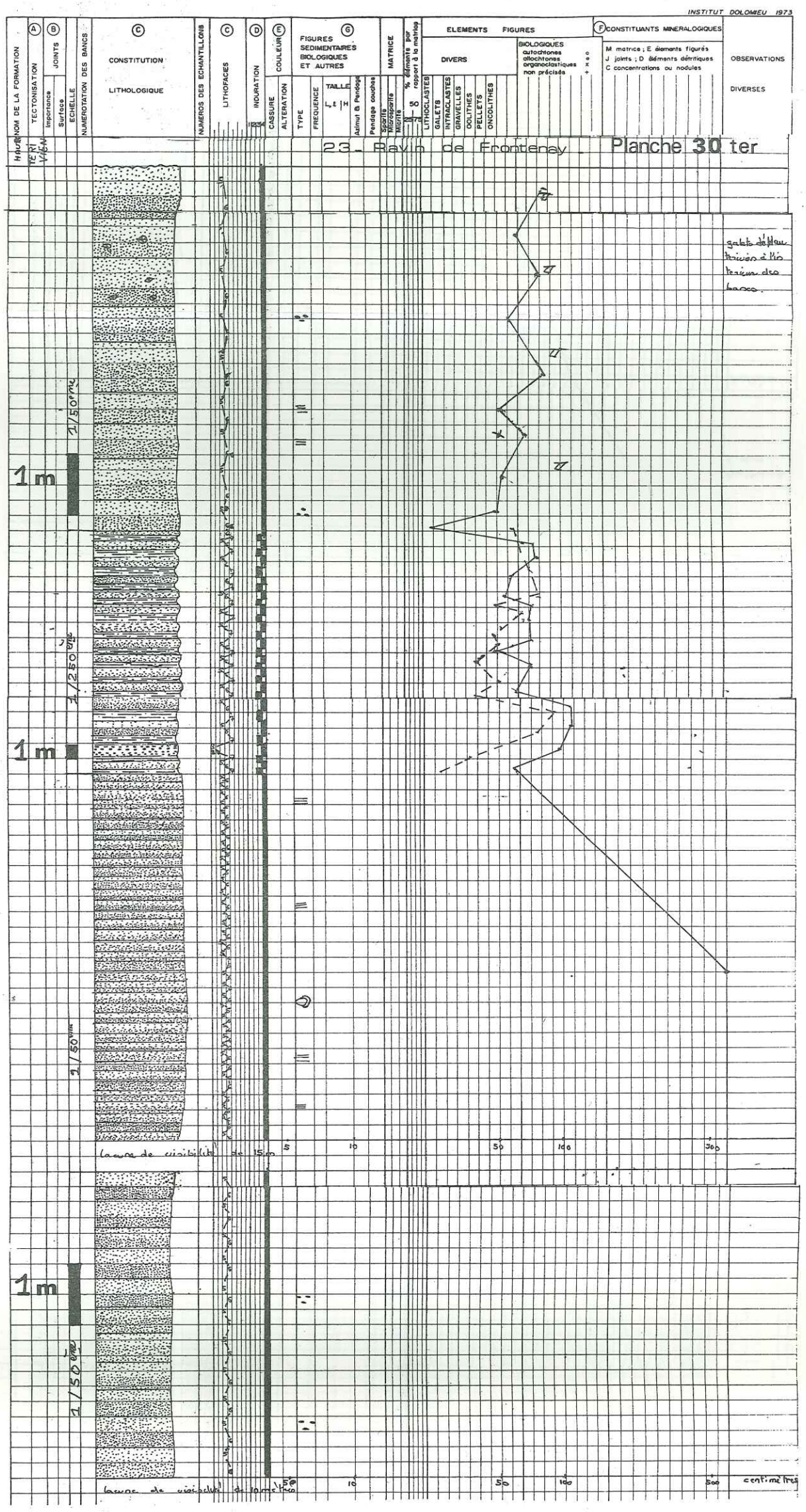

NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACIES
INDURATION
COULEUR
CASSURE
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
Sparite
Microsparite
Micrite
% éléments par rapport à la matrice
LITHOCLASTES
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
BIOLOGIQUES
autochtones
allochtones
organoclastiques
non précisés
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figurés
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS DIVERSES
21 - Ravin de Frontenay
Planche 30
1/50ème
1m
122
centimètres

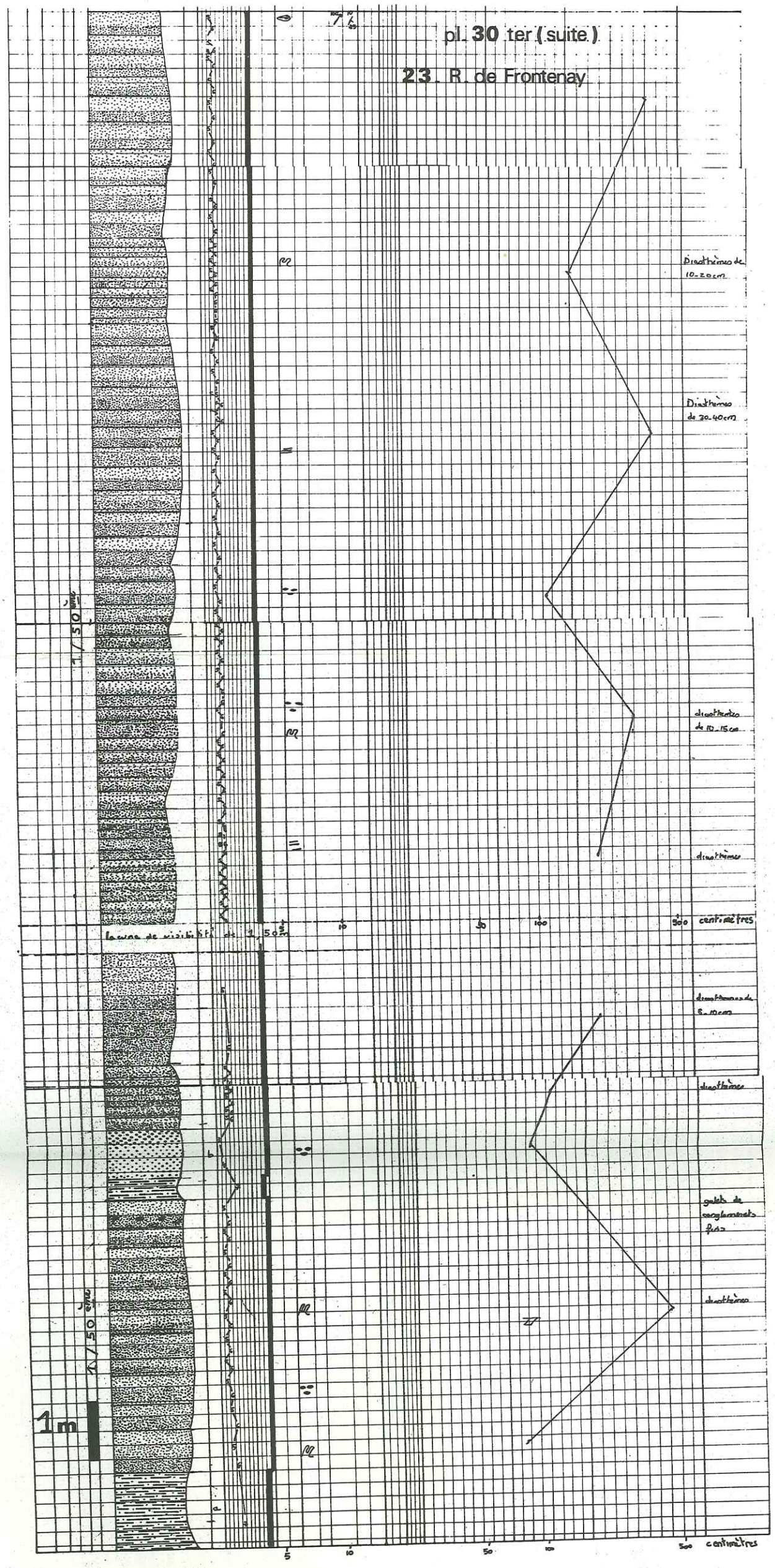


NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACES
INDURATION
COULEUR
CASSURE
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
% éléments par rapport à la matrice
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
BIOLOGIQUES
autochtones
allochtones
organoclastiques
non précisés
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figurés
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS DIVERSES
22 Ravin de Frontenay
Planche 30 bis
Traces de plantes
1 / 50 cm
5
10
50
100
500
centimètres
lacune de visibilité de 3m
diasthèmes de 15-20 cm
1 m



pl.30 bis (suite)
22 R. de Frontenay
Traces de végétaux
3 diasthèmes
Traces de végétaux
3 diasthèmes
Traces de végétaux
laminites de 10 cm avec trace de végétaux, parfois tendance aux convolutes
1 / 50 cm
1 m


INSTITUT DOLOMIEU 1973
NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACES
INDURATION
COULEUR
CASSURE
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
Sparite
Microsparite
Micrite
% éléments par rapport à la matrice
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
BIOLOGIQUES autochtones allochtones organoclastiques non précisés
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figurés
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS DIVERSES
23 - Ravin de Frontenay
Planche 30 ter
1m
1/50cm
1/250cm
1/50cm
1/150cm
galets de Mar
traiées à l'in
terieur des
bancs.
lacune de visibilité de 15cm
lacune de visibilité de 10cm
5
10
50
100
300
500
centimètres


pl. 30 ter (suite)
23. R. de Frontenay
Diaothèmes de 10-20cm
Diaothèmes de 20-40cm
diaothèmes de 10-15cm
diaothèmes
centimètres
diaothèmes de 5-10cm
diaothèmes
galets de conglomérats fins
diaothèmes
1m
centimètres

des Déserts qui sont saumâtres.

- les silts sont moins carbonatés, mais contiennent un peu de dolomite (1 à 7%). Pendant la diagenèse, la dolomite a dû migrer dans les sédiments les plus fins.

4 - Analyse aux rayons X

Dans l'ordre de décroissance, ces grès renferment les minéraux argileux suivants : montmorillonite, illite, kaolinite, chlorite, interstratifiés en traces auxquels s'ajoute du quartz (traces). Ces grès se sont donc déposés dans un milieu confiné : mer fermée, riche en cations (montmorillonite), sous un climat chaud et humide (kaolinite).

5 - CONCLUSION à l'étude pétrographique des grès des Déserts

Ces grès sont représentés par des arkoses à ciment calcaire (grès molasse). Ils ont été déposés dans un milieu confiné sous un climat chaud et humide.

H - RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE DES GRES DES DESERTS -

Les grès des Déserts possèdent un faciès molasse. Ils ont été mis en place dans un milieu marin (zone intertidale) qui devient saumâtre au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série, par le vent pour une faible part, par des courants de type fluviatile par une plus grande part, charriant un matériel originaire d'une zone montagneuse à climat frais. Les courants sont dirigés du S - S.E vers le N - N.W. Les grès des Déserts sont donc un faciès de comblement.

A l'époque du dépôt des grès des Déserts, le massif des Bauges était occupé par une mer peu profonde en voie de comblement.

LES GRES DE CONS

Ces grès que nous avons appelé Grès de Cons sont décrits dans la littérature sous le nom de Flysch de Cons. Ce terme nous semble inexact. Leur position stratigraphique et le fait que l'on retrouve des galets de calcaires à Petites Nummulites dans leur Conglomérat de base en ont fait un terme équivalent aux grès des Déserts dans cette région des Bauges.

Ces grès ont parfois à leur base un Conglomérat à ciment gréseux et à galets roulés d'Urgonien, d'Albien, de Sénonien et de calcaires à Petites Nummulites. On trouve parfois des blocs de Sénonien, d'Albien, d'Urgonien ou d'Hauterivien englobés dans les premiers bancs de grès. L'épaisseur de cette série varie entre 60 et 100 mètres. Ces grès sont plissotés.

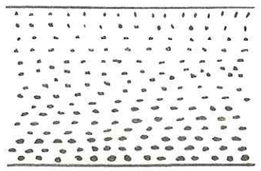
Ils ne sont visibles que dans les ravins d'accès difficile qui descendent de la Dent de Cons. Deux coupes ont pu être relevées dans les ravins de Frontenay.

A - ANALYSE SEQUENTIELLE -

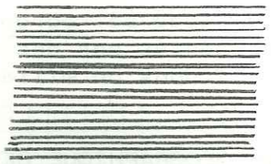
(planche 30, p 122)

A première vue, les caractères suivants se dégagent des analyses séquentielles :

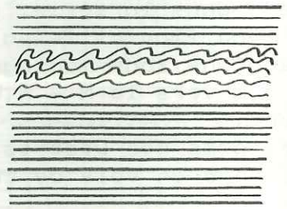
- la rythmicité (alternance de grès et de silts) est parfois très nette.
- un granoclassement est bien visible sur les bancs de grès à éléments grossiers.



Les autres bancs sont formés par de fines laminites.



Parfois ces laminites forment des convolutes.



Le clastic shale ratio donne des valeurs qui sont en faveur de la proximité des zones d'apports.

Ces notions sont développées dans l'étude stratonomique suivante :

Analyse statistique et numérique des grès de Cons

1- Classification sommaire -

a - Clastic shale ratio

C'est le rapport

$$R = \frac{\text{Epaisseur totale des bancs de grès}}{\text{Epaisseur totale des bancs de lutites}}$$

Pour 22 : R = 11,31

Pour 23 : R = 4,85

Cette série fait partie du groupe A (R>1). Il y a plus de grès que de lutites. Le bassin de sédimentation est situé à proximité de la zone d'apports. Ces valeurs de R ne sont que relatives, car il y a des lacunes de visibilité dans les coupes.

b - Etude des épaisseurs des couches détritiques

Formule élémentaire : $X \begin{cases} Y \\ Z \end{cases}$ où X = épaisseur moyenne des strates gréseuses
Y = épaisseur de la strate la plus épaisse
Z = épaisseur de la strate la moins épaisse (en cm)

Pour 21 : $A = 244 \begin{cases} 500 \\ 50 \end{cases}$

Pour 22 : $A = 54 \begin{cases} 343 \\ 10 \end{cases}$

	grès grossiers	grès moyens	grès fins	silts
Epaisseur des strates en %	9,2	40	59,1	8,8
Fréquence des strates en %	1,3	36,5	60,8	1,3

Les bancs de grès sont plus épais et plus nombreux que les bancs de silts :

Pour 23 : $A = 146 \begin{cases} 600 \\ 25 \end{cases}$

	Conglomérats fins	grès grossiers	grès moyens	grès fins	silts
Epaisseur des strates en %	1,3	1,4	37,3	43	17,1
Fréquence des strates en %	1,8	1,8	29,6	35,2	31,5

Les bancs de grès sont nettement plus nombreux et plus épais que les bancs de silts.

c - CONCLUSION : 22 et 23 sont proches de la zone d'apports.

