

50376
1973
228

N° d'ordre : 422

50376
1973
228

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE TROISIEME CYCLE

MENTION : GEOLOGIE APPLIQUEE



Henri MAILLOT

*

ETUDES FACIOLOGIQUES, SEDIMENTOLOGIQUES,
EBAUCHES D'ETUDES STRATONOMIQUES
ET SEQUENTIELLES DE LA
«FORMATION D'ANDRITSENA»
(PELOPONNESE OCCIDENTAL - GRECE)

Soutenu le 23 Novembre 1973, devant la Commission d'Examen

Membres du Jury : MM. les Professeurs

P. CELET
J. PAQUET
J. DERCOURT
E. TEN HAAF

Président
Examineur
Rapporteur
Invité

III

Monsieur le Professeur P. CELET accepte de présider ce jury, je le remercie vivement de l'honneur qu'il me témoigne.

Monsieur le Professeur E. TEN HAAF spécialiste de l'étude des "Flyschs" et "Molasses" a bien voulu m'éclairer de ses conseils et participer au jury, qu'il soit assuré de ma profonde gratitude.

Que Monsieur le Professeur J. DERCOURT qui guida patiemment mon travail, aussi bien sur le terrain qu'en laboratoire, avec amitié et enthousiasme accepte ici l'expression de ma très vive reconnaissance.

Mes plus vifs remerciements vont à Monsieur le Professeur J. PAQUET qui consent à participer au jury.

Monsieur J. DIDON me fit, au cours de longues discussions, profiter de son expérience et de ses conseils, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance. Je remercie vivement Messieurs R. COQUEL et J.J. FLEURY qui ont bien voulu déterminer les microflores et microfaunes.

TABLE DES MATIERES

	Pages
REMERCIEMENTS.....	III
TABLE DES MATIERES.....	V
Liste des figures et tableaux.....	IX
CHAPITRE I : PRESENTATION.....	3
A - LOCALISATION.....	3
B - SIGNIFICATION DU TERME "FLYSCH" RETENUE.....	4
1 - Définition sédimentologique.....	4
2 - Définition paléogéographique.....	5
3 - Conclusions.....	5
3.1 - Sédimentologie.....	6
3.2 - Rapport flysch Turbidites.....	6
3.3 - Place du flysch dans l'orogène.....	6
C - ADAPTATION DU TERME AUX ETUDES POURSUIVIES.....	6
CHAPITRE II : LES DIFFERENTS ENSEMBLES LITHOLOGIQUES DE LA FORMATION D'ANDRITSENA - LEUR ASPECT SUR LE TERRAIN.....	9
A - CADRE GEOGRAPHIQUE.....	9
B - PROBLEMES DE NOMENCLATURE.....	9
C - DEROULEMENT DU TRAVAIL.....	11
D - LOCALISATION DES COUPES.....	11
E - PRESENTATION DES RESULTATS.....	13
F - COUPE TYPE DE LA "FORMATION D'ANDRITSENA".....	13
1 - Détail de l'ensemble basal.....	16
2 - Détail de l'ensemble médian.....	19
3 - Détail de l'ensemble sommital.....	23
G - COMPLEMENTS : ETUDE DE LA "FORMATION D'ANDRITSENA" DANS LES ECAILLES FRONTALES, OCCIDENTALES ET MEDIANES.....	23
1 - Observations de la "Formation d'Andritsena" dans les écailles frontales.....	24
- Coupe entre LÉPREON et TAXIARCHIS.....	24

	Pages
- Coupe entre MUTRA et TAXIARCHIS.....	26
2 - Observations de la "Formation d'Andritsena" dans les écailles occidentales.....	29
2.1 - Observations transversales.....	29
- Coupe près de LINISTENA.....	29
- Coupe près de SKLIRU.....	29
2.2 - Observations suivant l'axe des écailles.....	31
- Coupes près de FANARI.....	31
2.3 - Conclusions : les variations et analogies de faciès dans les écailles occidentales.....	36
3 - Observations de la "Formation d'Andritsena" dans les écailles médianes.....	37
- Coupe près de LAVDA.....	37
H - EXTENSION GEOGRAPHIQUE : COUPE SUR LA ROUTE ENTRE SOPOTO ET KATOKLITORIA.....	39
CHAPITRE III : PROBLEME DE LA DATATION DE LA FORMATION D'ANDRITSENA..	41
1 - HISTORIQUE.....	41
2 - SIGNIFICATION DE MEMBRE.....	42
3 - NATURE LITHOLOGIQUE DES DEUX MEMBRES.....	42
4 - DETAIL DE LA MICROFAUNE.....	42
5 - CONCLUSIONS SUR LA DATATION.....	44
CHAPITRE IV : ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES.....	47
A - CHOIX DES METHODES.....	47
B - DETAIL DES TECHNIQUES EMPLOYEES.....	49
1 - Granulométrie.....	49
1.1. Granulométrie au compteur de point.....	49
1.2. Erreurs de manipulation et de comptage.....	49
1.3. Représentations graphiques.....	50
1.4. Analyses statistiques des comptages.....	50
1.5. Résultats.....	51
1.6. Conclusions sur les granulométries au compteur de points.....	69
1.7. Complément : courbes cumulatives des granulomé- tries de la coupe entre SOPOTO et KATOKLITORIA...	69

	Pages
2 - Calcimétries.....	71
2.1. Généralités.....	71
2.2. Principe.....	72
2.3. Calcul d'erreur.....	72
2.4. Résultats.....	74
- Présentation.....	74
- Détail des résultats.....	74
2.5. Conclusions sur les calcimétries des coupes levées dans la région d'Andritsena.....	78
2.6. Compléments : Coupe sur la route de SOPOTO à KATOKLITORIA.....	79
3 - Dolcimétrie.....	88
4 - Etudes des Minéraux lourds.....	88
4.1. Intérêt de l'étude.....	88
4.2. Technique utilisée.....	88
4.3. Analyses des résultats.....	89
- Remarques sur les résultats de l'ensemble basal.....	89
- Remarques sur les résultats de l'ensemble médián.....	90
- Remarques sur les résultats de l'ensemble som- mital.....	90
4.4. Conclusions sur l'étude des minéraux lourds.	90
5 - Etudes microfaciologiques.....	100
C - CONCLUSIONS GENERALES SUR LES ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES.	100
1 - Précisions sur la patrie nourricière.....	100
2 - Direction des apports.....	101
3 - Les apports sont-ils mono ou polygéniques ?.....	101
4 - Allure lenticulaire des couches.....	101
CHAPITRE V : ETUDE SEQUENTIELLE SUCCINCTE.....	103
1 - VARIATIONS DES RAPPORTS.....	103
2 - ANALYSES MEGASEQUENTIELLES ET MACROSEQUENTIELLES.....	107
2.1. Courbes d'évolution de la Formation d'Andrit- sena.....	109
2.2. Quelques études séquentielles de détail.....	110
2.2.1. Rappel : la séquence type.....	111
2.2.2. Variations des séquences.....	112

VIII

	Pages
2.2.3. Etude séquentielle de la base de la macro-séquence IV (mégaséquence II).....	114
2.2.4. Etude séquentielle de la base de la macro-séquence VI (mégaséquence II).....	116
3 - CONCLUSIONS.....	117
CHAPITRE VI : CONCLUSIONS GENERALES.....	119
CHAPITRE VII : BIBLIOGRAPHIE.....	125
A. BIBLIOGRAPHIE SUR LES METHODES ET TECHNIQUES.....	125
B. BIBLIOGRAPHIE SUR LE FLYSCH (s.l).....	128
C. BIBLIOGRAPHIE REGIONALE.....	131
PLANCHES.....	134

LISTE DES FIGURES

	Pages
1. Colonne stratigraphique de la nappe du Pinde.....	2
1'. Limites du secteur étudié.....	8
2. Carte structurale de la région d'Andritsena.....	10
3. Les écaillés de la nappe du Pinde.....	12
4. Plan de situation : Coupe type.....	13
5. Représentation synthétique de la coupe type.....	14
6. Détail de la coupe type : Terme 1.....	17
7. Détail de la coupe type : Termes 2 et 3.....	17
8. Détail de la coupe type : Terme 4.....	18
9. Détail de la coupe type : Terme 5.....	18
10. Détail de la coupe type : Terme 6.....	21
11. Détail de la coupe type : Termes 7 et 8.....	21
12. Détail de la coupe type : Termes 9 et 10.....	22
13. Plan de situation : Coupe 16.....	25
14. Coupe de Lepreon (16).....	25
15. Plan de situation : coupes 1 bis et 1 ter.....	27
16. Coupes de Taxiarchis (1 bis et 1 ter).....	27
17. Plan de situation : Coupe 12.....	28
18. Coupe de Limistena (coupe 12).....	28
19. Position de la coupe 13.....	30
20. Plan de Situation : Coupe 13.....	30
21 : Coupe près de Skliru (13).....	30
22. Plan de situation : coupes 4 et 7.....	31
23. Coupes de Fanari (4 et 7).....	32
24. Détail de la base : coupe 7.....	34
25. Plan de situation : coupe 11.....	37
26. Détail de la base : coupe 11.....	38
27. Plan de situation : coupe 0.....	40

	Pages
28. Coupe sur la route de Katoklitoria (0).....	40
29. Courbes cumulatives zone 1 - Coupe 3.....	52
30. Courbes cumulatives zone 2 - coupe 3.....	52
31. Courbes cumulatives zone 3a - coupe 3.....	52
32. Courbes cumulatives zone 3b et c - coupe 3.....	52
33. Courbes cumulatives zone 3d - coupe 3.....	56
34. Courbes cumulatives zone 3e - coupe 3.....	56
35. Courbes cumulatives zone 4. - coupe 3.....	56
35 bis. Variations de S_0 et du diamètre moyen.....	58
36. Courbes cumulatives coupe 1 bis.....	61
37. Courbes cumulatives coupe 8.....	61
38. Courbes cumulatives zones 2, 3, 4, 5 coupe 4.....	61
39. Courbes cumulatives zone 1, coupe 4.....	61
40. Courbes cumulatives coupe 9.....	66
41. Courbes cumulatives coupe 12.....	66
42. Courbes cumulatives coupe 6.....	66
43. Courbes cumulatives coupe 11.....	66
44. Evolution des diamètres moyens.....	68
45. Courbes cumulatives coupe 0.....	70
49. Abaque de $dP = f(V)$	74
50. Calcimétries : région d'Andritsena.....	75
51. Calcimétries : région de Sopoto.....	79
52. Analyses microfaciologiques (coupe type).....	98
53. Analyses microfaciologiques (coupes 4 et 7).....	99
54. Essai de reconstitution de la morphologie (Ens. sommital)...	106
55. Courbe d'évolution de la Formation.....	108
56. La séquence type.....	111
57. Détail séquentiel de la Macroséquence IV.....	113
58. Détail séquentiel de la Macroséquence VI.....	115

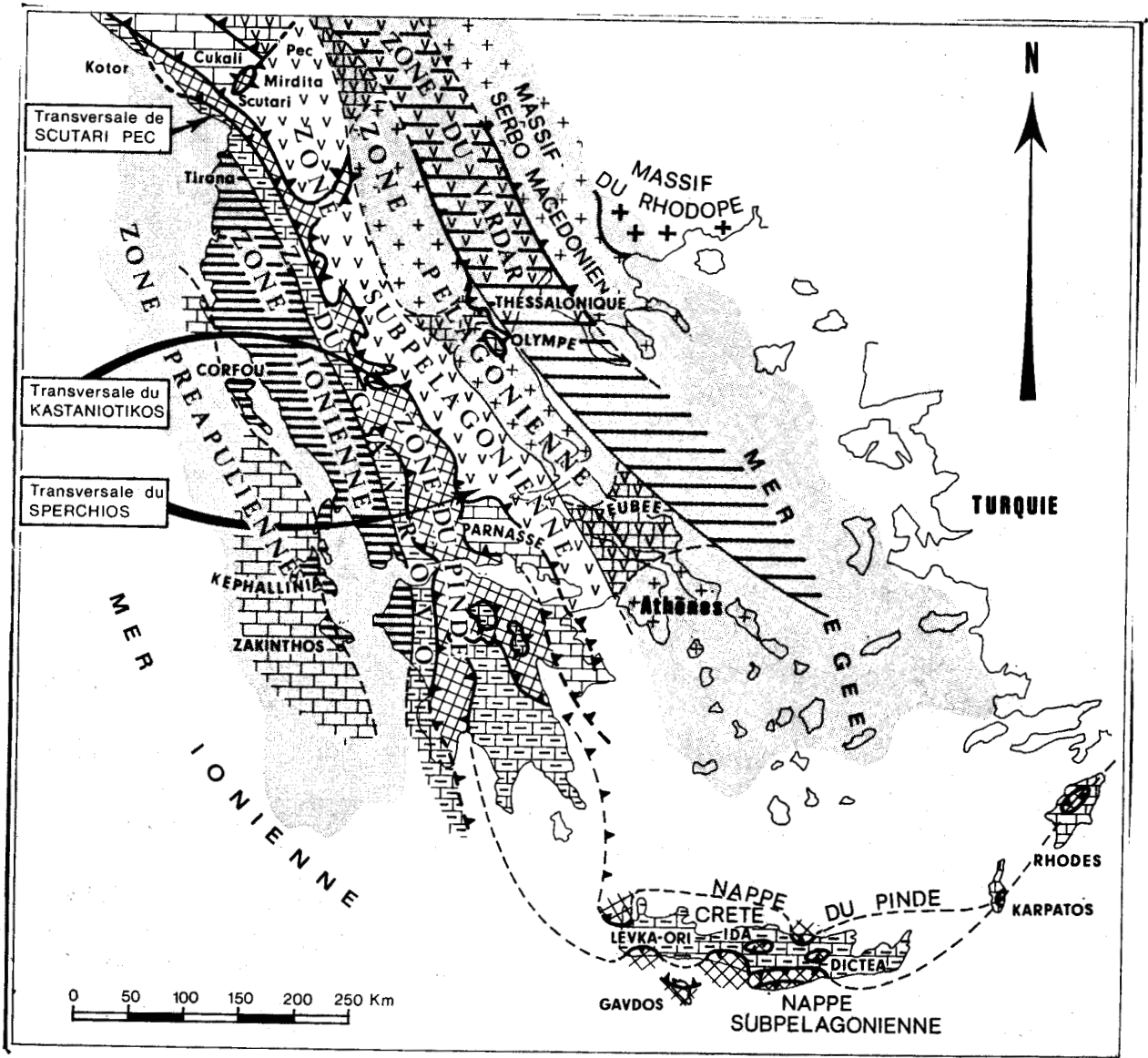
LISTE DES TABLEAUX

	Pages
1. Paramètres centraux des courbes (coupe 3. zone 1).....	51
2. Paramètres centraux et de dispersion (coupe 3 zone 2).....	53
3. Paramètres centraux et de dispersion (coupe 3 zone 3a).....	54
4. Paramètres centraux des courbes (coupe 3 zone 3b et 3c).....	55
5. Paramètres centraux des courbes (coupe 3 zone 3d).....	55
6. Paramètres centraux des courbes (coupe 3 zone 3e).....	57
7. Paramètres centraux des courbes (coupe 3 zone 4).....	57
8. Paramètres de dispersion des courbes (coupe 3 zone 4).....	59
9. Paramètres centraux et de dispersion des courbes (coupes 1 bis et ter).....	60
10. Paramètres centraux des courbes (coupe 10).....	62
11. Paramètres centraux des courbes (coupe 4).....	63
12. Paramètres centraux des courbes (coupe 9).....	64
13. Paramètres centraux des courbes (coupe 12).....	65
14. Paramètres centraux des courbes (coupe 6).....	65
15. Paramètres centraux des courbes (coupe 11).....	67
16. Paramètres de dispersions des courbes (coupe 11).....	67
17. Paramètres centraux des courbes (coupe 0).....	71
18. Calcimétries coupe type.....	80
19. Calcimétries : coupe 1.....	81
20. Calcimétries : coupe 1 bis.....	82
21. Calcimétries : coupe 2.....	82
22. Calcimétries : coupe de Lavda.....	83
23. Calcimétries:coupe 4.....	83
24. Calcimétries : coupe 5.....	84
25. Calcimétries : coupe 7.....	85
26. Calcimétries : coupe 9.....	85
27. Calcimétries : coupe 10.....	85

	pages
28. Calcimétries : coupe 11.....	85
29. Calcimétries : coupe 11.....	86
30. Calcimétries : coupe 0.....	86
31. Extrait du tableau de correction.....	87
32. Minéraux lourds : P. 717.....	91
33. Minéraux lourds : P. 725.....	92
34. Minéraux lourds : P. 727.....	93
35. Minéraux lourds : P. 730.....	94
36. Minéraux lourds : P. 736.....	94
37. Minéraux lourds : P. 744.....	95
38. Minéraux lourds : P. 746.....	95
39. Minéraux lourds : P. 753.....	96
40. Minéraux lourds : P. 755.....	96
41. Minéraux lourds : P. 766 bis.....	97

LISTE DES PLANCHES

- I. Détail de différents Termes : leur aspect sur le terrain
- II. Détail de différents Termes; généralités
- III. Microfaciès
- IV. Microfaciès
- V. Aspect d'ensemble de la Formation
- VI. Vues panoramiques



(Fig. Hors texte) : Les Zones isopiques des Dinarides (s.1)

[in AUBOUIN et al - B.S.G.N. (1970)]



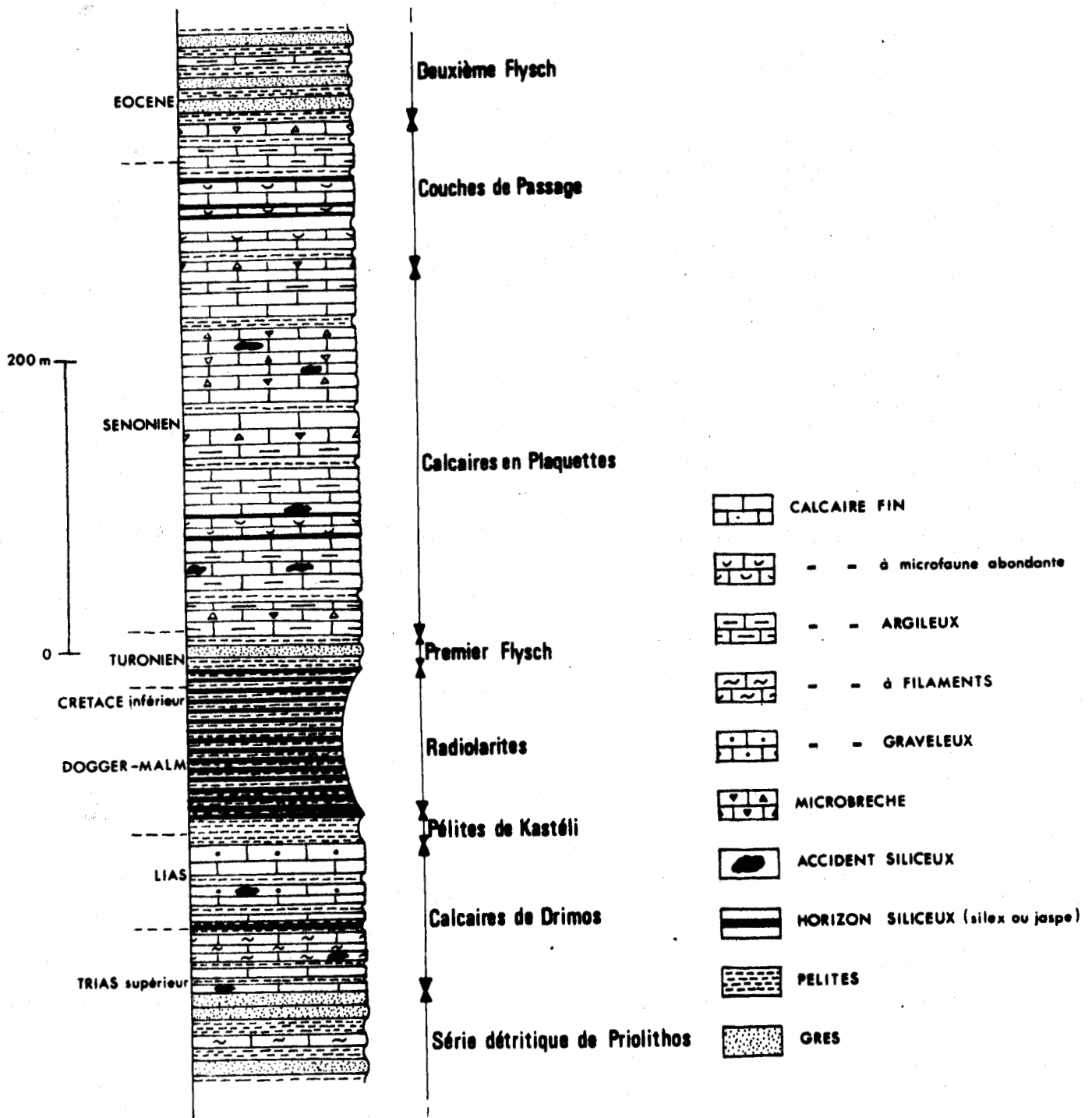


Fig. 1. : Colonne stratigraphique de la Nappe du Pinde dans la région de KATOKLITORIA (in J.M. FLAMENT, 1973)

CHAPITRE I : PRESENTATION

A - LOCALISATION

La série isopique du PINDE-OLONOS, nappe charriée vers l'W et présentant une flèche de plus de 100 km en Péloponnèse, repose sur une série de Gravrovo-Tripolitsa composée de calcaire (Trias-Eocène supérieur) et d'un flysch (Eocène supérieur-Oligocène). Elle affleure en Grèce continentale jusqu'à ses termes les plus récents (un flysch gréseux puissant crétacé terminal-paléogène). En Péloponnèse, en raison des mouvements cassants plio-quadernaires ayant fait jaillir des horst, l'érosion a toujours démantelé la surface de la nappe et l'a déblayée parfois complètement, dégageant alors son autochtone qui affleure en fenêtres.

En Péloponnèse, on peut distinguer au sein de cette nappe de couverture, deux ensembles d'affleurements :

- à l'W., le domaine des écaïlles où la série stratigraphique se répète tectoniquement en présentant tantôt dans de bonnes conditions d'affleurement tous les horizons stratigraphiques du Trias au Paléogène; tantôt des Unités où les horizons antécénomaniens sont rabotés;

- à l'E., dans le domaine de la Table d'Arcadie, les niveaux antésénoïens sont toujours réduits, écrasés, intensément tectonisés.

Le secteur étudié se situe en Elide et en Arcadie occidentale.

Une bande E.W. de terrain intéressant le domaine des écaïlles permet d'y suivre transversalement l'évolution de chacune des formations reconnues. Les récents travaux de MEILLIEZ (1971) et de FLAMENT (1972, 1973) ont permis de reconnaître dans les régions plus septentrionales de SOPOTO et de KATOKLITORIA huit niveaux stratigraphiques qui sont de bas en haut (Fig. 1.) :

- la Série détritique de Priolithos;
- les Calcaires de Drimos;
- les Pélites de Kastéli;
- les Radiolarites;
- le Premier Flysch
- les Calcaires en Plaquettes;
- les couches de passage;
- le Flysch Paléogène.

L'étude entreprise intéressera exclusivement la formation comprise entre les Radiolarites et les Calcaires en Plaquettes dite "Premier Flysch du Pinde". Les résultats acquis dans cette région m'ont permis des comparaisons avec ceux mis en évidence au N. par MEILLIEZ (1971) et FLAMENT (1972, 1973).

Les problèmes concernant cette formation étaient multiples : nature pétrographique, assimilation à un flysch, direction (s) et origine (s) des apports, reconstitution de l'allure de la zone de sédimentation en sont quelques uns.

Etudiée pour la première fois par BLOBAYE et VIRLET (1833), c'est BLUMENTHAL (1933) qui signala l'existence de "grès du type flysch" au-dessus des Radiolarites - RENZ (1928) précisa l'âge cénomanién de cette formation comprise entre les Radiolarites et les Calcaires en Plaquettes et ceci pour l'ensemble des structures pindiques, tant en Grèce continentale qu'en Péloponnèse. AUBOUIN (1958) l'assimila à un Flysch et créa le terme de "Premier Flysch du Pinde".

B - SIGNIFICATION DU TERME "FLYSCH RETENUE"

Il ne saurait être question, dans le cadre de ce travail, de procéder à une étude exhaustive et historique des avatars de la notion de flysch.

Créé par STUDER en 1827, ce terme fit fortune, employé dans des sens fort différents, il est aujourd'hui à l'origine d'ambiguïté. Je renvoie à la bibliographie des travaux de WASSOEVITCH (1947) et de LOMBARD (1972) et je distinguerai deux familles principales de définitions.

1 - Définition de type sédimentologique et stratonomique je retiens celle de LANTEAUME (1964)

L'analyse pétrographique et séquentielle est la composante majeure de l'argumentation. Cet auteur fait remarquer que deux faits essentiels se dégagent de l'étude des flyschs (P. 460) :

1.1 - *"Il n'y a pas "un flysch" mais "des flyschs" ayant certes des traits lithologiques communs, mais présentant aussi de grandes différences"*.

1.2 - *"Le second fait qui est vraisemblablement le plus important par ses conséquences, est que chaque flysch doit être envisagé dans le contexte de son aire de sédimentation, où l'on observe, à partir d'un faciès typique, caractérisé par un agencement lithologique séquentiel déterminé, des variations considérables de faciès"*.

Ces variations conduisent notamment, sur les bordures au passage à des faciès qui ne présentent plus le caractère "flysch".

Les analogies entre turbidites actuelles et certains flyschs conduisent NESTEROFF et HEEZEN (1962) à croire que :

"comme une turbidite n'a pas de signification tectonique en elle-même, toute interprétation orogénique basée sur la présence d'anciennes turbidites est extrêmement hasardeuse".

Toutefois, ces auteurs tempèrent leur opinion en faisant remarquer que : "dans les géosynclinaux, le flysch peut avoir une signification tectonique. Dans ce cas il indiquerait qu'à une certaine période, de très grandes quantités de sédiments détritiques étaient produites et devenaient donc disponibles pour la formation des courants de turbidité.

Le déclenchement de cette érosion soudaine pourrait d'une façon ou d'une autre, être lié à un stade bien déterminé de l'orogène".

2 - Définition de type paléogéographique, je retiens celle d'AUBOUIN (1964)

Se plaçant a priori dans une optique paléogéographique et excluant : "les caractères pétrographiques, stratonomiques..." J. AUBOUIN définit (p. 482,483) ce qu'il entend par flysch :

"Les flyschs sont des dépôts terrigènes qui marquent l'achèvement de la période géosynclinale : ils en caractérisent la période de comblement après la période de vacuité"... (ils succèdent)... "en continuité aux séries sous jacentes... (et sont)... engagés dans la tectonique de la zone à laquelle ils appartiennent, ils sont antétectoniques".

Il précise (p. 483) la place du flysch dans un orogène en remarquant que "la grande opposition est dans la place de ces séries terrigènes dans l'histoire de la chaîne à laquelle elles appartiennent, Flyschs et molasses sont des faciès historiques". Cet auteur constate que les Flyschs sont des dépôts marins, terrigènes, alternants, rythmiques présentant un granoclasement vertical et des figures de courants fréquents, il rappelle que le granoclasement et les figures de courants ne sont nullement particuliers aux flyschs. A certains moments, la sédimentation terrigène a tendance à se maintenir dans les sillons car ceux-ci par effet "de barrière en creux" sont des pièges à Flyschs; lorsque ces sillons sont comblés, les dépôts détritiques se répandent sur les rides.

3 - Ces deux types de définitions envisagent très différemment l'importance des agents de sédimentation - et par conséquent l'importance des méthodes sédimentologiques - ainsi que la signification dans l'évolution orogénique

Il est intéressant, pour la suite de l'étude, de comparer ces deux familles de conceptions et de voir si les points de vue exprimés sont fondamentalement opposés. Nous n'insisterons sur les convergences et divergences que pour les points clés de la définition du terme :

. Sédimentologie;

- . Rapport du flysch et des turbidites;
- . Place du flysch dans l'évolution orogénique.

3.1 - Sédimentologie

L'analyse sédimentologique est accessoire pour l'école paléogéographique, les auteurs admettant a priori que le flysch est un "faciès historique". Il leur importe essentiellement de déterminer la place de cette formation terrigène dans l'histoire de la zone. Elle est en revanche primordiale pour l'école stratonomique qui attache plus d'importance aux caractères pétrographiques qu'aux hypothèses relatives à l'origine des sédiments. Les éléments détritiques dérivent, pour ces auteurs, d'une séquence complète type due au dépôt d'un courant de turbidité (turbidites) KUENEN (1958, 1962) BOUMA (1962).

3.2 - Rapport du flysch et des turbidites

La quasi totalité des auteurs admettent aujourd'hui l'assimilation Turbidites = Flyschs. Certains cependant s'y refusent (RECH - FROLLO, 1966). Les modalités de déclenchement des courants et leur étude hydrodynamiques font l'objet d'hypothèses variées (WALKER, 1965).

3.3 - Place du Flysch (ou des Flyschs) dans l'évolution orogénique

Elle est primordiale pour l'école paléogéographique : le flysch est défini par sa place dans l'orogène, c'est un "faciès historique" il est anté ou synorogénique, en général plissé par la phase majeure de l'orogénèse. Il provient des zones internes et se dépose dans les zones externes (sillons ou rides du géosynclinal).

Pour l'école sédimentologique et stratonomique : *"la diversité des paramètres mis en jeu interdit toute généralisation à des contextes évolutifs type "bassin flysch" ou "bassin molasse" auxquels le caractère flysch ou le caractère molasse seraient liés de façon univoque"* (1).

Pour ces auteurs, dans un même bassin, des sédiments synchrones peuvent présenter les caractères d'un flysch en certains points du bassin et les caractères d'une molasse latéralement. Cette position extrême est diversement nuancée, mais tous ou presque reconnaissent que :

"les définitions des caractères du flysch seront pour les géologues de terrain d'un intérêt plus direct et plus profitable que des définitions d'origine qui ne sont pas, à vrai dire, des définitions, mais des hypothèses sur les conditions de formation" (2).

C. - ADAPTATION DU TERME AUX ETUDES POURSUIVIES

Le géologue de terrain va se trouver confronté à d'évidentes difficultés de nomenclature s'il se place dans une optique paléogéographique, sans

(1) BEAUDOUIN et al (1970)

(2) TERCIER (1947)

entrevoir auparavant l'aspect sédimentologique de certaines séries détritiques. J.H. BRUNN (1956) cite l'exemple, en Grèce continentale, de certains faciès détritiques rythmiques ne présentant pas, sur terrain, les marques d'une phase orogénique postérieure aux dépôts (Flysch et Oligo-Miocène du sillon Mésohellénique). L'ambiguïté lui paraît difficile à lever entre Flysch non déformé et Molasse.

Une approche sédimentologique minutieuse permet de classer objectivement le type de sédiment analysé, ensuite il est possible d'envisager la place de la série dans son contexte paléogéographique. En travaillant à moyenne ou grande échelle il paraît difficile de résoudre certains problèmes : origine des apports, direction du transport, nature du continent nourricier, nature de la série, ... sans envisager au préalable une étude sédimentologique et séquentielle.

L'étude séquentielle de détail apporte des précisions essentielles sur l'évolution pétrogénétique et dynamique de la série étudiée, et des évolutions latérales du matériel sédimentaire. Dans les meilleures conditions, elle permet en outre d'envisager l'aspect hydrodynamique des conditions de dépôts.

Enfin, seules les analyses sédimentologiques et séquentielles de détail permettent d'effectuer des comparaisons prudentes avec les dépôts rythmiques actuels.

En fonction des remarques précédentes, j'adopterai donc le point de vue sédimentologique et stratonomique pour définir le terme "flysch" admettant implicitement que les phénomènes tectoniques et glyptogénétiques ayant conduit à la formation de sédiments peuvent avoir une relation étroite avec l'orogénèse.



Fig.1': LIMITES DU SECTEUR ETUDIE



CHAPITRE II : LES DIFFERENTS ENSEMBLES LITHOLOGIQUES DE LA FORMATION
D'ANDRITSENA. LEUR ASPECT SUR LE TERRAIN

A - CADRE GEOGRAPHIQUE DU SECTEUR ETUDIE

Entièrement située à l'W. de la Table d'Arcadie, la région étudiée fut en partie cartée par MANIA (1970) en partie par l'auteur (1970-1971) (Fig. 2). Limitée au S par la Province de Messénie, elle occupe la totalité de l'Elide méridionale et centrale, ainsi que la partie occidentale de l'Arcadie (Fig. 1').

Les Monts Lunalar constituent une véritable arête rocheuse érodée, blanchâtre, essentiellement calcaire s'allongeant d'E en W de la plaine plio-quaternaire de Mégalopolis au centre du Péloponnèse à la côte ionienne; leur partie orientale culmine à plus de 1600 m alors que les sommets plus occidentaux atteignent seulement 1219 m. Ils sont hachés à l'W, au N et à l'E par des failles récentes, vraisemblablement encore actives et bordés par des étendues sableuses plio-quaternaires. Le matériel pindique qui les constitue repose au N.W sur les calcaires et Flysch de Gavrovo-Tripolitsa des Monts Lapithos.

Dans la nappe entre les barres calcaires, l'érosion a dégagé de nombreuses vires creusées dans un matériel détritique et jaspeux; elles s'allongent du N vers le S et déterminent la plupart des talwegs.

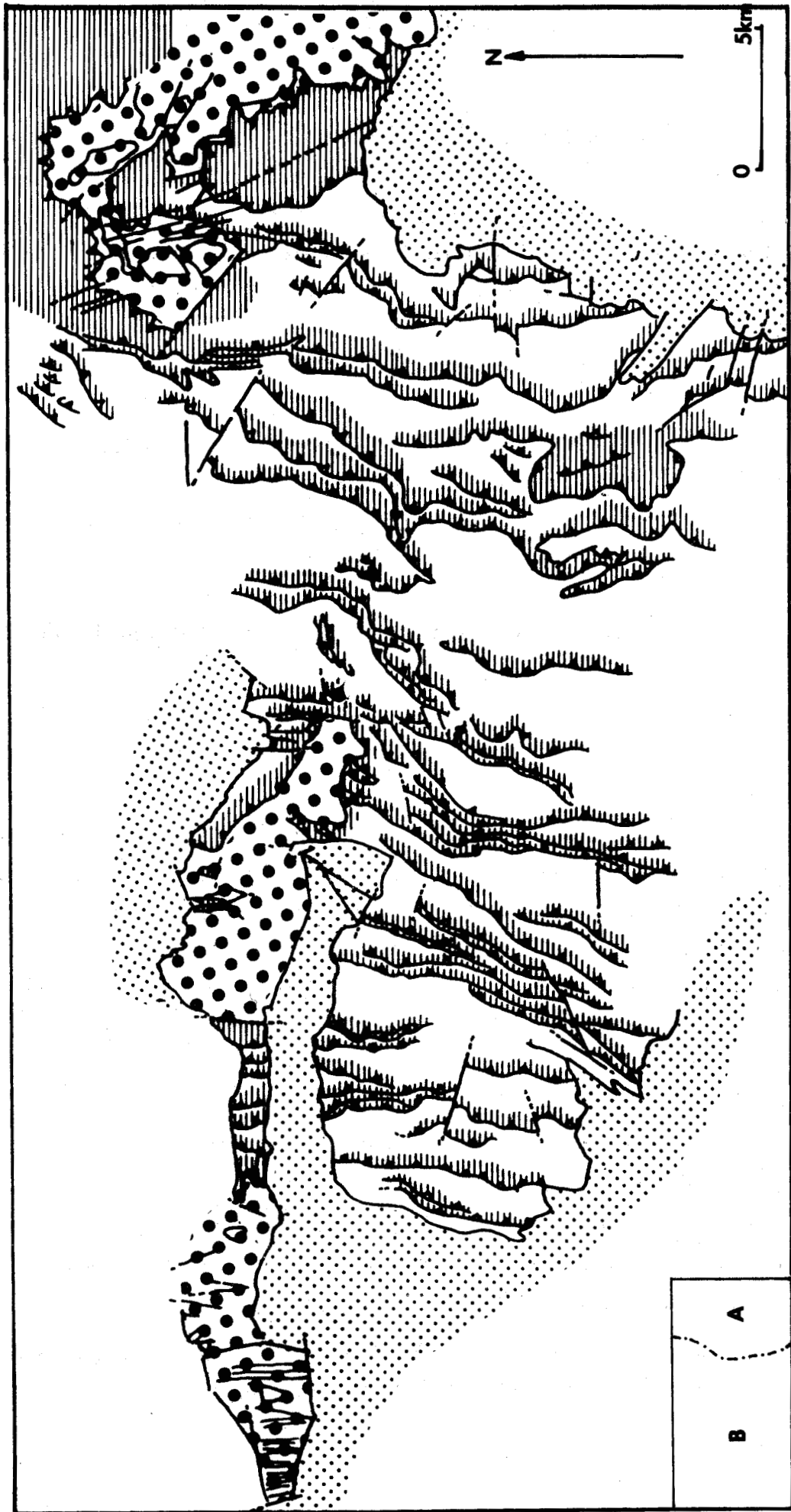
La ligne de partage des eaux engendre de part et d'autre des versants, vers le N et vers le S, de nombreux talwegs bien échancrés, occupés par des cours d'eaux intermittents. Sur les calcaires, la végétation est très rare, composée exclusivement de taillis et d'épineux; sous les bancs calcaires, les vires retenant d'avantage l'eau, montrent une végétation plus verdoyante.

B - PROBLEMES DE NOMENCLATURE

A la suite du "Code of stratigraphic nomenclature" (1961) j'emploierai respectivement :

FORMATION pour désigner l'ensemble de la *série locale*; cette série étant limitée géographiquement je lui donnerai le nom d'un village du Péloponnèse central près duquel elle affleure sans hiatus.

Je dénommerai "FORMATION D'ANDRITSENA" l'ensemble des couches compris entre les RADIOLARITES et les CALCAIRES en PLAQUETTES affleurant en Péloponnèse occidental.



BUS
LILLE

Fig. 2 : Carte structurale de la région d'Andritsena 1/200.000ème

Les différents sous-ensembles stratonomiques de la Formation présentant des groupes de caractères lithologiques communs seront dénommés TERMES, ils se subdiviseront à leur tour en HORIZONS puis ceux-ci, en NIVEAUX.

Cette nomenclature n'a qu'une valeur stratonomique et exclue toute signification stratigraphique. Adoptant toujours la nomenclature américaine, j'appellerai MEMBRE ("member") un TERME défini par une biozone, ou plus généralement par la présence de faune ou de flore.

J'aboutis au schéma :

FORMATION ———— TERME ———— HORIZON ———— NIVEAU

Pour faciliter la compréhension, je numérotai les différents TERMES, HORIZONS, NIVEAUX de la coupe type de l'affleurement d'Andritsena. Les termes des autres coupes étudiées recevront quand les corrélations seront possibles, les mêmes numérotations afin de permettre une comparaison aisée, terme à terme avec la coupe type. Afin de serrer les faits de près, j'ai placé une apostrophe aux termes ainsi comparés à ceux de la coupe type.

C. DEROULEMENT DU TRAVAIL

J'ai entrepris une analyse pétrographique et mené successivement : l'étude verticale et horizontale des différents ensembles lithologiques sur le terrain; la détermination de l'âge de la *Formation d'Andritsena* en la différenciant des autres séries détritiques de la zone isopique du Pinde-Olonos; l'étude sédimentologique de détail et la reconstitution de la paléogéographie de la zone des dépôts et j'en ai proposé des hypothèses sur les massifs nourriciers; l'étude séquentielle des horizons dont l'étude stratonomique m'avait montrée le caractère rythmique, j'en ai déduit l'évolution de la Formation et discuté de sa signification.

D. LOCALISATION DES COUPES

A la suite de DERCOURT (1964), j'ai appelé *écailles frontales* la famille d'écailles la plus externe de la nappe, *écailles occidentales* celle un peu plus interne qui présente une élongation axiale importante, *écailles médianes* la famille d'écailles située entre la précédente et la Table d'Arcadie et caractérisée par des enracinements fréquents. La figure 3 montre les limites de ces différentes familles sur le secteur étudié, les transitions s'effectuant progressivement.

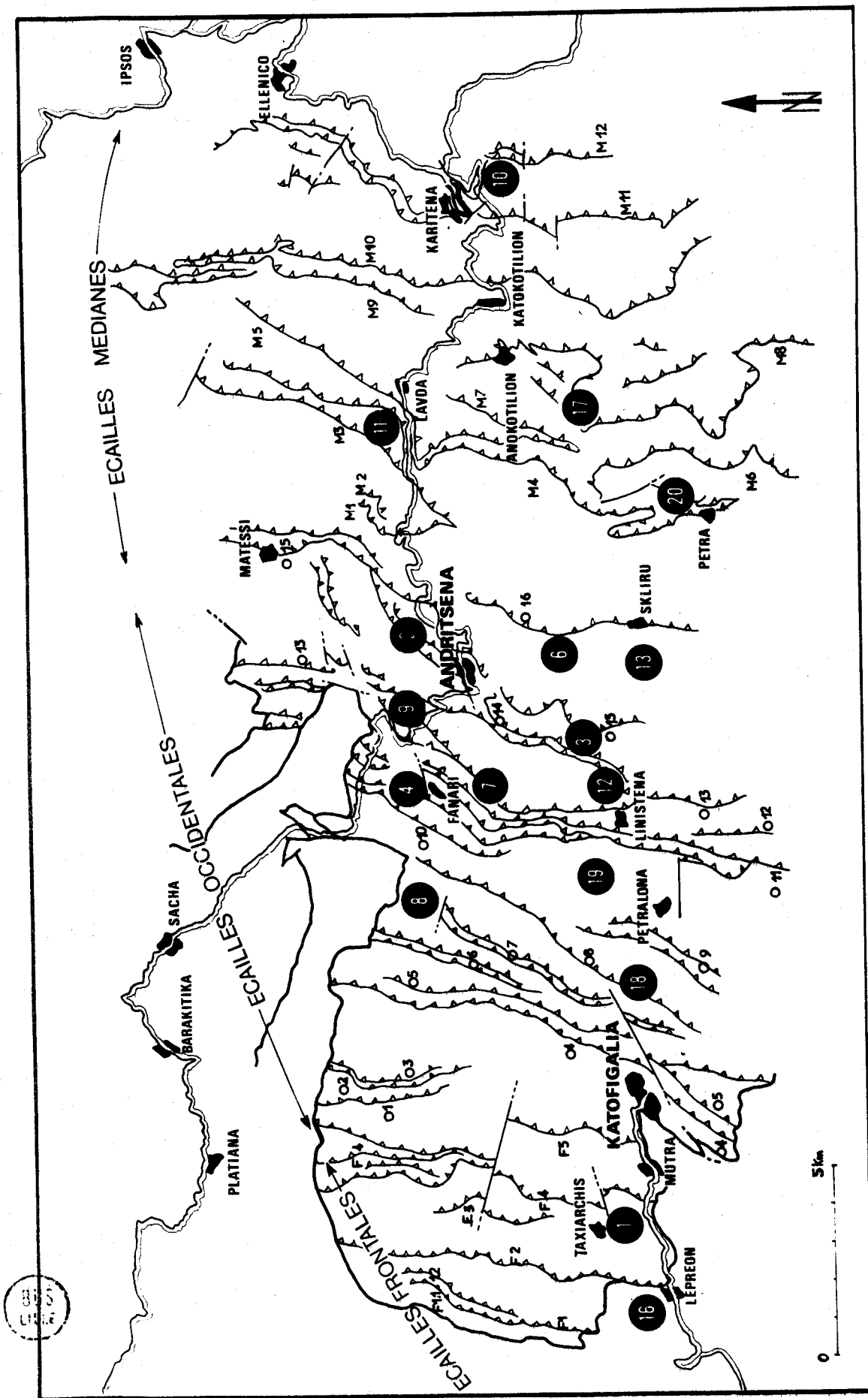


Fig 3. : Les écailles de la nappe du Pirin dans la région d'ANDRITSENA
Position des coupes dans la FORMATION D'ANDRITSENA. (Légende dans le texte.)

En fonction de son appartenance à l'une de ces familles j'ai attribué à chaque écaille une lettre : F (frontale), O (occidentale), M (médiante); chaque écaille de chacune des familles est ensuite numérotée, cette numérotation croissant d'W en E (chiffraison fine sur la figure 3). Lorsqu'une même écaille se subdivise latéralement, j'ai utilisé une numérotation de second ordre pour désigner chacune des branches de l'écaille en adoptant toujours un ordre croissant des zones les plus externes vers les moins externes : (ex. : F.1.1, F.1.2).

En outre les différentes coupes levées dans la *Formation d'Andritsena* sont numérotées (pastilles noires de la figure).

E - PRESENTATION DES RESULTATS

L'étude lithologique des séries est présentée sous forme de colonnes dans lesquelles les caractères pétrographiques et paléontologiques essentiels sont figurés. J'ai voulu abréger au maximum la partie purement descriptive du texte et ne mentionner que les critères ayant permis des corrélations faciologiques ou ceux ayant valeur pour l'interprétation génétique de la Formation.

La tectonisation souvent extrême ne m'a pas toujours permis d'élaborer des corrélations certaines, j'ai indiqué la crédibilité de chaque corrélation.

F - COUPE TYPE DE LA "FORMATION D'ANDRITSENA" (coupe 3)

(carte allemande au 1/100.000ème : x = 3.375, y = 24.42)

Cette coupe a été levée sur l'écaille 0.14 (fig. 3) en bordure de la route qui relie Andritsena à Linistena (plan de situation : fig. 4). La figure 5 montre une coupe synthétique de l'ensemble de la *Formation d'Andritsena*.

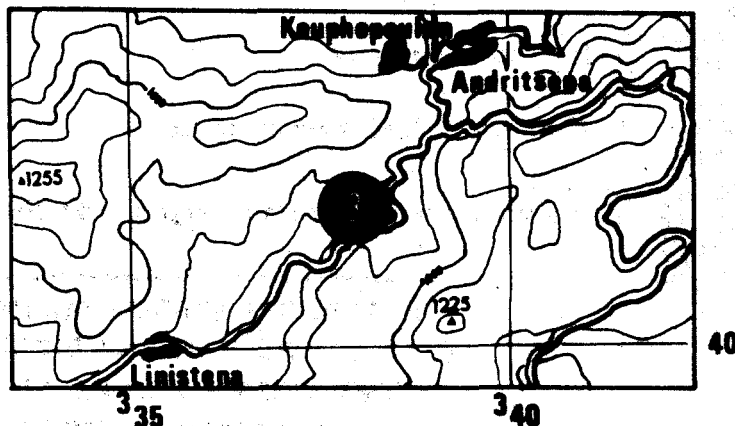


Fig. 4 Plan de situation
d'après le $\frac{1}{100000}$ modifié.

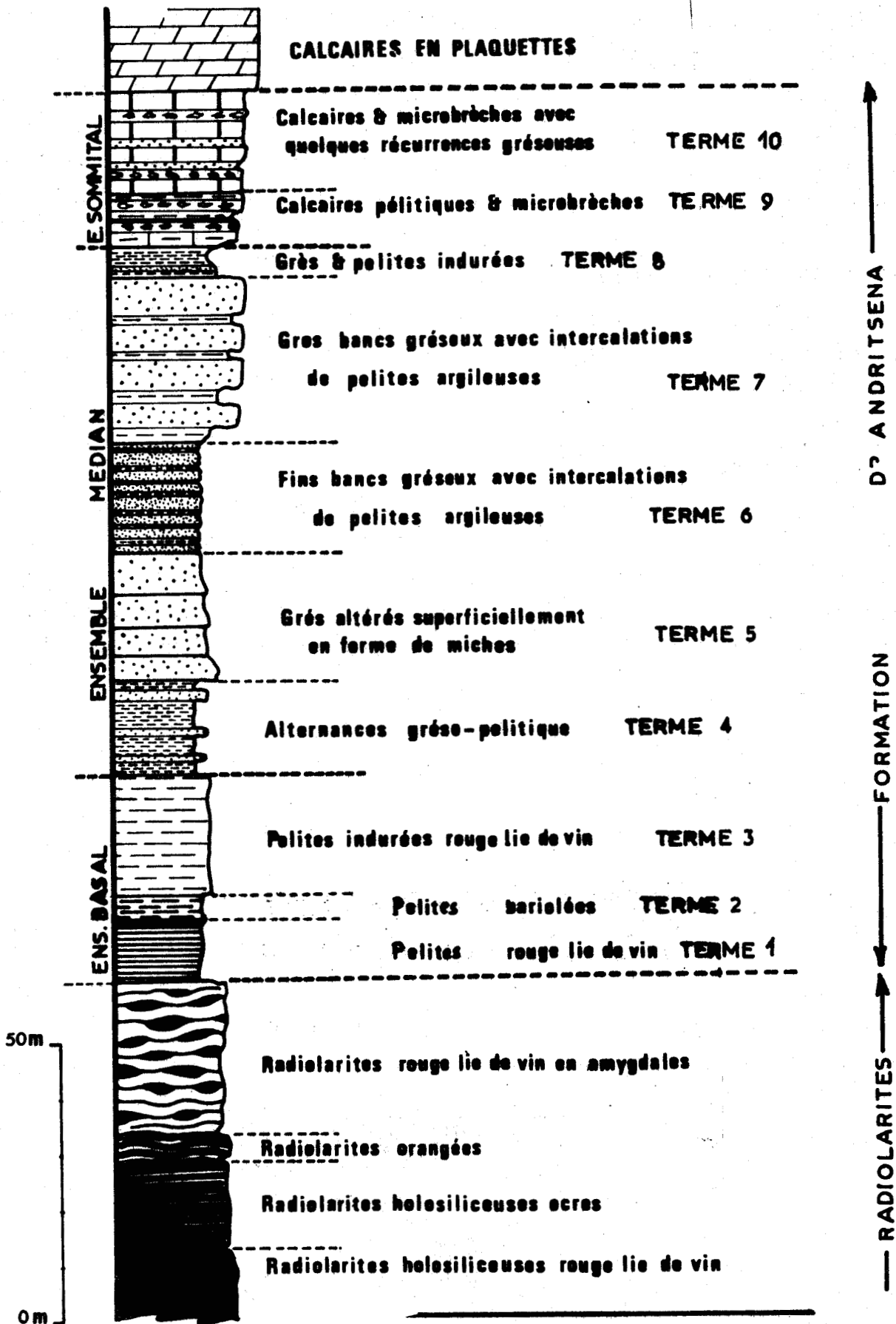


Fig. 5: REPRESENTATION SYNTHETIQUE DE LA COUPE TYPE AUX ENVIRONS D'ANDRITSENA. (COUPE n°3)



Cette formation s'individualise nettement en dix termes, ceux-ci se groupant en trois ensembles lithologiques.

Ensemble basal : (essentiellement pélitique)

Terme 1 : 12 m de pélites indurées rouge lie de vin;

Terme 2 : 5 m de pélites bariolées;

Terme 3 : 22 m de pélites rouges lie de vin.

Les radiolaires abondent dans ces trois termes.

Ensemble médian : (caractérisé par des alternances grésopélitiques)

Terme 4 : 17 m d'alternances grésopélitiques;

Terme 5 : 23 m de grès altérés superficiellement en forme de miches;

Terme 6 : 20 m de fins bancs gréseux avec intercalations de pélites argileuses;

Terme 7 : 30 m de gros bancs gréseux (puissances supérieures au m) avec des intercalations de pélites argileuses;

Terme 8 : 5,50 m de grès et pélites indurées - les pélites prédominent.

Ensemble sommital : (caractérisé par de nombreuses passées microbréchiques et des récurrences gréseuses dans une sédimentation qui tend à devenir calcaire).

Terme 9 : 10 m de calcaires pélitiques et microbrèches;

Terme 10 : 19 m de calcaires et microbrèches avec quelques récurrences gréseuses.

La *Formation d'Andritsena* est encadrée entre un ensemble basal puisant de Radiolarites attribuées au Jurassique supérieur Crétacé inférieur et par des Calcaires Sommitaux Sublithographiques (micrite) appelés "Calcaires en Plaquettes" et datés du Sénonien supérieur.

Dans l'étude de détail de chaque terme de la Formation on notera :

- a. que verticalement l'enrichissement en grès se fait progressivement au dépend des pélites et selon le schéma : Pélites, puis grès et pélites, enfin grès. Bref, il est impossible de parler d'une rupture brutale dans la sédimentation; on doit plutôt admettre qu'un enrichissement progressif en grès s'opère au dépend de la sédimentation pélitique.
- b. que l'ensemble de la série garde toujours un caractère nettement carbonaté.
- c. que le passage aux calcaires en plaquettes s'opère progressivement, quelques niveaux gréseux récurrents venant troubler çà et là le retour à une sédimentation uniquement carbonatée.

1 - Détail de l'Ensemble basal de la Formation d'Andritsena sur la coupe type

+ TERME 1 : *Les pélites indurées rouge lie de vin (fig. 6)*

Aucune microbrèche ne s'y trouve intercalée, le passage des radiolarites aux termes pélitiques se fait progressivement.

L'ensemble de ce terme de couleur rouge lie de vin se divise en trois horizons.

- a. Horizon 1.1. : 1,50 m de Pélites siliceuses imprégnées de bioxyde de manganèse.
- b. Horizon 1.2. : 1 m de calcaires siliceux et pélitiques.
- c. Horizon 1.3. : 9,50 m d'une alternance de pélites calcaires et de calcaires pélitiques.

Les niveaux 1 et 2 de cet horizon (chiffres de gauche de la colonne de la fig. 6) montrent déjà un faible pourcentage de quartz détritiques.

Les niveaux 3 et 4 s'enrichissent en micas blancs détritiques, le pourcentage en quartz détritiques reste du même ordre de grandeur, que dans les niveaux 1 et 2.

+ TERME 2 : *Les Pélites bariolées et les passées jaspeuses lenticulaires (fig. 7.)*

Les niveaux lenticulaires interstratifiés sont nombreux, parfois ceux-ci présentent à l'affleurement un aspect spongieux après altération superficielle.

+ TERME 3 : *Les Pélites indurées rouge lie de vin (fig. 7)*

On peut différencier deux horizons en fonction de leur teneur en micas blancs.

- a. Horizon 3.1. : 3,40 m d'une alternance de calcaires gréseux finement micacés et de pélites indurées micacées.
- b. Horizon 3.2. : 14,30 m d'une alternance de calcaires gréseux et argileux (l'étude microscopique a montré que les radiolaires sont très abondants dans les niveaux 1, 2 et 3 figure 7) leur diamètre augmente lorsqu'on s'élève dans la série, ils présentent une structure litée.

Cet horizon ne contient pratiquement plus de micas.

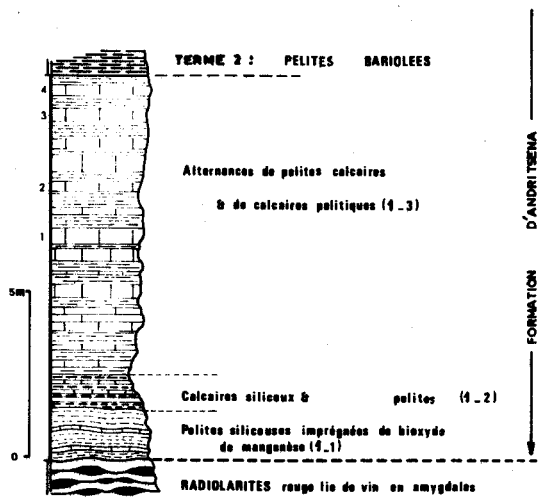


Fig.6 Détail de la coupe type: TERME 1
LES PELITES ROUGE LIE DE VIN.

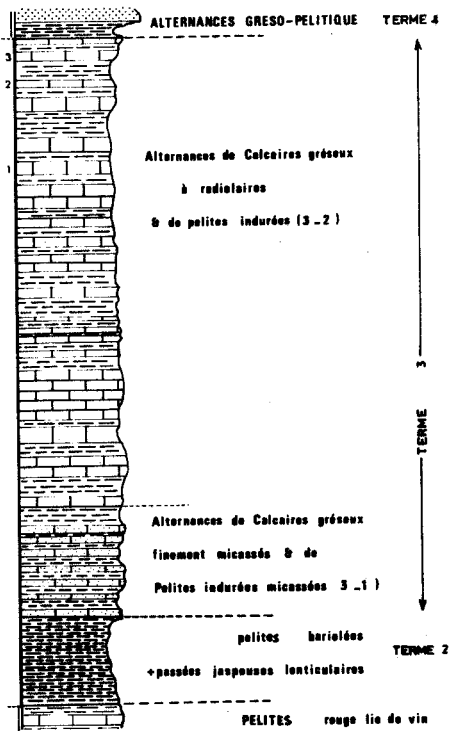


Fig.7 Détail de la coupe type:
TERME 2: LES PELITES BARIOLEES &
TERME 3: LES PELITES INDUREES R.L.V



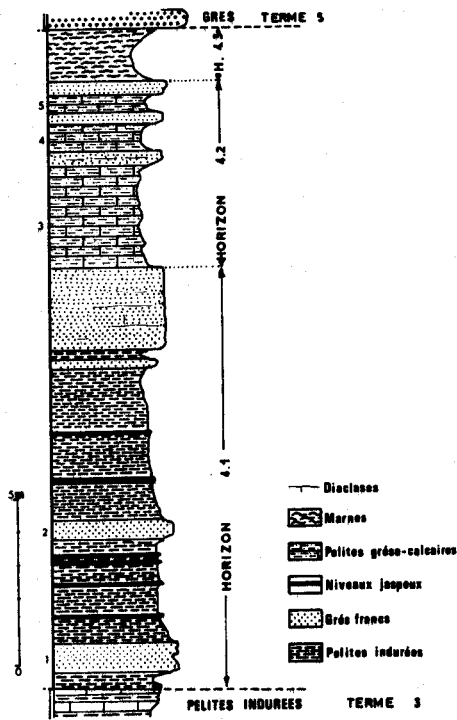


Fig 8: Détail de la coupe type
 TERME 4: Alternance grés-pelitiques

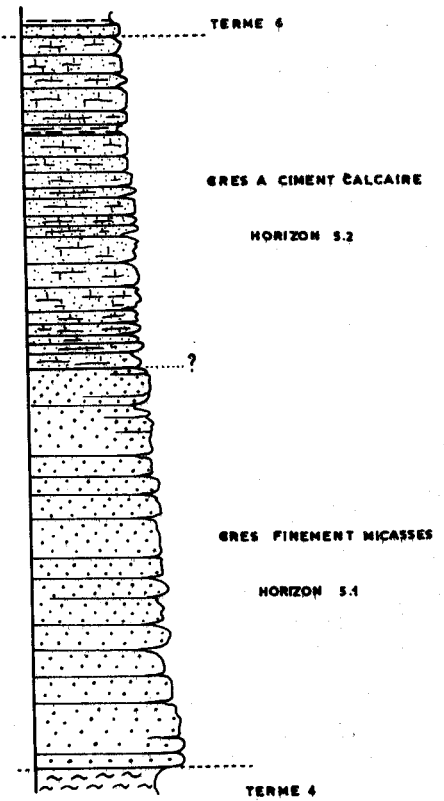


Fig 9: TERME 5 - BANCS GRESSEUX METRIQUES
 S'ALTERANT SUPERFICIELLEMENT EN FORME
 DE NICHES



2 - Détail de l'Ensemble médian de la Formation d'Andritsena sur la coupe type

+ TERME 4 : *Les Alternances grés-Pélitiques (fig. 8).*

Le passage des termes 3 à 4 se fait de façon brutale, il est marqué par deux éléments majeurs qui m'ont conduit à différencier les ensembles basal et médian.

- absence calcaire dans les niveaux inférieurs du terme 4 (horizon 4.1).
- disparition définitive des Radiolaires.

Horizon 4.1. : Sédimentation gréseuse en alternance avec des pélites silteuses indurées, intercalations de quelques niveaux jaspeux. (détail dans l'étude séquentielle).

Horizon 4.2. : La sédimentation redevient plus calcaire, l'apport d'éléments clastiques reste cependant prépondérant.

Horizon 4.3. : Il est caractérisé par une sédimentation marneuse arythmique.

Certaines remarques s'imposent :

La base de ce terme (Horizon 4.1) n'est pas granoclassée, les changements de granulométrie des éléments clastiques sont brutaux.

Des marques d'érosion affectent le sommet de certains niveaux, les traces de remaniement sont rares.

La rythmicité, bien nette à la base (horizon 4.1.) frustre ensuite est due pour l'essentiel à une différence de cohésion du matériel plus qu'à une variation réelle des faciès lithologiques.

+ TERME 5 : *Grès s'altérant superficiellement en miches (fig. 9)*

La transition entre les termes 4 et 5 est brutale, elle se distingue nettement sur l'affleurement, mettant en contact des marnes franches (Horizon 4.3.) et des grès francs (horizon 5.1.).

Le terme 5 dans son ensemble montre des grès grisâtres à cassures bleutées caractéristiques.

On observe deux horizons dont la limite s'individualise mal.

Horizon 5.1. : Des grès finement micacés, riches en quartz dans lesquels on rencontre des fragments de quartzites, sou-

vent granoclassés ils montrent une structure parfois planaire. Le granoclassement vertical s'estompe vers le sommet de cet horizon.

Horizon 5.2. : Grès à ciment calcaire, avec des interlits de fins niveaux pélitiques argileux et silteux. Le matériel clastique diminue dans cet horizon.

+ TERME 6 : *Fins bancs gréseux, alternances gréso-pélitiques (fig. 10)*

La limite entre les termes 5 et 6 correspond à un nouvel apport de quartz détritique. On peut distinguer au sein de ce nouveau terme, deux horizons, le passage de l'un à l'autre s'effectuant progressivement.

Horizon 6.1. : Alternance de fins lits gréseux à grains fins, micacés et de pélites en lits centimétriques.

Le caractère rythmique de cet horizon est très net (voir le chapitre sur l'étude séquentielle).

Horizon 6.2. : Alternance de grès à ciment calcaire et de pélites indurées argileuses légèrement micacées.

Le granoclassement est pratiquement toujours absent de ce terme, par contre des ruptures nettes dans la granulométrie ont pu être observées. (passages silteux puis, et sans transition, lits d'origine bioclastique).

+ TERME 7 : *Gros bancs gréseux alternant avec des lits pélitiques, peu puissants (fig. 11).*

On peut y distinguer trois horizons :

Horizon 7.1. : Alternances de gros bancs gréseux à ciment calcaire et de pélites gréseuses. Cet horizon, outre son faciès lithologique est caractérisé par un granoclassement net des niveaux gréseux.

Horizon 7.2. : Alternances de fins lits gréso-argileux et de pélites finement micacées.

Cet horizon marque une rythmicité accentuée par rapport à l'horizon 7.1. Les lits gréseux et pélitiques présentant un maximum d'épaisseur de 50 cm.

Horizon 7.3. : Alternances de gros bancs gréseux et de pélites argileuses.

Certains bancs présentent à leur base des figures de courants (flute-marks) qui tendraient à prouver une pluralité dans les directions de courant (voir chapitre sur la sédimentologie).

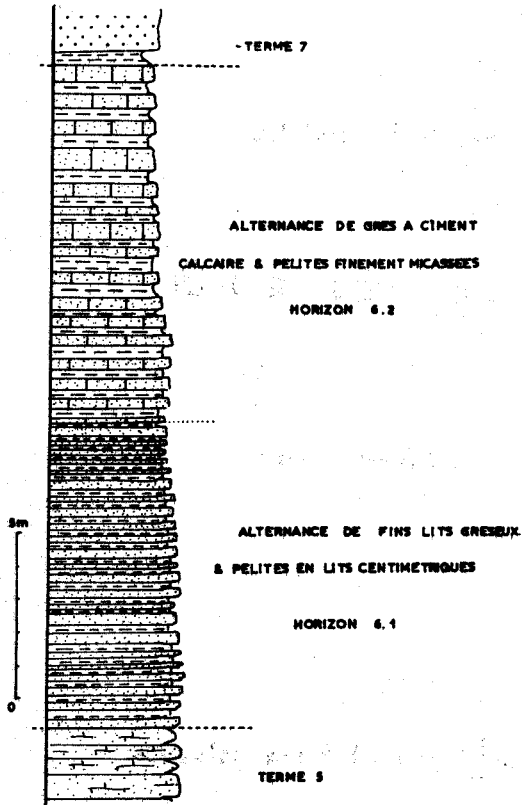


Fig 10 : TERME 4 - FINS BANCS GRESEUX
AVEC INTERCALATIONS DE PELITES ARGILEUSES

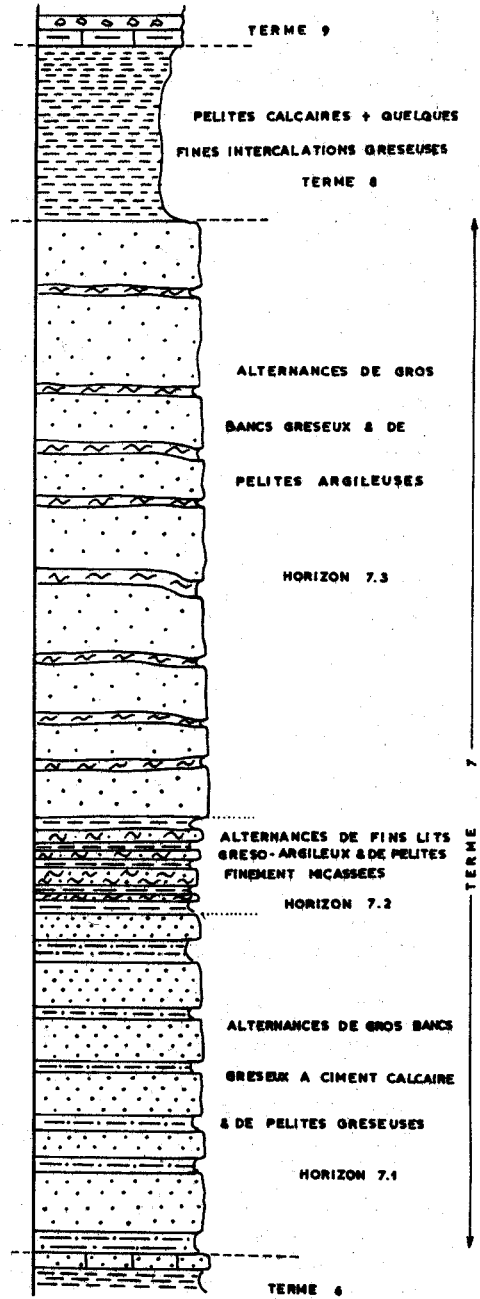


Fig 11 : TERME 7 : GROS BANCS GRESEUX
& INTERCALATIONS DE PELITES ARGILEUSES
ET TERME 6



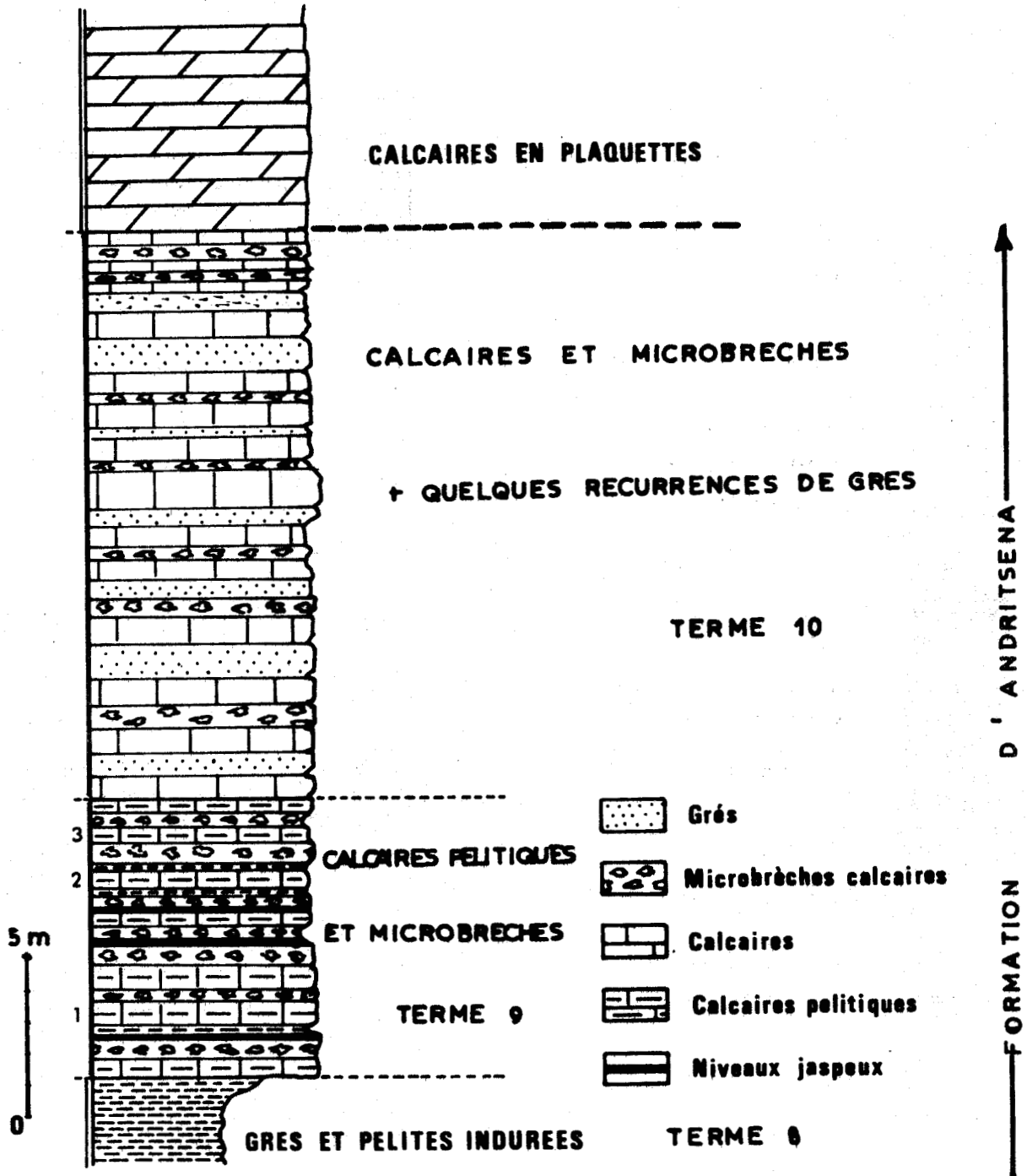


Fig.12 Détail de la coupe type
LES TERMES 9 ET 10

Les derniers bancs gréseux de cet horizon présentent de très nombreuses inclusions charbonneuses.