2 - Récapitulations stratonomiques

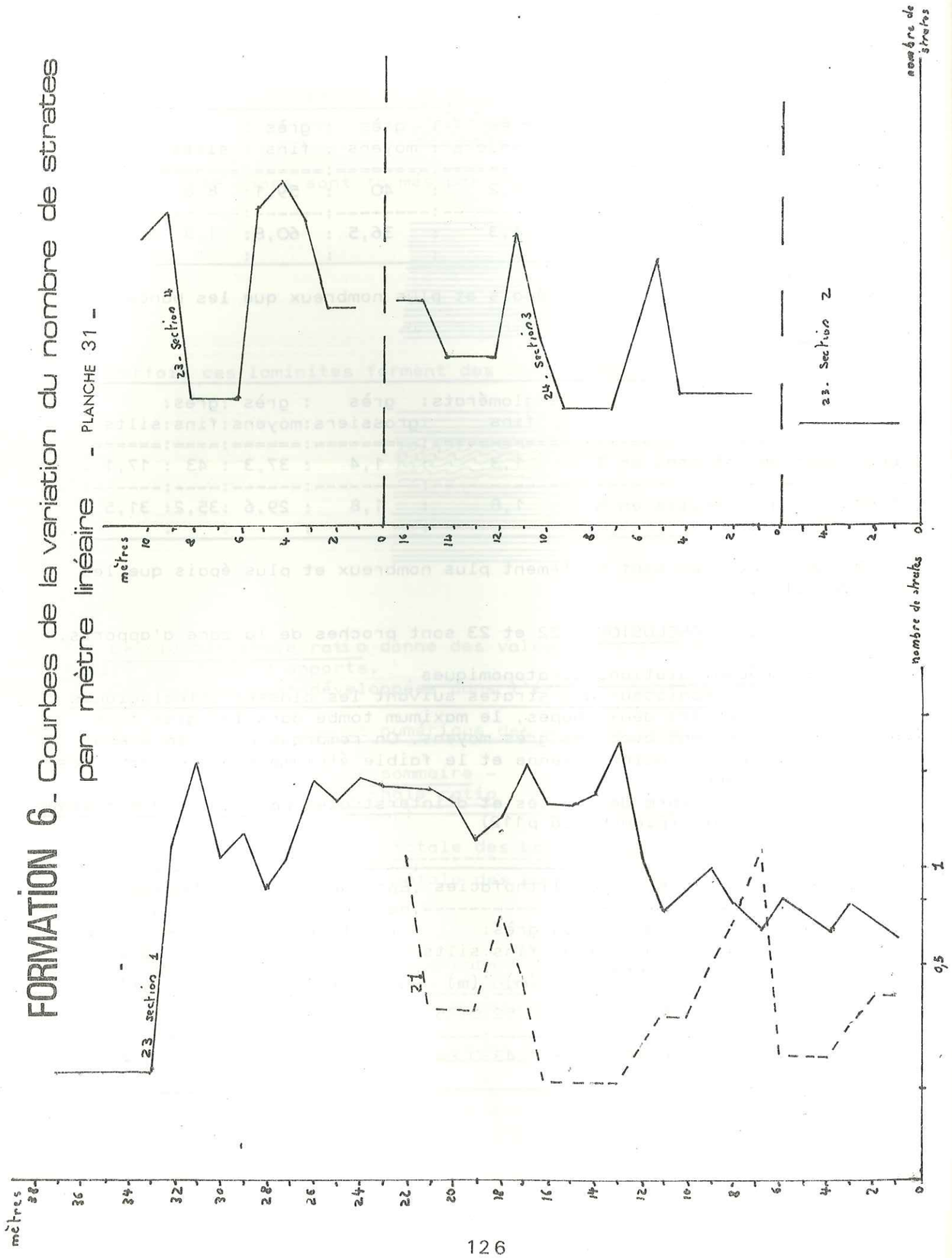
a - Epaisseur des strates suivant les classes lithologiques

Pour les deux coupes, le maximum tombe dans les grès fins Ils dominent nettement avec les grès moyens. On remarque ainsi la prédominance de la sédimentation moyenne et le faible étalement de la gamme des faciès lithologiques.

b - nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur

(voir (planche 26 p112)

N° de la coupe	Epaisseur moyenne par lithofacies: Conglomérats fins (m)	grès grossiers (m)	grès moyens (m)	grès fins (m)	silts (m)	Epaisseur moyenne d'une strate (silts compris) (m)	Epaisseur d'une strate de grès (m)
22	-	0,37	0,59	0,52	0,35	0,54	0,54
23	0,80	0,90	1,48	1,43	0,64	1,17	1,46



N°de la coupe	Pour les grès et les silts Q 50	Q 25	Q 75	Pour les silts Q 50	Q 25	Q 75	Pour les grès Q 50	Q 25	Q 75
21	/	/	/	/	/	/	2,45m	1,42m	2;98m
22	0,40m	0,27m	0,62m	/	/	/	0,41m	0,265	0,64m
23	0,73m	0,49m	1,08m	0,47m	0,37m	0,74m	0,78m	0,57m	1,29m

Les coupes 21 - 22 et 23 sont proches des zones d'apports.

c - Variation de l'épaisseur des strates dans la série naturelle.

Les coupes 21 - 22 et 23 (planche 30) donnent banc par banc l'épaisseur réelle des strates, leur faciès et textures. A partir de ce graphique, on a construit les courbes des épaisseurs, afin de voir leur évolution. Celles-ci se traduisent par une courbe oscillante (planche 30) Pour plus de clarté, on les a décomposées en courbe des grès et en courbe des silts.

Pour 21, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre une suite de séquences saccadées d'abord positive, puis négative.

Pour 22, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre:

; pour la section de courbe 1 : une séquence positive,

. pour la section de courbe 2 : une suite de six séquences saccadées, négative puis positive, se terminant par une séquence saccadée négative.

Pour 23, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre :

. pour la section de courbe 1 : une suite de deux séquences saccadées d'abord positive puis négative, se terminant par une séquence négative.

. pour la section de courbe 3 : une suite de séquences saccadées d'abord négative, puis positive.

. pour la section de courbe 4 : une séquence saccadée positive.

Les "grès de Cons" constituent une série rythmique.

d - Variation du nombre de strates dans la série naturelle

Nous avons construit les courbes de la variation du nombre de strates (grès et silts) par mètre linéaire (planches 27 p114 et 31 p126) L'irrégularité de ces courbes indique la proximité de la zone d'apports.

e - Variation du lithofaciès dans la série naturelle

La composition des grès de Cons est limitée à un nombre restreint de termes lithologiques. Cela traduit l'uniformité de sédimentation du bas en haut.

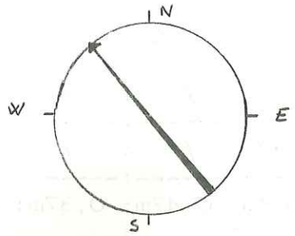
3 - CONCLUSION à l'analyse séquentielle des "Grès de Cons"

"Les Grès de Cons" se sont déposés dans un bassin où la sédimentation était uniforme, le bassin est proche de la zone d'apports.

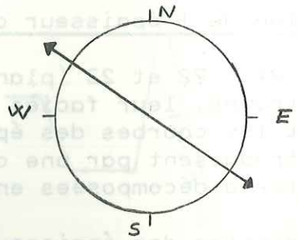
B - FIGURES ET STRUCTURES SEDIMENTAIRES -

1 - Figures observables à la base des bancs

- les flute-casts, dus à l'érosion d'une vase par un courant dense et tourbillonnaire, donnent une direction de courant 140-320 dirigé vers le N.W.



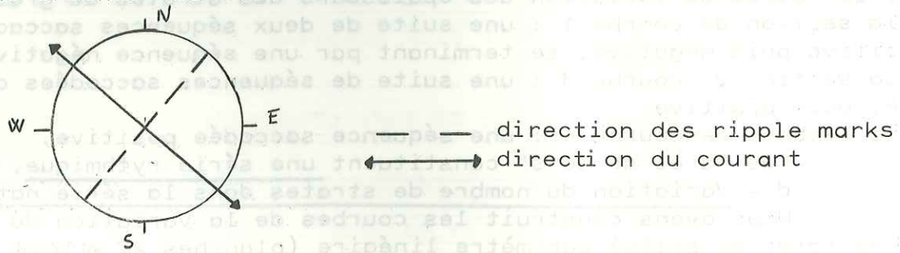
- les groove-casts produits par dragage du fond par des objets indiquent un courant de direction 125-305



- des galets mous parfois abondants sont observables à la base des bancs de grès. Ces dépôts sont donc rythmiques.

2 - Figures observables au sommet des bancs

- les ripples marks ont une direction 210-300. Le courant est donc orienté 130-310.



3 - Figures observables à l'intérieur des bancs

- les "convolutes-laminations", formés par glissements sous-aquatiques ou par déformation syngénétique des rides de courants au sommet de turbidites fraîchement déposées. Ils sont assez fréquents et sont déversés vers l'W.

4 - Traces d'activités biologiques : traces internes et de surface:

De nombreuses pistes de vers sont observables à la surface des bancs Des terriers parcourent les bancs : ces grès ont été déposés sous une très faible épaisseur d'eau : zone médiolittorale.

Des débris de végétaux déposés à plat sont associés à des micas blancs. Ceci est caractéristique du faciès molasse.

C - LE LITAGE -

Un litage horizontal a été observé dans ces grès. Ce sont des feuillets (lits) parallèles entre eux et aux joints de stratification majeure donc horizontaux au moment du dépôt. Ils caractérisent les dépôts tranquilles de cuvette.

D - ETUDE GRANULOMETRIQUE DES GRES DE CONS -

(planches 28 p 116 et 29 fig 3 p 118)

Des granulométries ont été effectuées à différents niveaux de ces grès.

N° de l'échantillon	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qdφ	Hé	As-y-mé-trie	courbe canonique de RIVIERE
21	0,100	0,200	0,048	0,094	0,178	1,93	0,95	0,82	0,85	logarithmique à tendance parabolique
22b	0,200	0,100	0,084	0,180	0,285	1,85	0,90	0,69	0,74	parabolique
23c	0,100	0,060	0,023	0,054	0,081	1,86	0,92	0,58	0,64	parabolique

1 - le classement médiocre est caractéristique des épandages de type fluviatile.

2 - le triage : les courbes de fréquence simple sont bimodales et étalées ce qui traduit une hétérométrie et un mauvais triage du sédiment. Il s'est produit soit une turbulence qui a remanié le sédiment, soit des mélanges entre des apports provenant de courants différents.

3 - l'as-ymétrie est négative. Il y a une mauvaise répartition du sédiment due à un remaniement peu après dépôt par des courants.

4 - les courbes canoniques de RIVIERE à faciès parabolique sont caractéristiques des sédiments peu évolués.

CONCLUSION à l'étude granulométrique : Ces grès sont des dépôts frust-es, d'épandages rapides, fluviatiles de fond de cuvette, mais où circulaient des courants.

E - ETUDE MORPHOMETRIQUE DES GRAINS DE QUARTZ DES GRES DE CONS -

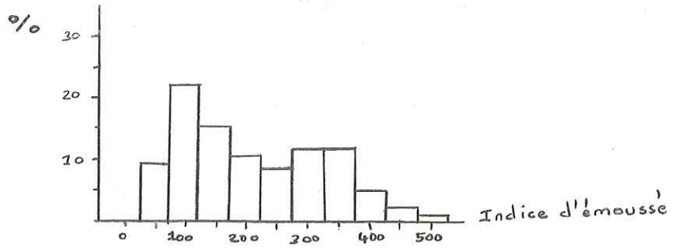
Seule l'étude morphométrique a pu être effectuée, car ces grès ont été étudiés en lame mince. Leur induration est telle qu'elle n'a pas permis de dégager les grains.

N° de l'échantillon	médiane indice d'émoussé	mode indice d'émoussé	%
23 b	185	100	22

Fig. 35 - Histogramme de l'indice d'émoussé des grains de quartz

La valeur de l'indice d'émoussé (I=185) correspond à une usure fluviatile.

fig. 35



F - EXOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ DES GRES DE CONS -

Echantillon 22b

Les faces sont presque intactes (quartz peu évolués). La pellicule de silice amorphe ne recouvre pas tout le grain (début ou légère amorphisation) les traces de chocs en V et en croissant (éolisation et brassage par l'eau) sont peu nombreuses.

Ce sont des grains de quartz peu évolués, ayant subi une très légère amorphisation (climat peu altérant) et peu transportés en milieux fluviatile et éolien.

G - PETROGRAPHIE DES GRES DE CONS -

1 - Examen à l'oeil nu :

Ces grès renferment des grains de quartz, de feldspaths et de micas.

2 - Examen au microscope

Cet examen et les comptages pétrographiques effectués sur lames minces précisent la composition pétrographique qui vient d'être entrevue.

quartz	37,3%	matrice	10,6%
feldspaths potassiques	5,2%	calcite (ciment)	14 %
plagioclases	31,4%	obtenu par le	
micas	1,6%	manocalcimètre	-----
			100 %

Classifications des grès

- classification de LILLE et SCOLARI : arkoses à ciment calcaire

- classification de FLANDRIN : grès molasses

Description des lames

Les quartz blancs sont parfois fendillés

Les micas sont représentés par la muscovite

Le ciment est argilo -calcaire

3 - Carbonatimétrie

Les grès sont peu carbonatés (14 à 17%). Certains bancs peu épais sont beaucoup plus calcaires (53%).

La calcite prédomine. La dolomie est présente en très faible quantité (1 à 4%).

4 - Analyse aux rayons X

Dans l'ordre de décroissance, les grès contiennent les minéraux argileux suivants :l'illite, la chlorite auxquels s'ajoutent du quartz et des feldspaths en traces.

La cristallinité de l'illite est égale à 8 et ne varie pas dans la série stratigraphie. La chlorite semble recristallisée et est un peu plus altérée lorsqu'on s'élève dans la série.

5 - CONCLUSION à l'étude pétrographique

Les grès de Cons sont des grès -molasses, la couleur grise, la présence de feldspaths, de micas et d'illite indiquent un climat non altérant sans doute tempéré.

H - MINERAUX LOURDS DES GRES DE CONS -

Dans l'ordre de fréquence de croissance, on observe du zircon (très abondant), de la tourmaline, des grenats, du rutile, de l'apatite et du disthène. Ces matériaux avec une moins grande abondance d'apatite) sont semblables à ceux des grès d'Annot et comme eux proviennent sans doute d'un massif granitique à filons pegmatiques.

I - RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE DES GRES DE CONS -

Les grès de Cons présentent un faciès molasse de type laminitique. La province de départ des éléments de ces grès jouissait d'un climat tempéré. Ce sont des dépôts frustres de fond de cuvettes mis en place par des courants rapides de type fluviatile et aussi un peu par le vent. Les éléments charriés par ces cours d'eau proviennent de l'érosion d'un massif granitique à filons pegmatiques assez proche.

Ce bassin où se sont déposés ces grès avait une faible extension puisqu'on ne les retrouve que sur le versant N de la Dent de Cons.

Ces grès de Cons sont nettement différents de ceux des Déserts :

. les éléments de ces derniers sont plus usés donc ont subi un transport plus long.

. la sédimentation est plus rythmique pour les grès des Déserts.

C H A P I T R E I X

F O R M A T I O N 7

L A M O L A S S E R O U G E

La Molasse rouge des Bauges est d'âge chattien-aquitanien. Elle est bien développée dans le synclinal de Leschaux, mais on la trouve aussi dans les synclinaux externes des Aillons et de Saint-François-de-Sales et sur le plateau de La Féclaz (planche 32 p134). Ce sont des grès verdâtres et rougeâtres et des marnes bariolées. Cette série a une épaisseur de 200-250 mètres.

A - ANALYSE SEQUENTIELLE -

(planches 33 p136 et 34 p138)

Les coupes ont été levées dans le synclinal des Aillons et dans celui plus externe de Leschaux :

- 55 au Pont de la Verne (Aillon -le-jeune), 41 dans le ravin de la Lavanche (Synclinal des Aillons)
- 2 et 3 à la sortie nord de la Chapelle-Saint-Eustache (synclinal de Leschaux).

A première vue, il ressort des coupes les caractères suivants :
- la rythmicité est nette pour toutes les coupes.
- un granoclassement est visible à l'échelle des bancs ;
- le clastic shale ratio varie suivant les coupes.