+ TERME 8 : *Les pélites calcaires avec quelques intercalations gréseuses (fig. 11.)*

Le passage du terme 7 au terme 8 est progressif. Le dernier banc gréseux du Terme 7 s'enrichit progressivement en pélites argileuses.

Le Terme 8 marque la dernière phase pélitique avant le retour à une sédimentation carbonatée franche.

3 - Détail de l'Ensemble sommital de la Formation d'Andritsena sur la coupe type

+ TERME 9 : *Calcaires pélitiques et microbrèches (fig. 12)*

Dès la base de ce terme, les passées jaspeuses réapparaissent, les microbrèches calcaires y abondent, elles alternent avec des niveaux pélitiques.

+ TERME 10 : *Calcaires et Microbrèches avec récurrences gréseuses (fig. 12)*

Des récurrences gréseuses nombreuses s'observent au sein de ce terme, ce sont en général des bancs gréseux métriques, passant parfois verticalement à des brèches polygéniques.

Les sédiments de ce terme sont composés pro-parte de calcaires micritiques parfois lités, les litages sont dûs aux accumulations de microfaunes ayant permis une datation des derniers horizons du terme 10 (voir chapitre III).

G - COMPLEMENTS : ETUDE DE LA FORMATION D'ANDRITSENA DANS LES ECAILLES FRONTALES, OCCIDENTALES ET MEDIANES

J'ai numéroté chacune des coupes de détail (ronds noirs de la figure 3); les échelles employées varient en fonction de la précision du levé.

De nombreuses coupes ont été levées dans les différentes familles d'écailles, je ne détaillerai dans ce paragraphe que celles qui répondent simultanément à deux impératifs :

- a. Leur position structurale où la présence de microfaune établit leur âge crétacé supérieur;
- b. Les informations sont complémentaires de celles recueillies sur la coupe type.

1 - Observations de la Formation d'Andritsena dans les écailles frontales

- Coupe entre LEPREON et TAXIARCHIS, écaille F.2. coupe n° 16

Distante de 15 km de la coupe type, située à l'extrême W. des écailles (plan de situation, fig. 13.), les directions générales des structures sont de 0° N, le pendage approximatif, de 30° E.

Cette coupe a l'avantage de montrer la quasi totalité de la Formation d'Andritsena; la partie moyenne de la série présente une zone de charnières qui affecte peu la formation.

On peut distinguer trois ensembles déjà mis en évidence sur la coupe type (fig. 14.).

- un Ensemble basal : peu puissant, composé essentiellement de niveaux microbréchiques avec quelques intercalations de jaspes.

Il s'individualise mal vers le sommet et le passage à l'ensemble médian reste flou.

- un Ensemble médian : dans lequel on peut distinguer trois groupes de termes :

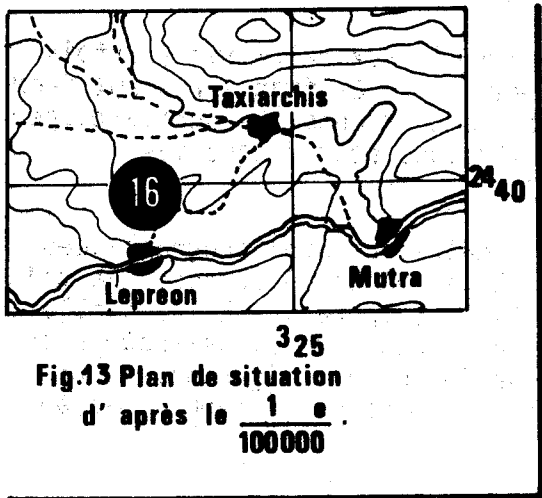
+ TERME 6' : Les bancs deviennent plus fins que ceux des termes précédents, ils sont constitués d'une alternance de calcaires gréseux (fréquemment granoclassés) et de pëlites indurées (parfois marneuses).

+ TERMES 7' et 8' : les dépôts deviennent à nouveau calcaires, les niveaux sont plus épais que ceux du terme 6. Une zone de charnières affecte les horizons sommitaux de ces deux termes.

Remarques : Si nous comparons cet ensemble médian à celui de la coupe type nous pouvons constater que :

a. les rapports d'épaisseurs des bancs sont liés :

- les termes 4 et 5; 4' et 5' : les bancs montrent une augmentation de leur épaisseur lorsqu'on s'élève dans la série;
- les termes 6 et 6' présentent tous deux des bancs peu puissants, et des alternances rapides.
- les termes 7 et 8; 7' et 8' : les bancs redeviennent massifs.



- Cs: Calcaires en plaquettes
 - Calcaires microbréchiques
 - Microbrèches
 - Pelites indurées
 - Niveaux jaspoux
 - Marnes
 - Calcaires gréseux
 - Calcaires marneux
 - Calcaires sublithographiques
 - Radiolarites holosiliceuses & MnO₂
 - Radiolarites en amygdales
 - Radiolarites holosiliceuses
- Gr: Granoclassement vertical
 S: Stratifications entrecroisées

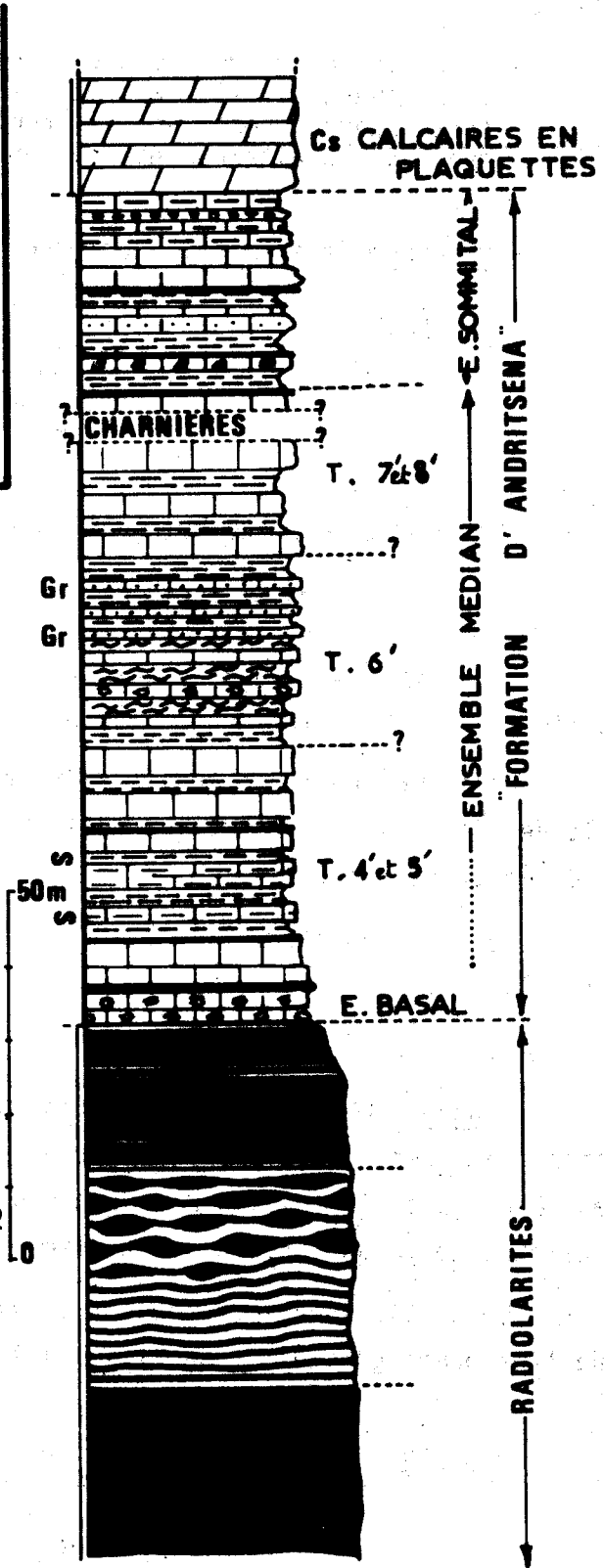


Fig.14 LA "FORMATION D'ANDRITSENA" PRES DE LEPREON. Coupe 16



b. Le matériel sédimentaire est nettement différent dans les deux ensembles médians :

- La coupe 16 montre une abondance de niveaux calcaires (parfois clastiques, il est vrai) les niveaux de grès francs restent inexistant; caractères bien différents de ceux observés sur la coupe type où les alternances gréso-pélimitiques sont fréquentes.
- Un ensemble sommital : composé de calcaires sublithographiques, de microbrèches et de récurrences de calcaires gréseux comparable à l'ensemble sommital de la coupe type. Remarquons cependant que les niveaux franchement gréseux sont, comme pour l'ensemble médian, absents.

- Coupes entre MUTRA et TAXIARCHIS, Ecaille F. 4

- Coupes 1 bis et 1 ter

Ces deux coupes levées dans la même écaille (plan de situation, fig. 15.) à une distance axiale de 1 km environ, se complètent.

Elles montrent une modification rapide de sédimentation par rapport à celle de l'écaille F2 (coupe 16) distance de 2,5 km : elles se situent à 13 km de la coupe type.

Je n'ai pu observer la base de la série, tronquée par un accident tangentiel.

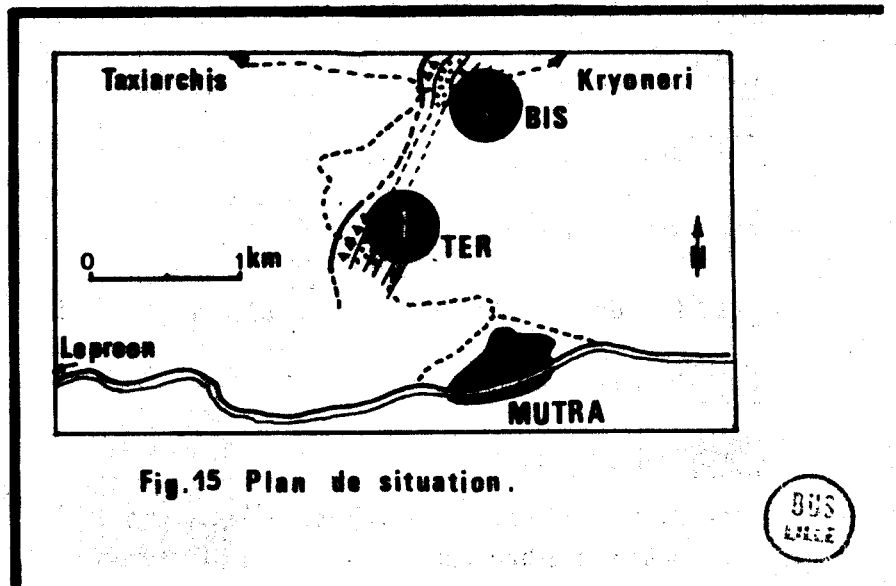
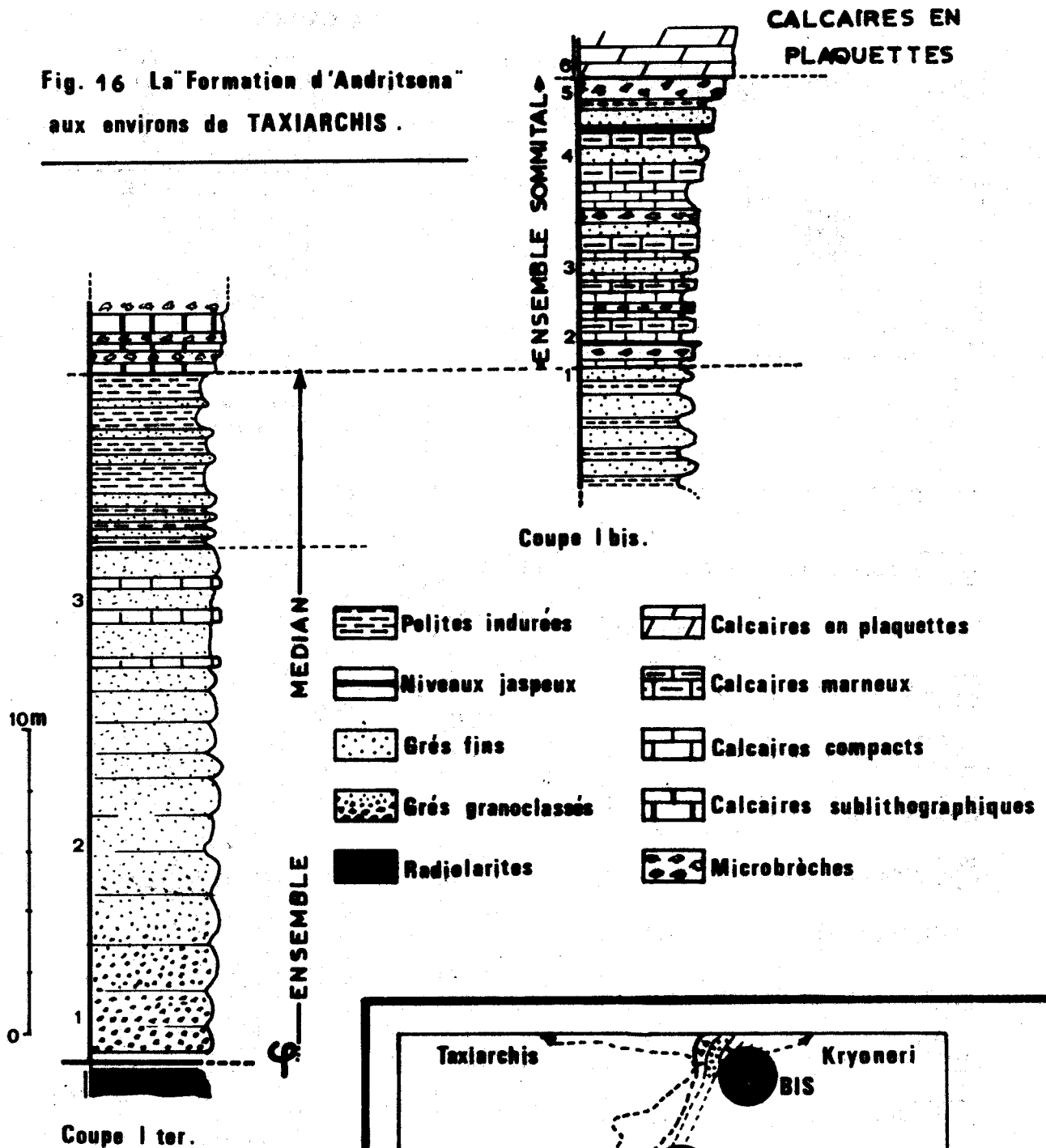
La figure 16 montre :

- un ensemble médian : débutant sur l'affleurement par une brèche à éléments calcaires, radiolaritiques et gréseux (niveau 1 de la coupe 1 ter) puis passant à un grès fin (niveau 2). Quelques tendances au retour à une sédimentation calcaro-pélimitique apparaissent vite (niveau 3).

La partie supérieure de cet ensemble médian est constituée d'alternances de fins bancs gréseux et de lits pélimitiques.

- un ensemble sommital : nette et brutale, la transition avec l'ensemble médian fait apparaître un faciès de calcaire sublithographique, de microbrèches avec quelques récurrences gréseuses. Cet ensemble est comparable à l'ensemble sommital de la coupe type. Cet ensemble montre les mêmes constituants lithologiques que celui de la coupe type, les rapports stratonomiques divergent (cf. Chapitre V).

Fig. 16 La "Formation d'Andritsona" aux environs de TAXIARCHIS.



BUS
L'ESLE

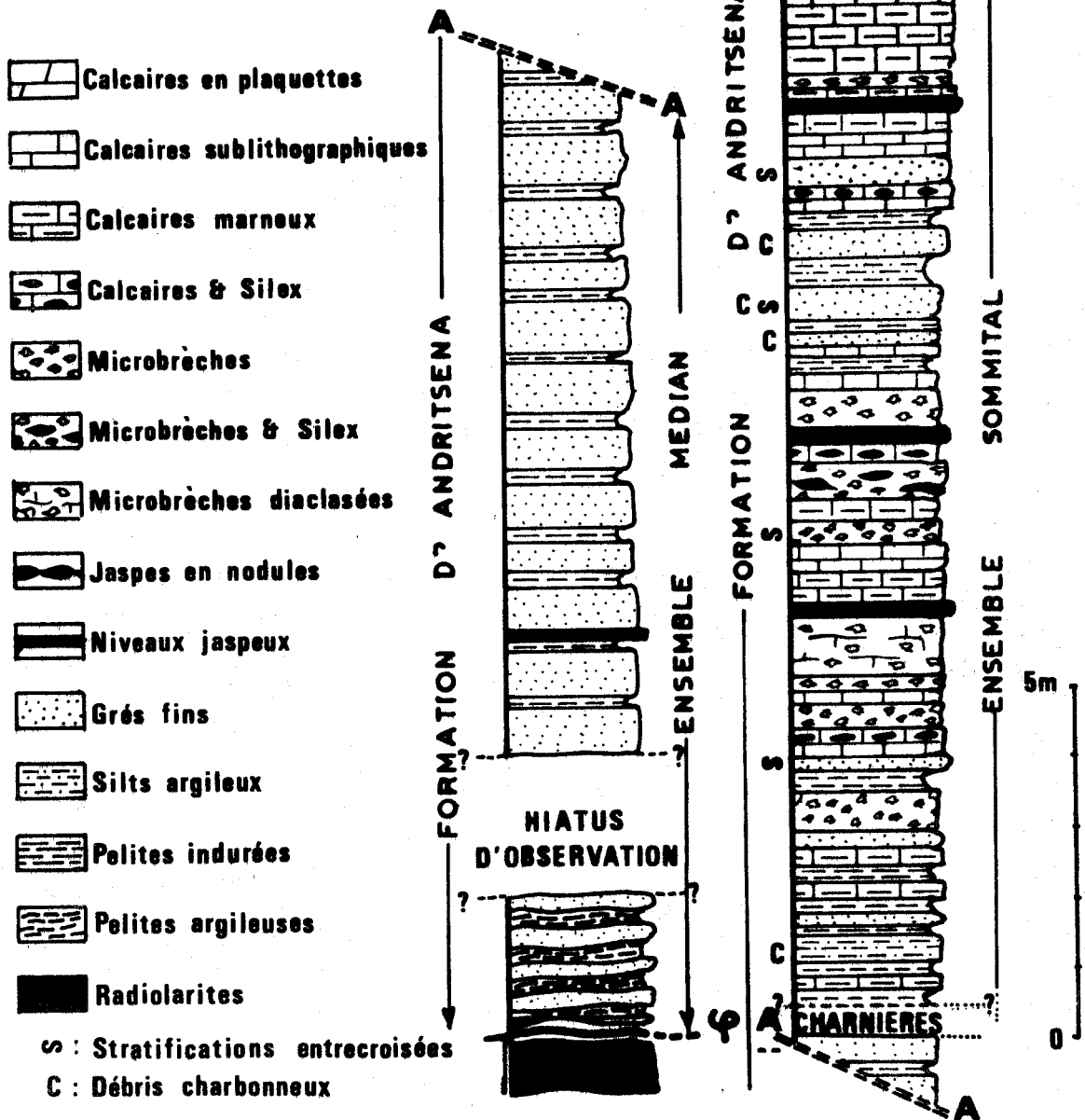
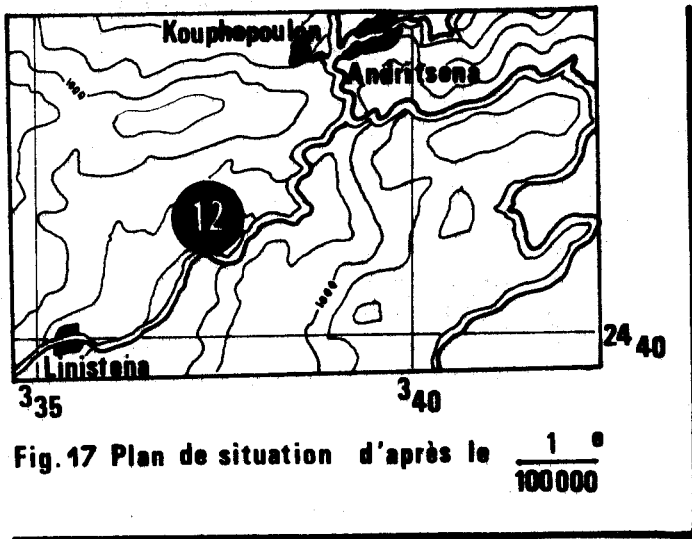


Fig. 18 LA "FORMATION D'ANDRITSENA" PRES DE LINISTENA . Coupe 12.



2 - Observations de la Formation d'Andritsena dans les écailles occidentales

2.1 - Observations transversales

Outre la coupe type se situant dans cette zone (0.14), deux autres coupes montrant des variations faciologiques de la partie sommitale de la formation à l'W et à l'E de cette coupe type, seront décrites.

Un second paragraphe traitera des passages latéraux de faciès (voisinages axiaux) dans des écailles proches de l'écaille de la coupe type.

COUPE DE LA "FORMATION D'ANDRITSENA" PRES DE LINISTENA, ECAILLE 0.13 COUPE 12 (fig. 18)

Tronqué par un accident tangentiel oblitérant la totalité de l'ensemble basal et une partie de l'ensemble médian, cet affleurement se situe en position plus externe à 2 km à l'W de celui de la coupe type (fig. 17 : plan de situation) sur l'écaille 0.13.2.

Il permet une étude de détail du sommet (?) de l'ensemble médian, et de la totalité de l'ensemble sommital.

+ ENSEMBLE MEDIAN : le faciès de la zone qui affleure sous l'ensemble sommital rappelle le sommet de l'ensemble médian (termes 6 et 7 de la coupe type), un hiatus d'observation à la base, une zone de charnières au sommet interdisant de connaître la position certaine au sein de la Formation.

- la rythmicité des bancs gréseux métriques et des niveaux pélitiques décimétriques demeure constante dans tout cet ensemble.

- quelques niveaux jaspeux s'intercalent çà et là entre les niveaux pélitiques et ceux de grès.

+ ENSEMBLE SOMMITAL : affecté vers la base et au deux tiers de sa puissance par des charnières, l'ensemble sommital présente de nombreux niveaux microbréchiques ayant livré une microfaune du Sénonien moyen

Les niveaux jaspeux et les calcaires à rognons de silex sont plus abondants que dans l'ensemble sommital de la coupe type.

- Coupe de la Formation d'Andritsena près de SKLIRU - Ecaille 0.16.

Coupe 13 (fig. 19 et 21)

Fig.19 La "Formation d'Andritsena" près de SKLIRU. Coupe 13.

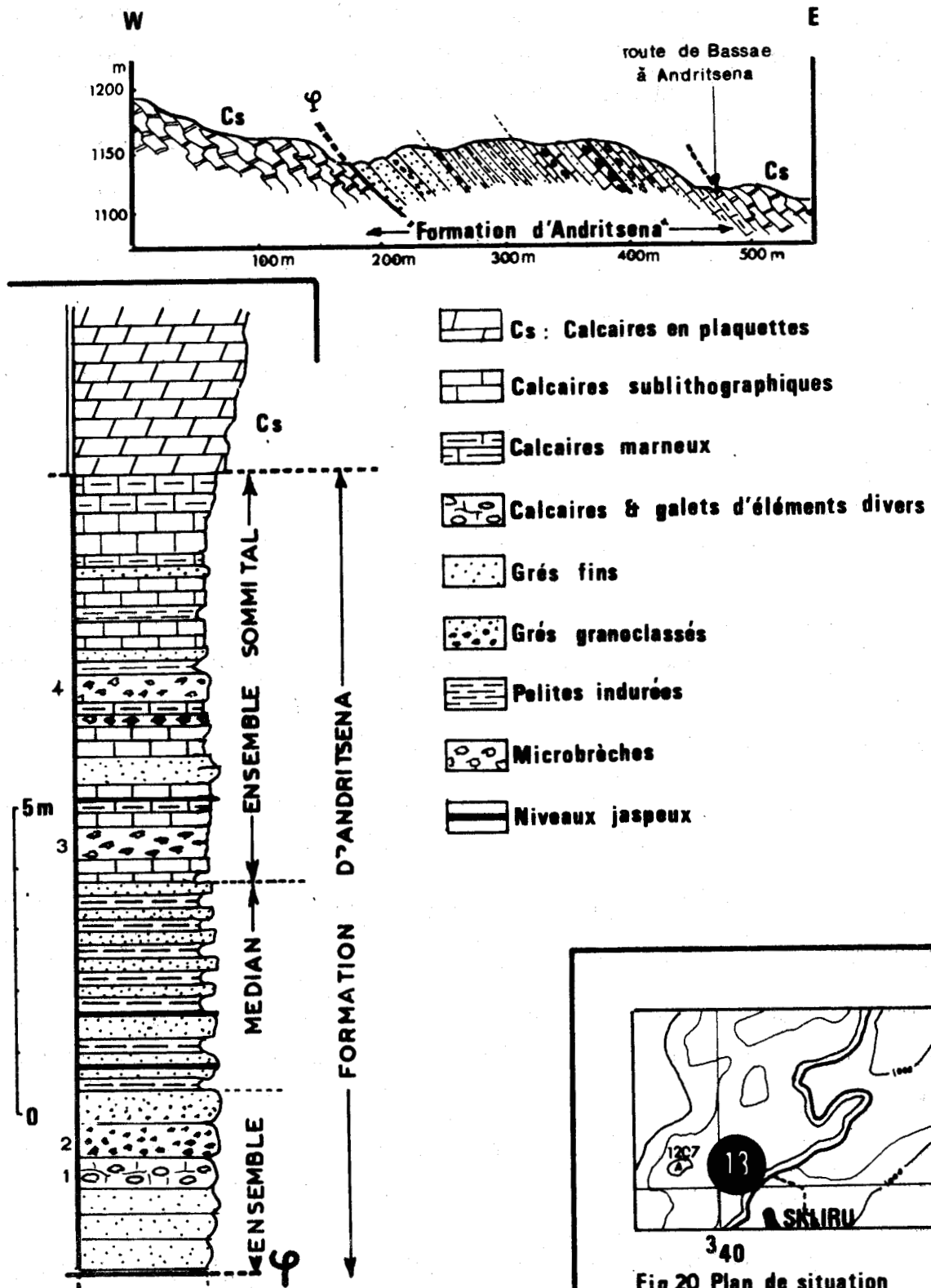


Fig.21 Log. DE LA COUPE 13

Fig.20 Plan de situation
d'après le $\frac{1}{100000}$

Cet affleurement se situe à 4 km à l'E de celui de la coupe type sur l'écaille 0.16 (fig. 20).

La partie supérieure de l'ensemble médian et l'ensemble sommital de la Formation d'Andritsena chevauchent les calcaires en plaquettes (coupe 13, fig. 19).

+ ENSEMBLE MÉDIAN : Seule la partie supérieure affleure ici. Au-dessus du contact anormal on observe 3 m de faciès gréseux, alternant rarement avec de très fins niveaux plus pélitiques.

De nombreuses brèches, des galets mous ou légèrement indurés interstratifiés dans ces brèches s'observent ici. (niveau 1. fig. 21). Le granoclasement est de règle. Au dessus de ces niveaux 3,50 m d'une alternance pélitico-gréseuse à rythmicité nette, affleurent.

+ ENSEMBLE SOMMITAL : Quelques niveaux microbréchiques (niveaux 3 et 4) riches en microfaune, s'intercalent dans un sédiment qui semble hésiter entre des faciès détritiques et des micrites.

2.2. - Observations suivant l'axe des écailles; les passages latéraux de faciès

- Coupes levées sur l'écaille 0.13 près de FANARI à 4 km 500 au N. de la coupe 12.

La figure 22 montre les positions respectives de ces deux coupes (4 et 7) levées sur la même écaille (0.13) et qui se complètent.

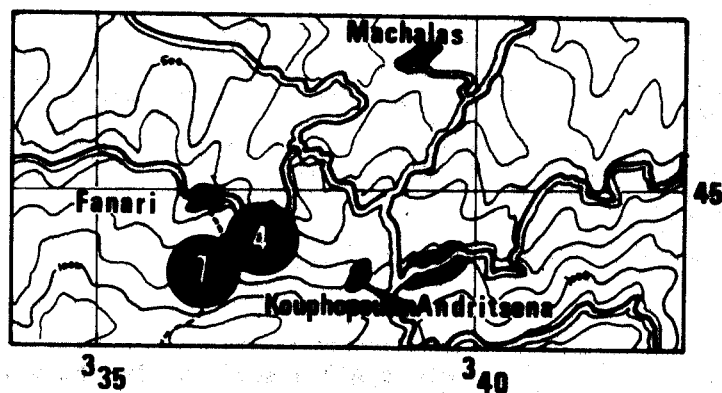


Fig.22 Plan de situation
d'après le $\frac{1}{100000}$ modifié.

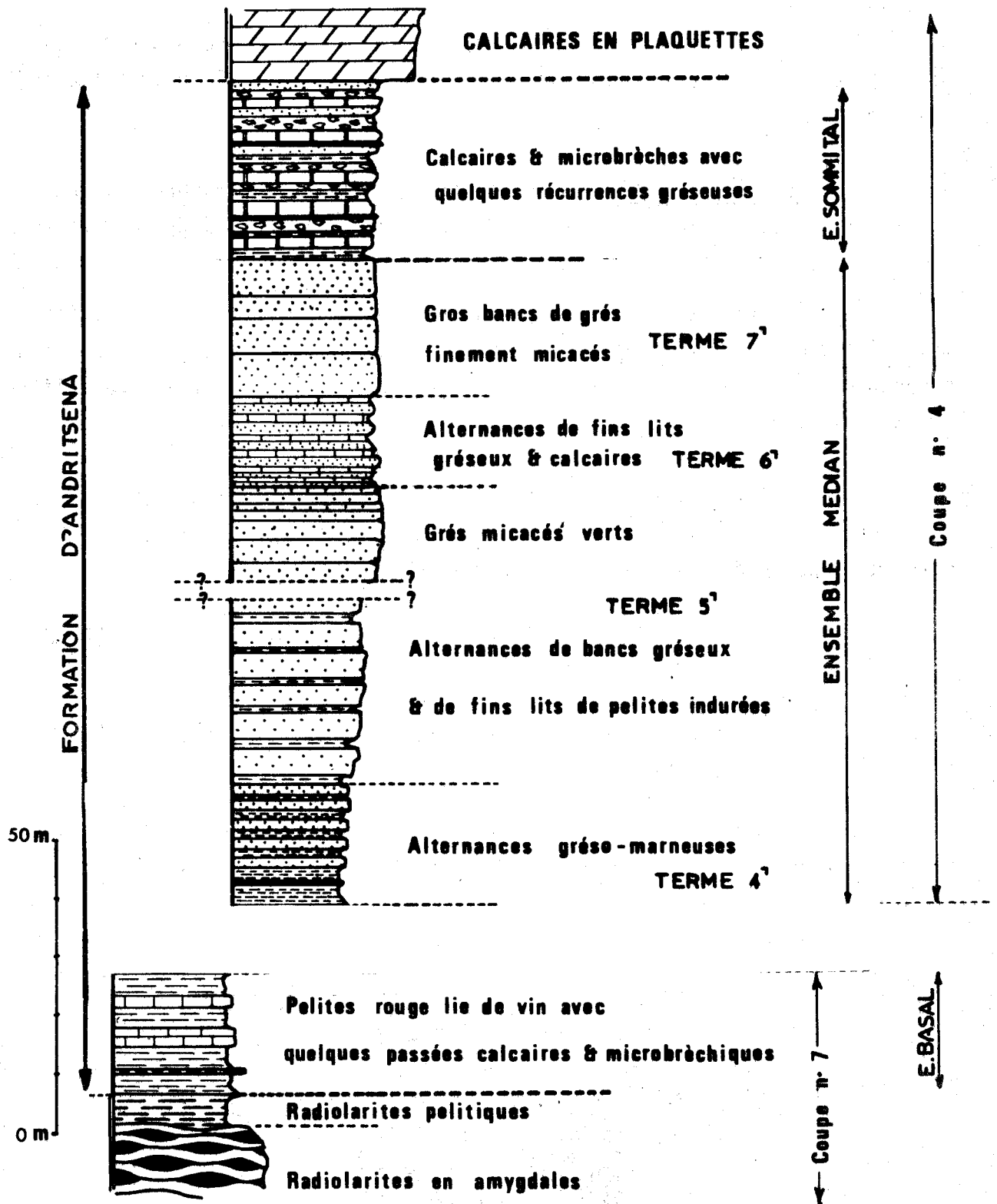


Fig.23 Coupe synthétique de la "Formation d'Andritsena" aux environs de FANARI. Coupes 4 & 7.



Ces deux coupes montrent l'ensemble de la série, mais un hiatus d'observation dû à une zone d'éboulis affecte la partie médiane.

- COUPE 7

Un sentier en direction S. du village de Fanari et à 800 m de celui-ci, permet, en longeant le contact des Radiolarites et de la *Formation d'Andritsena*, d'observer la base de cette dernière (coupe 7).

La figure 23 représente l'ensemble de la *Formation d'Andritsena* près de Fanari. Les coupes 7 et 4 se raccordent. Une colonne à plus grande échelle permet de mieux mettre en évidence l'ensemble basal (fig. 24).

+ ENSEMBLE BASAL : La puissance en est réduite; 17,50 m contre 37 m pour celui de la coupe type, j'ai pu mettre en évidence trois termes, différents de ceux de la coupe type.

+ TERME 1' : 3,30 m de pélites avec quelques passées lenticulaires de microbrèches (niveaux 1, 2, 3 et 4), de grande importance puisqu'elles permettent de donner un âge minimum à la *Formation d'Andritsena*.

L'observation de leur allure lenticulaire rend compte de leur affleurement épisodique dans les ensembles basaux des autres coupes.

Ce TERME 1' correspond au MEMBRE 1 défini dans le paragraphe suivant.

+ TERME 2' : 8,20 m d'une alternance de pélites et de calcaires, l'enrichissement en calcaires s'opère progressivement vers le sommet, les bancs y devenant plus épais.

Si la base du terme 2' est franche, marquée par l'apparition du premier banc calcaire, le passage du terme 2' au terme 3' est progressif, lié à l'enrichissement en quartz détritiques des bancs calcaires.

+ TERME 3' : 6 m d'une alternance de pélites et de grès calcaires de puissance très semblable.

- COUPE 4

Sur le bord de la route entre Andritsena et Fanari, à 500 m avant l'entrée dans ce dernier village, j'ai pu observer la quasi totalité de la *Formation d'Andritsena*; cette coupe fait suite à la coupe 7 ayant permis de détailler l'ensemble basal.