Analyse statistique et numérique de la molasse rouge

1 - classification sommaire

a - clastic shale ratio

Pour 55 : R = 0,66. Il fait partie du groupe C
Pour 41 : R = 1,08. Il fait partie du groupe B
Pour 3 : R = 4,06. Il fait partie du groupe A
Pour 2 : R = 2,22. Il fait partie du groupe A

Le clastic shale ratio nous montre que 3 et 2 sont situés près de la zone d'apports alors que 41 et 55 en sont plus éloignés ou situés dans une zone tranquille. Cela indiquerait un sens d'apports dirigé grossièrement du N vers le S

b - Etude des épaisseurs des couches détritiques

Formule élémentaire :

X^{Y}_{Z} où . X = épaisseur moyenne des strates gréseuses (en cm)
Y = épaisseur de la strate la plus épaisse (en cm)
Z = épaisseur de la strate la moins épaisse (en cm)

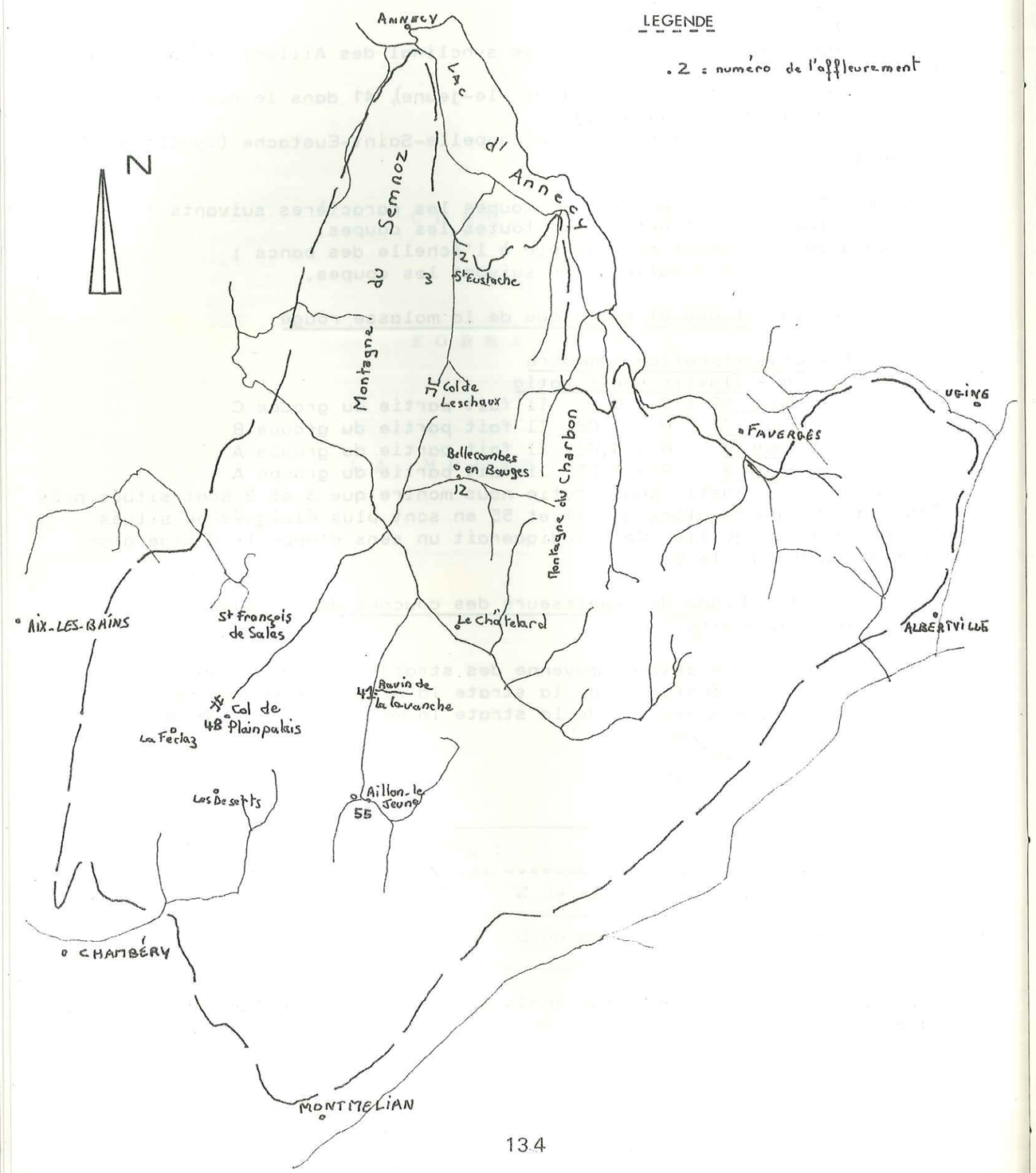
Pour 55 : $C = 46^{85}_{25}$

	grès fins	silts
Epaisseur des strates en %	39,9	60,1
Fréquence des strates en %	50	50

Les bancs de silts sont plus épais mais aussi nombreux que les bancs de grès.

FORMATION 7 _ emplacement des affleurements

PLANCHE 32



Pour 41 : B = 47 (75 / 17)

	grès fins	silts
Epaisseur des strates en %	52	48
Fréquence des strates en %	50	50

Les bancs de grès sont légèrement plus épais mais aussi nombreux que les bancs de silts.

Pour 3 : A = 81 (218 / 25)

	grès grossiers	grès moyens	grès fins	silts
Epaisseur des strates en %	9,3	69,7	1,3	19,8
Fréquence des strates en %	18,2	63,6	9,1	9,1

Les bancs de grès sont plus épais et plus nombreux que les bancs de silts.

Pour 2 : A = 67 (125 / 24)

	grès grossiers	grès moyens	grès fins	silts
Epaisseur des strates en %	0,8	43,7	24,4	31,0
Fréquence des strates en %	1,9	50	32,7	15,4

Les bancs de grès sont plus épais et plus nombreux que ceux de silts.

c - CONCLUSION

Le synclinal de Leschaux (2 et 3) est plus proche des zones d'apports que le synclinal des Aillons (41 et 55).

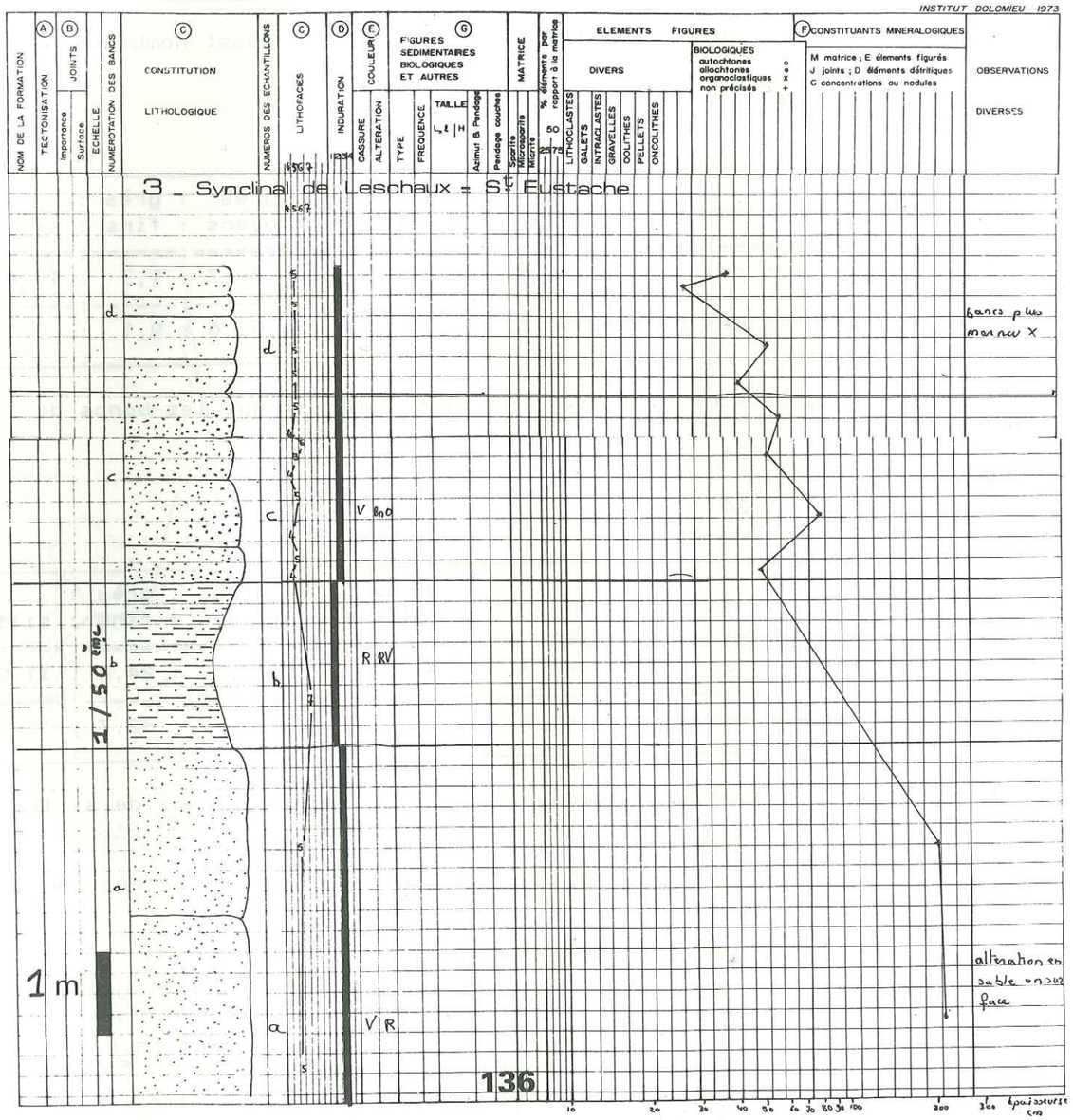
2 - Récapitulations stratonomiques

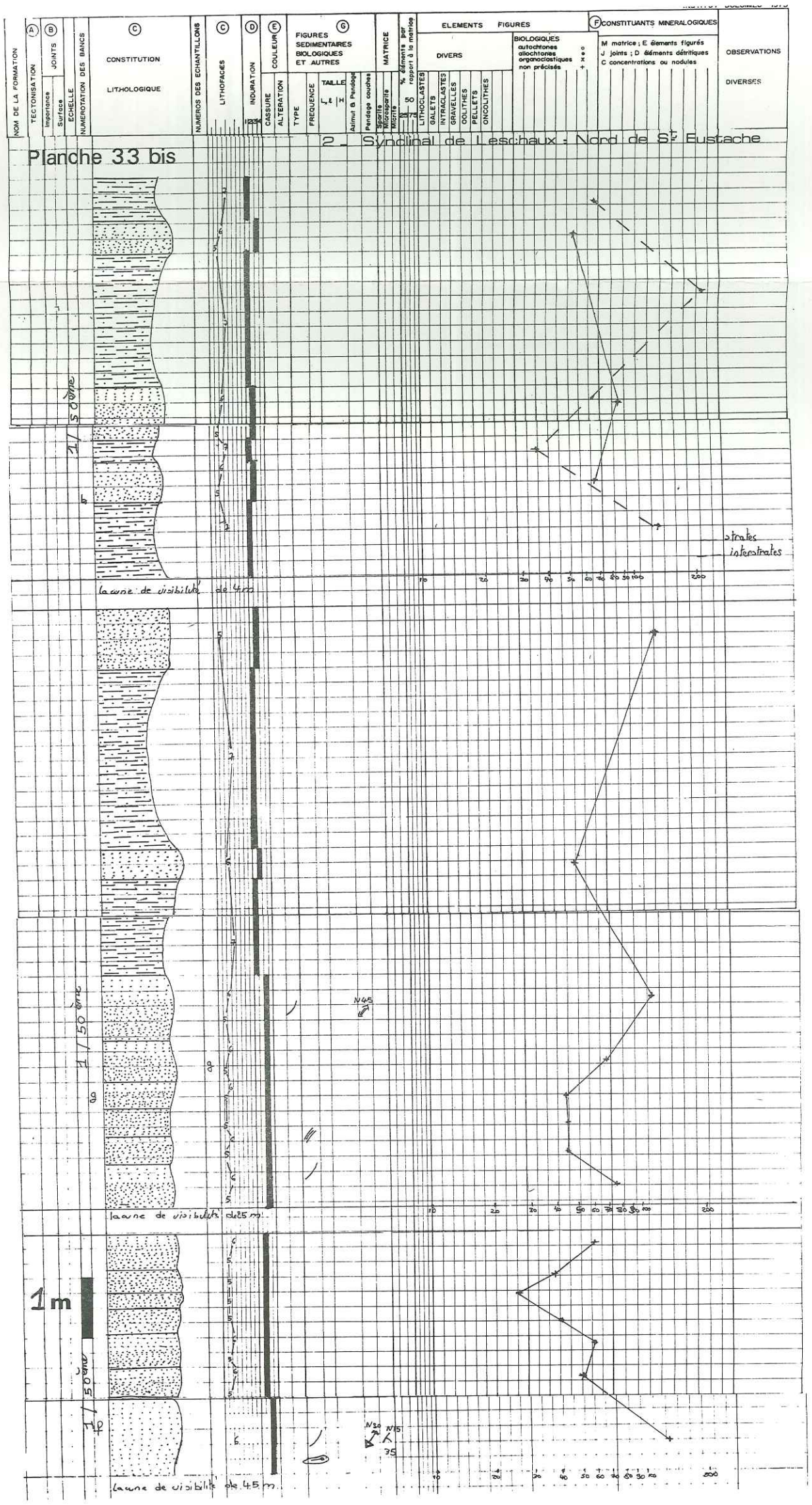
a - Epaisseur des strates suivantles classes lithologiques

Pour 55, le maximum tombe dans les silts, pour 41 dans les grès fins, pour 3 et 2 dans les grès moyens. Les sédiments sont de plus en plus grossiers d'Aillon-le-Jeune vers le synclinal de Leschaux : 55 est plus éloigné des zones d'apports que 3 et 2. On remarque aussi le faible étalement de la gamme des faciès lithologiques.

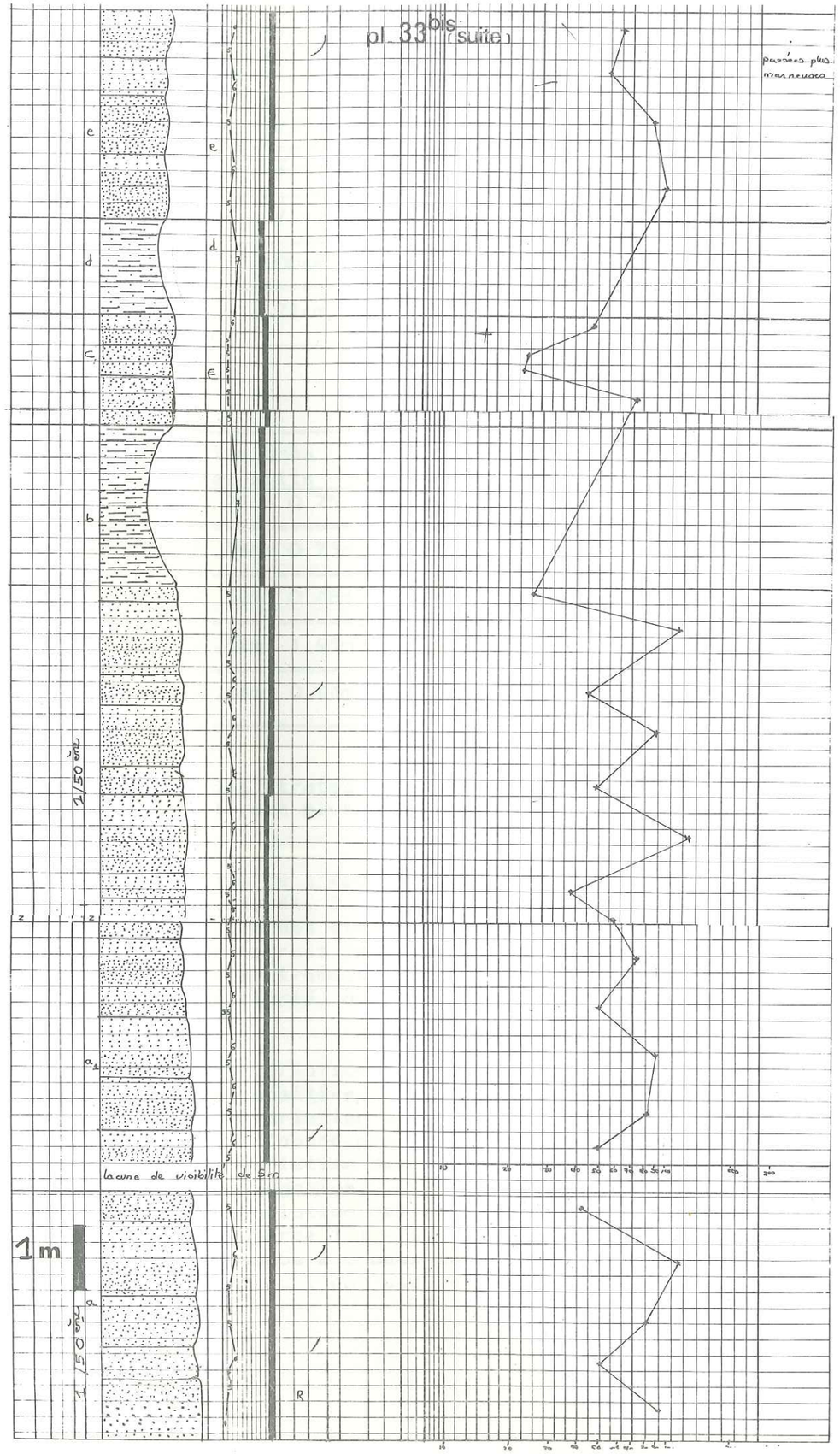
b - Nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur

(voir planche 35, p140)


INSTITUT DOLOMIEU 1973
NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACIES
INDURATION
COULEUR
CASSURE
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
Sparite
Microsparite
Micrite
% éléments par rapport à la matrice
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
BIOLOGIQUES
autochtones
allochtones
organoclastiques
non précisés
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figurés
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS DIVERSES
3 _ Synclinal de Leschaux = St Eustache
1/50 ème
1 m
V BnO
R RV
V R
bancs plus marneux
alteration en sable en surface
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
200
300
épaisseurs cm



NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
JOINTS
Importance
Surface
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACIES
INDURATION
COULEUR
CASSURE
ALTERATION
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
MATRICE
Sparite
Microsparite
Micrite
% éléments par rapport à la matrice
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
BIOLOGIQUES
autochtones
allochtones
organoclastiques
non précisés
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figurés
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS DIVERSES
2 _ Synclinal de Leschaux : Nord de St Eustache
Planche 33 bis
1/50ème
strates
interstrates
lacune de visibilité de 4m
1/50ème
N45
lacune de visibilité de 25 m
1m
1/50ème
N30
N15
35
lacune de visibilité de 45 m


pl. 33bis (suite)
passées plus marneuses
e
d
c
b
a1
1/50 ème
lacune de visibilité de 5 m
1 m
R

N° de la coupe	Epaisseur moyenne par lithofaciès				Epaisseur moyenne d'une strate (silts compris	Epaisseur d'une strate de grès
	grès grossiers	grès moyens	grès fins	silts		
55	/	/	46cm	70cm	58 cm	46 cm
41	/	/	47cm	43cm	45 cm	47 cm
3	47 cm	100cm	13cm	200cm	92 cm	81 cm
2	35 cm	71cm	61cm	165cm	82 cm	67 cm

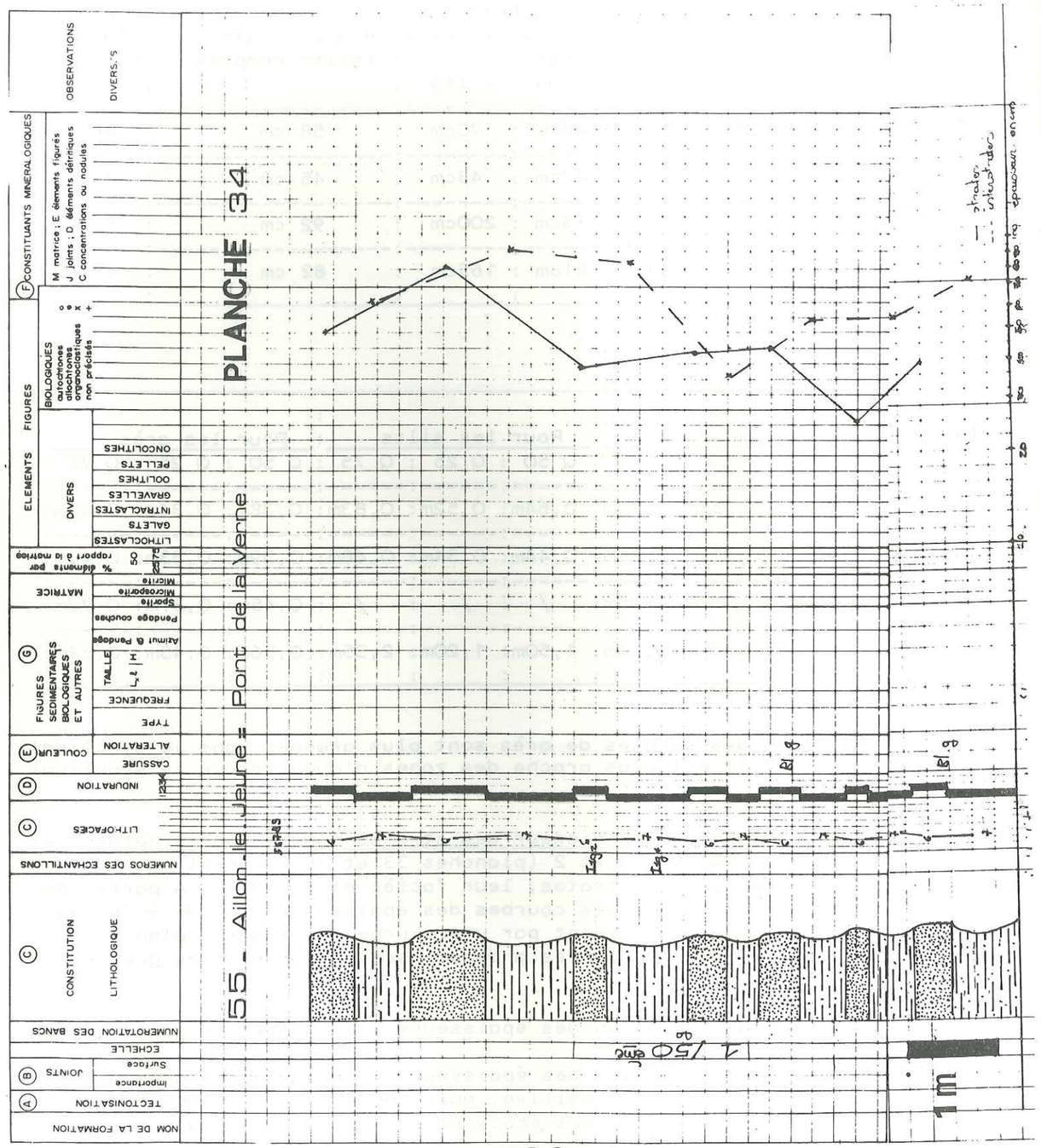
N° de la coupe	Pour les grès et les silts			Pour les silts			Pour les grès		
	Q 50	Q 25	Q 75	Q 50	Q 25	Q 75	Q 50	Q 25	Q 75
55	0,50m	0,38m	0,73m	0,64m	0,52m	0,83m	0,38m	0,34m	0,45m
41	0,42m	0,32m	0,48m	0,44m	0,34m	0,48m	0,39m	0,33m	0,48m
3	0,48m	0,38m	1,95m	/	/	/	0,45m	0,37m	0,77m
2	0,64m	0,44m	0,94m	1,50m	1,20m	2,35m	0,56m	0,43m	0,84m

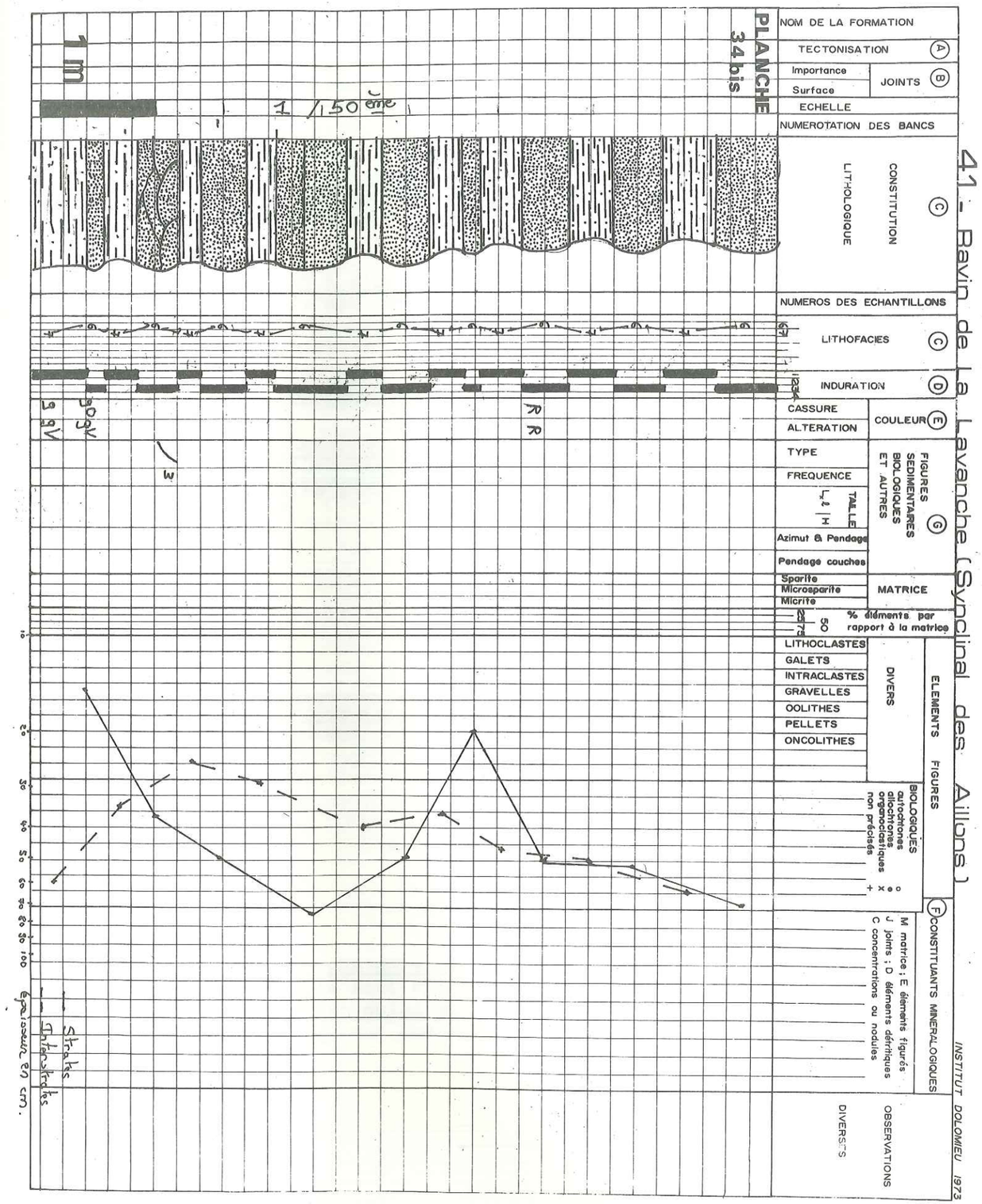
Les épaisseurs des strates de grès sont plus grandes dans le synclinal de Leschaux (3,2). Il est plus proche des zones d'apports que le synclinal des Aillons.

c - Variation de l'épaisseur des strates dans la série naturelle

Les coupes 55, 41, 3 et 2 (planches 33 et 34) donnent banc par banc l'épaisseur réelle des strates, leur faciès et textures. A partir de ce graphique, on a construit les courbes des épaisseurs afin de voir leur évolution. Celles-ci se traduisent par une courbe oscillante (planche 33 et 34). Pour plus de clarté, on les a décomposées en courbe des grès et en courbe des silts.

Pour 55, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre une séquence saccadée positive.
Pour 41, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre une suite de séquences d'abord positive, puis négative, enfin positive.
Pour 3, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre une séquence saccadée négative.
Pour 2, la courbe de variation des épaisseurs des strates de grès montre :
. pour la section de courbe 1 : - une séquence saccadée négative,
. pour la section de courbe 2 : deux séquences saccadées d'abord négative puis positive, se terminant par une séquence saccadée négative.
. pour la section de courbe 3 : - une séquence saccadée positive.
. pour la section de courbe 4 : -une séquence négative.


55 - Aillon le Jaune = Pont de la Verne
PLANCHE 34
1 m
1 /150 ème
NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
Importance
Surface
JOINTS
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION
LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACIES
INDURATION
CASSURE
ALTERATION
COULEUR
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
Sparite
Microsparite
Micrite
MATRICE
% éléments par rapport à la matrice
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
BIOLOGIQUES
autochtones
allochtones
organoclastiques
non précisées
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figurés
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS
DIVERS.S
Epaisseur en cm.
Strates
Interstrates


41 - Ravin de la Lavanche (Synclinal des Aillons)
PLANCHE 34 bis
1 m
1 /150 ème
NOM DE LA FORMATION
TECTONISATION
Importance
Surface
JOINTS
ECHELLE
NUMEROTATION DES BANCS
CONSTITUTION
LITHOLOGIQUE
NUMEROS DES ECHANTILLONS
LITHOFACIES
INDURATION
CASSURE
ALTERATION
COULEUR
TYPE
FREQUENCE
TAILLE
Azimut & Pendage
Pendage couches
FIGURES SEDIMENTAIRES BIOLOGIQUES ET AUTRES
Sparite
Microsparite
Micrite
MATRICE
% éléments par rapport à la matrice
LITHOCLASTES
GALETS
INTRACLASTES
GRAVELLES
OOLITHES
PELLETS
ONCOLITHES
ELEMENTS FIGURES
DIVERS
BIOLOGIQUES
autochtones
allochtones
organoclastiques
non précisées
CONSTITUANTS MINERALOGIQUES
M matrice ; E éléments figurés
J joints ; D éléments détritiques
C concentrations ou nodules
OBSERVATIONS
DIVERS.S
Epaisseur en cm.
Strates
Interstrates
INSTITUT DOLOMIEU 1973

"La molasse" est une série rythmique

d - Variation du nombre de strates dans la série naturelle

Nous avons construit les courbes de la variation du nombre de strates (grès et silts) par mètre linéaire (planche 36 p142), les courbes de la variation du nombre de strates par mètre linéaire de 3 et 2 sont plus irrégulières que celles de 41 et 55. 3 et 2 (synclinal de Leschaux) sont donc plus proches des zones d'apport que 41 et 55 (synclinal des Aillons).

e - Variation du lithofaciès dans la série naturelle

La composition de la "molasse" est limitée à un nombre restreint de termes lithologiques. Cela traduit l'uniformité de la sédimentation.

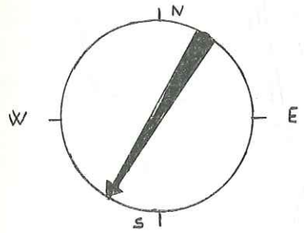
3 - CONCLUSION à l'analyse séquentielle de la "Molasse rouge"

Le bassin où s'est déposée la "Molasse rouge" a une sédimentation uniforme. Le synclinal de Leschaux (au N) est plus proche des zones d'apports que le synclinal des Aillons (au S).