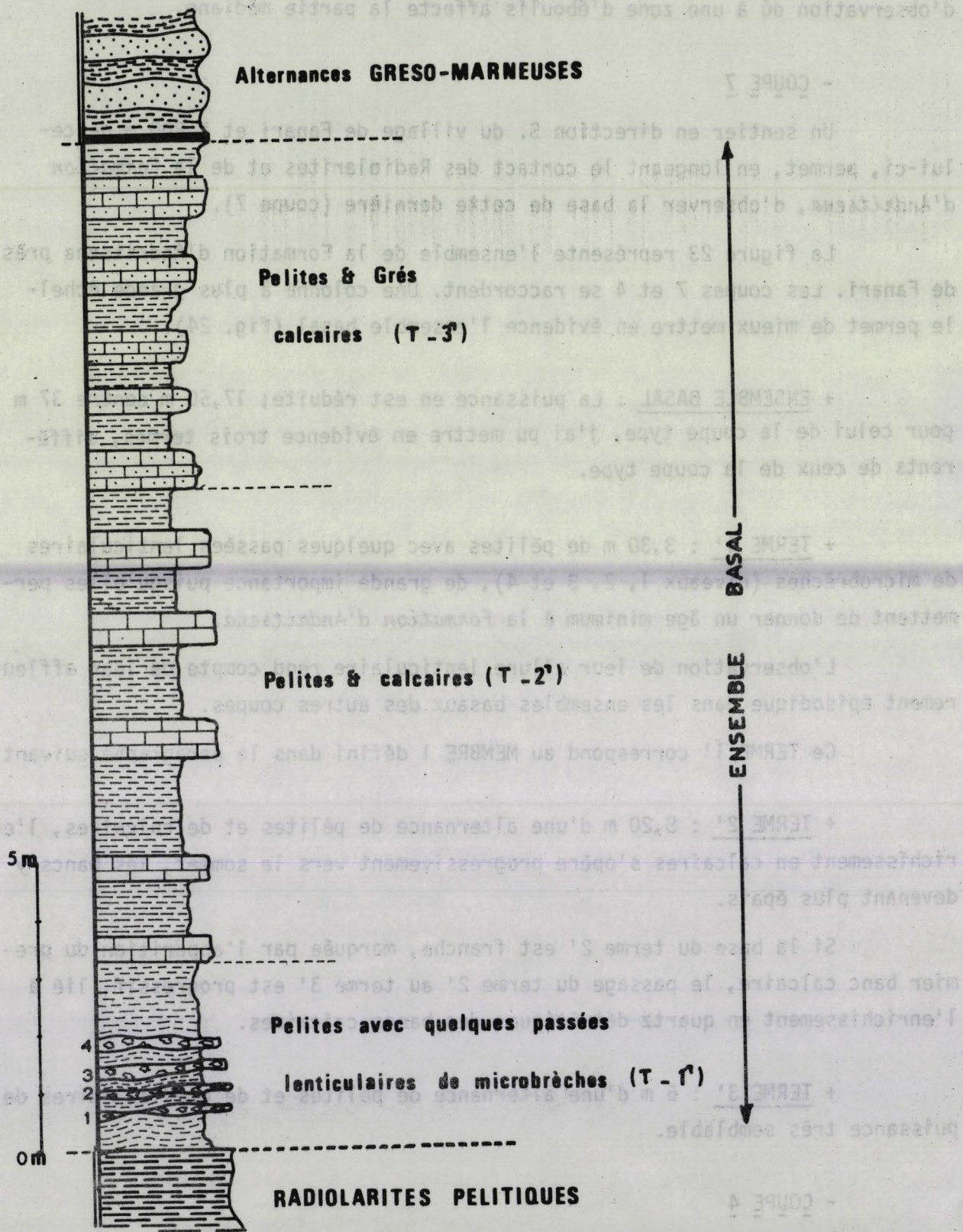


Fig.24 Détail de la base de la "Formation d'Andritsena" aux environs de FANARI. Coupe 7.

Elle complète l'observation vers le haut.

+ ENSEMBLE MEDIAN : J'ai pu y retrouver des termes présentant certaines analogies de faciès avec ceux de la coupe type :

+ TERME 4' : Alternance de bancs gréseux et marneux, les bancs conservent dans tout le terme une grande régularité d'épaisseur.

+ TERME 5' : Composé de deux horizons dont respectivement le sommet et la base ne sont pas déterminés.

+ HORIZON 5'1 Alternance de bancs gréseux et de fins lits de pélites indurées. Un hiatus d'observation, correspond à une zone de charnières décalant peu la série sus-jacente.

+ HORIZON 5'2 : Bancs de grès micacés . Les grès présentent une altération verdâtre superficielle.

+ TERME 6' : Alternance de fins lits gréseux et calcaires.

+ TERME 7' : Gros bancs de grès finement micacés.

Il apparaît que dans cette coupe, aucun terme n'équivaut au terme 8 du sommet de l'ensemble médian de la coupe type (grès et pélites indurées).

Le passage des bancs gréseux aux alternances de calcaires micritiques, microbrèches et grès (ensemble sommital) s'effectue brutalement.

+ ENSEMBLE SOMMITAL : Sa puissance est comparable à celle de son homologue de la coupe type; toutefois, l'enrichissement en niveaux calcaires s'effectue moins rapidement que pour la coupe type.

Remarques : Plusieurs faits s'imposent :

- le caractère détritique apparaît ici plus rapidement (tôt ?) que pour la coupe type; les pélites sont moins abondantes, l'ensemble basal plus réduit;

- des variations nettes se manifestent dans le faciès des deux ensembles basaux :

. Exclusivement pélitique dans celui de la coupe type, il se présente comme une alternance calcaro-pélitique avec à sa base des intercalations de microbrèches lenticulaires, sur la coupe 7, qui permettent de dater la base de la *Formation d'Andritsena*.

- l'ensemble de la Formation, plus pauvre en argiles sur l'affleurement de la coupe 4, est d'une manière générale, plus riche en grès et calcaires gréseux que dans la coupe type;

- les termes des ensembles médians et sommitaux de la coupe type peuvent, à quelques exceptions, se retrouver sur la coupe 4.

- l'ensemble sommital présente une grande analogie de faciès avec celui de la coupe type. Il est cependant plus riche en éléments clastiques.

Si nous comparons les deux coupes (4 et 7) à la coupe 12 levée sur la même écaille (0.13) à 4,500 km au Sud, près de LINISTENA, nous constatons

- que le sommet de l'ensemble médian de la coupe 12 et celui de la coupe 4 ne présentent pas d'analogie de rythmicité des alternances (quand elles existent).

N.B. : Il faut tenir cependant compte du hiatus au sommet de l'ensemble médian de la coupe 12.

- que les ensembles sommitaux permettent une corrélation banc à banc, ils sont tous deux caractérisés par un moins rapide accroissement en bancs de calcaires micritiques que l'ensemble sommital de la coupe type.

2.3 - Conclusions - Les variations et analogies de faciès dans les écailles occidentales

Dans les ensembles basaux et médians de la *Formation d'Andritsena* des écailles occidentales, les variations de faciès s'observent essentiellement d'E en W. Elles sont réduites sur les coupes levées axialement sur les mêmes écailles.

Ces variations d'E en W se manifestent :

- par une sédimentation plus pélotique de l'ensemble basal vers l'E, plus calcaro-gréseux vers l'W;

- par l'existence épisodique dans les ensembles basaux de niveaux microbréchiques lenticulaires, qui permettent une datation minimum de la base de la Formation;

- par des différences très nettes dans la rythmicité des apports détritiques dans l'ensemble médian de la Formation; différences qui n'empêchent pas forcément les essais corrélatifs.

L'ensemble sommital présente une grande constance :

- le matériel sédimentaire : pélites argileuses, calcaires micriti-

ques et microbrèches avec quelques récurrences gréseuses, reste le même, dans tout l'ensemble;

- son arrangement varie, les bancs carbonatés apparaissant moins rapidement dans les affleurements plus occidentaux;

- signalons enfin que certains affleurements montrent une abondance de niveaux jaspeux et de lits de silex.

3 - Observations de la Formation d'Andritsena dans les écailles médianes

Les deux coupes que je détaillerai ci-après ont montré quelques variations de faciès de l'ensemble basal et de l'ensemble sommital de la Formation d'Andritsena dans des secteurs plus orientaux.

- Coupe levée près de LAVDA - Ecaille M.4 - Coupe n° 11

A 7 km environ à l'E d'ANDRITSENA, en empruntant la route vers MEGALOPOLIS, à la sortie W du village de LAVDA (plan de situation, fig. 25), une route taillée dans la Formation d'Andritsena et descendant vers MATESSI traverse un affleurement qui montre au-dessus des Radiolarites, l'ensemble basal et une partie de l'ensemble médian de la Formation.

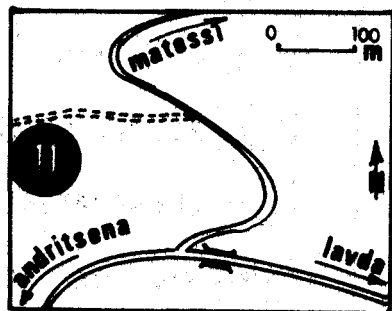


Fig.25 Plan de situation.

Une coupe détaillée et un échantillonnage serré ont été effectués dans les horizons immédiatement sus-jacents aux Radiolarites.

La figure 26 représentant l'ensemble basal de cette coupe permet de constater combien la similitude des faciès est grande entre cette coupe et la coupe 7 levée près de FANARI (10 km à l'W de la coupe 11).

+ TERME 1' : Il est caractérisé par une alternance de niveaux microbréchiques calcaires, et de pélites indurées. Les premiers (niveaux 1, 2,

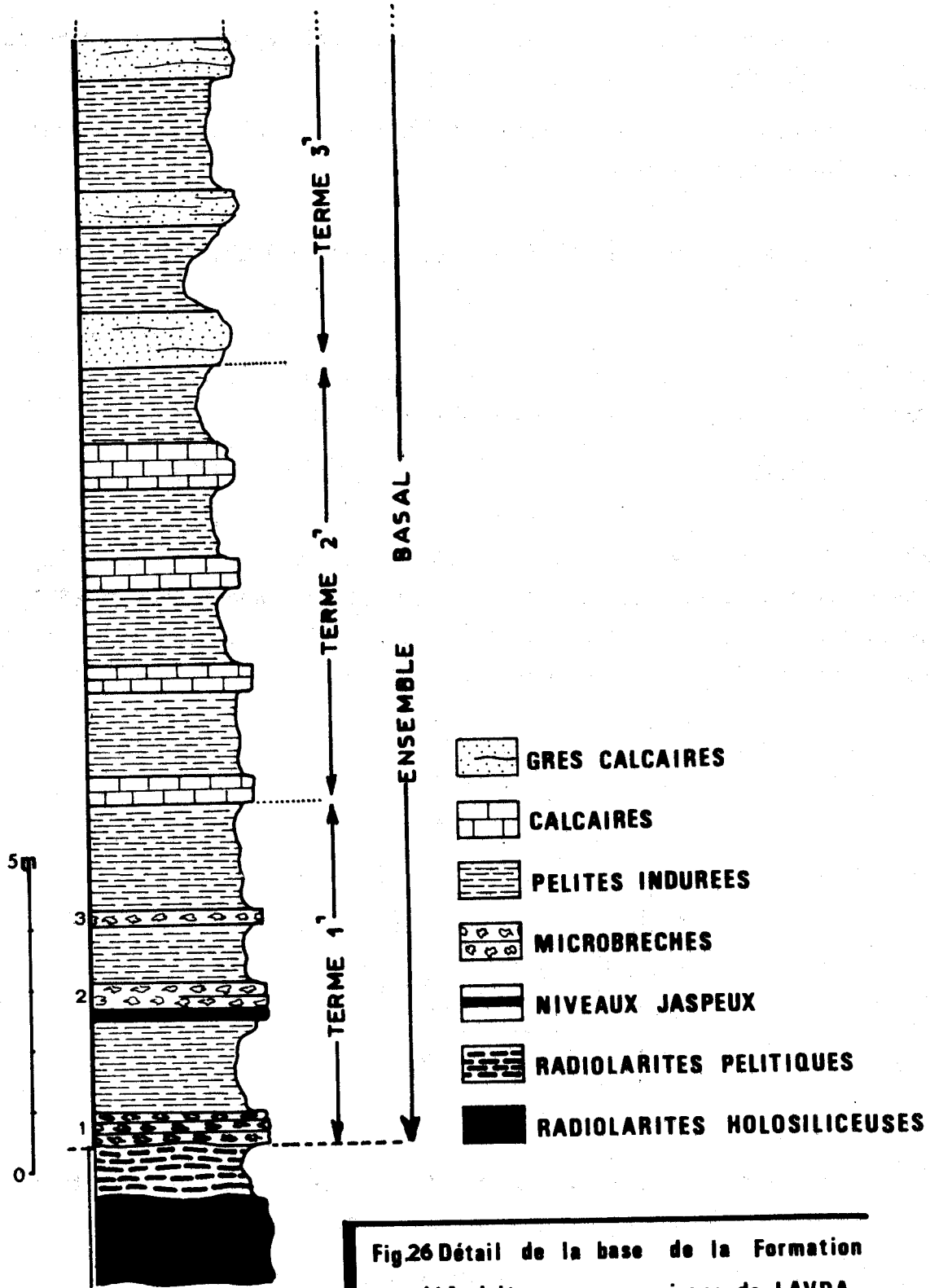


Fig.26 Détail de la base de la Formation d'Andritsena aux environs de LAVDA
- Coupe 11 -



3 fig. 26.) présentent un aspect moins lenticulaire que sur la coupe 7. Ils semblent se prolonger latéralement, en gardant la même puissance, sur plusieurs dizaines de mètres.

Ce terme 1' est l'équivalent du MEMBRE I (cf. Chapitre III).

+ TERME 2' : Les niveaux de microbrèches calcaires sont remplacés ici par des micrites dont l'épaisseur est proche des bancs microbréchiques sous-jacents.

+ TERME 3' : Des grès calcaires en lits un peu plus épais alternent avec des pélites indurées.

- Coupe levée près de KARITENA - Ecaille M. 12 - Coupe 10

Cette coupe montre l'ensemble sommital de la Formation, la colonne lithologique n'en sera pas donnée ici car elle répète celle de la coupe type. Il faut toutefois noter que l'équivalent du Terme 10 (coupe type) montre une série moins calcaire, les récurrences gréseuses y sont beaucoup plus nombreuses et plus épaisses.

ADDITIF : A une cinquantaine de km au N. d'ANDRITSENA, sur la route entre DENDRA et KATOKLITORIA, une coupe montre l'équivalent de la Formation d'Andritsena (cf. "Complexe détritique sus-jacent aux Radiolarites" FLAMENT (1972)). Cette coupe a déjà été détaillée par cet auteur, les figures 27 et 28 en montrent la position et la colonne lithologique. Les derniers niveaux microbréchiques immédiatement sous-jacents aux calcaires en Plaquettes m'avaient livré des Globotruncana helvética BROTZEN (1) caractéristiques du TURONIEN.



Fig. 27 Plan de situation
d'après la

(1) : MAILLOT (in J. AUBOUIN et al., 1970).

Fig.26 La "Formation d'Andritseno" sur la route entre DENDRA & KATOKLITORIA . Coupe 0 .

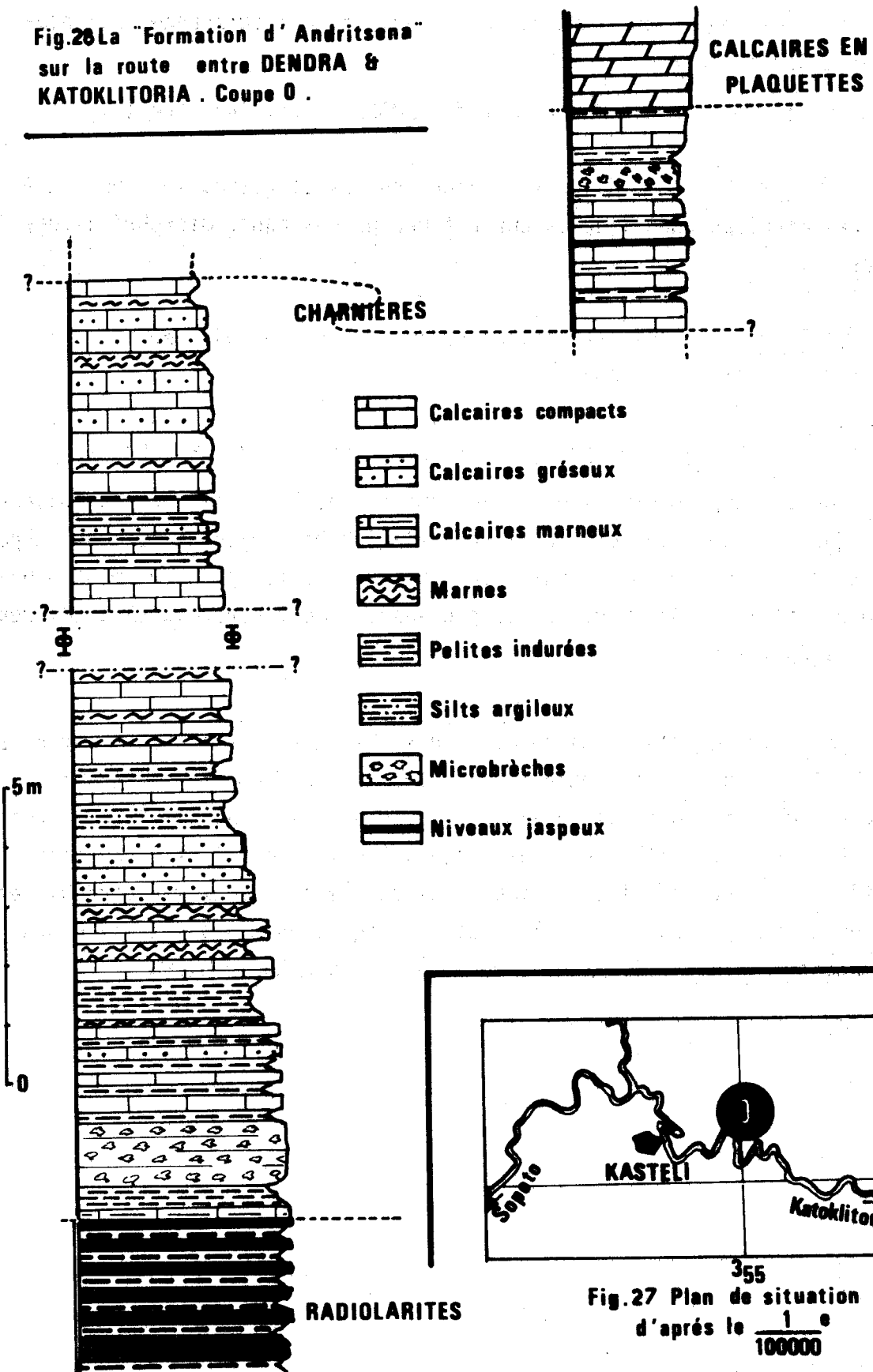


Fig.27 Plan de situation d'après le $\frac{1}{100000}$

BUS
LILLE

CHAPITRE III : PROBLEME DE LA DATATION DE LA FORMATION D'ANDRITSENA

1 - HISTORIQUE

Jusqu'en 1964, on pensait qu'à l'E du Parnasse, la "première" série terrigène était "d'âge Albien-Cénomarien, atteignant parfois le Turonien".

Dans les zones plus externes, et notamment dans le sillon du Pinde, le "Premier flysch", fort réduit en épaisseur (une cinquantaine de mètres au maximum) était daté en Péloponnèse d'âge Barrémien-Cénomarien (DERCOURT, 1964), les travaux de ces dernières années, ont permis de mettre en évidence :

- deux nouvelles séries terrigènes; triasique dans le sillon pindique : TERRY (1969), BONNEAU (1970), berriasiennne dans des zones plus internes : CELET et CLEMENT (1971), CLEMENT (1971), TERRY (1971);

- l'âge éocrétacé, mésocrétacé de la série détritique appelée conventionnellement "Premier Flysch";

Devant la difficulté de mettre en évidence des niveaux riches en faune, j'avais à l'origine de ce travail envisagé plusieurs processus de datation :

- datations par méthodes physiques (datation en âge absolu) des Illites ou des Glauconies : la séparation de ces deux formes minérales s'avéra trop délicate, et le matériel recueilli trop peu abondant pour entreprendre de telles études.
- datations micropaléontologiques par microfiores (1) et microfaunes (2) : la méthode palynologique ne donna aucun résultat, les spores étant très rares et mal conservés dans les dépôts.

Seule la datation de la base et du sommet de la Formation put être réalisée par extraction de microfaune ou détermination en lames minces. En effet, les différentes coupes effectuées m'avaient permis de mettre en évidence deux MEMBRES : l'un basal, l'autre sommital.

(1) : R. COQUEL traita quelques vingt cinq échantillons de la coupe type et y rechercha toute trace de spores fossiles, je l'en remercie vivement.

(2) : J.J. FLEURY effectua toutes les séparations et déterminations de microfaune, qu'il accepte l'expression de ma vive gratitude.

2 - SIGNIFICATION DE "MEMBRE"

J'ai utilisé ce vocable (Traduction de "Member" dans la nomenclature nord américaine) pour désigner un Terme défini par une biozone ou plus généralement par la présence de faune ou de flore.

3 - NATURE LITHOLOGIQUE DES DEUX MEMBRES

MEMBRE I (ou basal) : Quand il existe, ce membre est constitué par une alternance, immédiatement ou presque immédiatement au-dessus des Radiolarites holosiliceuses, de fins niveaux de calcaires microbréchiques gris, parfois légèrement rougeâtres, et de pélites bleutées plus rarement rougeâtres.

Les figures 24 et 26 (chapitre II) montrent bien l'aspect lithologique de ce membre.

Notons que ces fins niveaux microbréchiques sont lenticulaires et qu'ils n'ont pu être mis en évidence que sur un nombre restreint de coupes, lorsqu'ils existent, MEMBRE I et TERME I de l'ensemble basal sont synonymes.

MEMBRE II (ou sommital) : Il est toujours présent lorsqu'on peut observer l'ensemble sommital à l'affleurement. Il correspond au TERME 10 de la coupe type et se compose de calcaires micritiques et de microbrèches calcaires alternant avec quelques passées pélitiques, sédimentation troublée çà et là par des récurrences gréseuses.

La totalité des coupes où l'ensemble sommital a été mis en évidence contient ce Membre, la microfaune se localise dans les passées de calcaires microbréchiques ou de calcaires lités (la structure litée étant liée alors aux accumulations de globotruncanidés).

4 - DETAIL DE LA MICROFAUNE TROUVEE DANS CES DEUX MEMBRES

4.1. MEMBRE I (basal)

Les niveaux 1, 2 et 3 de la coupe 7 (figure 24) ont fourni respectivement :

a. niveau 1

Hedbergella washitensis (CARSEY)

Rotalipora c.f. Cushmani (MORROW)

Rotalipora c.f. ticinensis (GAND.)

Rotalipora c.f. greenhornensis (MORROW)

Hedbergella sp.

Rotalipora sp.

Association caractéristique du CENOMANIEN INFÉRIEUR

b. Niveaux 2 et 3

Hedbergella sp.

Rotalipora sp.

Praeglobotruncana stephani (GAND.)

Praeglobotruncana gr. algeriana (CARON) renzi (GAND.)

Rotalipora sp. (cf. greenhornensis (MORROW))

Certaines de ces formes (Hedbergella, Rotalipora) apparaissant dès l'Albien supérieur, d'autres (Rotalipora cf. greenhornensis) dans la mesure où elles peuvent correspondre à des Rotalipora brotzeni (SIGAL) (voir tableaux de répartition SIGAL (1967) PORTHAULT (1970) en association avec les formes de Praeglobotruncanidés citées plus haut représentent le Cénomalien au Turonien basal; l'association de ces deux ensembles nous conduit à confirmer l'âge CENOMANIEN de ce MEMBRE BASAL.

Remarque : La coupe 11 levée près de LAVDA avait également montré le MEMBRE I (cf. TERME 1', figure 26). L'étude des microfaunes contenues dans les trois niveaux 1, 2 et 3 (fig. 26.) ne nous a pas permis de confirmer ici les datations de la coupe 7. Des débris d'organismes du milieu néritique ont pu être mis en évidence parmi ceux-ci.

Cuneolina sp.

et des débris d'Orbitolines.

4.2 - MEMBRE II (sommital)

Dans la région de KATOKLITORIA, la présence de Globotruncana helvética caractéristiques du TURONIEN dans les niveaux sommitaux du "Premier Flysch" (coupe 0 : sur la route de SOPOTO à KATOKLITORIA) m'avait permis de dater le sommet de cet ensemble détritique. Ces datations furent confirmées depuis (FLAMENT, 1972).

Si nous comparons ces niveaux au MEMBRE SOMMITAL de la Formation d'Andritsena, il apparaît que ce Membre est plus récent; en effet la pluralité des datations convergentes sur de nombreuses coupes rend crédible ce rajeunissement.

Parmi les déterminations effectuées, citons :

a. MEMBRE II de la coupe type

Elle a livré dans les niveaux immédiatement sous-jacents aux calcaires en plaquettes :

- Globotruncana augusticarinata (GAND.)
- Globotruncana coronata BOLLI
- Globotruncana cf. Sigali REICHEL

Les lavages ont permis de déterminer quelques débris de Globotruncana cf. stuartiformis indiquant un âge SANTONIEN sommital à CAMPANIEN basal de ce MEMBRE.

b. MEMBRE II dans une coupe des ECAILLES FRONTALES (coupe 1 : TAXIARCHIS)

Les déterminations réalisées ici sur des microfaunes des mêmes niveaux confirment les précédentes :

- Globotruncana tarfayaensis LEHMANN
- Globotruncana coronata BOLLI
- Globotruncana stuartiformis DALBIEZ
- Globotruncana elevata (BROTZEN)
- Globotruncana cf. ventricosa WHITE

Elles permettent de dater ces niveaux du SANTONIEN très élevé ou du CAMPANIEN basal.

c. MEMBRE II dans la coupe 4 (près de FANARI)

Une microfaune abondante a permis de déterminer :

- Globotruncana tarfayaensis LEHMANN
- Globotruncana coronata BOLLI
- Globotruncana cf. augusticarinata (GAND.)
- Globotruncana stuartiformis DALBIEZ
- Globotruncana cf. fornicata PLUMMER

Association qui pourrait signifier que ces niveaux appartiennent au SANTONIEN sommital ou au CAMPANIEN basal.

5 - CONCLUSIONS SUR LA DATATION DE LA FORMATION D'ANDRITSENA

. Facilement résolue lorsque les deux MEMBRES (basal et Sommital) sont mis en évidence sur un même affleurement, cette datation ne peut s'ef-

fectuer que grâce à des critères structuraux lorsque seul le MEMBRE II existe.

Il est courant en effet de constater sur une même écaille et en prolongement axial sur celle-ci, que le MEMBRE I disparaît latéralement (cf. coupes 4 et 7 près de FANARI). En conséquence, aucune conclusion ne peut être apportée sur le synchronisme ou le diachronisme du MEMBRE I. Par contre il semble bien, et la totalité des déterminations confirme ce fait, qu'il n'y ait pas de diachronisme du MEMBRE II d'E en W dans la région étudiée.

. La datation du MEMBRE I près de FANARI nous a permis d'attribuer un âge CENOMANIEN INFÉRIEUR à la base de la *Formation d'Andritsena*.

Le MEMBRE II a pu être daté du SANTONIEN SOMMITAL à CAMPANIEN BASAL dans sa partie sommitale, datation qui rajeunit notablement le sommet de la Formation dans cette région.

. L'appellation de "Premier Flysch Eo-Mesocrétacé" attribuée à cet ensemble détritique ailleurs en Grèce n'est pas recevable dans la région d'ANDRITSENA, en fonction de ce qui précède l'appellation de "Formation crétacée supérieure" correspond mieux au laps de temps durant lequel se sont accumulés les dépôts détritiques.

Remarque : Les datations effectuées dans les régions plus septentrionales du Péloponnèse (coupe 0, route de SOPOTO) n'ont jamais permis, jusqu'à ce jour, de mettre en évidence un âge SENONIEN MOYEN du sommet du "complexe détritique sus-jacent aux Radiolarites" (1); les microfaunes caractéristiques de la limite SANTONIEN-CAMPANIEN basal ne sont rencontrées qu'à une quarantaine de mètres au-dessus de cette limite supérieure du complexe détritique et au sein des calcaires en plaquettes.

Il semble donc qu'il existe bien un diachronisme du Terme sommital de la Formation et ceci du N au S.

(1) : FLAMENT (1972)

IV. ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES

"L'introduction de méthodes semi-quantitatives, de mesures statistiques et de diagrammes doit être faite, bien que l'on soit ici aux confins du mesurable et au seuil du monde de la nature qui échappe à la mise en équation".

LOMBARD (1959)

A - CHOIX DES METHODES

Souvent très longues, les méthodes sédimentologiques employées dans ce travail n'ont pu être aussi variées que l'aurait souhaité l'auteur, elles ont été complétées par une ébauche d'étude séquentielle - application succincte des analyses de rythmes (cf. BOUMA, LOMBARD).

De nombreux travaux monographiques régionaux effectués en Grèce continentale et en Péloponnèse ont abordé succinctement les problèmes sédimentologiques des flyschs sans jamais le faire avec détail. Notre étude, géographiquement plus restreinte nous a permis d'entreprendre l'analyse sédimentologique d'un de ces "flysch" et de répondre ainsi aux questions suivantes :

- a. Quels sont les constituants minéralogiques de la *Formation d'Andritsena*.
- b. Peut-on déterminer la nature de la (ou des) patries nourricières ?
- c. Corrélativement, les apports sont-ils mono ou polygéniques ?
- d. Quelle est la (ou les) direction de ces apports ?
- e. En l'absence de toute possibilité de corrélation paléontologique, peut-on procéder à des corrélations sédimentologiques ?

Il était intéressant de confronter les résultats obtenus avec ceux présentés par les auteurs et de voir si l'étude de détail de la *Formation d'Andritsena* concernant une aire géographique limitée, pouvait entrer dans les schémas paléogéographiques synthétiques connus.

Les méthodes employées furent très diverses et choisies aussi bien dans les techniques conventionnelles de la sédimentologie que parmi des techniques plus récentes.

POUR METTRE EN EVIDENCE LES CONSTITUANTS MINERALOGIQUES DE LA FORMATION D'ANDRITSENA : j'ai procédé outre l'étude de lames minces au microscope polarisant aux :

- Calcimétries;
- Dolomimétries (qualitatives);
- Etudes des minéraux lourds.

Pour caractériser et comparer entre eux les Termes de la Formation, j'ai usé d'une méthode employée dans les Alpes par CAROZZI (1953) qui fait appel à :

- l'analyse statistique des minéraux opaques;
- l'analyse statistique des micas détritiques;
- l'évaluation quantitative de la microfaune remaniée (1);
- le pourcentage global des carbonates;
- l'évaluation quantitative des quartz détritiques;
- l'étude statistique quantitative et le diamètre maximum des Radiolaires.

POUR REpondre A LA QUESTION : "PEUT-ON DETERMINER LA PATRIE NOURRICIERE"? : j'ai utilisé les méthodes suivantes :

- Granulométries : comptages par points
Colonne de tamis AFNOR
- Etudes des minéraux lourds : études optiques après décantation par liqueur dense.
- Morphoscopies des résidus de lavage : études optiques des grains à faible grossissement.

POUR REpondre A LA QUESTION : "LES APPORTS SONT-ILS MONO OU POLYGENIQUES"? : j'ai utilisé :

- Granulométries : études statistiques après comptages.
- Calcimétries.

Représentations graphiques

Elles sont variables et adaptées à chaque technique. Elles seront précisées lors des analyses des résultats et groupées en tableaux synthétiques.

(1) : CAROZZI considère que dans un faciès détritique toute microfaune risque d'être remaniée.

B - TECHNIQUES EMPLOYEES

1 - Granulométries

Deux types de granulométries ont été utilisées, en fonction de la cohérence du sédiment :

. Granulométrie au compteur de point "SWIFT AND SON" avec platine intégratrice, pour l'étude sur lames minces taillées dans des sédiments cohérents.

. Granulométrie par machine vibrante et colonne de tamis suivant la gamme AFNOR.

1.1 - Granulométries au compteur de points

La description de l'appareil utilisé ne sera pas donnée, précisons seulement qu'il est complété par un oculaire micrométrique étalonné permettant une mesure simple du diamètre moyen des grains des minéraux détritiques. Les limites arbitraires des classes de diamètres sont choisies en fonction du type de sédiment à analyser et se rapprochent de celles utilisées par BOUMA (1962). Cet auteur recommande les valeurs suivantes permettant de distinguer le contour des grains :

0, 33 μ , 66 μ , 100 μ , 133 μ , 166 μ , 200 μ , 233 μ , 266 μ , 300 μ , 333 μ .

Les espacements (1/3 mm) entre deux positions latérales contiguës, évitent de faire intervenir deux fois le même grain détritique dans le calcul statistique. Les travées étant elles-mêmes séparées par des intervalles de 1/3 mm.

1.2 - Erreurs de manipulation et de comptage

On démontre que l'écart type σ_T d'une estimation P a pour valeur en pourcentage total :

$$\sigma_T = 100 \sqrt{\frac{P(1-p)}{n_T}}$$

dans cette équation n_T représente le nombre de points comptés sur l'ensemble de la lame mince. De cette formule, nous pouvons déduire qu'il est inutile de multiplier exagérément le nombre total des points comptés puisque le gain de précision n'est proportionnel qu'à la racine carrée de n_T . L'erreur d'estimation des diamètres maximum des grains suivant les observateurs, peut être évaluée à 5 % pour un comptage de 200 à 300 grains. J'ai donc adopté cet ordre de grandeur et exprimé ensuite les résultats des différentes classes en pourcentages.

1.3 - Représentations graphiques

J'ai présenté l'ensemble des courbes cumulatives obtenues en groupant les résultats d'une même coupe lorsque les échantillons analysés sont peu nombreux, ou par zones sédimentologiques (1) de coupe lorsque le nombre d'échantillons est important. Dans les tableaux synthétiques résumant les principaux résultats des analyses sédimentologiques, j'ai consacré à la suite de CAROZZI (1953) la troisième colonne aux granulométries. Enfin, un ensemble de cartes géographiques montre les variations dans l'espace du diamètre moyen des grains détritiques, et du classement des éléments détritiques.

1.4 - Analyses statistiques des comptages

J'ai choisi de reproduire toutes les courbes cumulatives en échelle arithmétique de manière à mettre en évidence les variations de la granulométrie par le calcul aisé des paramètres centraux et de dispersion.