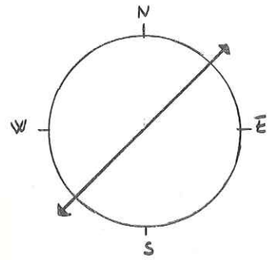
B - FIGURES ET STRUCTURES SEDIMENTAIRES -

1 - Figures observables au mur des bancs : sole-casts

- les flute-casts, dues à l'érosion d'une vase par un courant dense et tourbillonnaire, indiquent un courant 30-210 dirigé vers le S.W



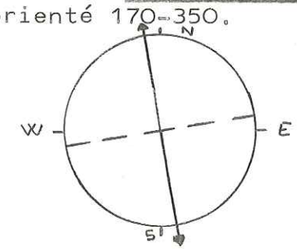
- les groove-casts, produites par un dragage du fond par des objets indiquent un courant de direction 45-225



- de nombreux galets mous sont observables à la base des bancs de grès. Ces dépôts sont rythmiques.

2 - Figures observables au sommet des bancs

Les ripple-marks ont une direction 80-260. Le courant est donc orienté 170-350.

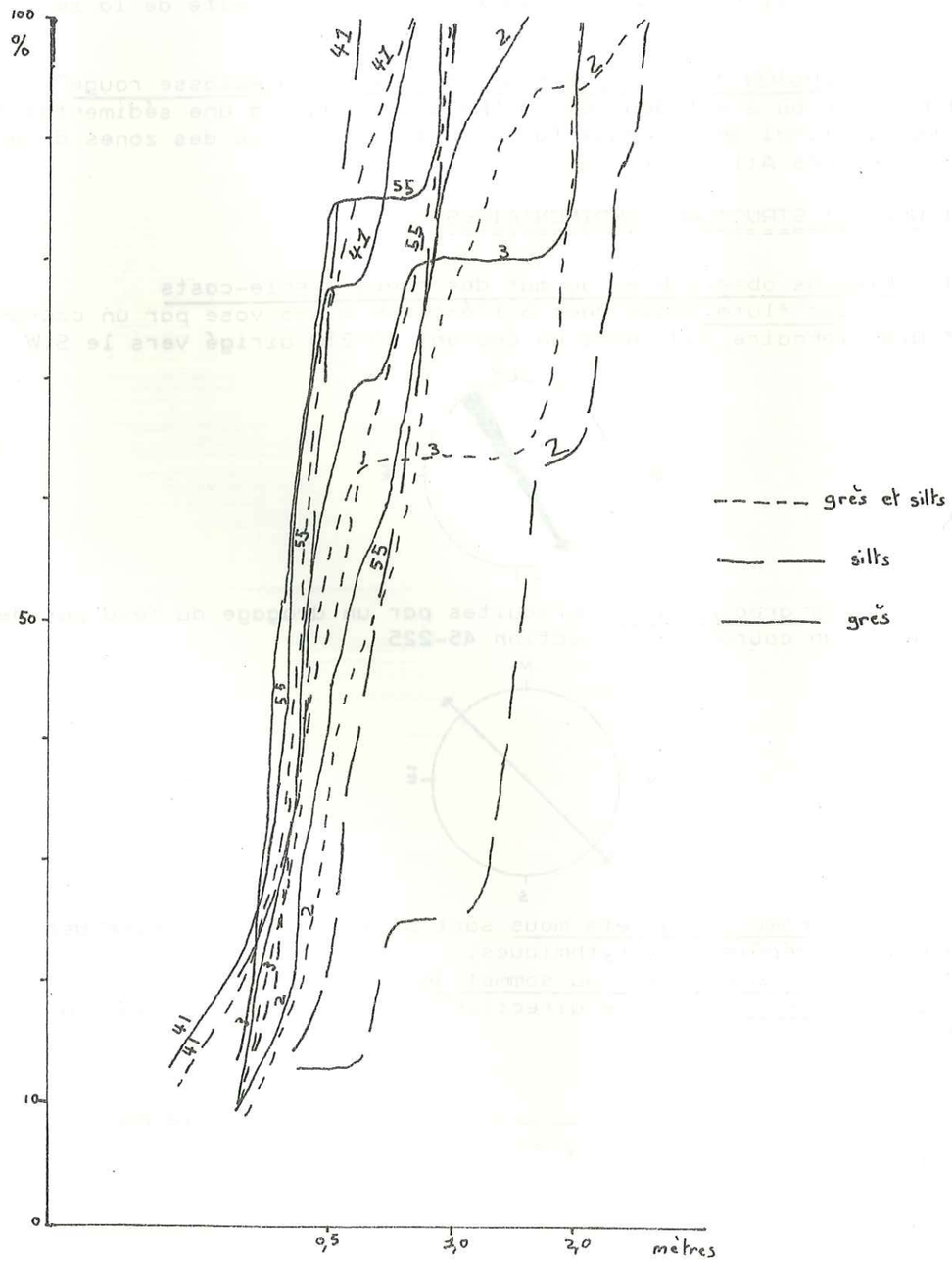


— — — direction des ripple-marks

⟷ direction du courant

FORMATION 7 - Nombre de strates et d'interstrates par classe d'épaisseur

PLANCHE 35



3 - Traces d'activités biologiques : traces internes et de surface

Des pistes de vers sont visibles à la surface des bancs de grès. Des terriers parcourent ces bancs : ces grès ont été déposés sous une très faible épaisseur d'eau : zone médiolittorale.

Des débris de plantes déposés à plat, associés à de la muscovite sont caractéristiques du faciès molasse.

C - LES LITAGES -

De nombreux bancs présentent un litage entrecroisé ou oblique arqué ayant la forme de gouttières s'emboîtant et se recoupant mutuellement. Ces gouttières ont de quelques dizaines de centimètres à un ou deux mètres d'épaisseur et quelques mètres de largeur. Il n'a pas été possible de mesurer la longueur. Ce litage caractérise un dépôt par chenaux divagants de marées dans un delta ou de cône de déjection torrentiel. Dans le synclinal de Leschaux, ce litage nous a donné un courant N.W - S.E.

Ce litage entrecroisé caractérise le faciès molasse.

D - ETUDE GRANULOMETRIQUE DE LA "MOLASSE ROUGE"

(planches 37p144et 38p146)

1 - Dimension des grains

La taille des grains varie beaucoup. Mais nous pouvons noter que les médianes se situent toutes dans l'intervalle O,1 - O,2mm. Une exception est à relever : O,3mm à Plainpalais.

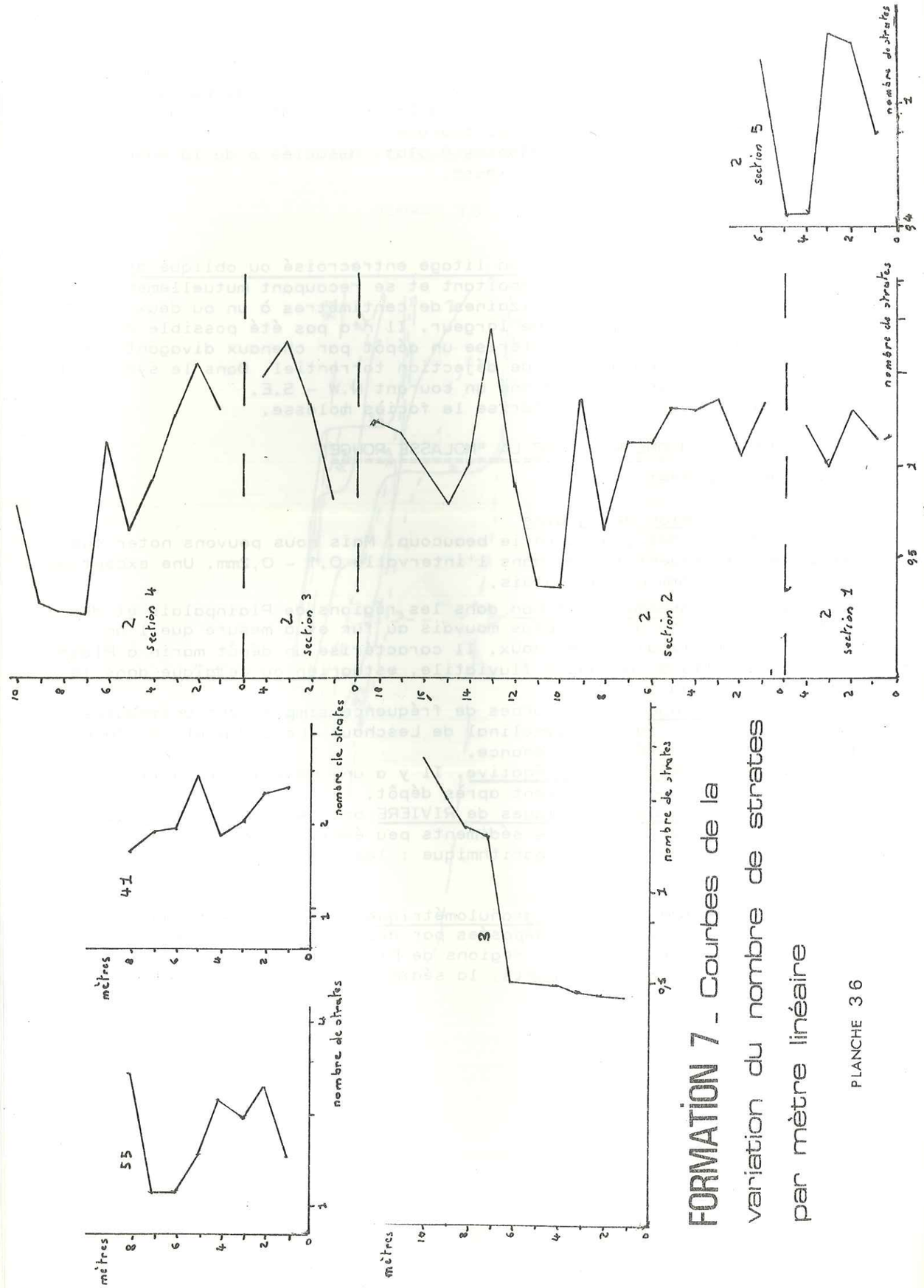
2 - Le classement est bon dans les régions de Plainpalais et des Aillons et devient de plus en plus mauvais au fur et à mesure que l'on s'approche du synclinal de Leschaux. Il caractérise un dépôt marin à Plainpalais et aux Aillons, un dépôt fluviatile, estuarien ou deltaïque dans le synclinal de Leschaux.

3 - le triage : les courbes de fréquence simple sont unimodales à une exception près dans le synclinal de Leschaux. Le sédiment est donc bien trié. Il y a unité de provenance.

4 - l'asymétrie est négative. Il y a une mauvaise répartition du classement due à un remaniement après dépôt.

5 - les courbes canoniques de RIVIERE ont généralement un faciès parabolique, caractéristique des sédiments peu évolués. Dans la région des Aillons, elles ont un faciès logarithmique : les sédiments sont plus évolués.

- CONCLUSION à l'étude granulométrique : dans le synclinal de Leschaux, ces molasses ont été déposées par des courants de type fluviatile Il y a unité d'apports. Dans les régions de Plainpalais et des Aillons, plus éloignées de la zone d'apports, la sédimentation est plus calme.



FORMATION 7 _ Courbes de la variation du nombre de strates par mètre linéaire

PLANCHE 36

N° de l'éch.	mode principal en mm	mode secondaire en mm	Q1 en mm	Q2 en mm	Q3 en mm	Sorting index	Qdφ	Hé	A-symétrie	courbe canonique de RIVIERE
Col de Plainpalais										logarithmique
48c	0,315	-	0,160	0,228	0,290	1,36	0,52	0,32	0,89	
48b	0,400	-	0,190	0,300	0,390	1,43	0,52	0,35	0,82	parabolique
48a	0,315	-	0,218	0,296	0,355	1,28	0,35	0,30	0,89	parabolique
Aillon-le-Jeune										logarithmique
55g1	0,125	-	0,078	0,108	0,143	1,34	0,45	0,42	0,96	
Ravin de la Lavanche										légèrement
41b	0,320	-	0,158	0,226	0,308	1,40	0,49	0,44	0,95	parabolique
41a	0,125	-	0,078	0,116	0,160	1,44	0,52	0,49	0,93	logarithmique
Bellecombe-en-Bauges										
12	0,315	-	0,112	0,188	0,259	1,52	0,60	0,44	0,83	parabolique
Saint-Eustache										
3d	0,315	-	0,074	0,149	0,232	1,78	0,75	0,44	0,83	parabolique
3c	0,315	(0,125)	0,069	0,170	0,261	1,94	0,96	0,50	0,62	parabolique
3a	0,200	(0,125)	0,055	0,122	0,176	1,85	0,86	0,50	0,65	parabolique
Nord de Saint-Eustache										
2b	0,200	-	0,053	0,115	0,174	1,81	0,85	0,55	0,70	parabolique
2a	0,315	-	0,067	0,125	0,180	1,64	0,74	0,50	0,77	parabolique

E - MORPHOSCOPIE ET MORPHOMETRIE DES GRAINS DE QUARTZ DE LA MOLASSE ROUGE

1 - Morphoscopie

a - Etude de la fraction non lavée

Certains grains sont recouverts par un très mince enduit ferrugineux. Ces grès auraient donc subi une légère pédogenèse hydrolysante.

Parfois ce pigment est abondant et constitue alors une sorte de ciment qui unit les grains entre eux formant ainsi des agrégats ferrugineux. Les grès auraient subi une pédogenèse assez intense. Ces agrégats sont actuellement rencontrés dans les sols rouges hydromorphes des zones deltaïques inondées par des crues saisonnières et jouissant d'un climat à alternances de saisons humides et sèches.

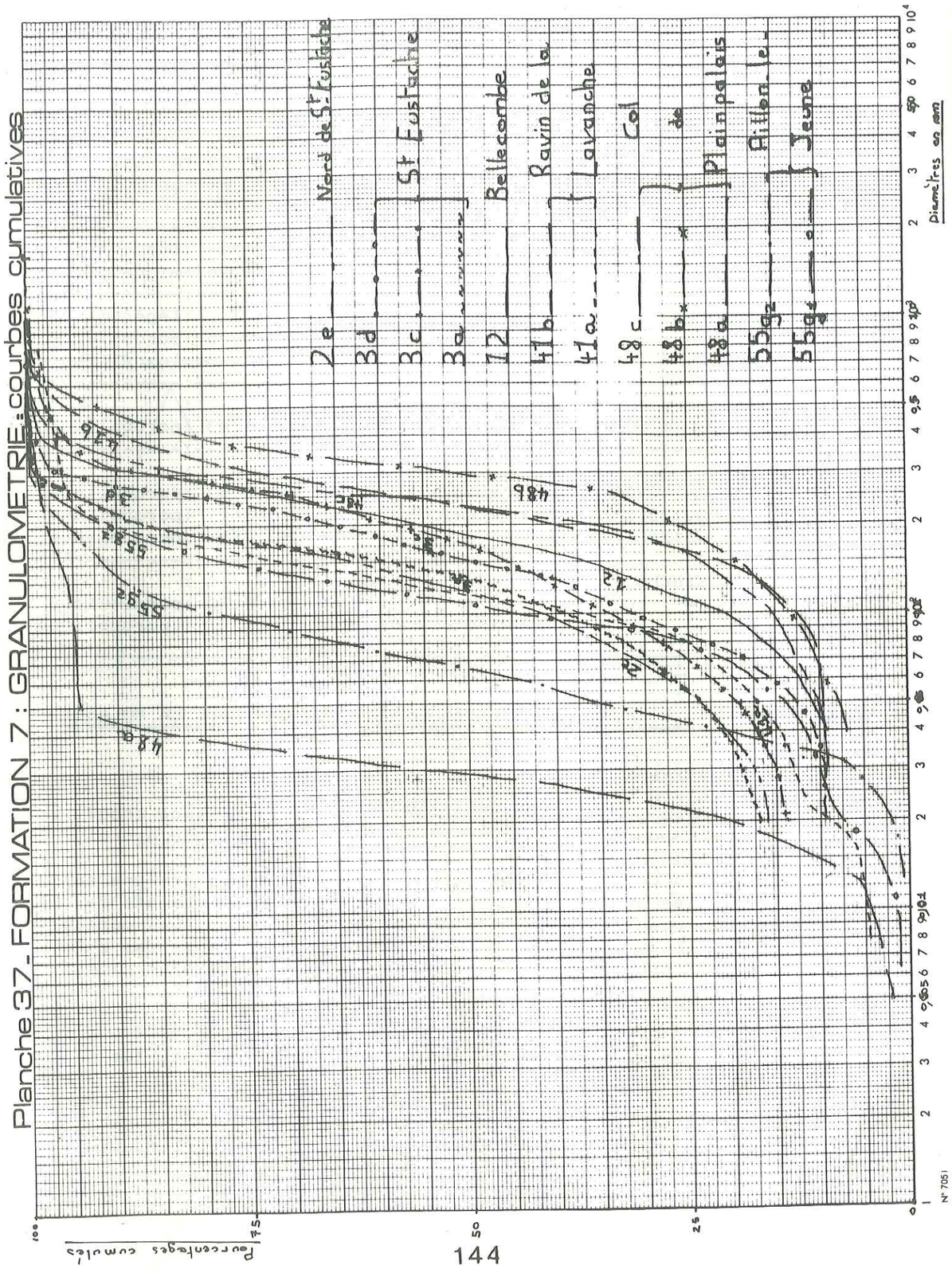
b - Etude de la fraction propre

1/ Etude des aspects de surface

Les grains ont un aspect de surface luisant. Ils ont donc été brassés par des courants d'eau.

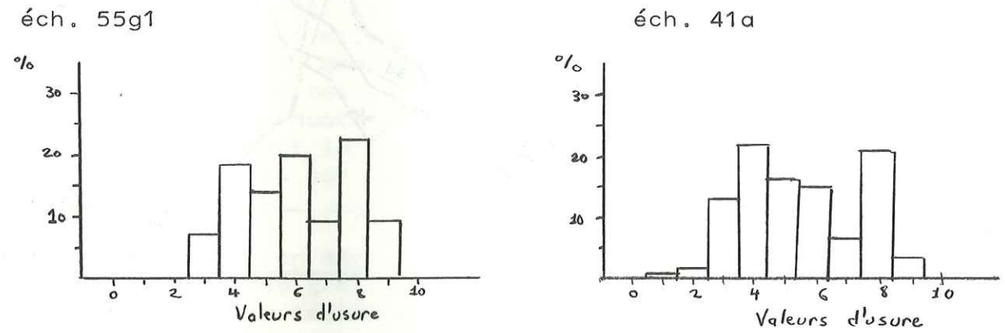
2/ Etude de la forme des grains

Le mélange de grains ovoïdes, arrondis et à coins arrondis, indique qu'ils ont subi un façonnement par transport fluviatile.



N° de l'échantillon	Non usés 1	Non usés 2	CA 4	AR 6	OV 8	Sph 10	Indices d'usure
Aillon-le-Jeune 55g1	-	-	25	34	41	-	1,56
Ravin de la Lavanche 41a	1	2	35	31	31	-	0,85

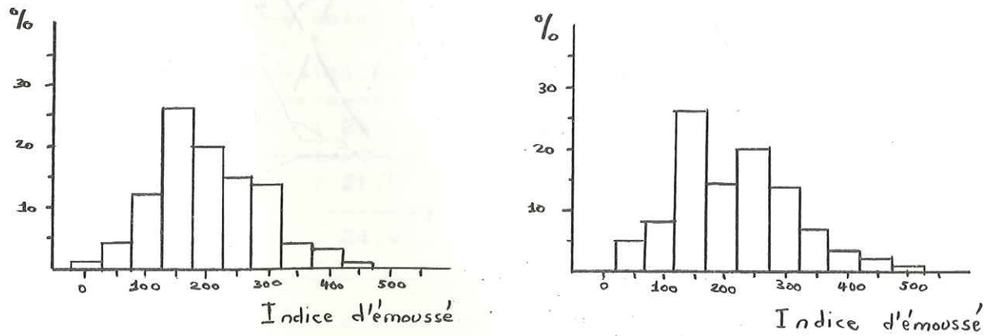
Fig36 Histogrammes du degré d'usure des grains de quartz.



2 - Morphométrie

N° de l'éch.	médiane indice d'émoussé	mode indice d'émoussé	%
55g1	200	150	26
41a	203	150	26

Fig 37 - Histogrammes de l'indice d'émoussé des grains de quartz



La valeur de l'indice d'émoussé indique une usure estuarienne ou de plage marine.

PLANCHE 38 - Formation 7 : Courbes granulométriques (fréquence simple)

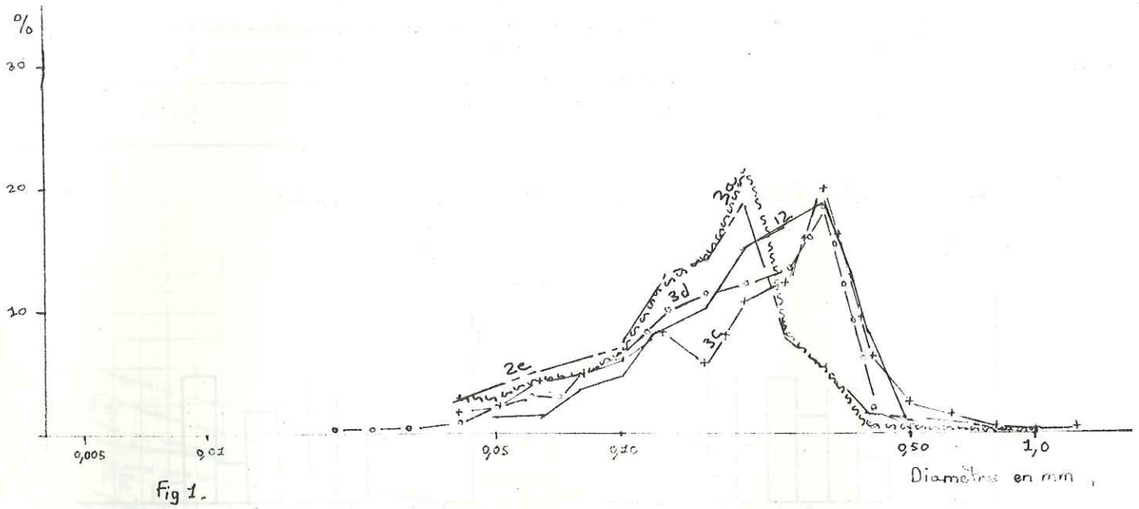


Fig 1.

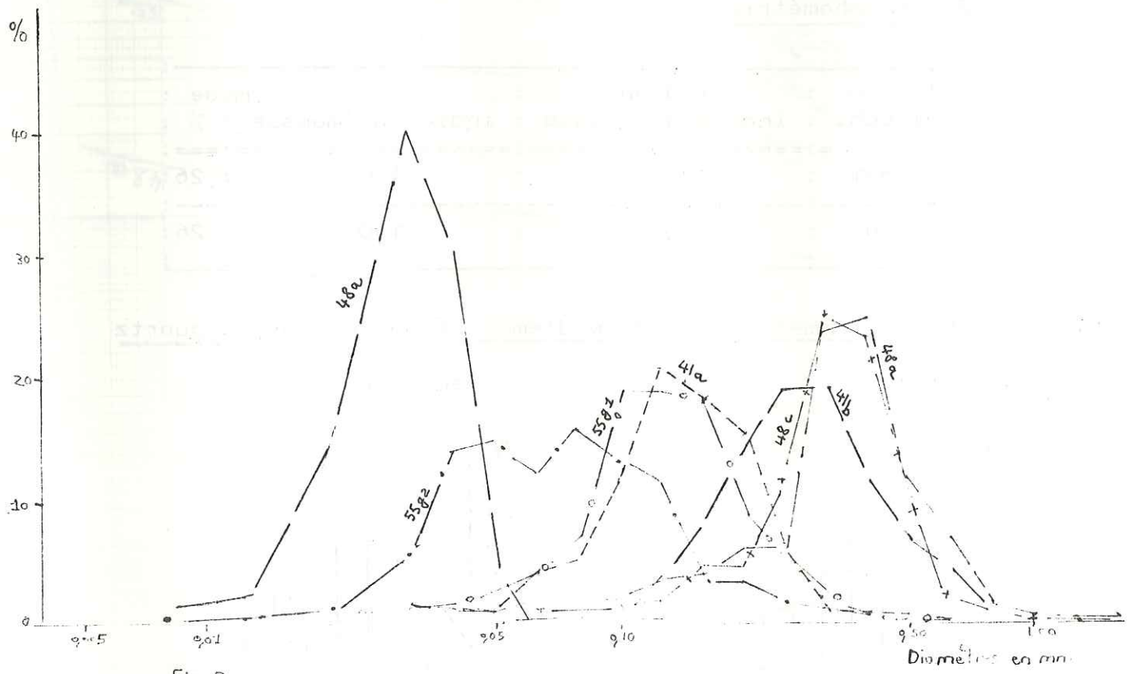


Fig 2.

3 - CONCLUSION à l'étude morphoscopique et morphométrique des grains de quartz de la molasse rouge.

A partir d'une zone d'apports à climat hydrolysant, ces grès ont subi un transport de type fluviatile et ont été déposés dans une zone deltaïque (cf. granulométrie).

F - EXOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ DE LA MOLASSE ROUGE -

1 - Echantillon 3c

Les faces des grains sont nues, parfois légèrement amorphisées (faible action altérante). Les traces de chocs en croissant sont grandes et nombreuses (transport en milieu aquatique de haute énergie). Celles en V (éolisation) sont rares. Une altération cariante, postérieure au dépôt indique qu'il s'agit d'un sol (échantillon prélevé au sommet d'un rythme).

Ces grains de quartz ont subi une faible action altérante, puis ont été transportés pour la plupart par un agent fluviatile de haute énergie et aussi un peu par le vent. Après leur dépôt ils ont subi une altération pédologique.

2 - Echantillon 48c

La surface des grains est recouverte par une mince pellicule de silice amorphe (climat légèrement altérant). Des traces de chocs en croissant et en V (brassage par l'eau et éolisation) sont peu nombreuses. Des fleurs de silice se sont déposées dans les dépressions (milieu confiné).

Ces grains de quartz ont donc subi une légère altération puis ont été transportés par des agents fluviatiles de faible énergie et éoliens avant d'être déposés brutalement dans un milieu confiné.

G - PETROGRAPHIE DE LA MOLASSE ROUGE -

1 - Examen à l'oeil nu :

Ces grès renferment des grains de quartz, de feldspaths, de micas et parfois de glauconie.

2 - Examen au microscope

Cet examen et les comptages pétrographiques effectués sur lames minces précisant la composition minéralogique qui vient d'être entrevue.

N° de l'éch.	quartz	feldspaths potassiques	plagioclases	micas	glauconie	calcite (ciment et grains)	matrice
3d	24,9	8,0	25,3	2,4	0,2	27,0	12,2
2a	26,2	5,4	21,5	2,1	-	33,6	11,2
55b	31,2	12,2	24,9	1,7	-	10,5	9,5

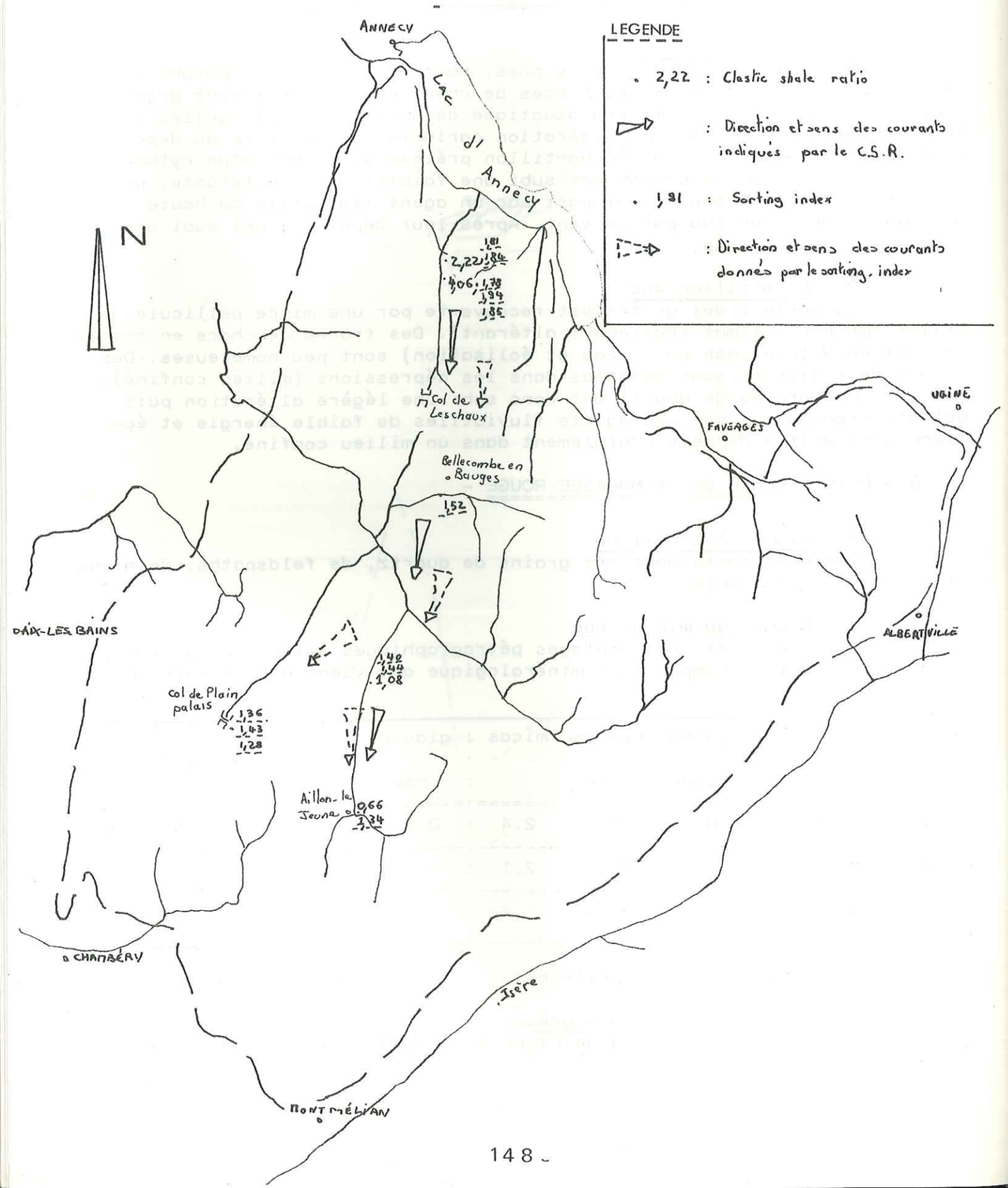
Le pourcentage de calcite est obtenu par le manocalcimètre

Classification des grès :

- classification de LILLE et SCOLARI : arkoses à ciment calcaire.

FORMATION 7 _ reconstitution paléogéographique

PLANCHE 39



- classification de FLANDRIN : grès molasses

Description des lames
- le quartz est parfois fendillé
- les micas sont représentés par la muscovite qui est parfois altérée.
- la glauconie est détritique
- le ciment est formé de calcite finement cristallisée.

3 - Carbonatimétrie

	N° de l'échantillon	% Co3 Ca	% (Co3)2 Ca Mg
Col	48c	25,5	-
de	48b	21	1
Plainpalais	48a(silts)	13	8
Synclinal	55g2	27	-
	55g1 (silts)	17	1
	41b	19	1,5
des Aillons	41a (silts)	10	7,5
Bellecombe-en-Bauges	12	23	1
	3d	27	-
	3c	20,5	-
Saint-Eustache	3b (silts)	13	6
	3a	31	-

- les grès sont calcaires. Les parties silteuses sont moins carbonatées mais contiennent un peu de dolomite. Peut-être cette dolomite a-t-elle migré pendant la diagenèse dans les sédiments les plus fins. Ou le milieu est-il plus confiné, plus réducteur lors de la phase passive ?