J'explicité, pour chaque cas limite, la médiane obtenue par la méthode graphique; comme paramètres de dispersion et après analyse des premiers résultats, je complète le calcul des quartiles par celui des cinquièmes et quatre vingt - quinzièmes centiles, lorsque les quartiles ne donnent pas une image exacte de la dispersion. La différence de ces centiles correspond approximativement à la valeur de quatre écarts types (deux de chaque côté de la moyenne). Le classement est bon lorsque l'écart type est faible, nous pourrions donc évaluer rapidement par la différence entre centiles la qualité du classement de l'échantillon étudié. Cette méthode permet de surcroît, et par simple lecture graphique, de connaître immédiatement - les classes étant équidistantes - la dispersion de 90 % des éléments constitutifs de l'échantillon détritique.

Pour chaque échantillon analysé, je préciserai la moyenne du diamètre moyen des grains détritiques, et le coefficient de TRASK (Trask's Sorting Coefficient : S_0) qui donne une évaluation exacte du triage lorsque la dispersion n'est pas trop importante aux extrémités de la courbe cumulative (0 à 25 % et 75 à 100 %).

Rappelons qu'il est égal à

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

Où Q_3 : quartile le plus élevé; Q_1 : quartile le plus faible.

(1) : J'ai utilisé le mot "zone" pour désigner une tranche de terrain représentant une entité lithologique et géochimique, on ne s'étonnera pas si la coïncidence entre "Terme (entité macroscopique) et "zone" n'est pas toujours exacte il n'y a a priori aucune raison pour que cette correspondance soit parfaite.

D'après TRASK, les renseignements se déduisent de la valeur du coefficient de triage :

$1 < S_0 < 2,5$	sédiment bien classé
$2,5 < S_0 < 3$	sédiment normalement classé
$3 < S_0 < 4$	sédiment faiblement classé
$4 < S_0$	sédiment mal classé

FOLK (1968) précise en outre que les sables de plages ont, en général, un coefficient de TRASK compris entre : $1,3 < S_0 < 1,5$.

1.5 - Résultats

α. COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES DE LA COUPE TYPE DE LA FORMATION D'ANDRITSENA (coupe n° 3.)

J'ai regroupé les différents termes analysés précédemment en zones sédimentologiques.

ZONE 1 : Fig. 29. : De la base de la Formation jusqu'à 34 m : échantillons P. 701 à P. 715.

Les neuf échantillons suffisamment indurés pour être traités au litho-lamellage montrent une granulométrie très homogène. Les paramètres centraux et de dispersion sont respectivement :

TABLEAU 1

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 3 - ZONE 1)

N° Ech.	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 702	22	15	72	1,21
P. 704	53	38	101	1,63
P. 705	72	45	135	1,73
P. 706	47	35	92	1,61
P. 708	72	45	148	1,81
P. 710	38	30	78	1,61
P. 711	63	51	117	1,51
P. 712	30	23	60	1,61
P. 714	30	23	60	1,61

Fig 29 - Zone 1. Coupe 3

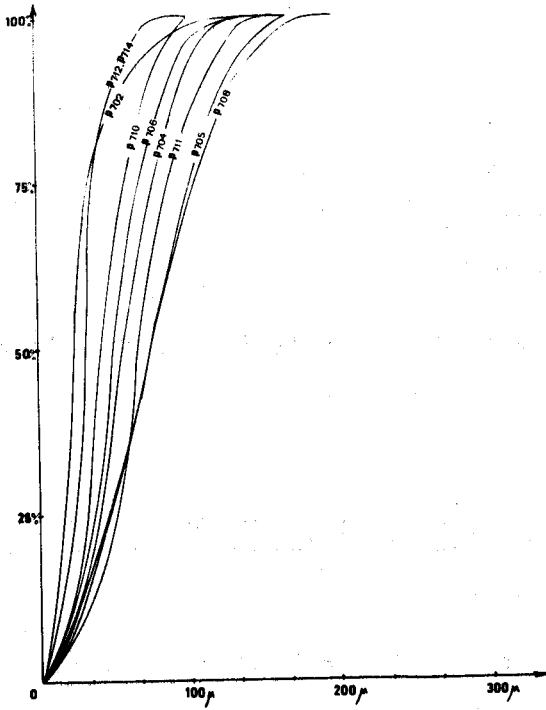


Fig 30 - Zone 2. Coupe 3

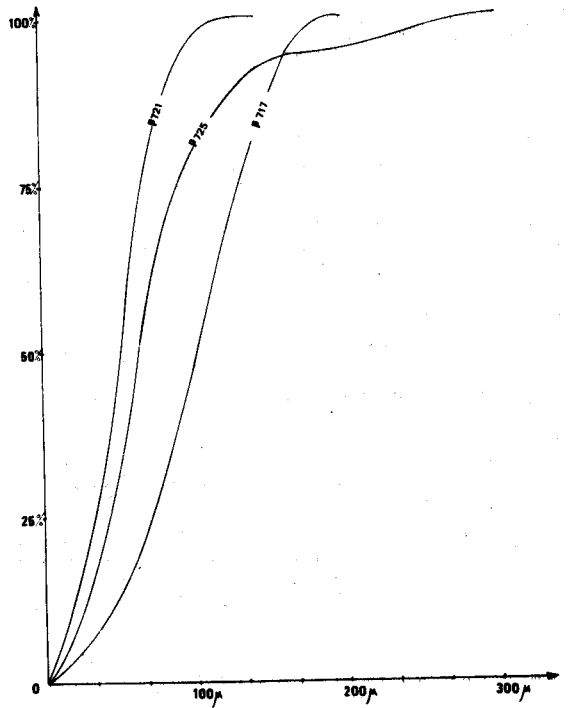


Fig 31 - Zone 3a. Coupe 3

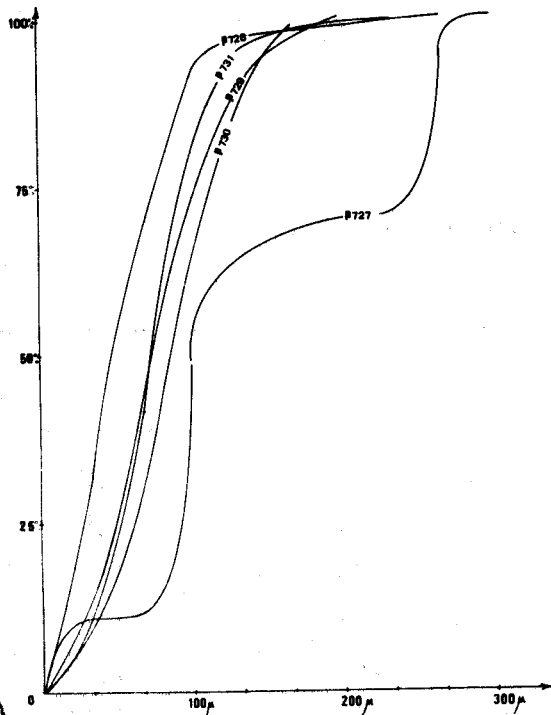
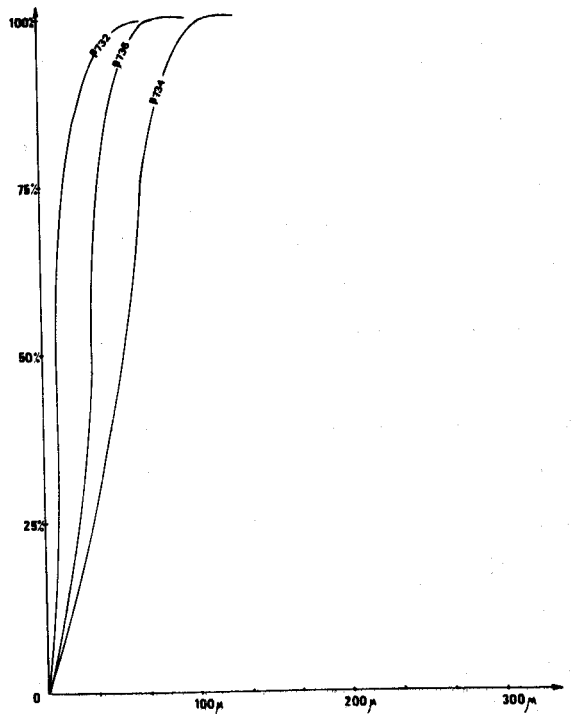


Fig 32 - Zone 3b. Coupe 3



COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES
DE LA COUPE TYPE

Le coefficient de TRASK varie entre : $1,21 < S_0 < 1,81$; la moyenne de ce coefficient pour les neuf échantillons est de 1,59. Sur le graphique des courbes cumulatives, et après construction des histogrammes de fréquence, nous constatons que ces courbes sont unimodales. Leur dispersion reste très faible, le sédiment est donc "bien classé".

La moyenne du diamètre moyen donne une valeur de 47μ .

ZONE 2 : Fig. 30.: de 34 m à 71 m : échantillons P. 716 à P. 727. Peu d'échantillons de cette zone ont pu être analysés au compteur de points, leur faible cohérence n'a permis de réaliser que trois lames minces.

Les granulométries au compteur de point seront complétées par des sédimentométries à la pipette. J'ai complété les mesures des quartiles par celles des cinquièmes et quatre vingt - quinzièmes centiles et j'ai évalué l'inter-centile (IC).

TABLEAU 2

PARAMETRES CENTRAUX ET DE DISPERSIONS DES COURBES (COUPE 3 - ZONE 2)

N° Ech.	M	Q 1	Q 3	5°C	95°C	IC	S ₀
P. 717	100	71	130	23	160	137	1,35
P. 721	50	33	66	8	90	82	1,23
P. 725	62	42	87	12	178	166	1,44

Le coefficient de TRASK varie entre $1,23 < S_0 < 1,44$; on pourrait conclure hâtivement que le sédiment est bien classé. Le calcul de l'intercentile montre une assez forte dispersion pour l'échantillon P. 725 (écart type ≈ 41) c'est-à-dire pour le sommet de cette zone. La moyenne des valeurs des diamètres moyens des grains détritiques est de $70,6\mu$.

ZONE 3a : fig. 31. : Présentant des caractères lithologiques peu différents (même composition minérale, teneurs en carbonates proches) la zone 3 a pu être scindée en un certain nombre de sous-ensembles d'après leurs caractéristiques granulométriques.

71 à 76 m : Echantillons P. 727 à P. 731.

Tous les échantillons de cette portion, riches en éléments détritiques ont pu être analysés.

TABLEAU 3

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 3 - ZONE 3a)

N° Ech.	M	Q 1	Q 2	S ₀
P. 727	100	91	244	1,64
P. 728	45	26	75	1,69
P. 729	71	49	104	1,45
P. 730	84	61	112	1,35
P. 731	71	53	94	1,33

La plupart des échantillons P. 728 à P.731 inclus, présentent un bon classement et une dispersion faible. L'échantillon P. 727 montre une courbe pluri-modale à trois modes : 0 - 33 μ ; 66 - 100 μ ; 266 - 300 μ .

Les 5° centile, 95° centile et l'Intercentile sont respectivement égaux à : 7 μ - 265 μ et 258 μ .

L'écart type est voisin de 65, La moyenne des diamètres moyens de 74,2. La transition entre le sommet de la zone 2 - où les sédiments sont très bien classés - et la zone 3a - où la base montre un coefficient de dispersion important - est donc bien marquée; corrélativement à ce triage beaucoup moins bon de la base de la zone 3a, nous pouvons constater qu'il existe une nette tendance à l'accroissement du diamètre moyen des grains.

ZONE 3b et 3c : fig. 32. : 76 à 85 m puis 85 m à 97 m. Echantillons P.732 à P. 736.

TABLEAU 4

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 3 - ZONES 3b et 3c)

N° Ech.	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 732	10	8	18	1,50
P. 734	55	30	70	1,53
P. 736	36	21	47	1,39

Le classement de ce sédiment est bon, l'écart type reste toujours faible, la moyenne des coefficients de TRASK se situe autour de 1,47.

La moyenne des diamètres moyens se situe à 32,8. Remarquons que le diamètre moyen est d'abord faible, qu'il croît ensuite pour redevenir enfin faible.

ZONE 3d : fig. 33.: 97 à 118 m : Echantillons P. 737 à P.748.

TABLEAU 5

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 3 - ZONE 3d)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 739	81	62	113	1,14
P. 743	100	67	125	1,22
P. 745	45	27	60	1,29
P. 748	45	27	60	1,29

L'ensemble des échantillons est bien classé, le coefficient de TRASK montre une grande constance

$$1,14 < S_0 < 1,29$$

Fig 33 - Zone 3d - Coupe 3

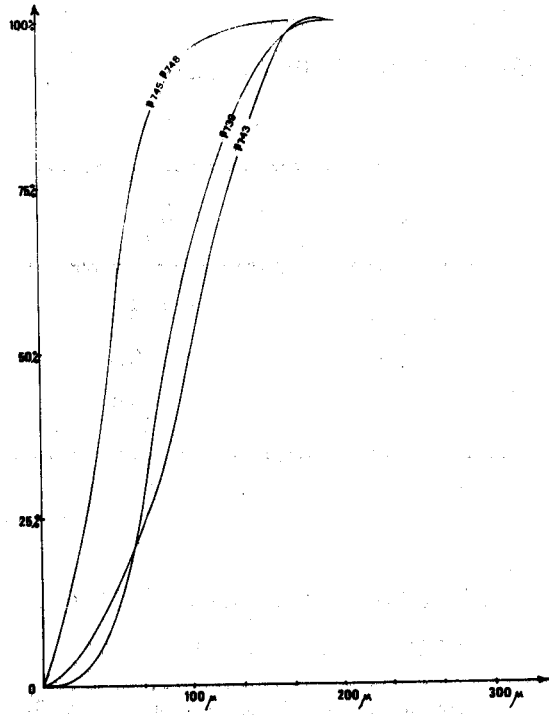


Fig 35 - Zone 4 - Coupe 3

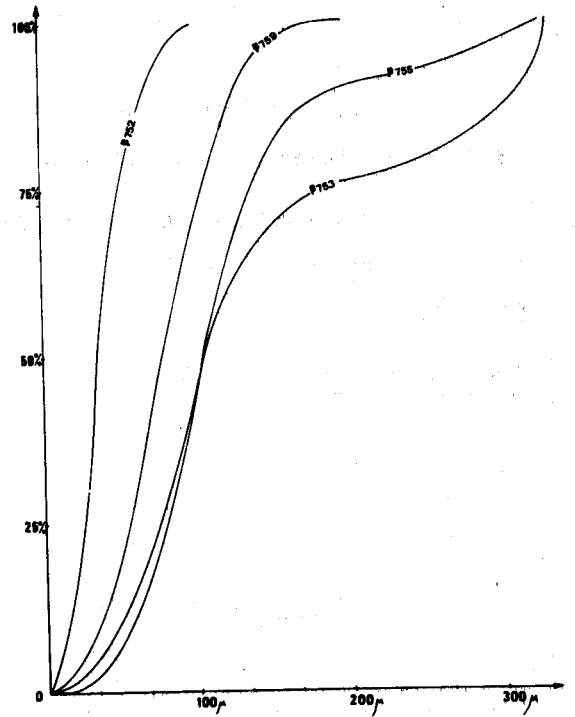
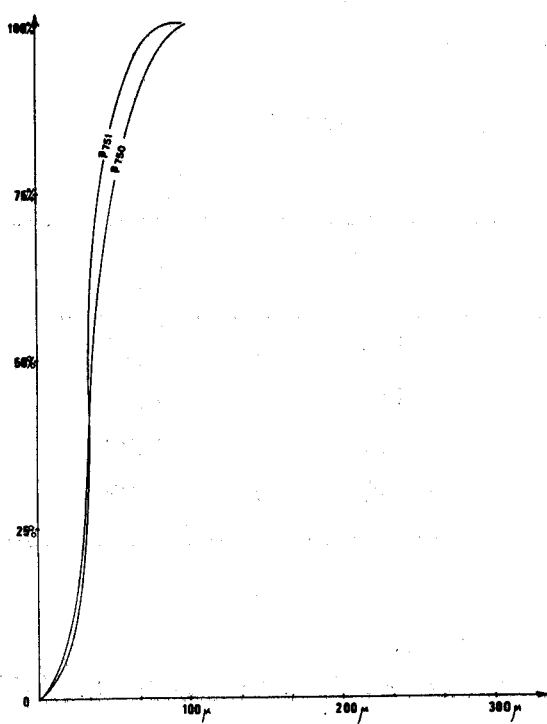


Fig 34 - Zone 3a - Coupe 3



COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES DE LA
COUPE TYPE

L'écart type reste toujours faible. La moyenne des diamètres moyens est de 75μ .

ZONE 3e : Fig. 34. : 118 m à 122 m : Echantillons P. 749 à P. 751.

TABLEAU 6

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 3 - ZONE 3e)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 750	36	29	53	1,35
P. 751	34	31	43	1,17

Le sédiment est bien classé; l'écart type faible; la moyenne des diamètres moyens de 38μ

ZONE 4 : Fig. 35 : 122 m à 140 m : Echantillons P. 752 à P. 759.

TABLEAU 7

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 3 - ZONE 4)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 752	36	24	50	1,44
P. 753	107	74	187	1,59
P. 755	107	80	140	1,32
P. 759	80	54	108	1,41

Le coefficient de TRASK varie peu pour ces mesures, remarquons néanmoins que les échantillons P. 753 et P. 755 présentent des courbes bimodales.

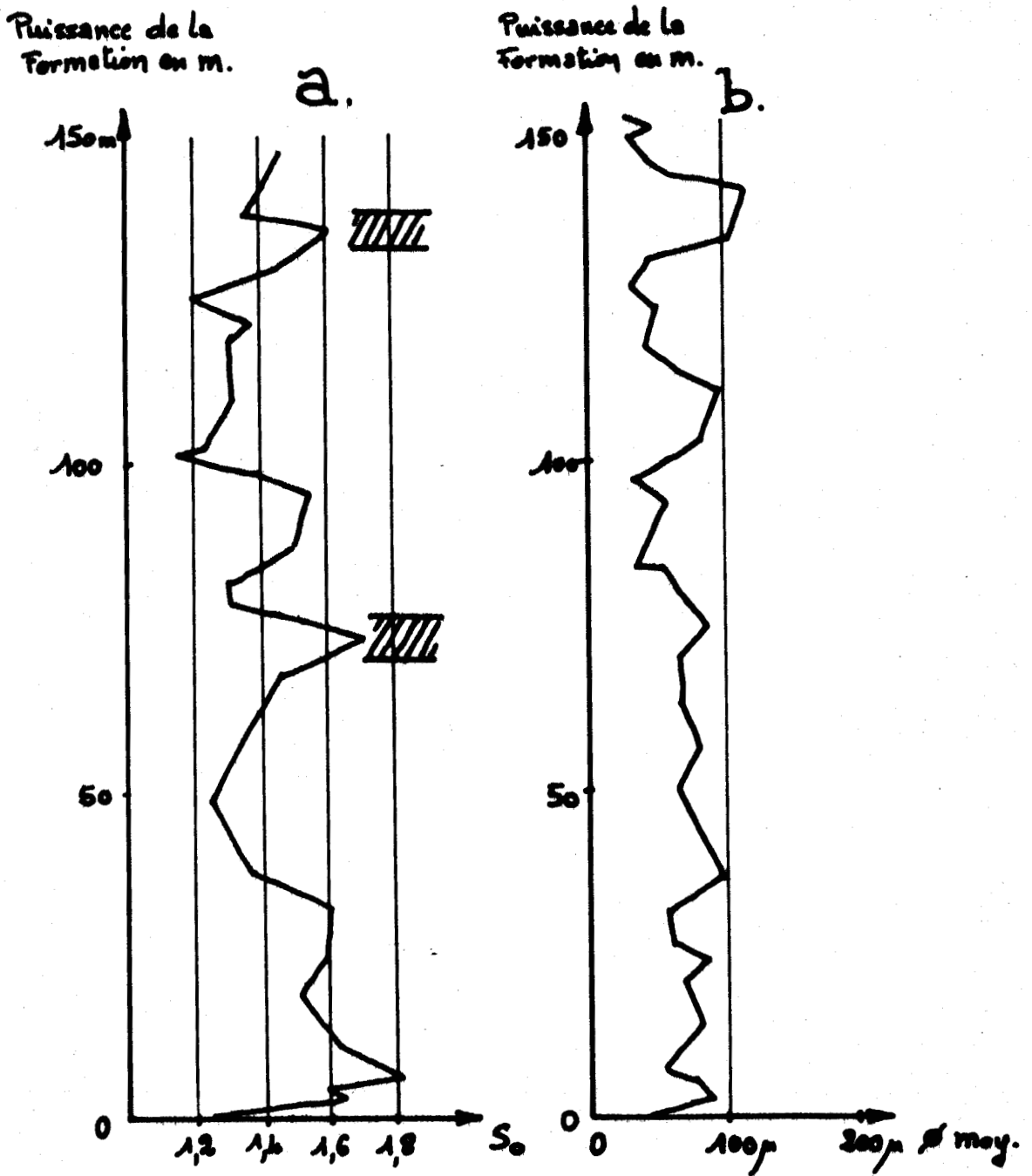


Fig 35 bis: Variations du coefficient de Trans et du Diamètre moyen des grains dans la granulométrie de la coupe type de la FORMATION D'ANDRITSENA



TABLEAU 8

PARAMETRES DE DISPERSION DES COURBES (COUPE 3 - ZONE 4)

Ech. N°	50°C	95°C	I.C.
P. 753	32	328	296
P. 755	42	290	248

Les intercentiles montrent des valeurs élevées et les écarts types $\sigma_{p753} \approx 75\mu$ et $\sigma_{p755} \approx 62\mu$. prouvent que le classement est moins bon pour ces deux échantillons. La moyenne des diamètres moyens est 74μ .

Résultats granulométriques de la coupe type de la Formation d'Andritsena (fig. 35 bis)

a. Les éléments détritiques contenus dans les sédiments de la coupe type sont tous bien classés :

$$1,14 < S_0 < 1,81$$

Deux portions de coupe doivent cependant retenir notre attention :

- celle comprise entre 67 et 72 m où les échantillons P. 725 et P. 727 montrent des écarts types relativement élevés ($\sigma = 42$ et $\sigma = 65$ les courbes de ces deux granulométries étant plurimodales (partie hachurée de la figure 35 bis.a).)

- celle comprise entre 125 et 135 m environ où les échantillons P. 753 et P. 755 montrent des écarts types élevés ($\sigma = 75$ et $\sigma = 62$).

La figure 35 bis (a) résume les variations des coefficients de TRASK et signale les portions de coupe à intercentiles élevés.

b. Le diamètre moyen des grains varie peu; la figure 35 bis(b) résume les variations verticales de ce diamètre moyen pour l'ensemble de la coupe type :

- la moyenne du diamètre moyen de l'ensemble basal est de 60μ ;
- la moyenne du diamètre moyen de l'ensemble médian est de 63μ ;
- cette même valeur est de 74μ pour l'ensemble sommital.

Les paramètres granulométriques variant peu verticalement, il était intéressant d'essayer de mettre en évidence d'éventuelles variations dans l'espace.

β. COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES DES COUPES
DES ECAILLES FRONTALES

Plusieurs granulométries ont été effectuées. Un seul groupe de résultats a été choisi; d'autres donnant des résultats identiques n'ont pas été reproduits.

Granulométries de la coupe 1 bis et 1 ter (Environs de
TAXIARCHIS) fig. 36.

Cette coupe montre essentiellement l'ensemble sommital de la Formation (voir Ch. IV. F. 1). Elle est levée dans l'écaille F.4.

Onze échantillons représentatifs des quinze mètres sous-jacents aux calcaires en plaquettes ont donné les résultats suivants :

TABLEAU 9

PARAMETRES CENTRAUX ET DE DISPERSION DES COURBES (COUPES 1 bis et 1 ter)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	5°	95°	I.C.	S ₀
P. 534	172	105	260	62	315	253	1,57
P. 535	25	12	53				2,10
P. 536	103	85	126				1,24
P. 537	10	8	20				1,58
P. 539	10	8	20				1,58
P. 540	10	8	20				1,58
P. 541	10	8	20				1,58
P. 542	25	12	53				2,10
P. 543	10	8	20				1,58
P. 547	132	112	162	83	238	155	1,20
P. 549	108	75	250	42	260	218	1,82

Lorsque la dispersion était importante (P. 534, P. 547 et P. 549) les 5° et 95° centiles ont été calculés.

Fig.36 - Coupe 1bis -

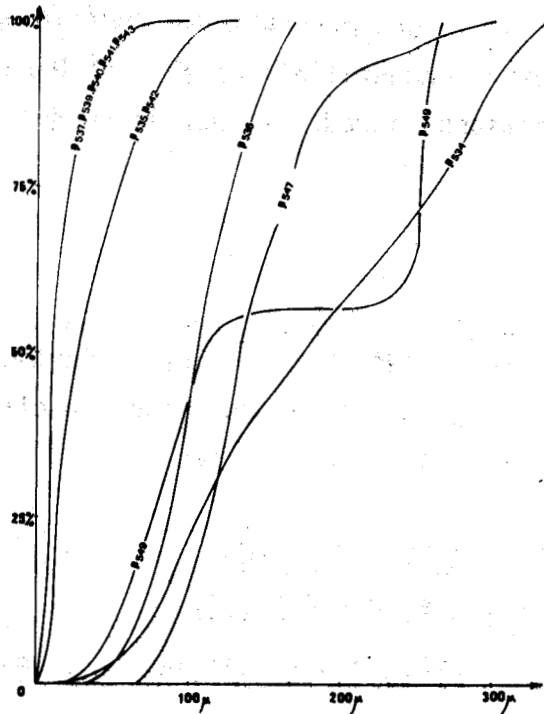


Fig.37 - Coupe 2 -

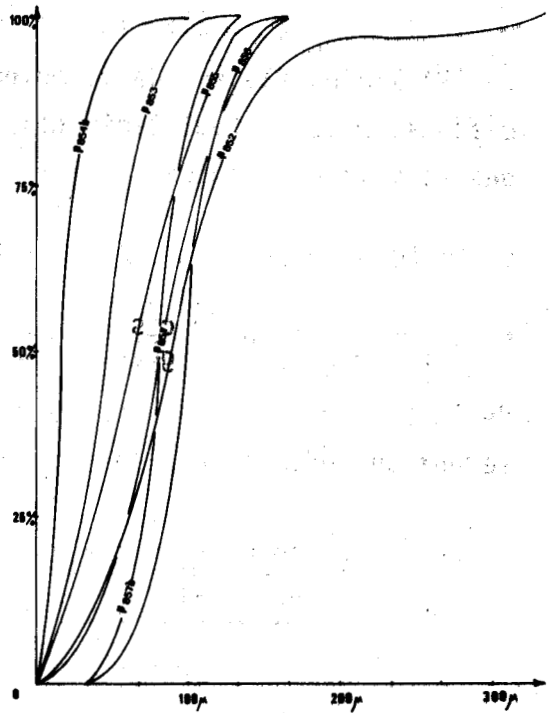


Fig.38 - Zones 2, 3, 4 & 5 - Coupe 4

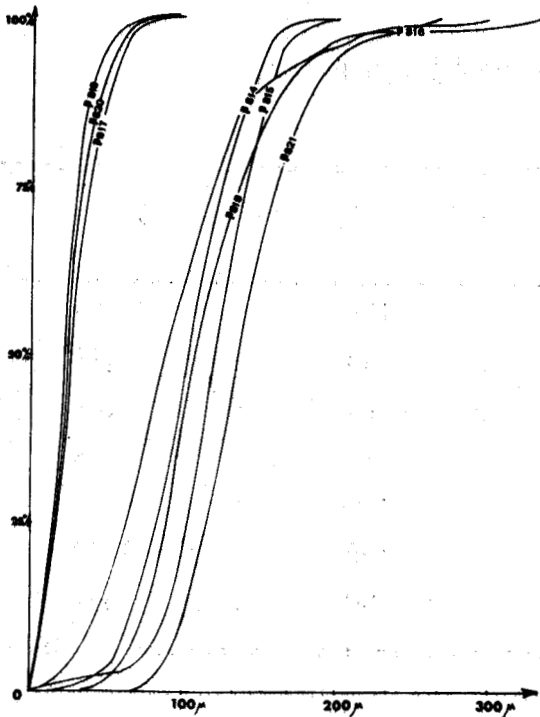
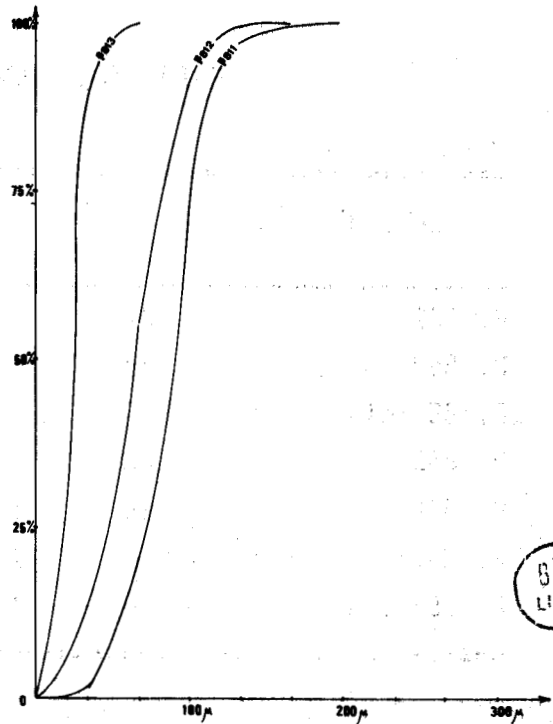


Fig.39 - Zone 1 - Coupe 4



COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES
(Ecailles Frontales et Occidentales)

a. On notera l'existence de deux types de classements :

- les échantillons P. 535, P. 542 et P. 549 montrent des coefficients de TRASK plus élevés que la moyenne. Les autres échantillons paraissant bien classés; mais il faut tenir compte de corrections introduites par le calcul des coefficients de dispersion.

b. La moyenne du diamètre moyen est de 57 μ .

c. La comparaison de ces deux ensembles de résultats avec ceux de la coupe type, distante géographiquement de 15 km, fait apparaître : une diminution de la valeur de la moyenne du diamètre moyen des grains, et un moins bon classement du sédiment de l'ensemble sommital des coupes 1 bis et ter.

γ . COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES DES COUPES
DES ECAILLES OCCIDENTALES (autres que la coupe type)

γ .1 Coupes transversales à la direction des écailles (\cong EW)

Cette coupe a été levée dans l'ensemble sommital de la Formation (Ecaille 0.11). Les sept échantillons qui ont pu être analysés représentent les vingt mètres immédiatement sous-jacents aux calcaires en plaquettes.

TABLEAU 10

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 10)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 852	87	59	115	1,39
P. 853	44	28	60	1,46
P. 854 bis	15	11	24	1,48
P. 855	62	35	90	1,60
P. 856	98	83	109	1,14
P. 857	80	59	106	1,34
P. 857 bis	80	69	90	1,14

La plupart des échantillons présentent un bon classement et une faible dispersion.

L'échantillon P 852 fait exception à cette règle, les 5° centiles et 95° centiles sont respectivement de 20 et 185 μ . L'intercentile est égal à 165 μ (écart type $\sigma= 41$).

GRANULOMETRIES DE LA COUPE 4 (près de FANARI) fig. 38 et fig. 39.

Un nombre d'échantillons plus faible que sur la coupe type a été prélevé sur la coupe de FANARI (écaille 0.13) levée en moins grand détail. Cinq zones sédimentologiques ont pu être distinguées en fonction de leur lithologie et de leur teneur en carbonates.

TABLEAU 11

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 4)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 811	89	70	100	1,18
P. 812	62	45	82	1,35
P. 813	24	18	26	1,20
P. 814	100	81	122	1,22
P. 815	118	101	138	1,17
P. 816	85	62	116	1,37
P. 817	23	16	35	1,48
P. 818	20	14	27	1,38
P. 819	105	88	134	1,23
P. 820	21	15	30	1,41
P. 821	134	114	156	1,17

La moyenne du coefficient de TRASK est de 1,29 (contre 1,40 pour les mêmes zones de la coupe type). Le gradient de classement semble varier très peu, les deux moyennes montrant un bon classement. La moyenne des diamètres moyens de la zone 1 est de 58 μ , elle est de 76 μ pour les zones 2, 3, 4 et 5.

GRANULOMETRIES DE LA COUPE 9 (entre ANDRITSENA et ALIPHERA) fig. 40

L'ensemble de la Formation a pu être mis en évidence sur cette coupe, toutefois les conditions d'affleurement sont beaucoup moins bonnes que pour les coupes précédentes.

Trois échantillons représentatifs de l'ensemble de la série ont été choisis.

TABLEAU 12

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 9)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 860	135	102	170	1,29
P. 861	71	60	90	1,22
P. 862	29	21	38	1,34

L'échantillon P. 860 montre une plus grande dispersion que les deux autres échantillons. Les 5° et 95° centiles sont respectivement égaux à 60 μ et 286 μ . L'interquartile est de 226 μ (σ 56). L'indice moyen du coefficient de TRASK est de 1,28 (très voisin de celui de la coupe 4 : FANARI). La moyenne des diamètres moyens est de 78 μ .

γ2 COUPES SUIVANT L'AXE DES ECAILLES

GRANULOMETRIES DE LA COUPE 12 (entre ANDRITSENA et LINISTENA) fig. 41

Cette coupe se trouve à 2 km à l'W de la coupe type. Certains termes de l'ensemble médian, la totalité de l'ensemble sommital y ont été reconnus.

Le coefficient moyen de TRASK est un peu plus faible que celui de la coupe type (1,32 contre 1,40). Il faut toutefois remarquer que la dispersion est importante dans le dernier décile (90 à 100 %) ce qui infirme la remarque précédente. La moyenne des diamètres moyens est de 80 μ .

TABLEAU 13

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 12)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 879	86	63	109	1,34
P. 880	105	93	125	1,16
P. 881	78	66	104	1,25
P. 882	78	66	104	1,25
P. 883	92	60	120	1,41
P. 885	72	58	92	1,26
P. 887	52	30	70	1,52

GRANULOMETRIES DE LA COUPE 6 (entre BASSAE et ANDRITSENA) fig. 42

Le sommet de l'ensemble médian, et l'ensemble sommital tout entier ont pu être ici mis en évidence.