4 - Analyse aux rayons X

a - Echantillon 48a (Col de Plainpalais)

Cet échantillon renferme les minéraux argileux suivants dans l'ordre de leur importance décroissante : montmorillonite, interstratifiés illite-chlorite et interstratifié montmorillonite-chlorite régulier (corrensite) en traces, illite chlorite, kaolinite (?) Il a été déposé en milieu confiné.

b - Echantillons 55g1 et 41a (synclinal des Aillons)

Ces échantillons contiennent les minéraux argileux suivants dans l'ordre d'importance décroissante : corrensite et chlorite, illite kaolinite (?) auxquels s'ajoute du quartz. L'illite a une cristallinité de 8 - 8,5. La corrensite et la chlorite ont une cristallinité de 10,5. La corrensite est un indicateur de diagenèse avancée.

c - Echantillon 3b (Synclinal de Leschaux)

Cet échantillon renferme les minéraux argileux suivants dans l'ordre de décroissance : illite, interstratifiés : illite-montmorillonite et illite-chlorite, chlorite, kaolinite(?) auxquels s'ajoute du quartz.

5 - CONCLUSION à l'étude pétrographique

Ces grès sont représentés par des arkoses à ciment calcaire . Dans la région du Plainpalais, le milieu était confiné alors que dans le synclinal de Leschaux, il semble être plus oxydant, Dans le synclinal des Aillons, ces grès ont subi une diagenèse avancée.

H - MINERAUX LOURDS DE LA MOLASSE ROUGE -

Ces grès renferment les minéraux lourds suivants dans l'ordre de décroissance : grenats roses abondants, grenats calciques, chlorite et marcassite. La présence de nombreux grenats indique que le matériel formant ces grès parvient d'une pegmatite filonienne.

I - RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE DE LA MOLASSE ROUGE -

Cete série présente tous les caractères du faciès molasse -(stratonomie, litages, figures sédimentaires)-. Ces grès sont représentés par des arkoses à ciment calcaire. Nous n'avons pas pu tracer de cartes d'isopaques, car l'estimation des épaisseurs n'a pas été possible. Mais cette série est plus épaisse dans le synclinal de Leschaux donc il y a approfondissement du bassin molassique vers le N.

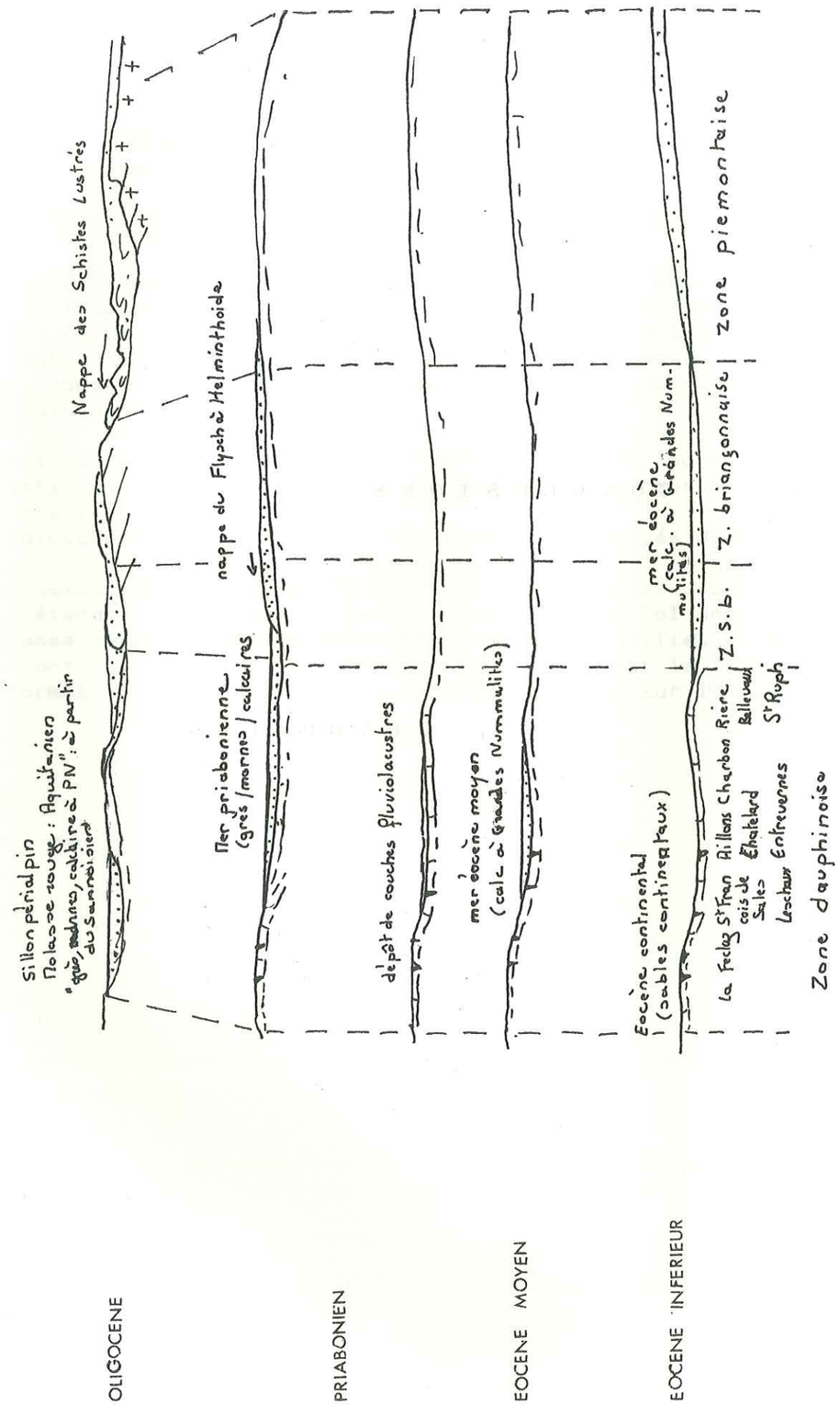
Nous avons retracé la direction et le sens des courants : . à l'aide du clastic shale ratio (voir planche 39,p148) les courants sont dirigés du N vers le S . à l'aide des indices de classement : les courants sont dirigés du N vers le S.

Il semble donc qu'un golfe envahissait le Massif des Bauges par le N et s'étendait jusqu'au Col de Plainpalais et le Col des Prés. Ces dépôts de molasse résultent d'une sédimentation dans un milieu en état de subsidence continue. L'agent qui disperse des sables est le fleuve. Ses bras sont formés d'eau active et peu profonde divagant sur la plaine.

C O N C L U S I O N S

G E N E R A L E S

EVOLUTION PALEOGEOGRAPHIQUE DES BAUGES - PLANCHE 40



La paléogéographie tertiaire du Massif des Bauges est très variée et dépend en partie des fluctuations de la mer alpine : après l'émersion générale fini-crétacé, dès l'Eocène moyen, la mer venant de l'Est, envahit peu à peu la région et après plusieurs oscillations, elle est rejetée à l'Oligocène dans un sillon périalpin, situé plus à l'W.

L'évolution paléogéographique des Bauges au cours du Tertiaire a été retracée dans la planche n° 40 (voir aussi tableau I et carte 41)

A la limite Crétacé-Tertiaire, la phase laramienne provoque le plissement des zones internes alpines et l'émersion de la zone dauphinoise.

Au cours de l'Eocène inférieur, notre région est soumise à une érosion continentale qui atteint par endroits l'Urgonien : des sables continentaux se déposent dans les fissures de ce dernier (La Féclaz). Des conglomérats fluviatiles (Conglomérat du Trélod) se déposent à la Montagne du Charbon-Trélod, où dès l'Yprésien, la mer dépose des calcaires et des grès glauconieux infralittoraux.

Au Lutétien, la mer poursuit sa transgression sur la partie orientale du massif (synclinaux du Charbon, d'Entrevernes, des Aillons) et dépose des calcaires ou des grès puis des Conglomérats, à Grandes Nummulites, en milieu épicontinental circalittoral. Elle régresse ensuite et cette région (Montagne du Charbon, Entrevernes, les Aillons) est occupée par un lac où se déposent des calcaires et des marnes.

Au Lutétien supérieur, les dépôts continentaux se poursuivent et se généralisent : à la Montagne du Charbon-Trélod se déposent des marnes blanches lacustres dans lesquelles sont intercalés des Conglomérats apportés par des cours d'eau ; dans les synclinaux d'Entrevernes, du Châtelard et des Aillons, des grès verts fluviolacustres ; à Arith, des sables éoliens ; à La Féclaz - Les Déserts et à Saint-François-de-Sales des grès et des Conglomérats fluviatiles à Cyanophycées.

Au Priabonien, la mer revient dans la partie orientale (synclinaux du Charbon, d'Entrevernes, du Châtelard et des Aillons) et dépose des couches d'abord saumâtres, ensuite marines de type médiolittoral : marnes à Cérithes, grès, calcaires à Polypiers.

Puis la mer envahit la presque totalité des Bauges, sans toutefois atteindre la région de La Féclaz, Les Déserts. Il s'y dépose la "Trilogie priabonienne" :

- Grès ou Calcaires à Petites Nummulites : dépôts passant progressivement du type médiolittoral dans la partie occidentale de la région, au type circalittoral dans la partie orientale.
- Marnes à Foraminifères et Schistes à Meletta qui sont partout des dépôts de type circalittoral .
- Grès Supérieurs marins à leur base, saumâtres à leur sommet.

A la limite Eocène-Oligocène, la phase pyrénéenne provoque le plissement intense et la surrection des zones internes alpines et la mer est alors rejetée en un sillon périphérique. Si bien que dans le synclinal des Déserts - La Féclaz, la tri-logie "calcaires, marnes, grès" ne commence à se déposer qu'au Sannoisien. Son dépôt se poursuit jusqu'au Chattien, tandis que dans les zones plus internes (Entrevernes, le Châtelard, les Aillons) les Grès Supérieurs continuent à se déposer sous un faciès saumâtre jusqu'au Chattien.

A l'Aquitanien, le sillon périphérique toujours subsident se comble et dans les synclinaux de Leschaux, Saint-François-de-Sales, des Déserts - La Féclaz et des Aillons se dépose la "molasse rouge" laguno-lacustre formée de grès et de sables, apportés par appareils fluviatiles.

W	La Feclaz - Les Déserts	St François de Sales	Arith Leschaux	Les Aillons	Le Châtelard	Entrevernes Bellecombe	Charbon - Trélod	Rière - Bellevaux St Ruph	Frontenay	E
FORMATION 7	Molasse Rouge									AQUITANIEN
FORMATION 6	Grès des			Déserts					Grès de Cons	
FORMATION 5	Schistes			à Meletta						OLIGOCENE
	Marnes à			Foraminifères						
FORMATION 4	Sables de Plaimpalais Grès de la Doria	Calcaires siliceux Grès à Petites Nummulites et Pectinides		Grès à Petites	Nummulites		Calcaires	à Petites Nummulites		SUPERIEUR
	Calcaires à Polypiers				Calcaires à Polypiers					MOYEN
Couches Saumâtres FORMATION 3 Couches fluviolacustres	Conglomerats à Cyanophycées grès Argiles rouges sableuses	Grès et conglomerats Conglomérats à cyanophycées	Sables éoliens d'Arith	marnes et grès à Cérithes grès et sables vents fluvio lacustres	marnes et grès à Cérithes grès marnes (+ lignite) Grès vents fluvio lacustres		marnes grèches à Cérithes grès marnes blanches et conglomerats lacustres			PRIABONIEN INFERIEUR
FORMATION 2				marnes et calcaires lacustres conglomerats à Grandes Nummulites grès et calcaires à Grandes Nummulites						EOCENE MOYEN
FORMATION 1	Remplissage karstique de l'Urgonien			Remplissage karstique de l'Urgonien			Grès et calcaires glauconieux Conglomerat du Trélod			EOCENE INFERIEUR

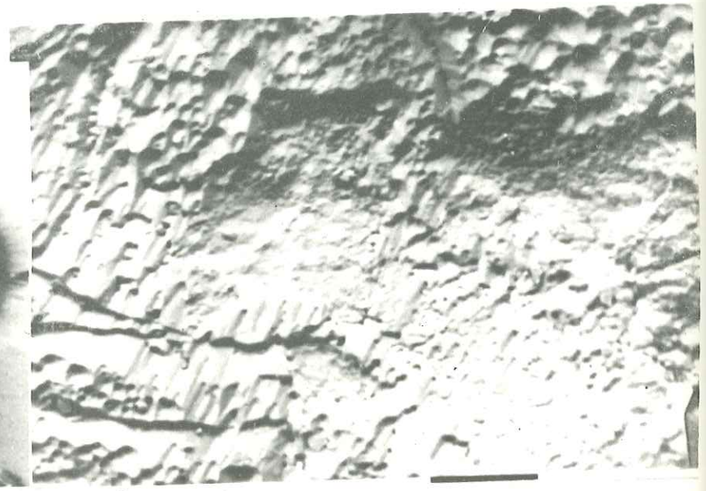
Sédimentation marine

Sédimentation continentale

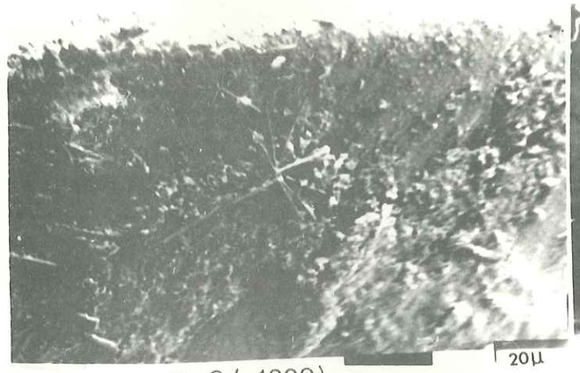
TABLEAU STRATIGRAPHIQUE DU TERTIAIRE DES BAUGES

PHOTOGRAPHIES

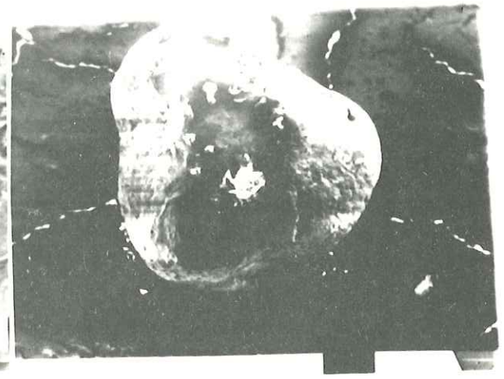
Ph.1 (x 200)



Ph.2 (x 1000)

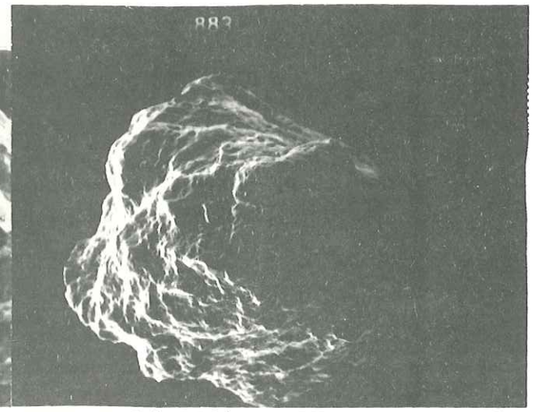


Ph.3 (x1000)



Ph.4 (x200)

Ph.5 (x1000)



Ph.6 (x200)

Photo 1 : éch. 24
Grain rond avec de grosses traces de chocs en V (éolien) et en croissant (brassage par l'eau).

Photo 2 : éch. 24
Détail de la surface du grain précédent : la pellicule de silice amorphe est constellée de nombreuses traces de chocs en V : grain éolien .