TABLEAU 14

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 6)

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 836	122	100	135	1,16
P. 837	78	58	110	1,34
P. 838	102	89	120	1,16
P. 839	80	70	96	1,17
P. 840	62	46	70	1,23
P. 841	80	70	96	1,17
P. 842	67	50	85	1,30



Seul l'échantillon P. 836 montre une forte dispersion, les paramètres

Fig.40 - Coupe 9 -

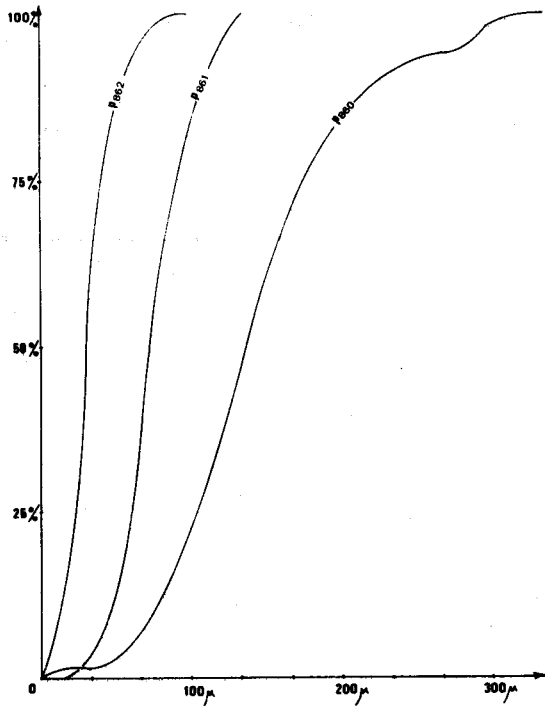


Fig.41 - Coupe 12 -

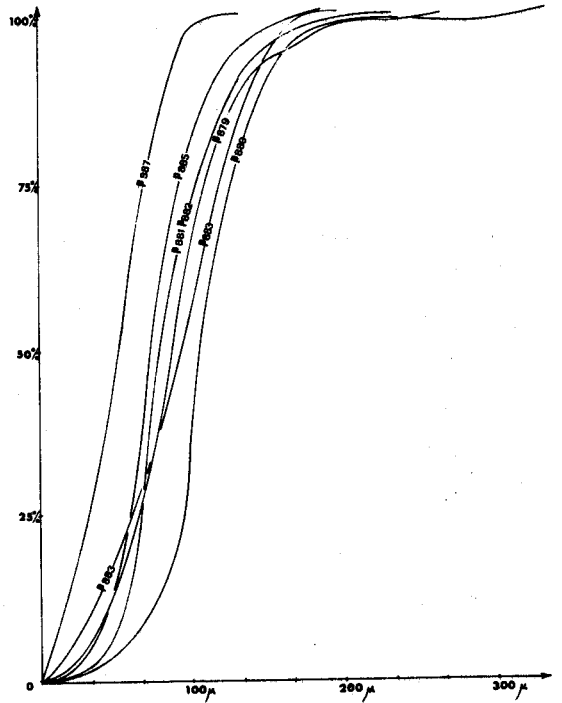


Fig.42 - Coupe 8 -

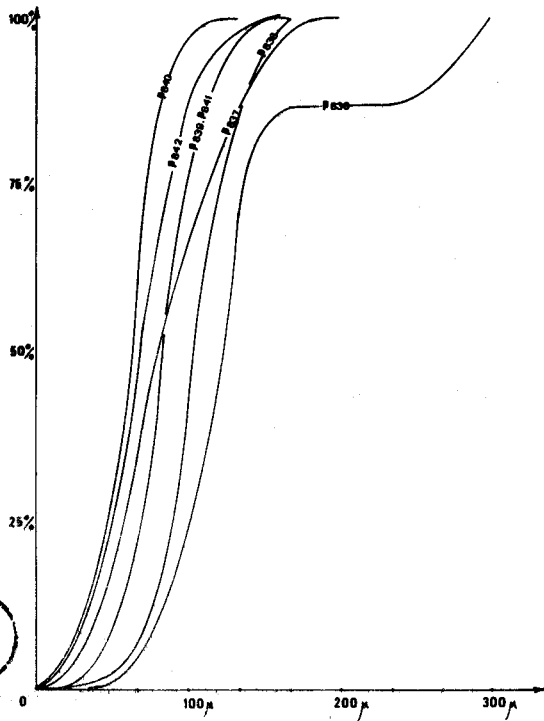
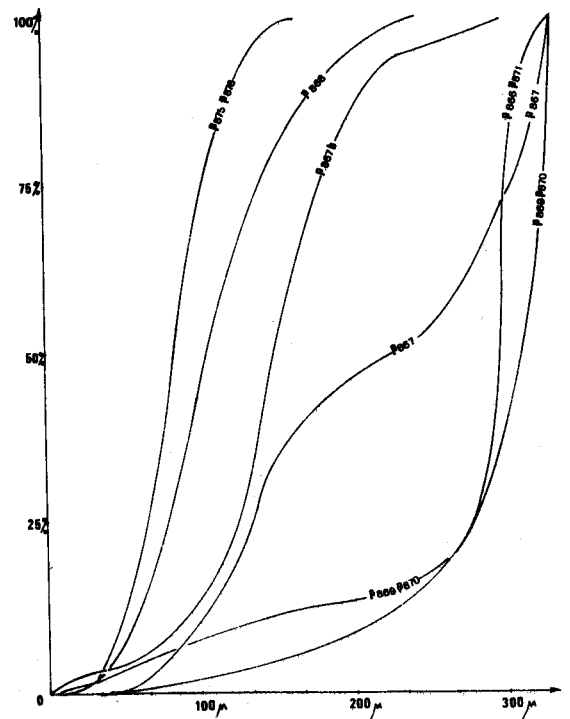


Fig.45 - Coupe 11 -



COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES
(Ecailles Occidentales et Médiannes)

calculés sont respectivement égaux à 282μ , 66μ et 216μ (5°C , 95°C et IC).
La moyenne des diamètres moyens est de 84μ .

6. COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES DES COUPES
DES ECAILLES MEDIANES

GRANULOMETRIES DE LA COUPE 11 (près de LAVDA) fig. 43

Cette coupe montre les différents ensembles de la Formation, la base a plus particulièrement été échantillonnée.

TABLEAU 15

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES (COUPE 11)

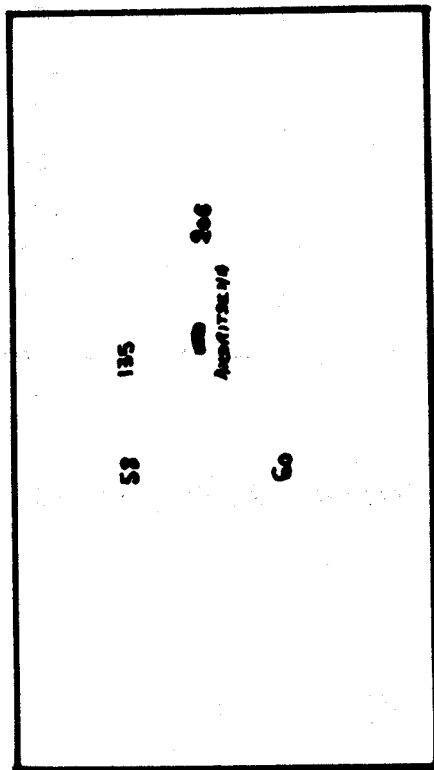
Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 866	295	280	300	1,08
P. 867	230	132	305	1,52
P. 867 bis	146	122	175	1,20
P. 868	104	77	138	1,34
P. 869	310	280	325	1,08
P. 870	310	280	325	1,08
P. 871	295	280	300	1,03
P. 875	83	63	102	1,27
P. 876	83	63	102	1,27

Un certain nombre d'échantillons présentent des dispersions notables :

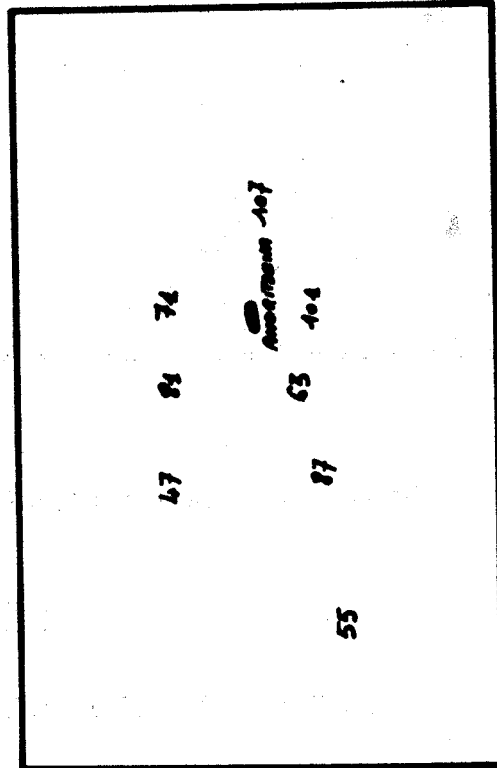
TABLEAU 16

PARAMETRES DE DISPERSIONS DES COURBES (COUPE 11)

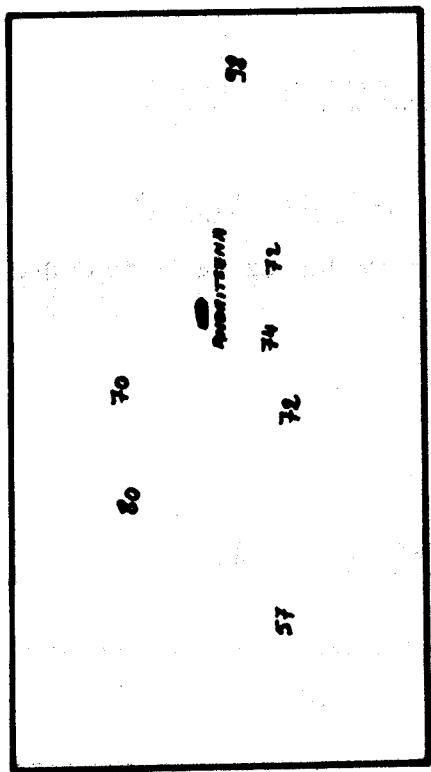
Ech. N°	5°C	95°C	IC
P. 866	150	315	165
P. 867	75	327	252
P. 869	65	330	265
P. 870	65	330	265
P. 871	150	315	165



a. Evolution du ϕ moy: Ensemble Basal



b. Evolution du ϕ moy: Ensemble Median



c. Evolution du ϕ moy: Ensemble Summital.

Fig. 44 : Evolution des diamètres moyens des éléments clastiques de la Formation d'Andritsena dans les trois Ensembles

La moyenne des coefficients de classement (S_0) doit être corrigée en fonction des valeurs élevées des écarts types. En fait le classement est beaucoup moins bon qu'il n'apparaît sur le tableau 15, ainsi que le montrent les coefficients de dispersion du tableau 16. La moyenne des diamètres moyens donne un résultat élevé : 206 μ .

1.6 - Conclusions générales sur les granulométries au compteur de points

a. Tous les éléments détritiques des sédiments analysés sont bien classés (d'après l'échelle de TRASK), aussi bien dans l'espace que dans le temps.

Le triage varie peu dans la région étudiée; les calculs des coefficients de dispersion montrent que dans la partie orientale, les coefficients de TRASK doivent être corrigés en hausse.

En tenant compte de cette correction, aucun gradient géographique ne se dégage du coefficient de TRASK, par contre les moyennes des diamètres moyens des détritiques font apparaître une polarité sensiblement E-W car si nous analysons cette variation dans les trois ensembles de la *Formation d'Andritsena*, les résultats figurés sur les trois schémas (fig. 44, a, b et c) convergent, et font apparaître une décroissance du diamètre moyen d'E en W. Il faut remarquer qu'on aurait pu, a priori, s'attendre à un résultat tout autre après avoir réalisé les mesures du coefficient de TRASK; en effet selon les auteurs, un meilleur triage vers l'W doit s'inscrire dans la logique du bassin de sédimentation, les résultats numériques ne confirment pas ce corollaire de l'opinion régnante.

b. La coupe type apporte des précisions sur les variations du coefficient de TRASK modifié et des valeurs du diamètre moyen au cours de la sédimentation c'est-à-dire dans le temps. Deux tranches de terrain présentent des coefficients de dispersion élevés :

- une comprise entre 67 et 72 m où les σ varient entre 42 et 65 μ .
- une comprise entre 125 et 135 m où les σ sont compris entre 62 et 75 μ .

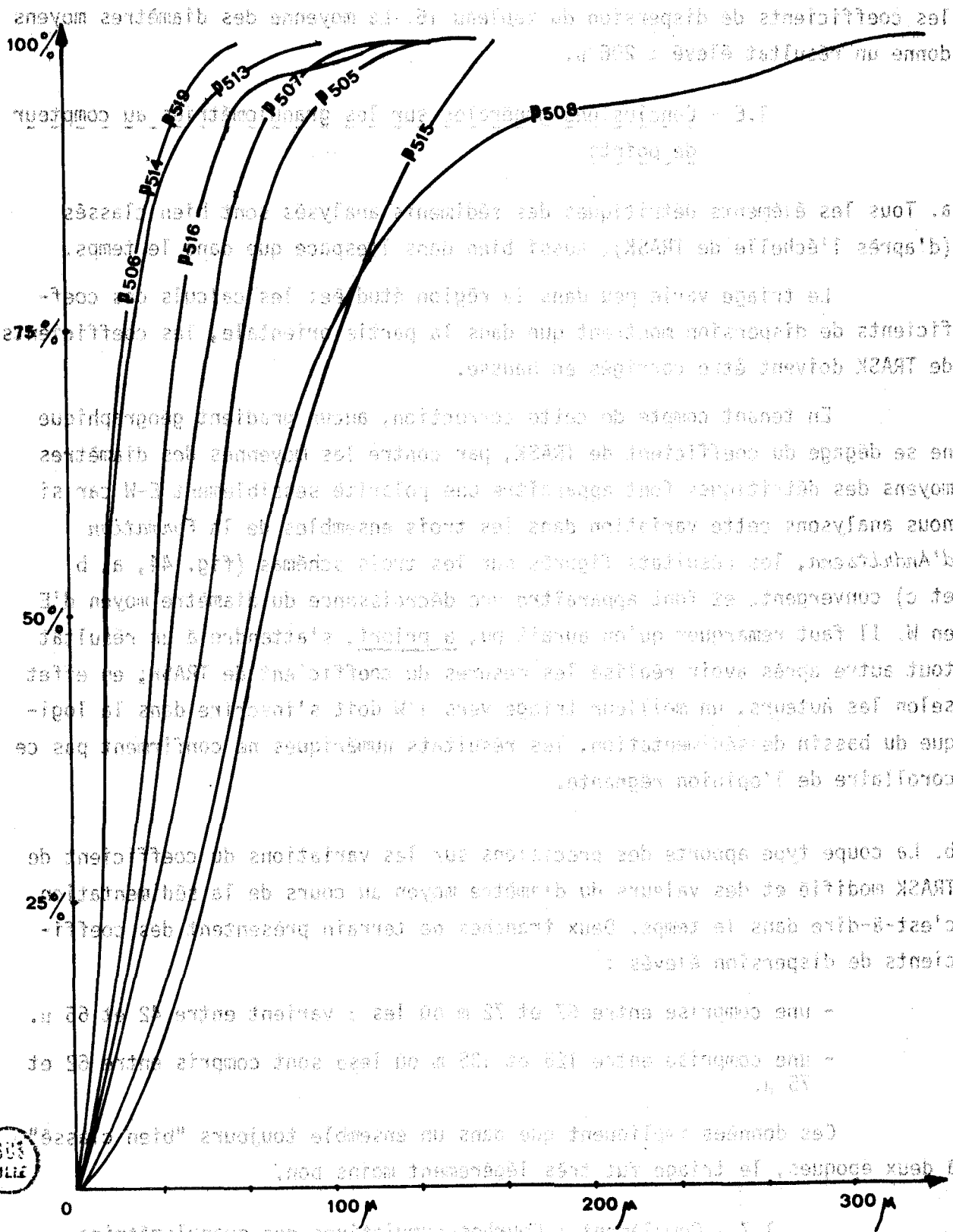
Ces données impliquent que dans un ensemble toujours "bien classé", à deux époques, le triage fut très légèrement moins bon.

1.7 - Complément : Courbes cumulatives des granulométries de la coupe levée sur la route entre SOPOTO et KATOKLITORIA (Coupe 0) Fig. 45

Situé à une cinquantaine de kilomètres à vol d'oiseau au N NE de

La moyenne des coefficients de classement (Σ) doit être corrigée en fonction des valeurs élevées des points types. En fait le classement est beaucoup moins bon qu'il n'apparaît à l'œil, ainsi que le montrent

Fig. 45 - Coupe 0



COURBES CUMULATIVES DES GRANULOMETRIES DE LA COUPE SUR LA ROUTE DE KATOKLITORIA (COUPE 0)



de la coupe type d'Andritsena, l'affleurement montre l'ensemble de la Formation. Deux petites failles affectent la série. Elles présentent vraisemblablement un faible rejet.

La granulométrie au compteur de points a donné les résultats suivants :

TABLEAU 17

PARAMETRES CENTRAUX DES COURBES

Ech. N°	M	Q 1	Q 3	S ₀
P. 505	53	30	68	1,50
P. 506	13	10	23	1,52
P. 507	39	24	56	1,53
P. 508	69	44	100	1,51
P. 513	13	10	25	1,58
P. 514	13	10	23	1,52
P. 515	73	50	106	1,40
P. 516	32	20	43	1,47
P. 519	13	10	23	1,52

La dispersion est faible pour l'ensemble des échantillons. Le coefficient de TRASK varie peu :

$$1,40 < S_0 < 1,58$$

La moyenne de ce coefficient : 1,50 et les écarts types faibles confirment le bon classement de ce sédiment.

2 - Calcinétries

2.1 - Généralités

Ayant mis en évidence sur le terrain l'existence de trois Ensembles (basal, médian et sommital) respectivement essentiellement pélitique, grésopélitique, carbonaté; il était nécessaire de connaître leur teneur précise

en carbonates et d'en suivre l'évolution depuis le front de la nappe jusqu'aux écaïlles les plus internes d'une part, et le long des écaïlles d'autre part, retrouvant ainsi la méthode suivie pour l'étude des termes détritiques.

On peut ainsi mettre en évidence des convergences ou des divergences entre l'observation des macrofaciès (chapitre II), les déterminations microscopiques et la composition chimique (carbonates) des roches. De même que peuvent exister des différences entre l'étude microscopique et la mesure de la teneur en carbonates (1); des divergences notables entre l'analyse macroscopique (sur le terrain) et la teneur en carbonates peuvent se révéler.

Il faut signaler que les analyses calcimétriques n'ont pas été réparties de façon égale parmi tous les horizons d'une coupe; l'échantillonnage ayant répondu à la fois à des impératifs lithologiques et paléontologiques, le prélèvement intéressa davantage certains niveaux; tout le matériel recueilli fut néanmoins analysé.

Ont été éliminées a priori de cette étude : les roches détritiques grossières : conglomérats, qui auraient faussé l'analyse statistique, et celles à calcitisation secondaire évidente (observée à l'oeil nu ou en lames minces).

2.2 - Principe de la calcimétrie

L'échantillon analysé est préalablement passé au broyeur à mâchoire puis porphyrisé afin d'obtenir une bonne homogénéité. J'ai utilisé le calcimètre Bernard (2). La description n'en sera pas donnée ici, je renvoie à VATAN (1967) (pp. 383-384). Les résultats lus sur cet appareil permettent de passer, après correction de température et de pression atmosphérique (tableau 31), du volume de gaz carbonique dégagé au pourcentage de carbonates. L'évaluation préalable de la teneur en calcaire, m'a conduit dans la plupart des cas, à opérer sur 0,250 g de poudre, pesé au centigramme près.

2.3 - Calcul d'erreur

La teneur en carbonates s'exprime par la relation :

$$P \% = \frac{D_2 - D_1}{m} K$$

(1) : "La lame mince nous montre la structure d'une petite partie qui peut correspondre à un point de concentration des cristaux".

STRAKHOV (1957)

(2) : Quelques essais préalables furent effectués à l'alcalimètre Schroedter, modifié. La méthode se révéla d'une application difficile et longue, les résultats obtenus ne furent guère d'une précision meilleure que ceux obtenus avec le calcimètre Bernard, j'ai donc préféré l'emploi de ce dernier appareil.

Dans cette relation :

- . P % est le pourcentage de carbonates;
- . $D_2 - D_1$: le volume de CO_2 dégagé;
- . K : le coefficient de température et de pression (tableau 31);
- . m : la masse d'échantillon.

En admettant que la précision sur les mesures de la température ambiante et de la pression ait annulé le risque d'erreur sur le terme K (tableau 31) nous pouvons écrire l'incertitude relative du quotient sous la forme :

$$\frac{DP}{P} = \frac{m}{m - dm} \cdot \frac{d(D_2 - D_1)}{D_2 - D_1} + \frac{dm}{m - dm}$$

En appelant $d(D_2 - D_1)$ l'erreur absolue de lecture sur $D_2 - D_1$ est dm l'erreur absolue commise lors de la pesée.

Dans l'expérimentation, on peut considérer que :

- les pesées furent effectuées au 1/100 g près.
- les lectures du volume de CO_2 dégagé furent évaluées à $0,25 \text{ cm}^3$ près.

Quelques calculs d'erreurs nous prouvent que pour une température ambiante de 18°C , une pression de 760 mm de mercure ($K = 1,72$) l'erreur relative commise est fonction du volume dégagé :

pour $V_1 = 5 \text{ cm}^3$ $\frac{dP_1}{P_1} = 93 \cdot 10^{-3}$ et $dP_1 \leq 0,8 \%$

pour $V_2 = 25 \text{ cm}^3$ $\frac{dP_2}{P_2} = 52 \cdot 10^{-3}$ et $dP_2 \leq 2,22 \%$

pour $V_3 = 50 \text{ cm}^3$ $\frac{dP_3}{P_3} = 47 \cdot 10^{-3}$ et $dP_3 \leq 4 \%$

Ces calculs montrent que pour une même valeur de m, l'erreur relative affecte davantage les faibles pourcentages que les pourcentages importants de carbonates. Un abaque (fig. 49), établi pour une valeur moyenne de K nous a permis d'évaluer l'erreur absolue dP sur le pourcentage de carbonates commise pour chaque volume de gaz carbonique dégagé.

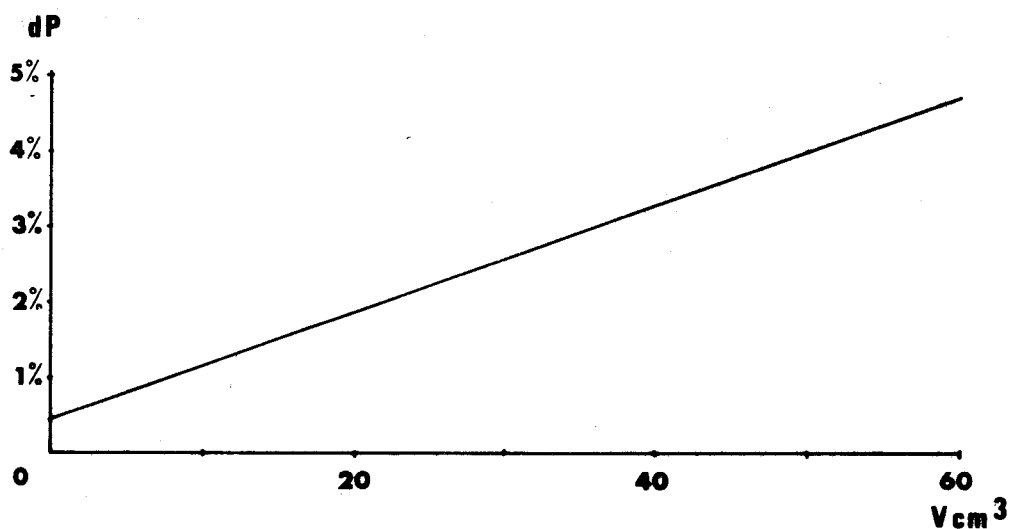


Fig.49: ABAQUE de $dP = f(V)$

2.4 - les résultats

a. Présentation : Chaque mesure fut répétée trois fois, le calcul de la moyenne de ces trois mesures nous a permis d'atténuer la marge d'erreur sur la lecture du volume de gaz carbonique. Les résultats ont été consignés dans les tableaux 18 à 30 et sur des graphiques (fig. 50 et 51).

Plus que les valeurs précises des pourcentages, l'aspect global des courbes doit retenir l'attention, car les échantillons analysés ne permettent que des calculs ponctuels.

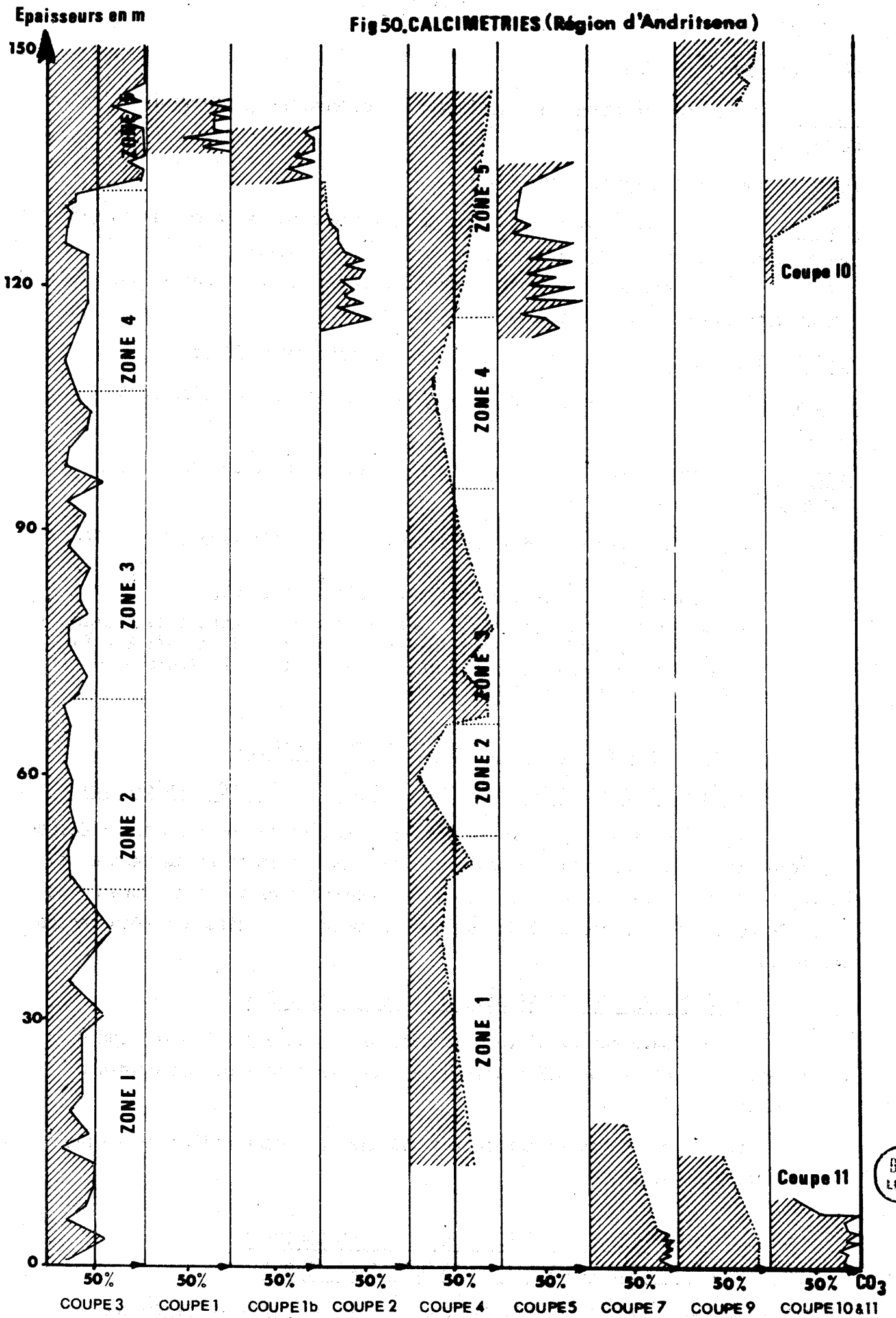
d. Détail des résultats : La figure 50 montre l'ensemble des résultats de dix coupes levées dans la région d'Andritsena, ceux des régions plus septentrionales (SOPOTO) sont consignés sur la figure 51.

Chaque analyse de résultats sera accompagnée de l'indication du nombre d'échantillons traités, cette donnée permettant d'évaluer le degré de crédibilité de la représentation graphique globale de chaque coupe.

α. COUPE TYPE DE LA FORMATION D'ANDRITSENA - ECAILLE 0.14 (coupe 3) Tableau 18

La série détritique est toute entière présente à l'affleurement. Soixante dix échantillons ont été étudiés. Cinq zones ont pu être distinguées : trois zones calcaires et deux qui le sont peu (fig. 50), ce sont de bas en haut,

Fig 50. CALCIMETRIES (Région d'Andritsena)



pour les zones calcaires :

ZONE 1 : constance relative dans la teneur en carbonates (maximum de l'ordre de 55 %).

ZONE 3 : teneurs comprises entre 20 et 56 %.

ZONE 5 : Très riche en carbonates; caractérisée par quelques récurrences gréseuses correspondant sur le graphique à quatre pics inverses.

Intercalées entre les trois zones précédentes, deux zones essentiellement détritiques, composées d'éléments quartzeux.

ZONE 2 : les pourcentages de carbonates sont compris entre 20 et 35 %.

ZONE 4 : plus pauvre en carbonates que la ZONE 3, les taux ne dépassent jamais 25 %.

Remarque : Si l'on compare ces résultats avec les observations de terrain, on constate que (fig. 5%, p. 98).

- la zone 1 correspond à peu de chose près à l'ensemble basal (Termes 1, 2 et 3);
- la zone 5, à l'ensemble sommital (Termes 9 et 10);
- l'ensemble médian défini sur le terrain ne correspond plus exactement à la zonation des calcimétries; en effet si la ZONE 2 coïncide approximativement avec les Termes 4 et 5, les ZONES 3 et 4 recourent les Termes 6 et 7;

B. CALCIMETRIES DES COUPES DES ECAILLES FRONTALES

- COUPE PRES DE MUTRA, ECAILLE F₁. COUPE 1 (fig. 50 tableau 19)

Vingt et un échantillons furent analysés, cette coupe montre l'Ensemble sommital de la Formation (termes 9 et 10), les calcimétries mettant en évidence une grande richesse en carbonates, les pourcentages variant entre 55 et 99 %. On remarquera la présence de quelques pics inverses liés aux récurrences gréseuses.

- COUPE PRES DE TAXIARCHIS, ECAILLE F₁ (fig. 50)

En prolongement axial vers le nord de la coupe précédente (coupe 1) celle levée près de TAXIARCHIS confirme les résultats déjà mis en évidence (tableau 20).

Les pourcentages en carbonates des dix huit échantillons analysés varient entre 55 et 99,5 %.

γ. CALCIMETRIES DES COUPES DES ECAILLES OCCIDENTALES

- COUPES DANS LES MONTS DE FANARI, ECAILLE 0.13

Coupes 4 et 7 (fig. 50) Tableaux 23 et 25. Ces deux coupes se complè-

tent : la coupe 7 intéresse l'ensemble basal de la Formation, la coupe 4, les Ensembles médian et sommital. Vingt et un échantillons furent analysés (sept pour la coupe 7; quatorze pour la coupe 4); l'échantillonnage fut donc beaucoup plus dispersé que sur la coupe type. Les résultats ponctuels (sommets des segments de droite) sont les seules données objectives, les pointillés les joignant donnent l'allure globale approximative des variations de la teneur en carbonates.

Avec une précision moindre, on constate que la zonation observée sur la coupe type (coupe 3) s'observe également ici :

Trois zones présentent des forts pourcentages en carbonates :

Zone 1': de 0 à 60 m environ

Zone 3': de 70 à 100 m

Zone 5': au-dessus de 110 m.

Les zones 2' et 4' plus riches en éléments gréseux montrent au contraire un pourcentage plus faible en carbonates.

Si l'on compare la zonation géochimique à l'étude macroscopique de terrain (chapitre II. F 2; fig. 23.) on peut remarquer que:

- la zone 1' correspond à l'Ensemble basal et à la base de l'Ensemble médian (terme 4' ?). L'extrême base du premier Ensemble (coupe 7) montre de très forts pourcentages de carbonates, dûs à de nombreuses intercalations microbréchi-ques (cf. Membre I, chapitre III).

- la zone 2' correspond au terme 5'.

- la zone 3' peut se superposer au terme 6' : la présence, dans ce terme, de fins lits calcaires expliquerait les pourcentages plus élevés que celui de la coupe type trouvés à la base de la zone 3' (l'échantillonnage ayant été effectué au hasard).

- la zone 4' se confond au terme 7'.

- la zone 5' représente l'Ensemble sommital de la Formation.

- COUPE ENTRE ANDRITSENA et ALIPHERA - COUPE 9 - ECAILLE 0.13
TABLEAU 26 (fig. 50)

Trois échantillons ont été analysés au calcimètre, un à la base (niveaux microbréchi-ques), deux au sommet de la Formation. Ils montrent tous trois des teneurs élevées en carbonates (80 à 90 %).

- COUPE PRÈS DE KOUPHOPOULON - COUPE 5 - ECAILLE 0.14 - TABLEAU 24
(fig. 50)

La coupe intéresse essentiellement le sommet de l'Ensemble médian et

la base de l'Ensemble sommital. Quarante quatre échantillons furent analysés, les résultats confirment et précisent ceux déjà obtenus sur la coupe type (coupe 3). Les variations sont rapides, liées aux alternances gréso-pélitiques; les niveaux très indurés présentent souvent des pics positifs alors que les niveaux pélitiques sont moins riches en calcaire. Le terme du sommet de l'Ensemble médian (cf. Terme 8 de la coupe type, fig. 5) montre toujours un net déficit en carbonates. La base de l'Ensemble sommital, très calcaire marque donc un brusque contraste et s'observe bien sur les analyses calcimétriques.

- COUPE ENTRE LAVDA et ANDRITSENA - COUPE 2 ECAILLE 0.15. TABLEAU 21 (fig. 50)

Les niveaux observés sur cette coupe sont immédiatement sous-jacents à l'ensemble sommital. Quarante et un échantillons furent analysés, les alternances gréso-pélitiques (les niveaux gréseux étant très calcaires) se marquent à nouveau dans les calcimétries. L'équivalent du Terme 8 de la coupe type est ici aussi, bien caractérisé par un net déficit et les remarques faites plus haut (coupe 5) s'appliquent parfaitement aux résultats obtenus.

8. CALCIMETRIES DES COUPES DES ECAILLES MEDIANES

- COUPE PRES DE LAVDA - COUPE 11 - ECAILLE M₁ TABLEAU 28 (fig. 50)

Treize échantillons furent analysés, ils concernent les niveaux inférieurs de l'ensemble basal. On en notera la teneur très forte en carbonates (75 à 100 %). Ces résultats confirment ceux de la coupe 7.

- COUPE PRES DE KARITENA - COUPE 10. ECAILLE M₁₂ - TABLEAU 27 (fig. 50)

Deux échantillons furent analysés; un à l'extrême sommet de l'Ensemble médian, l'autre à la base de l'ensemble sommital, (figure 50), ils mettent bien en évidence la rupture brutale.

2.5 - Conclusions générales sur les calcimétries des coupes levées dans la région d'Andritsena

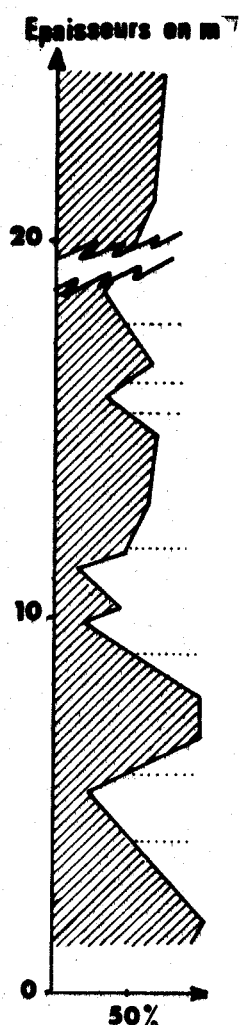
Une zonation géochimique a pu être mise en évidence, elle se superpose bien aux observations de terrain et aux découpages en Ensembles et Termes; une seule exception peut être relevée : les zones 3 et 4 de la coupe type (coupe 3) recoupent les Termes 6 et 7 et il n'y a plus correspondance entre l'aspect des couches et les teneurs en carbonates.