Photo 3 : éch. 24
Dépôt de silice en aiguilles sur une face d'un grain : grain lagunaire.

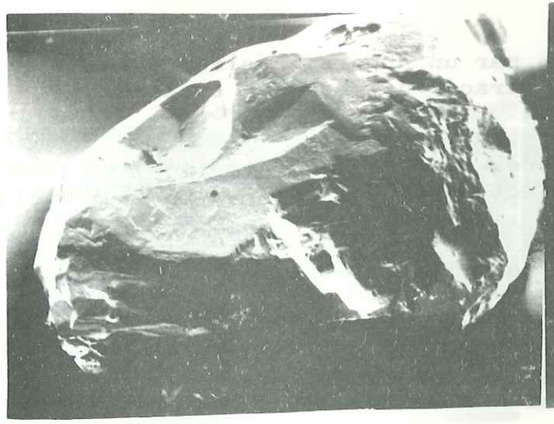
Photo 4 : éch. 9a
Ancien grain marin (Albien) repris par un appareil éolien (traces de chocs en V) et un appareil aquatique (traces de chocs en croissant)

Photo 5 : éch 9a
Détail d'un grain : nombreuses traces de chocs en V (éolien) et traces en croissant (brassage par l'eau) affectant la pellicule de silice amorphe.

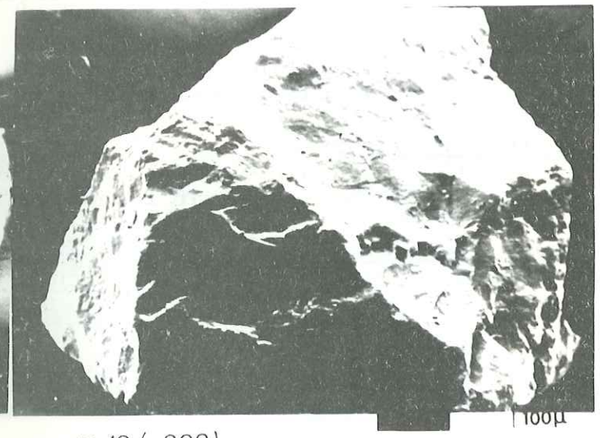
Photo 6 : éch 49a
Grain recouvert par une pellicule de silice amorphe

Ph.7 (x200)

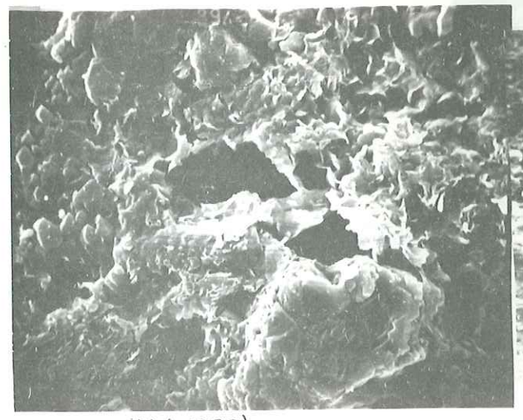
Ph.8 (x100)



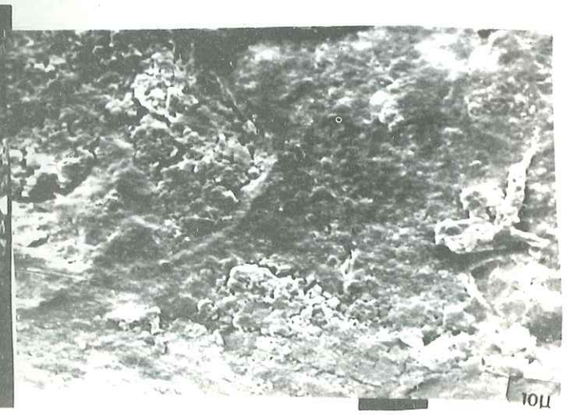
Ph.9 (x200)



Ph.10 (x200)



Ph.11 (x1000)



Ph.12 (x2000)

Photo 7 : éch 46b

La pellicule de silice amorphe recouvrant la surface du grain est accidentée par des traces de chocs en croissant (transport par un agent liquide). Les arêtes sont polies et émoussées (dissolution). Des petites cavités se sont formées par dissolution sur les faces : grain marin de faible énergie.

Photo 8 : éch 46b

Le grain a subi une amorphisation générale, puis a été émoussé (marin) Quelques traces de chocs et de dissolution affectent les faces : quartz marin peu énergétique.

Photo 9 : éch 19a

Grain arrondi dans l'ensemble luisant. Les surfaces sont lisses (marin) Quelques traces de dissolution, quelques traces de chocs en V (éolien) et de grandes traces de chocs en croissant (milieu aquatique de haute énergie) affectent le grain : quartz marin de haute énergie.

Photo 10 : éch.3c

Grain peu évolué (faces presque nues). Nombreuses et grandes traces en croissant (transport par agent liquide de haute énergie) affectent les faces. Grain fluviatile de haute énergie (pas de traces de brassage marin).

Photo 11 : éch 10c

Détail de la surface d'un grain : paillettes de nourrissage très fraiches non usées (milieu confiné). Cavernes de dissolution.

Photo 12 : éch 48c

Fleurs de silice dans une dépression affectant la surface d'un grain : dépôt de silice amorphe en milieu confiné.

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

ALIMEN (H) et BEUCHER (F) 1960 - Premiers résultats d'une étude statistique de la forme des grains de quartz dans les sables d'origines diverses.
C.R.Ac.Sci., t 250, p 165 - 167.

BALTZER (F) et LE RIBAULT (L) 1971 - Néogenèse de quartz dans les bancs sédimentaires d'un delta tropical. Aspect des grains en microscopie électronique et optique
C.R.Ac.Sci., t.273, p 1083-1086

BELLON (F) 1943 - La Vallée des Déserts près de Chambéry
DES - Laboratoire de Géologie de Grenoble

BERSIER (A) 1958 - Exemples de sédimentation cyclothématique dans l'Aquitanien de Lausanne
Ecl Géol. Hel., vol.51, n°3 p 842-951
1958 - Séquences détritiques et divagations fluviales
Ecl. Geol Hel. vol 51, n°3 p 854 -893

BERTRAND (J.P.) 1969 - Cours de pétrographie appliquée à l'étude des problèmes pétroliers.

BOUSSAC - 1911 - Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique Alpin.
Mem. Serv. Carte Géol. France - Paris.

BUSSON (G) - 1968 - Les sables ronds-mats, émoussés - luisants et non usés, observés au microscope électronique à balayage (Stereoscan).
Bull. du Mus eum National d'Histoire Naturelle, 2ème série, T 40, n° 4, p. 850 - 856.

CAILLEUX (A) et SCHNEIDER (H) 1968 - l'usure des sables vue au microscope électronique à balayage.
Sciences et Progrès - La Nature n° 3395.

CAILLEUX (A) et TRICART (J) - 1959 - Initiation à l'étude des sables et galets (3tomes)

CARROZI(A) 1953 - Pétrographie des roches sédimentaires
Lausanne.

CHAROLLAIS (J) et ROSSET (J) - 1965 - Observations sur les séries marno-micacées du synclinal du Reposoir.
Bull. Soc. Géol.Fr, 7ème série, 7, p.64 - 79.

CHAROLLAIS (J) et WELLHAUSER (F) 1962 - Contribution à l'étude des marnes à Foraminifères des chaînes subalpines (Hte Savoie)
Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol. u. Ing. vol 29, nr 76, S 21 - 38.

CITA (M.B.) 1965 - Jurassic, Cretaceous and Tertiary microfacies from the southern Alps (Northern Italy)
International Sedimentary petrographical series, vol.VIII
Ed. Brill.

CLOCCHIATTI (R) et TOURENQ (J) 1971 - Présence de quartz des ponces du Mont Dore d'âge Pliocène dans les argiles sableuses du Bourbonnais
C.R.Ac.Sci., t 273 p 2453 - 2455.

CUVILLIER (J) - 1961 - Stratigraphic correlations by microfacies in Western Aquitaine.
International Sedimentary petrographical series, Vol II, Ed. Brill.

DEVANT (C) - 1944 - La mine d'Entrevernes.
Conférence à l'Académie Florimontane, Annecy, p 8

DOLLE (P) 1963 - Corrélations à l'aide de la granulométrie sur lames minces dans certains grès du bassin du Nord- Pas-de-Calais.
5e Cong. Int. Strat. Geol. Carbonifère - Paris.

DOUDOUX (B) 1967 - Nouvelle étude de la montagne du Charbon
Annales du Centre d'Ens. Sup. de Chambéry n° 5.

DOUXAMI (H) et REVIL (J) - 1898- Notes sur les terrains tertiaires du Plateau des Déserts près de Chambéry
Bull. Soc. Carte Géol. France, t.X, n° 65.

FEUGUEUR (L) et MARIE (P) - 1952 - Observations sur les niveaux de sables glauconieux à facies albien au Sud du Lac d'Annecy.
Soc. Géol. France 15 Déc. 1952 p. 355.

FLANDRIN (J) - 1958 - Essai de dénomination des roches sédimentaires par l'emploi systématique des diagrammes triangulaires.
Ecl. Geol. Helv., vol.51 n° 3 p 634 - 642.

GAND (G) 1973 - Contribution à l'étude géologique des formations permo-triasiques de la partie septentrionale de Belledone - de la Vallée de l'Arly au lac de la Girotte (Savoie).
Thèse 3ème cycle - Grenoble.

GIDON (P) - 1957 - La vallée synclinale des Déserts et ses bordures anticlinales.
Bull. Soc. C. Geol. France, n° 250, fasc.B, t.LIV p 5
1958 - Observations géologiques nouvelles dans le synclinal des Déserts et le synclinal des Aillons.
Bull. Soc. C. Geol. France, n° 257, t LVI p 165.
1963 - Géologie Chambérienne
Ann. Centre d'Ens. Sup. de Chambéry - N° hors série.

HOLLANDE - 1895 - Etude stratigraphique des terrains tertiaires Oligocènes de la Vallée des Déserts.
Bull. Soc. Carte Géol. Fr. t VI n° 4,

KOGBLEVI (J.C.) 1973 - Contribution à l'étude de quelques formations de flysch et de molasse des Alpes et réflexions sur les critères distinctifs de ces deux faciès.
Thèse 3ème cycle - Paris VI -

LANG (J) 1963 - Application du "tamisage virtuel" au calcaire détritique de la région de Nantua
Bull. Soc. Geol. France 7ème série, t.5, p 330.

LE RIBAULT (L) 1974 - l'Exoscopie - Méthode de détermination de l'histoire géologique des quartz détritiques
Rev. de Géogr. Phys. et de Géol. Dyn (2) vol. XVI fasc 1 p.119.

LE RIBAULT (L) et TOURENCQ (J) - 1972 - Mise enévidence de trois types d'apports détritiques dans les sables et argiles du Bourbonnais d'après l'examen de la surface des grains de quartz au microscope électronique à balayage
C.R.Ac.Sci. t 274, p 528 - 531

LOMBARD (A) 1956 - Géologie sédimentaire - les séries marines.
Masson - Paris
1972 - Les séries sédimentaires - Genèse - Evolution
Masson - Paris.

LUGEON M 1899 - 1900 - Les dislocations des Bauges (Savoie)
Bull Serv. Carte Geol. Fr. n° 77 t.XI.

MARTINI (J) - 1961 - Présence de l'Yprésien dans le Massif des Bauges (Savoie)
Arch. des Sciences - Genève. Vol 14, fasc. 3 p 512 - 517
1962 - Etude de la répartition des Nummulites priaboniennes et oligocènes dans les massifs des Bornes et des Bauges (Savoie)
Arch des Sc. Genève vol. 15, fasc 3, p 509 - 525

1968 - Etude de l'Eocène inférieur et moyen dans les chaines subalpines savoyardes
Arch des Sc Genève vol. 21 fasc 1 p 35 - 70
1968 - Note de la migration du géosynclinal subalpin savoyard à la fin de l'Eocène et au début de l'Oligocène
CR des séances SPHN - Genève N.S. 3 fasc 2 p. 79 - 89.
1970 - Contribution à l'étude de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène subalpin de la Savoie.
Arch des Sc Genève vol 23, fasc 1 p 197 276.

MILLOT (G) 1963 - Géologie des argiles
Masson et Cie - Paris.

MORET (L) 1922 - Sur les dépôts éocènes de Savoie
La revue savoisienne - 1er trimestre.
1934 - Géologie du Massif des Bornes et des klippes préalpines des Annes et de Sulens. (Haute Savoie).
Mem.Soc. Geol. de Fr. N.S. t X 1 mem n° 22.
1936 - Découvertes des restes de Mammifères : Acerotherium Filholi Osborn dans les sables Oligocènes des Déserts près de Chambéry
C.R. Soc. Geol. Fr. n° 14 p 242 - 244.

MORET (L) 1943 - 1944 - Nouvelles trouvailles de restes de Rhinoceridés (Acérotherium Filholi Osborn) dans l'Oligocène des Déserts
Trav. Lab. Geol. Grenoble t XXIV p 69.
1951 - Précisions sur les rivages de la mer Nummulitique dans les Alpes de Savoie pendant l'Eocène moyen
Trav. Lab. Geol. Grenoble n° 29p117 - 120.
1952 - les rivages de la mer nummulitique dans les Alpes de Savoie pendant l'Eocène moyen
C.B. Ac. Sciences 14 janvier 1952

PERRIAUX (J) 1961 - Contribution à la Géologie des Vosges gréseuses
Thèse Mem. Serv. Carte Geol. Alsace - Lorraine n° 18.
1974 - Généralités sur les grès
Bull. Centre Rech. Pau. SNPA 8,7 p 161 185.

PERRIER (R) 1958 - Etude géologique des synclinaux du Noyer et des Aillons des anticlinaux du Margeriaz et du Colombier (Bauges - Savoie)
DES Grenoble
1960 - Monts Margériaz et Colombier - Vallées du Noyer et des Aillons
Trav. lab. Geol. Grenoble T. 36 p 59 - 74

PETTIJOHN (FJ) POTTER (PE) et SIEVER (E) - 1972 - Sand and Sand stone
Berlin Heildelberg - New-York.

REINECK (H-E) - SINGH (I.B) 1973 - Depositional Sedimentary Environments
Springer - Verlag - Berlin - Heidelberg - New York.

ROCHET J. 1950 - Etude tectonique et stratigraphique de la région de Faverges
DES - Grenoble.
1951 - Observations nouvelles sur l'extrémité Sud du Synclinal de Thônes
C.R. Ac. Sci. 22 Janvier 51.

ROSSET (J)- CHAROLLAIS (J) - GERARD (J) LACOSTE (M) - 1961 - Contribution à l'étude stratigraphique et tectonique du synclinal de Thônes
Trav. Lab. Geol. Grenoble t 47 fasc 2, p 223 - 231.

SCIENCES DE LA TERRE Sept 1973 - Sédimentation et diagenèse des carbonates actuels
Tome XVIII n° 3 - Nancy.

SEGONZAG G et CHAROLLAIS (J) 1974 - Sur quelques algues calcaires (Corallinacées, Peyssoneliacées) des calcaires à Petites Nummulites des chaînes subalpines septentrionales (Massif des Bornes - Haute Savoie)
Arch. des Sc. Genève vol. 27 fasc.1

SCOLARI (G) - LILLE (R) 1973 - Nomenclature et classification des roches sédimentaires
Bull du BRGM Section IV n° 2.

STRAKHOV (N) 1958 - Méthode d'études des roches sédimentaires TI et II
Traduction BRGM n° 35.

VATAN (A) 1967 - Manuel de sédimentologie
Ed. technip - Paris

VERGER (F) 1963 - Les techniques d'analyses granulométriques
Centre Doc Cartogr. et geograph. Paris t9 fasc.1.

VU

Grenoble, le

Le Président de la thèse

VU, et permis d'imprimer,

Grenoble, le

Le Président de l'Université
Scientifique et Médicale