- le sommet de l'Ensemble médian (cf. Terme 8 de la coupe type) est toujours marqué par un déficit en carbonates, sa rupture avec l'Ensemble sommital est accentuée par les fortes teneurs des niveaux de base de celui-ci.

- les indurations des niveaux cohérents sont liées en grande partie à leur teneur en carbonates - faibles pour les niveaux peu carbonatés - elles s'accroissent lorsque la teneur en calcaire croît.

2.6 - Complément : Coupe sur la route entre SOPOTO et KATOKLITORIA Coupe 0 = tableau 30 (fig. 51)

Appartenant à une unité au voisinage de la Table d'Arcadie, cette coupe située à 50 km au N. NE de la coupe type de la Formation d'Andritsena la montre toute entière; un petit accident tangentiel en affecte le sommet.



Vingt échantillons furent analysés; dans leur ensemble ils montrent des teneurs en carbonates beaucoup plus élevées que celles mesurées sur la coupe type.

Deux observations restent cependant communes, la base et le sommet présentent tous deux un faciès très calcaire. L'analyse microfaucologique des niveaux médians rend compte de la différence avec la coupe type puisqu'ici les éléments clastiques sont essentiellement composés de fragments carbonatés, les quartz étant peu nombreux alors qu'à Andritsena, les quartz prédominaient. Le ciment des détritiques est ici très calcaire, là un peu plus argileux; enfin la rythmicité est ici beaucoup moins marquée et la quasi totalité de la série présente des faciès indurés.

Fig. 51 : Légende dans le texte

CALCIMETRIE

TABLEAU 18 : COUPE ENTRE LINISTENA ET ANDRITSENA

ECHANTILLON	: D ₂ -D ₁ (cm ³)	: m(g)	: T°	: P(mm de Hg)	: % CARBONATES	: dP%
P.701	: 14,5	: 0,25	: 17,5°	: 754	: 24,6 %	: 1,5
P.702	: 33,5	: 0,25	: 17,5°	: 754	: 56,9 %	: 2,9
P.703	: 10	: 0,25	: 17,5°	: 754	: 17 %	: 1,2
P.704	: 19,5	: 0,25	: 17,5°	: 754	: 31,1 %	: 1,9
P.705	: 27,5	: 0,25	: 18°	: 754	: 46,7 %	: 2,4
P.706 ⁶	: 29,5	: 0,25	: 18°	: 754	: 50,1 %	: 2,6
P.707	: 10	: 0,25	: 18°	: 754	: 17 %	: 1,2
P.708	: 24,5	: 0,25	: 18°	: 754	: 41,6 %	: 2,2
P.709	: 14,5	: 0,25	: 17°	: 754	: 24,6 %	: 1,5
P.710	: 17	: 0,25	: 17°	: 754	: 28,9 %	: 1,7
P.711	: 21	: 0,25	: 17°	: 754	: 35,7 %	: 2,0
P.712	: 31	: 0,25	: 17°	: 754	: 52,7 %	: 2,7
P.713	: 10,5	: 0,25	: 18,5°	: 767	: 18 %	: 1,2
P.714	: 35,5	: 0,25	: 18,5°	: 767	: 61 %	: 3,0
P.715	: 18,5	: 0,25	: 18,5°	: 767	: 31,8 %	: 1,8
P.716	: 11,5	: 0,25	: 18,5°	: 767	: 19,8 %	: 1,3
P.717	: 16,5	: 0,25	: 18,5°	: 760	: 28,2 %	: 1,7
P.718	: 13,5	: 0,25	: 18,5°	: 760	: 23 %	: 1,4
P.719	: 15	: 0,25	: 18,5°	: 760	: 25,6 %	: 1,5
P.720	: 10	: 0,25	: 18,5°	: 760	: 17,1 %	: 1,2
P.721	: 11,5	: 0,25	: 19°	: 760	: 19,7 %	: 1,3
P.722	: 13,5	: 0,25	: 19°	: 760	: 23 %	: 1,4
P.723	: 12,5	: 0,25	: 19°	: 760	: 21,4 %	: 1,4
P.724	: 19	: 0,25	: 19°	: 760	: 32,5 %	: 1,9
P.725	: 22,5	: 0,25	: 16,5°	: 756	: 38,5 %	: 2,2
P.726	: 16	: 0,25	: 16,5°	: 756	: 27,4 %	: 1,6
P.727	: 13	: 0,25	: 16,5°	: 756	: 22,2 %	: 1,4
P.728	: 13	: 0,25	: 16,5°	: 756	: 22,2 %	: 1,4
P.729	: 25 _a	: 0,25	: 17,5°	: 756	: 42,7 %	: 2,3
P.730	: 19,5	: 0,25	: 17,5°	: 756	: 33,3 %	: 1,9
P.731	: 20	: 0,25	: 17,5°	: 756	: 34,2 %	: 1,9
P.732	: 24	: 0,25	: 17,5°	: 756	: 41 %	: 2,2
P.733	: 15,5	: 0,25	: 17,5°	: 756	: 26,5 %	: 1,6
P.734	: 12,5	: 0,25	: 17,5°	: 756	: 21,4 %	: 1,4
P.735	: 15,5	: 0,25	: 18°	: 756	: 26,5 %	: 1,6
P.736	: 21,5	: 0,25	: 17°	: 756	: 36,8 %	: 2,0
P.737	: 11,5	: 0,25	: 17°	: 756	: 19,7 %	: 1,3
P.739	: 31,5	: 0,25	: 17°	: 756	: 53,9 %	: 2,7
P.740	: 10,5	: 0,25	: 17°	: 756	: 17,9 %	: 1,2
P.741	: 13,5	: 0,25	: 17°	: 756	: 23 %	: 1,4
P.742	: 20	: 0,25	: 17°	: 756	: 34,2 %	: 1,9
P.743	: 24,5	: 0,25	: 17°	: 756	: 41,9 %	: 2,2
P.744	: 21	: 0,25	: 17°	: 756	: 35,9 %	: 2,0
P.745	: 15	: 0,25	: 17°	: 756	: 25,6 %	: 1,5
P.746	: 12	: 0,25	: 17°	: 756	: 20,5 %	: 1,3
P.747	: 14,5	: 0,25	: 17°	: 756	: 24,7 %	: 1,5
P.748	: 16,5	: 0,25	: 17°	: 756	: 28,2 %	: 1,7
P.749	: 22	: 0,25	: 17°	: 760	: 38 %	: 2,1
P.750	: 21,5	: 0,25	: 17°	: 760	: 36,7 %	: 2,0
P.751	: 22,3	: 0,25	: 17°	: 760	: 38,3 %	: 2,1



TABLEAU 18 : COUPE ENTRE LINISTENA ET ANDRITSENA (3) (suite)

Echantillon	$D_2 - D_1$ (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P.752	24,7	0,25	17°	760	42,4 %	2,2
P.753	10,7	0,25	17,5°	760	18,4 %	1,2
P.754	12	0,25	17,5°	760	20,6 %	1,3
P.755	14,3	0,25	17,5°	760	24,5 %	1,5
P.756	13,2	0,25	17,5°	760	22,7 %	1,4
P.757	15,3	0,25	17,5°	760	26,3 %	1,6
P.758	15,5	0,25	17,5°	760	26,6 %	1,6
P.759	59,3	0,25	17,5°	760	99,8 %	4,7
P.760	57,8	0,25	17,5°	760	99,4 %	4,6
P.761	50,5	0,25	18°	760	86,8 %	4,1
P.762	59,5	0,25	17,5°	754	99,3 %	4,7
P.763	59,5	0,25	17,5°	754	99,3 %	4,7
P.764	59,6	0,25	17,5°	754	99,5 %	4,7
P.765	52,7	0,25	17,5°	754	89,5 %	4,2
P.766	56,2	0,25	17,5°	754	95,5 %	4,5
P.766 bis	35,7	0,25	17,5°	754	60,6 %	3,0
P.767	59,5	0,25	17,5°	754	99,3 %	4,7
P.768	45,3	0,25	18°	754	77 %	3,7
P.769	59,5	0,25	18°	754	99,3 %	4,7
P.770	59,6	0,25	18°	754	99,5 %	4,7

TABLEAU 19 : COUPE PRES DE MUTRA (1)

Echantillon	$D_2 - D_1$ (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P.552	38,5	0,25	17,5°	751	65,4 %	3,2
P.553	24	0,25	17,5°	751	40,8 %	2,2
P.554	50	0,25	17,5°	751	85 %	4,0
P.555	23	0,25	17,5°	751	39,1 %	2,1
P.556	43,8	0,25	17,5°	751	74,4 %	3,6
P.557	31,5	0,25	17,5°	751	53,5 %	2,7
P.558	30,2	0,25	17,5°	751	51,3 %	2,6
P.559	38,5	0,25	17,5°	751	65,4 %	3,2
P.560	59,8	0,25	19°	758	100,0 %	4,7
P.561	36	0,25	19°	758	61,5 %	3,1
P.562	59,8	0,25	19°	758	100,0 %	4,7
P.563	40	0,25	19°	758	68,4 %	3,4
P.564	50,5	0,25	19°	758	86,8 %	4,1
P.565	39,5	0,25	19°	758	67,5 %	3,3
P.566	55,5	0,25	19°	758	94,9 %	4,4
P.567	34,7	0,25	19°	758	59,3 %	3,0
P.568	55,7	0,25	19°	758	95,2 %	4,5
P.569	30	0,25	19°	758	51,3 %	2,6
P.570	55,2	0,25	19°	758	94,3 %	4,4
P.571	93	0,25	19°	758	56,4 %	2,8
P.572	15,8	0,25	19°	758	27 %	1,6



TABLEAU 20 : COUPE PRES DE TAXIARCHIS (1bis)

Echantillon	$D_2 - D_1$ (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dp%
P.533	30,7	0,25	17,5°	756	52,5 %	2,2
P.534	59	0,25	17,5°	756	98 %	4,7
P.535	59	0,25	17,5°	756	98 %	4,7
P.536	32,2	0,25	17,5°	756	55 %	2,8
P.537	45,7	0,25	17,5°	756	78,1 %	3,7
P.538	29,7	0,25	18°	756	50,8 %	2,6
P.539	55	0,25	18°	756	94 %	4,4
P.540	40,7	0,25	18°	756	69,6 %	3,4
P.541	45,5	0,25	18°	756	77,8 %	3,7
P.542	59,5	0,25	18°	756	99,4 %	4,7
P.543	59,6	0,25	18°	756	99,6 %	4,7
P.544	47,7	0,25	18°	756	81,6 %	3,9
P.545	52,2	0,25	18,5°	749	88,2 %	4,2
P.546	28	0,25	18,5°	749	47,3 %	2,5
P.547	59	0,25	18°	749	97,8 %	4,7
P.548	59,2	0,25	18°	749	98,2 %	4,7
P.549	36,5	0,25	18°	749	62,4 %	3,1
P.550	8,2	0,25	18°	749	14 %	1,1

TABLEAU 21 : COUPE SUR LA ROUTE ENTRE ANDRITSENA ET LAVDA (2)

Echantillon	$D_2 - D_1$ (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dp%
P.607	0	0,25	21°	753	0 %	0,5
P.607 bis	11	0,25	21°	753	18,5 %	1,3
P.608	30	0,25	21°	753	50,4 %	2,6
P.609	0	0,25	21°	753	0 %	0,5
P.610	30,5	0,25	21°	753	51,6 %	2,7
P.611	2	0,25	21°	753	2,8 %	0,6
P.612	2	0,25	21°	753	2,8 %	0,6
P.613	3,5	0,25	21°	753	5,9 %	0,7
P.614	22	0,25	21°	753	37,3 %	2,1
P.615	2,5	0,25	21°	753	42 %	0,7
P.616	3	0,25	21°	753	4,5 %	0,7
P.617	5,5	0,25	21°	753	9,2 %	0,9
P.618	6,5	0,25	21°	753	11,3 %	0,9
P.619	21	0,25	21°	753	34,9 %	2,0
P.620	4	0,25	21°	753	7 %	0,8
P.621	23,5	0,25	21°	753	39,5 %	2,2
P.622	0	0,25	21°	753	0 %	0,5
P.623	11,5	0,25	18,5°	753	19,3 %	1,3
P.624	5,5	0,25	18,5°	753	9,2 %	0,9
P.625	13	0,25	21°	751	21,8 %	1,4
P.626	4,5	0,25	18°	751	8 %	0,8
P.627	11,5	0,25	18°	751	19,2 %	1,3
P.628						



TABLEAU 22 : COUPE SUR LA ROUTE ENTRE ANDRITSENA ET LAVDA (2) (suite)

Echantillon	: D ₂ -D ₁ (cm ³)	: m(g)	: T°	: P (mm de Hg)	: % CARBONATES:	dP%
P.629	: 16	: 0,25	: 18°	: 751	: 28,4 %	: 1,6
P.630	: 3	: 0,25	: 18°	: 751	: 4,6 %	: 0,7
P.631	: 21,5	: 0,25	: 18°	: 745	: 36,9 %	: 2,0
P.632	: 1	: 0,25	: 18°	: 745	: 1,7 %	: 0,6
P.633	: 11,5	: 0,25	: 18°	: 745	: 20 %	: 1,3
P.634	: 5	: 0,25	: 15,5°	: 745	: 8,2 %	: 0,8
P.635	: 12,5	: 0,25	: 15,5°	: 745	: 20,9 %	: 1,4
P.636	: 3	: 0,25	: 15,5°	: 745	: 5,1 %	: 0,7
P.637	: 9,5	: 0,25	: 15,5°	: 745	: 16,6 %	: 1,2
P.638	: 12,5	: 0,25	: 16°	: 756	: 22,7 %	: 1,4
P.639	: 1,5	: 0,25	: 16°	: 756	: 2,6 %	: 0,6
P.640	: 12	: 0,25	: 16°	: 756	: 21 %	: 1,3
P.641	: 1	: 0,25	: 16°	: 756	: 1,7 %	: 0,6
P.642	: 1,5	: 0,25	: 16°	: 753	: 2,6 %	: 0,6
P.643	: 2	: 0,25	: 16°	: 753	: 3,4 %	: 0,6
P.644	: 3,5	: 0,25	: 16,5°	: 753	: 5,6 %	: 0,7
P.645	: 3	: 0,25	: 16,5°	: 749	: 4,8 %	: 0,7
P.646	: 2,5	: 0,25	: 16,5°	: 749	: 4,2 %	: 0,6

TABLEAU 23 : COUPE PRES DU VILLAGE DE FANARI (4)

Echantillon	: D ₂ -D ₁ (cm ³)	: m(g)	: T°	: P (mm de Hg)	: % CARBONATES:	dP %
P.810	: 42,2	: 0,25	: 18°	: 765	: 73 %	: 3,5
P.811	: 18,2	: 0,25	: 18°	: 765	: 31,5 %	: 1,8
P.812	: 24	: 0,25	: 18°	: 765	: 41,5 %	: 2,2
P.813	: 33,2	: 0,25	: 18°	: 765	: 57,6 %	: 2,9
P.814	: 8,2	: 0,25	: 18°	: 765	: 14,2 %	: 1,1
P.815	: 27,3	: 0,25	: 18°	: 765	: 47,2 %	: 2,4
P.816	: 49,8	: 0,25	: 18°	: 765	: 86,2 %	: 4,1
P.817	: 49,7	: 0,25	: 18°	: 765	: 86 %	: 4,1
P.818	: 37,6	: 0,25	: 18°	: 765	: 65 %	: 3,2
P.819	: 50,4	: 0,25	: 18°	: 765	: 87,2 %	: 4,1
P.820	: 28,8	: 0,25	: 18°	: 765	: 49,8 %	: 2,6
P.821	: 12,8	: 0,25	: 18°	: 765	: 2,1 %	: 1,4
P.822	: 37,3	: 0,25	: 18°	: 765	: 37,3 %	: 3,2
P.823	: 55,1	: 0,25	: 18°	: 765	: 95,3 %	: 4,4



TABLEAU 24 : COUPE A PROXIMITE DE KOUHOPOULON (5)

Echantillon	$D_2 - D_1$ (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P. 657	44,7	0,25	19°	769	77,3 %	3,7
P. 658	53,3	0,25	19°	769	92,2 %	4,3
P. 659	59,8	0,25	19°	769	99,9 %	4,7
P. 660	49,5	0,25	19°	769	85,6 %	4,0
P. 661	36,5	0,25	19°	769	63,1 %	3,1
P. 661 bis	26,5	0,25	19°	769	45,8 %	2,4
P. 662	16,2	0,25	19°	769	28 %	1,7
P. 663	14,5	0,25	19°	769	25 %	1,5
P. 664	16,8	0,25	19°	769	29 %	1,7
P. 665	14,5	0,25	19°	769	25 %	1,5
P. 666	15,8	0,25	19°	769	27,3 %	1,6
P. 667	15,6	0,25	19°	769	26,9 %	1,6
P. 668	17,2	0,25	19°	769	29,7 %	1,7
P. 669	16,5	0,25	19°	769	28,5 %	1,7
P. 670	59,7	0,25	19°	769	99,7 %	4,7
P. 671	14	0,25	19°	769	24,2 %	1,5
P. 672	35,8	0,25	18°	760	61,6 %	3,0
P. 673	45,8	0,25	18°	760	78,8 %	3,7
P. 674	24,7	0,25	18°	760	42,5 %	2,2
P. 675	33,2	0,25	18°	760	57,1 %	2,9
P. 676	30,8	0,25	18°	760	53 %	2,7
P. 677	21,7	0,25	19°	765	37,5 %	2,0
P. 678	41,8	0,25	19°	765	71,7 %	3,5
P. 679	21,7	0,25	19°	765	37,5 %	2,0
P. 680	26	0,25	21°	756	43,7 %	2,3
P. 681	34,2	0,25	21°	756	57,5 %	2,9
P. 682	59,7	0,25	21°	756	99,7 %	4,7
P. 683	31,8	0,25	21°	756	53,4 %	2,7
P. 684	59,7	0,25	21°	756	99,7 %	4,7
P. 685	23,5	0,25	21°	756	39,5 %	2,2
P. 686	48,3	0,25	21°	756	81,1 %	3,9
P. 687	29	0,25	21°	756	48,7 %	2,6
P. 688	57,7	0,25	21°	756	96,9 %	4,6
P. 689	38	0,25	21°	756	63,8 %	3,2
P. 690	30,2	0,25	21°	756	50,7 %	2,7
P. 691	59,7	0,25	21°	756	99,5 %	4,7
P. 692	13	0,25	21°	756	21,8 %	1,4
P. 693	19,5	0,25	21°	756	32,8 %	1,9
P. 694	13,2	0,25	21°	756	22,2 %	1,4
P. 695	13,3	0,25	21°	756	22,3 %	1,4
P. 696	12,7	0,25	21°	756	21,3 %	1,4
P. 697	42,8	0,25	21°	756	71,9 %	3,5
P. 698	58,8	0,25	21°	756	98,8 %	4,7
P. 699	59,8	0,25	21°	756	99,9 %	4,7



TABLEAU 25 : COUPE DANS LES MONTS DU FANARI (7)

Echantillon	D_2-D_1 (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P.843	51,7	0,25	18°	765	89,4 %	4,2
P.844	51	0,25	18°	765	88,2 %	4,1
P.845	55	0,25	18°	765	95,1 %	4,4
P.846	52,3	0,25	18°	765	90,4 %	4,2
P.846 bis	49,2	0,25	18°	765	85,1 %	4,0
P.847	48,7	0,25	18°	765	84,3 %	4,0
P.848	50,2	0,25	18°	765	86,8 %	4,1
P.849	52,7	0,25	18°	765	91,2 %	4,2

TABLEAU 26 : COUPE SUR LA ROUTE ENTRE ANDRITSENA ET ALIPHERA (9)

Echantillon	D_2-D_1 (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P.860	50,3	0,25	18°	756	86 %	4,1 %
P.861	49,7	0,25	18°	756	85 %	4,0 %
P.862	50,5	0,25	18°	756	86,3 %	4,1 %

TABLEAU 27 : COUPE PRES DE KRESTENA (10)

Echantillon	D_2-D_1 (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P.863	4,3	0,25	18°	756	7,4 %	0,8 %
P.864	42,3	0,25	18°	756	72,3 %	3,5 %

TABLEAU 28 : COUPE PRES DE LAVDA (11)

Echantillon	D_2-D_1 (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P.865	48	0,25	20°	758	81,6 %	3,9 %
P.866	47,2	0,25	20°	758	80,2 %	3,8 %
P.867	51,8	0,25	20°	758	87,2 %	4,2 %
P.867 bis	51,3	0,25	20°	758	87,2 %	4,2 %

BUS
LIRE

TABLEAU 29 : COUPE PRES DE LAVDA (11) (suite)

Echantillon	$D_2 - D_1$ (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P.868	59,3	0,25	20°	758	100 %	4,8 %
P.869	56,3	0,25	20°	758	95,7 %	4,5 %
P.870	59,8	0,25	20°	758	100 %	4,8 %
P.871	55,5	0,25	20°	758	94,3 %	4,4 %
P.872	51,3	0,25	20°	758	87,2 %	4,1 %
P.873	53,7	0,25	20°	758	91,3 %	4,3 %
P.874	59,5	0,25	20°	758	100 %	4,8 %
P.875	36,5	0,25	20°	758	62 %	3,1 %
P.876	19,8	0,25	20°	758	33,7 %	1,9 %

TABLEAU 30 : COUPE A L'INTERSECTION DES CHEMINS DE SOPOTO Ş KATOKLITORIA (o)

Echantillon	$D_2 - D_1$ (cm ³)	m(g)	T°	P (mm de Hg)	% CARBONATES	dP%
P.501	56	0,25	20°	760	95,8 %	4,5 %
P.502	54	0,25	20°	760	92,3 %	4,3 %
P.503	37	0,25	20°	760	63,3 %	3,1 %
P.504	6	0,25	20°	760	10,3 %	0,9 %
P.506	26,5	0,25	20°	760	45,3 %	2,4 %
P.507	60	0,25	20°	760	100 %	4,8 %
P.508	26	0,25	20°	760	44,5 %	2,3 %
P.509	30	0,25	20°	760	51,3 %	2,6 %
P.510	20,5	0,25	20°	760	35 %	2,0 %
P.511	29	0,25	20°	760	49,6 %	2,5 %
P.512	30	0,25	20°	760	51,3 %	2,6 %
P.513	33	0,25	20°	760	60 %	2,8 %
P.514	40	0,25	20°	760	68,4 %	3,3 %
P.515	24	0,25	20°	760	41 %	2,2 %
P.516	59	0,25	20°	760	19,8 %	4,8 %
P.517	58	0,25	20°	760	99,2 %	4,7 %
P.518	28	0,25	20°	760	47,9 %	2,5 %
P.519	26	0,25	20°	760	44,5 %	2,3 %
P.520	55	0,25	20°	760	94 %	4,4 %
P.521	58	0,25	20°	760	59,2 %	4,6 %



**TABLEAU 31 : EXTRAIT MODIFIE DU TABLEAU DE CORRECTION
POUR LE CALCIMETRE BERNARD (d'après A. VATAN)**

P \ T°	21°	20°	19°	18°	17°	16°	15°
742	1,65	1,66	1,67	1,67	1,68	1,68	1,69
744,5	1,66	1,67	1,67	1,68	1,68	1,69	1,70
747	1,66	1,67	1,68	1,69	1,69	1,70	1,70
749	1,67	1,68	1,69	1,69	1,70	1,70	1,71
751	1,68	1,69	1,69	1,70	1,70	1,71	1,71
753,5	1,69	1,70	1,70	1,71	1,71	1,71	1,72
756	1,70	1,70	1,71	1,71	1,72	1,72	1,73
758	1,70	1,71	1,71	1,72	1,73	1,73	1,73
760	1,70	1,71	1,71	1,72	1,72	1,73	1,74
762,5	1,71	1,71	1,72	1,72	1,73	1,74	1,74
765	1,71	1,72	1,72	1,73	1,73	1,74	1,75
767	1,72	1,72	1,73	1,73	1,74	1,74	1,75
769	1,72	1,73	1,73	1,74	1,74	1,75	1,75
771	1,72	1,73	1,74	1,74	1,75	1,76	1,76
774	1,73	1,73	1,74	1,75	1,75	1,76	1,76



3 - DOLCIMETRIE

Des essais colorimétriques systématiques de toutes les lames minces de la coupe type par la méthode à l'alisarine (Red. : S : 0,1 %, HCl : N/15) n'ont montré à l'examen microscopique aucune plage de dolomite bien cristallisée.

RESUME DES DONNEES DE LA CALCIMETRIE ET DE LA DOLOMIMETRIE

Cinq zones calcimétriques ont pu être mises en évidence sur l'ensemble de la coupe type d'Andritsena, zones qui en général se superposent bien au découpage en Termes effectué sur le terrain.

Latéralement la zonation de la coupe type se retrouve approximativement dans les analyses des résultats calcimétriques des autres affleurements de la région d'Andritsena.

Les mesures effectuées sur la coupe levée dans la région de KATOKLITORIA nous permettent de mettre en évidence des pourcentages beaucoup plus abondants de carbonates dans les horizons de cet affleurement que dans ceux de la coupe type et de lier ces fortes teneurs à la substitution des éléments de quartz d'Andritsena par des éléments de calcaire clastique.

Aucune dolomitisation n'affecte les sédiments de la Formation.

4 - ETUDE DES MINERAUX LOURDS

4.1 - Intérêt de l'étude

La séparation des minéraux lourds et leur étude sous la loupe bino-culaire et le microscope polarisant permettent de préciser s'il existe une monogénie ou une polygénie des apports, d'avoir une connaissance sur la nature de la ou des patries alimentatrices, enfin d'évaluer l'amplitude du transport en fonction de la morphoscopie des grains.

L'étude se développa donc dans trois directions :

- déterminations minérales;
- quantification des résultats;
- étude morphoscopique des grains.

4.2 - Technique utilisée

La séparation densimétrique a été seule employée, je ne décrirai pas ici la technique utilisée (cf. PARFENOFF, POMEROL et TOURENQ, 1970). Le bromoform-

me ($d = 2,89$) fut choisi comme liqueur dense, il permet d'éliminer la plupart des quartz, des feldspath et ne conserve que les minéraux dont l'étude s'avère utile; en outre, il est inerte vis à vis de la plupart des formes cristallines.

Deux classes granulométriques furent étudiées séparément :

$$\begin{aligned} \emptyset &> 0,50 \text{ mm} \\ 0,50 > \emptyset &> 0,20 \text{ mm} \end{aligned}$$

L'expérience prouve que la fraction inférieure à 0,20 mm constitue dans la liqueur dense des agrégats et que dans ces conditions la dissociation densimétrique s'effectue très mal. Certaines espèces minérales appartiennent essentiellement et parfois exclusivement à l'une de ces deux classes (Zircons généralement plus abondants dans la fraction fine; Tourmalines rencontrées plus particulièrement dans la fraction grossière). Il était donc intéressant d'étudier les deux fractions.

4.3 - Analyse des résultats

MANIA (1970) et MAILLOT (1970) avaient entrepris une étude préliminaire des minéraux lourds de la *Formation d'Andritsena*; j'ai repris ce travail, déterminé les minéraux des différents horizons d'une même coupe et ainsi mis en évidence les variations des espèces minérales dans le temps.

Dix échantillons de grès calcaires ou de calcaires gréseux riches en éléments clastiques ont été broyés puis tamisés après élimination des carbonates par l'acide chlorhydrique. Les échantillons analysés de la coupe type de la Formation (coupe 3) sont de bas en haut :

- Ensemble basal : P. 717, P. 725, P. 727, P. 730
- Ensemble médian : P. 736, P. 744, P. 746
- Ensemble sommital : P. 753, P. 755, P. 766 bis.

a. Résultats de l'Ensemble basal : Tableaux 32, 33, 34 et 35

Il n'apparaît pas d'évolution nette entre l'extrême base (P. 717) et le sommet de cet Ensemble (P. 730), le cortège minéral reste constant dans les trois termes, les minéraux les plus abondants sont : Hématite - oligiste, micas blancs, Tourmaline, grenats, chlorites.

Les micas blancs, le rutile et les tourmalines peuvent être repris au cours de cycles sédimentaires successifs. La présence de grossulaires et de tourmalines (dravites) suggère que la patrie nourricière renfermait des calcaires métamorphiques. L'association grenats (spessartine), tourmalines, andalousite et à un moindre titre celle de l'oligiste, de l'hématite, des micas

blancs pourraient provenir de roches acides grenues. La morphoscopie des grains montre des degrés d'usure très variable en particulier, remarquons que les grenats présentent souvent des arêtes émoussées.

b. Résultats de l'Ensemble médian : Tableaux 36, 37, et 38

Les minéraux les plus abondants sont les micas blancs, les serpentes, l'hématite, les glauconies; par rapport à l'Ensemble précédent l'hématite et les micas blancs sont plus fréquents. Il faut souligner l'existence de Serpentine dans l'échantillon P. 746 et sa texture fibreuse. La présence de ce minéral et la détermination de sa forme permettent d'établir la proximité d'un massif nourricier ultrabasique, en effet la Serpentine, très altérable, supporte mal un transport important; on peut remarquer l'association de ce minéral cohérente à des chlorites.

c. Résultats de l'Ensemble sommital : Tableaux 39, 40 et 41

Les minéraux les plus abondants sont l'hématite, les chlorites, les grenats et la serpentine.... Ils confirment l'hétérogénéité vraisemblable de la patrie nourricière.

4.4 - Conclusions générales sur l'étude des minéraux lourds

Les Ensembles basal et médian de la Formation contiennent approximativement les mêmes associations minérales, cependant les horizons de l'Ensemble sommital ne livrent plus de tourmalines; un gradient semble exister dans l'évolution des pourcentages des oxydes de fer : légèrement croissant dans les Ensembles basal et médian puis décroissant ensuite dans la partie sommitale.

La présence de serpentine (1) dans différents échantillons des Ensembles médian et sommital prouve la proximité d'un massif de roches ultrabasiques altérées; en effet la fragilité de ce minéral implique un transport peu important.

Les associations minérales observées concordent et permettent de suggérer qu'outre des massifs ultrabasiques, la patrie alimentatrice était composée de massifs de roches grenues acides, de massifs de roches métamorphiques calcaires et d'une couverture sédimentaire.

(1) Les nombreuses taches vertes visibles à l'oeil nu sur les échantillons correspondent plus souvent à des amas chloriteux qu'à la présence de serpentine.

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE	GITES
HEMATITE OLLIGISTE	30 à 35 %	Oligiste bien cristallisé	Altération de minéraux ferrifères (Silicates et autres) Gisements sédimentaires et métamorphiques.
GRENAIS (rouge foncé) Pôle aliminaire Spessartine	10 à 15 %	Arêtes peu émoussées	Skarns; roches plutoniques : granites aplites, pegmatites
TOURMALINES (noires et brunes) schorlites et dravites	15 %	Parfois arêtes émoussées sur formes cristallines	Pegmatites et granites, calcaires métamorphiques (Dravites) c'est aussi un minéral ubiquiste susceptible d'avoir été repris au cours des cycles successifs
CHLORITES DE NEOGENESE	20 à 25 %		
RUTILE	10 %	Contours usés, peu de formes bien cristallisées	Métamorphisme régional, roches éruptives. Subsiste dans des matériaux ayant subi de nombreux lessivages
MICAS BLANCS (indéterminés)	10 %	Petites paillettes fraction fine	Roches métamorphisme régional. Granites aplites, pegmatites
INDETERMINES (dont quartz avec enduit d'oxyde de fer	10 %		

100
1111



NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHSCOPIE	CITES
HEMATITE + OLIGISTE-	10 à 15 %	Oligiste bien cristallisé Hématite en agrégats	
GLAUCONIE	10 %	Grains arrondis typiques	Presque uniquement dans les sédiments marins - Conditions de formation mal connues.
GRENATS (jaunes) Pôle calcique : Grossulaire	10 %	Arrondis	Calcaires métamorphiques, syénites néphéliniques, serpentine, roches volcaniques basiques.
TOURMALINES (noires et vertes) Schorlites et Dravites	20 %	Arrondis parfois arêtes émoussées sur formes cristallines	
CHLORITES de NEOGENESE	10 %	Lamelles arrondies	
MICAS BLANCS	15 %	Petites paillettes	
INDETERMINEES	20 %		

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE	GITES
HEMATITE OLIGISTE	5 à 10 %	Oligiste : parfois arêtes émoussées Agrégats d'hématite scoriacée	
ANDALOUSITE	15 %	FORMES irrégulières parfois pseudo - cristall.	métamorphisme de contact, micaschistes Granites et Pegmatites
GLAUCONIE	15 à 20 %	Grains arrondis	
MICAS BLANCS Pheugites ?	10 à 15 %	Petites paillettes	
SERPENTINES	15 %	Aspect fibreux	Altération des roches ultrabasiqes au voisinage des massifs serpentinisés
CHLORITES	15 à 20 %		
TOURMALINES (noires, ferrifères)	10 %	En grains arrondis (pas de formes cristall.)	
INDETERMINES	10 %		



TABLEAU 35 ECH. P 730

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE
OLIGISTE HEMATITE	15 à 20 %	Formes irrégulières
GRENATS Grossulaires	15 %	arrondis
GLAUCONIE	10 à 15 %	arrondis
TOURMALINES	20 %	Peu de formes cristallines mais lorsqu'elles existent arêtes légèrement émoussées
MICAS BLANCS	20 à 30 %	Paillettes fines
INDETERMINES	10 à 15 %	

TABLEAU 36 ECH. P 736

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE
HEMATITE	35 à 40 %	Aspect scoriacé
MICAS BLANCS dont PHENGITES	35 %	Fines paillettes
ANDALOUSITE	10 %	Pseudo-cristalline
GLAUCONIE	10 %	Arrondis
INDETERMINES	10 %	

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE
HEMATITE OLIGISTE ?	20 %	Agrégats, pas de formes nettes bien cristallisées
MICAS BLANCS	25 %	Petites paillettes
TOURMALINES NOIRES	10 %	Petits prismes bien cristall. non émoussés
SERPENTINES	20 à 25 %	Aspect fibreux parfois fibro- radié
GLAUCONIE	10 %	Arrondis
ANDALOUSITE ?	5 %	
INDEFINIES	5 %	

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE
CHLORITES (certaines de néogène)	30 %	Lamelles arrondies
SERPENTINES	20 %	Fibreuses
MICAS BLANCS	10 à 15 %	Paillettes fines
GRANATS jaunes Grossulaires ?	15 %	Arrondis
GLAUCONIE	5 à 10 %	Grains arrondis
INDEFINIES	10 %	



TABLEAU 39 ECH. P 753

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE
HEMATITES	50 à 60 %	SCORIACEES Quelques formes cristallines
GRENATS ?	5 %	non cristallisés
CHLORITES DE NEOGENESE	20 %	
MICAS BLANCS	10 %	Fines paillettes
INDETERMINES	5 %	

TABLEAU 40 ECH. P 755

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE
hematites	30 %	SCORIACEES
GLAUCONIE	10 à 15 %	Granulaire arrondie
MICAS BLANCS	15 à 20 %	Fines paillettes
GRENATS Grossulaires ?	10 à 15 %	Arrondis
CHLORITES (néogène)	15 %	
INDETERMINES	10 %	

TABLEAU 41 ECH P766 bis

NATURE DU MINERAL	POURCENTAGE	MORPHOSCOPIE
HEMATITES	10 %	Agrégats scoriacés
MICAS BLANCS	5 %	Fines paillettes
CHLORITES DE NEOGENESE	30 %	
GRENATS non déterminés	20 %	
SERPENTINE	10 %	
GLAUCONIE	10 %	
INDERMINES	15 %	



Fig.52 - Coupe d'Andritsona (3).

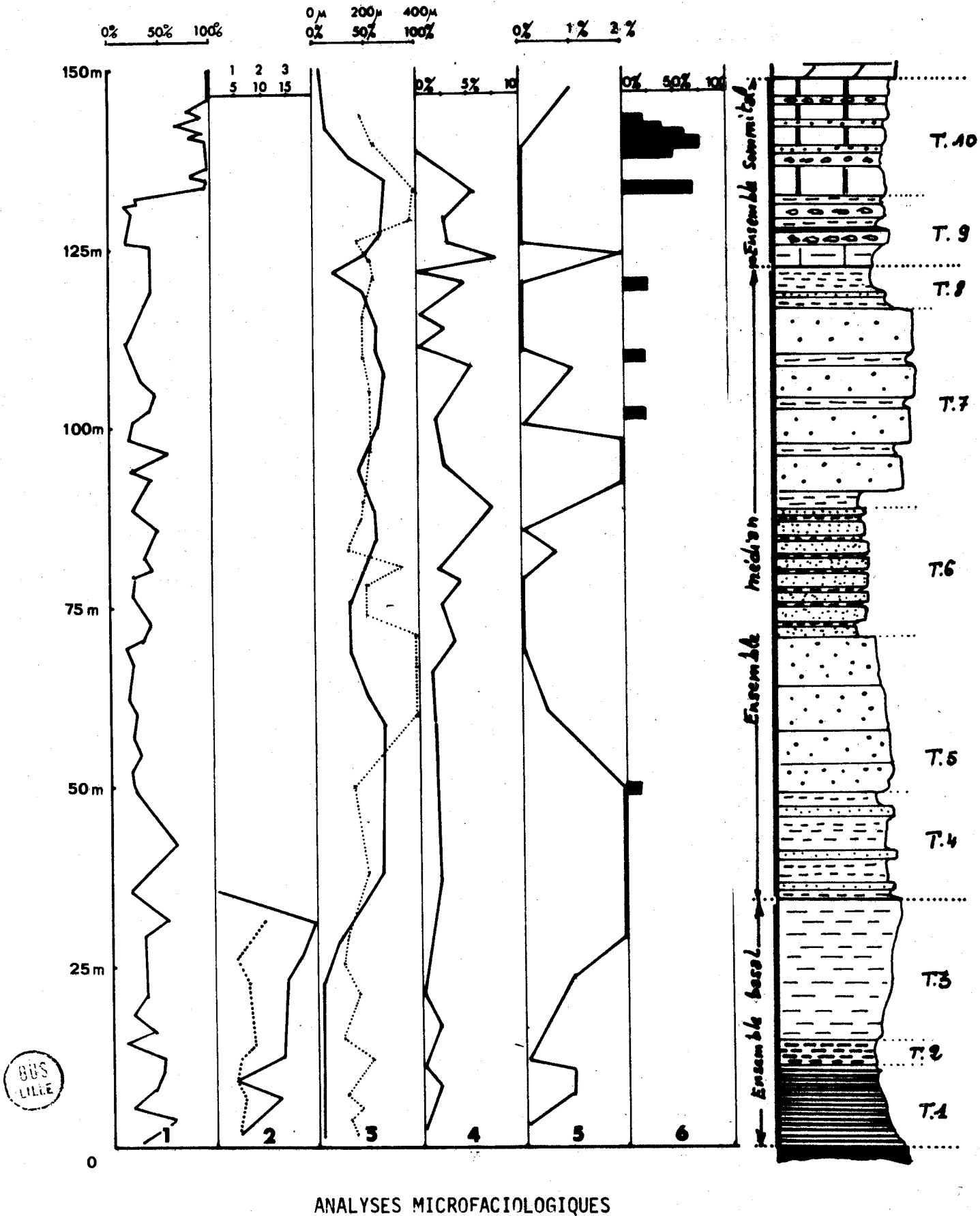
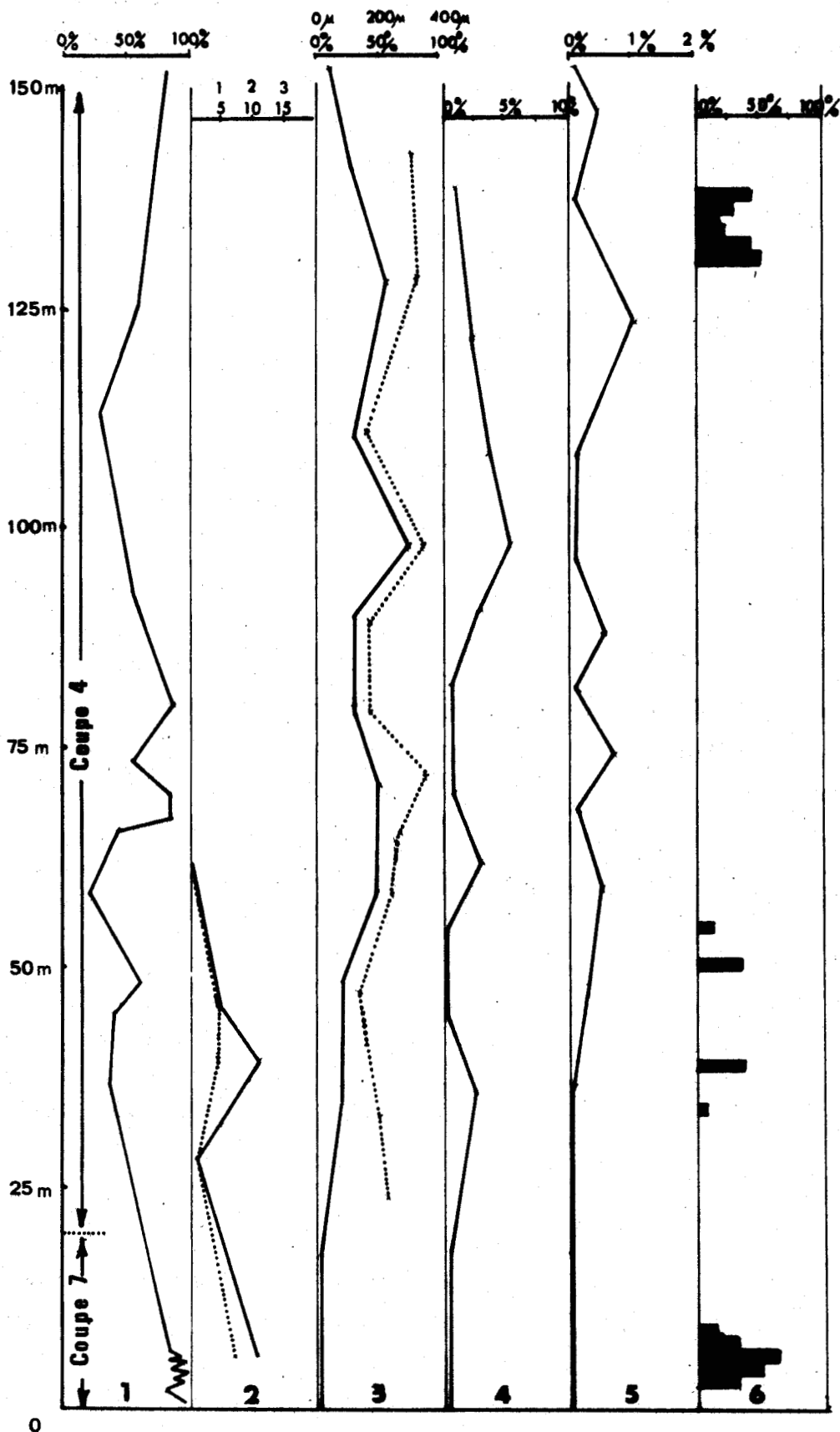


Fig.53 Coupes 4 & 7 aux environs de FANARI.



ANALYSES MICROFACIOLOGIQUES

5 - Etudes microfaciologiques

La présentation des résultats obtenus après observation microscopique et comptage des différents constituants pourrait être faite pour chaque espèce minérale ou paléontologique. J'ai préféré éviter cette description longue et fastidieuse et lui suppléer une représentation globale de tous les résultats sous forme de tableaux. En ordonnées, j'ai figuré la puissance de la coupe, les terrains les plus anciens se trouvent vers la base des tableaux, les différentes colonnes numérotées représentent respectivement :

- Colonne 1 : Variations des pourcentages en carbonates;
- Colonne 2 : Diamètre maximum des radiolaires.
_____ Leur fréquence.
- Colonne 3 : Diamètre maximum des quartz détritiques.
_____ Leur fréquence.
- Colonne 4 : Le pourcentage des micas détritiques.
- Colonne 5 : Le pourcentage des minéraux opaques.
- Colonne 6 : La fréquence et le pourcentage des faunes remaniées.

On remarque pour les coupes retenues que sur une même écaille, l'analyse sédimentologique de deux affleurements situés à 7 km l'un de l'autre fait apparaître des variations longitudinales de faciès (fig.52 et 53). Alors que les calcimétries étaient comparables : les trois ensembles mis en évidence sur le terrain ont pu être retrouvés (basal, médian, sommital); les variations sont notables pour chacun des autres caractères retenus et particulièrement nettes pour les niveaux microbréchiques qui n'abondent que sur la coupe de FANARI; les faunes remaniées s'observent à la base de cette coupe en grande abondance, alors qu'elles sont absentes au S. Les niveaux élevés des Termes sommitaux présentent partout des éléments bioclastiques nombreux.

C - CONCLUSIONS GENERALES SUR LES ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES

Avant de répondre aux différentes questions posées, j'insiste sur une limite méthodologique; en effet je ne suis jamais capable d'opérer des corrélations banc à banc mais seulement de comparer des Ensembles.

1 - Constitution de la patrie nourrière

L'observation des minéraux lourds et l'étude granulométrique permettent de retrouver la nature pétrographique des massifs nourriciers, leur éloignement, les directions des apports. Les associations minérales militent en faveur de l'existence de roches acides grenues et de calcaires métamorphiques sur le continent. La présence de serpentine prouve que des roches ultrabasiques altérées étaient érodées, certains auteurs considèrent que la nature friable de ce miné-

ral implique un faible transport.

Enfin la mise en évidence de l'existence de minéraux souvent rencontrés dans des sédiments remaniés laisse pressentir une couverture sédimentaire sur le continent nourricier.

2 - Direction des apports

Les éléments détritiques sont tous "bien classés" ($1 < S_0 < 2,5$); en effet le coefficient varie dans des échantillons prélevés latéralement sur les affleurements d'une même écaïlle, mais aucun gradient ne se dégage du calcul du coefficient de classement; le calcul du diamètre moyen des éléments détritiques fait apparaître pour les trois Termes de la Formation un gradient décroissant d'E en W et une identité N.S; toutefois si l'analyse ne laisse persister aucun doute sur l'existence de ce gradient pour les termes basal et médian, les résultats sont moins nets, pour le Terme sommital.

Il est évident que cette direction établie géographiquement, ne peut s'étendre sans nouvelles analyses à l'ensemble de la zone du Pinde en Péloponnèse. Des complications (flexions de courants, multiplicité de courants pluridirectionnels) ne sont pas exclues.

3 - Mono ou Polygénies des apports

Simple à définir dans des bassins sédimentaires où le matériel sédimentaire garde une grande homogénéité, ces termes sont d'un emploi beaucoup plus complexe dans un orogène. Il faut alors distinguer entre un ou plusieurs continents nourriciers présentant eux-mêmes soit une bonne homogénéité du matériel (cas le plus rare) soit une hétérogénéité lithologique des massifs.

Les limites géographiques du travail entrepris empêchent d'être catégorique sur l'unicité de la direction d'apport, toutefois les indications données par l'étude des minéraux lourds et des morphoscopies s'inscrivent bien dans une reconstitution paléogéographique d'ensemble : Roches acides grenues, Calcaires métamorphiques, roches ultrabasiques, et couverture sédimentaire sont en effet individualisés dans les zones Pélagonienne et subpélagonienne. En conséquence, si l'on admet une direction orientale des apports, il semble cohérent de songer à une alimentation unique à partir d'un ensemble de massifs de nature lithologiques distinctes.

4 - Allure lenticulaire des couches

L'observation des diminutions de puissance des affleurements de la Formation vers l'W, son absence quasi totale au SW (KYPARISSIA) [MANSY (1969)], les variations importantes de faciès (cf. calcimétries et études macrofaciologiques) et les condensations de séries vers le N (SOPOTO) conduisent à ratta-

cher ces faits à une allure lenticulaire des dépôts qui à l'extrême se manifesterait : par des lacunes sédimentaires.

CHAPITRE V. ETUDE SEQUENTIELLE SUCCINCTE

Il était exclu dans le cadre de ce travail, de présenter une étude séquentielle détaillée de l'ensemble des coupes.

Seule la coupe type de la *Formation d'Andritsena*, levée en grand détail m'a permis une étude continue où sont figurées notamment les surfaces limites, et les figures sédimentaires. J'ai présenté, sous forme de tableaux les sections étudiées, en utilisant la méthode préconisée par BOUMA (1962), l'ensemble des résultats et la Symbolique utilisée sont ceux recommandés par cet auteur.

L'étude sédimentologique (Chapitre IV) ne nous a pas permis de connaître les conditions de mise en place des dépôts; l'analyse stratonomique et séquentielle le permet. En outre, elle précise la paléontologie du bassin durant les dépôts, les modalités de remplissage, les conditions hydrodynamiques des courants; enfin la comparaison des données sédimentologiques et les résultats de cette étude offrent la possibilité de classer la *Formation d'Andritsena* c'est-à-dire de lui attribuer une appellation (Flysch, Molasse, Complexe flyschoidé, complexe détritique...).

1 - RAPPORTS STRATONOMIQUES DANS LA COUPE TYPE

Si les études sédimentologiques ont apporté des précisions sur les natures lithologiques et texturales du sédiment analysé, elles n'ont pas permis d'évaluer les agencements des strates et l'évolution des épaisseurs respectives des différents composants (dans l'espace et le temps). Il était nécessaire, pour ébaucher des reconstitutions paléomorphologiques et tenter d'expliquer les conditions du remplissage, de calculer les rapports des strates. A la suite de nombreux auteurs, j'ai utilisé la méthode recommandée par LOMBARD (1972 - pp. 166 et suivantes) et mis en évidence l'évolution des rapports clastiques et clastiques + schistes.
schistes calcaires micritiques

a) Rapports clastiques et clastiques + schistes de la totalité de la coupe
schistes calcaires micritiques

type.

Epaisseur totale des bancs clastiques : 77 m

Epaisseur totale des bancs de schistes : 73 m

Epaisseur totale des bancs de calcaires micritiques : 12 m.

$\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}} = 1,05$

$$\frac{\text{clastiques} + \text{schistes}}{\text{calcaires micritiques}} = 12,5$$

b) Rapports $\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}}$ et $\frac{\text{clastiques} + \text{schistes}}{\text{calcaires micritiques}}$ des différents Ensembles de la coupe type.

L'évolution lithologique qualitative dans le temps a été mise en évidence lors de l'étude microfaciologique (chapitre IV), il importe de voir si parallèlement à cette variation de faciès, le rapport quantitatif des composants des différentes strates des trois Ensembles subissait lui aussi des modifications verticales.

b.1. : Ensemble basal :

Epaisseur totale des bancs clastiques : 2 m

Epaisseur totale des bancs de schistes : 35 m

$$\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}} = 0,05$$

b.2. : Ensemble médian :

Epaisseur totale des bancs clastiques : 2 m

Epaisseur totale des bancs de schistes : 30 m

$$\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}} = 2,17$$

b.3. : Ensemble sommital

Epaisseur totale des bancs clastiques : 10 m

Epaisseur totale des bancs de schistes : 8 m

Epaisseur totale des bancs de calcaires micritiques : 12 m

$$\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}} = 1,25$$

$$\frac{\text{clastiques} + \text{schistes}}{\text{calcaires micritiques}} = 1,50$$

c) Variations des rapports $\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}}$ et $\frac{\text{clastiques} + \text{schistes}}{\text{calcaires micritiques}}$ de l'Ensemble sommital dans l'espace.

Les variations seront étudiées pour l'Ensemble sommital puisqu'il est seul présent dans un grand nombre de coupes, les autres Ensembles étant souvent tectoniquement rabetés.

c.1. : Ecailles frontales : coupe près de Taxiarchis

Epaisseur totale des bancs clastiques : 26 m

Epaisseur totale des bancs de schistes : 3 m

Epaisseur totale des bancs de calcaires micritiques

$$\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}} = 8,7$$

$$\frac{\text{clastiques} + \text{schistes}}{\text{calcaires micritiques}} = 14,5$$

c.2. : Ecailles occidentales : (cf. coupe type (b;3))

A 7 km au N de la coupe type, la coupe près de FANARI (coupe 4) nous permet de mesurer :

Epaisseur totale des bancs clastiques : 38 m

Epaisseur totale des bancs de schistes : 7 m

Epaisseur totale des bancs de calcaires micritiques : 10 m

$$\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}} = 5,4$$

$$\frac{\text{clastiques} + \text{schistes}}{\text{calcaires micritiques}} = 4,5$$

c.3. : Ecailles médianes : coupe près de KARITENA

Epaisseur totale des bancs clastiques : 42 m

Epaisseur totale des bancs de schistes : 2 m

Epaisseur totale des calcaires micritiques : 2 m

$$\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}} = 21$$

$$\frac{\text{clastiques} + \text{schistes}}{\text{Calcaires micritiques}} = 22$$

Conclusions : Des variations nettes du rapport $\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}}$ apparaissent donc dans le temps, puisque pour les Ensembles basal, médian et sommital, on mesure respectivement 0,05; 2,17 puis 1,25 c'est-à-dire que la Formation correspond successivement à un complexe très schisteux puis gréseux enfin mixte.

La variation du rapport $\frac{\text{clastiques}}{\text{schistes}}$ de l'Ensemble sommital dans l'espace, ne suit pas une évolution régulière d'E en W. puisqu'on peut respectivement mesurer les valeurs suivantes : 21 (KARITENA); 1,25 (ANDRITSENA); 8,7 (TAXIARCHIS). Longitudinalement, sur un même système d'écailles, apparaissent également des dif-

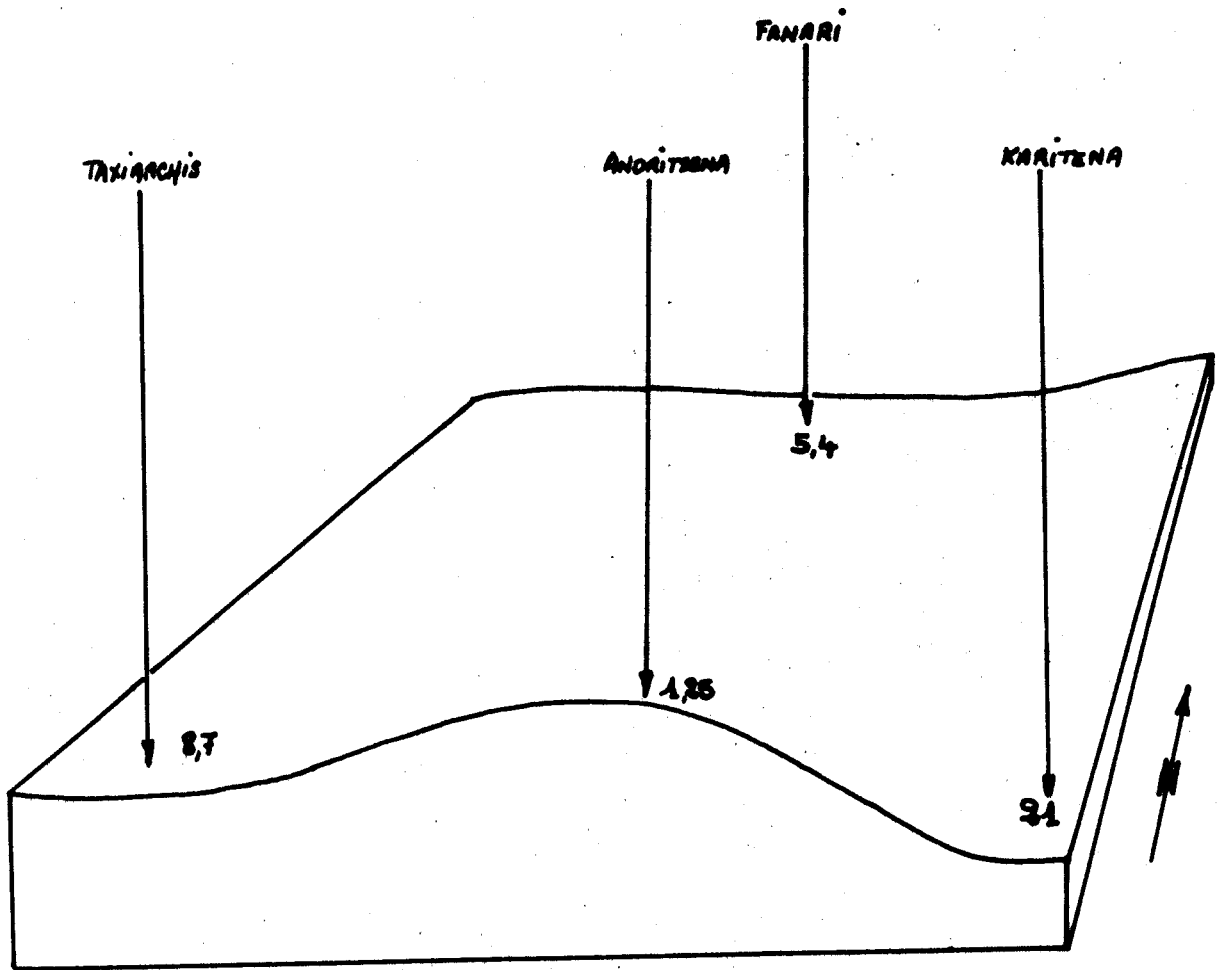


Fig. 54. : ESSAI DE RECONSTITUTION DE LA MORPHOLOGIE
LORS DES DEPOTS DE L'ENSEMBLE SOMMITAL
(LEGENDE DANS LE TEXTE)

férences; on note en effet respectivement 5,4 pour l'échelle de FANARI et 1,25 pour celle de la coupe type.

L'exploitation des résultats nécessite l'introduction de certains postulats; ainsi on admettra (ce qui semble se vérifier dans la suite de l'étude) que le régime hydrodynamique du bassin ne s'est pas modifié fondamentalement pendant la période des dépôts de la Formation, et que les sédiments les plus grossiers s'accumulent dans les zones les plus profondes.

Les variations du rapport clastiques dans l'Ensemble sommital d'une échelle à l'autre impliquaient, étant entendu que l'essentiel des dépôts est formé de particules bien triées, qu'existaient des irrégularités notables du fond marin. La région d'Andritsena correspond à la zone la moins profonde (schistes \approx clastiques), elle est flanquée à l'E. et à l'W. de dépressions (les clastiques prédominent sur les schistes) la dépression orientale est nettement plus importante que l'occidentale (clastiques très abondants à l'E. moins à l'W.), le bombement d'Andritsena s'ennoie vers le N. (les schistes sont là aussi moins abondants que les clastiques) (fig. 54).

Pour les Ensembles basal et médian, la reconstitution paléogéographique astreint à introduire une nouvelle hypothèse car les informations concernent une seule coupe. On supposera que la morphologie mise en évidence pour l'Ensemble sommital s'observerait également pour ces Ensembles basal et médian ce qui se vérifierait si les rapports clastiques varient d'une échelle à l'autre.

Allant plus loin dans le domaine des hypothèses, si l'on admet que les dépressions du fond marin lors de l'accumulation de l'Ensemble sommital avaient mêmes localisations lors des dépôts des Ensembles basal et médian, l'examen des rapports clastiques/ schistes suggère un approfondissement de l'Ensemble basal à l'Ensemble médian (accumulation de matériel de plus en plus grossier), puis une diminution légère de la tranche d'eau de l'Ensemble médian à l'Ensemble sommital.

Mais les faits sont trop peu nombreux, les postulats trop rigides pour qu'on puisse voir, pour cette dernière hypothèse, plus qu'un exercice d'école.

2 - ANALYSE MEGASEQUENTIELLES ET MACROSEQUENTIELLES

"Le Géologue est souvent tenté de substituer les raccords par les faciès aux raccords par les fossiles. Il adopte alors quelque niveau repère qui se substituera à des zones de fossiles marqueurs lorsque celles-ci sont défficientes ou absentes. Cette méthode ne peut jouer que dans des cas bien limités : niveau de bentonites, chutes de cendres volcaniques, niveau de tonstein ou à échelle réduite : niveau d'émersion, paléosurface d'arrêt sédimentaire" LOMBARD.

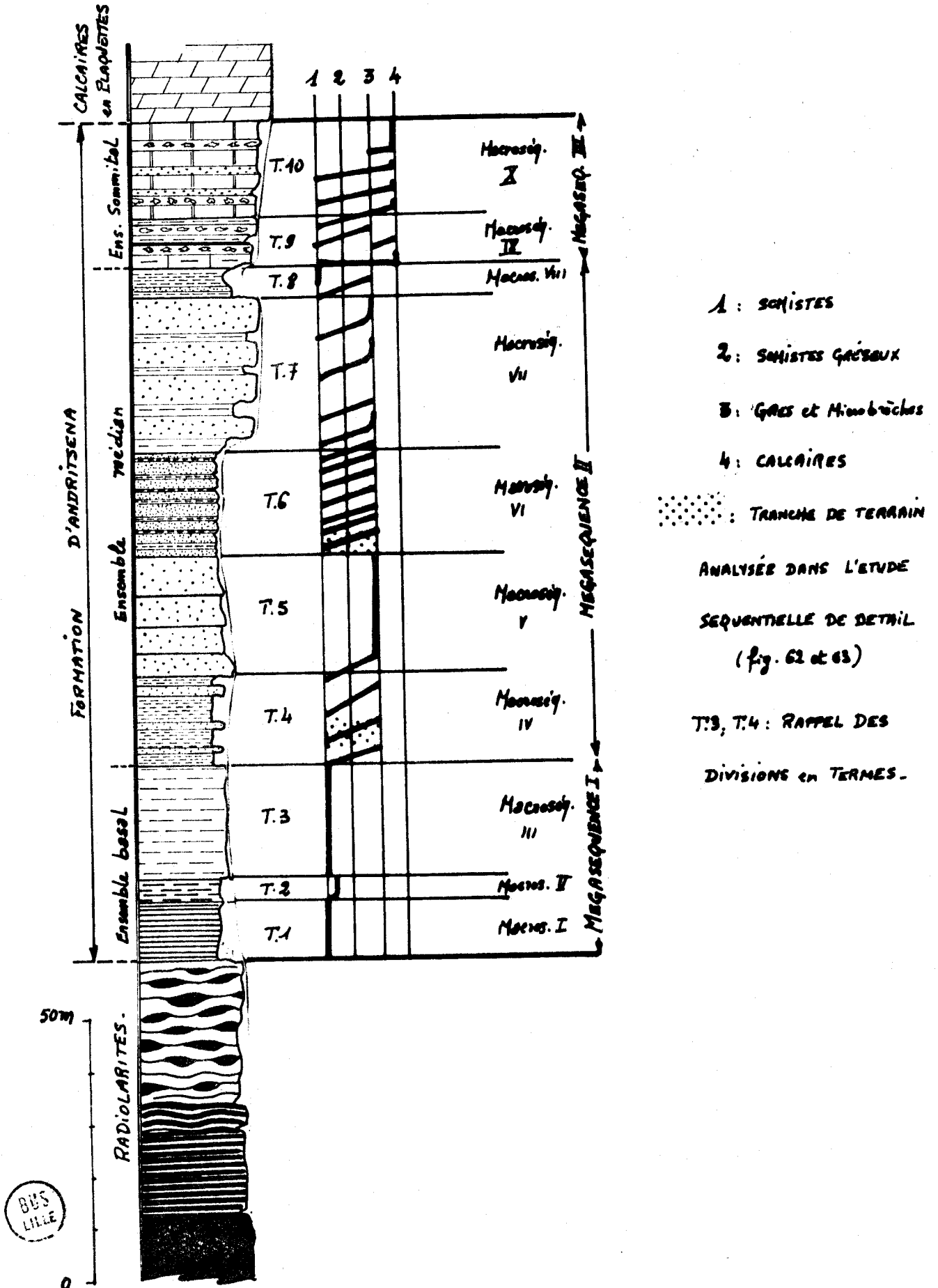


Fig. 55 : COURBE D'EVOLUTION DE LA FORMATION
(COUPE TYPE)

Il était donc exclu dans ce travail de procéder à des corrélations séquentielles banc à banc n'ayant à notre disposition aucun des niveaux repère cités. En outre, les études lithologiques (nature des constituants, disposition géométrique) et l'évaluation des rapports clastiques/schistes nous ont montré quelles étaient très rapides. Il était donc illusoire de prétendre établir des corrélations de séquences. Toutefois il apparaît que certains critères lithologiques suffisamment homogènes (existence d'une trilogie retrouvée sur différents affleurements) autorisent à comparer entre elles les macroséquences puis les mégaséquences d'une même verticale.

2.1. - Courbe d'évolution de la Formation d'Andritsena (fig. 55.)

Pour pouvoir effectuer une étude séquentielle de détail, j'ai brièvement traduit dans le vocabulaire de cette discipline les résultats exposés dans la partie lithologique de ce travail (chap. II). Les résultats sont exprimés dans la figure 55 où les techniques de reproductions séquentielles ont été utilisées. Elles mettent en particulier clairement en évidence d'une part les alternances qui interrompent l'homogénéité des Ensembles et d'autre part la constitution pétrographique des couches.

a. plusieurs mégaséquences se dégagent :

Mégaséquence I = Ensemble basal

Mégaséquence II = Ensemble médian

Mégaséquence III = Ensemble sommital.

b. Chacune de ces mégaséquences se décompose en un certain nombre de macroséquences présentant des caractères différents.

Mégaséquence III

Macroséquence X : : Calcaires clastiques grès et schistes alternants

Macroséquence IX : : Lits calcaires clastiques schistes et micrites alternants.

Mégaséquence II	Macroséquence VIII	: Séquence frustrée. Matériel presque uniquement schisteux.
	Macroséquence VII	: Gros bancs gréseux. Séquences nettes.
	Macroséquence VI	: Rythmicité très marquée. 8 séquences présentant les termes BOUMA.
	Macroséquence V	: Presqu'exclusivement gréseuse mais présence d'interlits schisteux.
	Macroséquences IV	: 3 séquences bien nettes.
Mégaséquence I	Macroséquence III	: Quelques grains clastiques disséminés. Séquences frustrées.
	Macroséquence II	: Matériel un peu plus grossier qu'en I.
	Macroséquence I	: Homogénéité très grande du matériel. Séquence frustrée ou inexistante.

Ce type de représentation souligne que l'Ensemble basal est riche en schistes, l'Ensemble médian gréseux et l'Ensemble sommital calcaire; en outre il fait apparaître l'aspect non rythmique de l'Ensemble basal, l'installation de la rythmicité au cours des dépôts de l'Ensemble médian, la persistance de cette rythmicité dans l'Ensemble sommital.

Il s'ensuit qu'a priori toute étude séquentielle devait porter sur les macroséquences IV et VI.

2.2. Quelques études séquentielles de détail

Les études séquentielles de détail ont été entreprises pour établir le caractère de la Formation en usant de la méthodologie mise au point par BOUMA (1962).

En prenant les cas les plus favorables (Macroséquences IV et VI) il était a priori possible de déterminer dans les meilleures conditions si l'affirmation des auteurs ayant créé et utilisé le terme de "Premier Flysch du Pinde" s'appliquait à une Formation ayant une structure séquentielle.

2.2.1. Rappel : la séquence type

A la suite de KUENEN (1953 a, b) BOUMA (1962) envisage la représentation de la sédimentation type et les variations de cette sédimentation. Selon lui, le nombre des structures sédimentaires caractéristiques est restreint, aussi est-il possible de fixer une succession typique; cinq intervalles peuvent ainsi être déterminés, chacun d'eux étant définis par la prédominance d'un type de sédimentation (fig. 56).

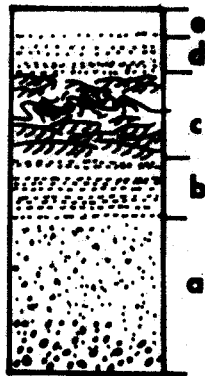


Fig. 56 : La séquence type (in BOUMA, 1962)

a. INTERVALLE GRANOCLASSE

La partie basale est composée de sable montrant un granoclassement vertical plus ou moins distinct, qui peut être indistinct et même absent si le matériel sédimentaire est bien trié. La texture de cet intervalle est sableuse, contenant parfois des gravelles et des éléments de roches.

b. BASE DE L'INTERVALLE DES LAMINATIONS PARALLELES

Cet intervalle est marqué par la présence de sables argileux granoclassés, mais les laminaisons parallèles prédominent. Le contact entre a et b est en général graduel.

c. INTERVALLE DE "CURRENT RIPPLE LAMINATION"

Cet intervalle est lié à des rides de courant, elles ont en général moins de 5 cm de haut et moins de 20 cm de large. Quelquefois elles sont courbées. Le diamètre maximum des grains est compris entre 60 et 100 μ .

Le contact entre l'intervalle basal des laminations parallèles et cet intervalle est souvent bien marqué.

d. SOMMET DE L'INTERVALLE DES LAMINATIONS PARALLELES

Les laminations parallèles sont caractéristiques, mais si le banc est tectonisé, elles deviennent invisibles. Le matériel est composé de sable très fin, et de pélites silteuses. Le contact entre l'intervalle c et d est souvent visible.

e. INTERVALLE PELITIQUE

L'intervalle sommital du banc ne montre pas de structures sédimentaires, on peut y trouver des Foraminifères. Le contact entre d et e est en général graduel. Quelquefois des marnes ou des marnes argileuses peuvent se trouver au-dessus de l'intervalle pélitique.

La séquence complète (appelée $T_{a.e}$ ou T_1) est seulement présente dans les bancs épais. La plupart des bancs montrent une séquence incomplète.

2.2.2. Variations des séquences

On peut grouper à partir de ce type fondamental les variations en trois familles : toutes se composent d'une partie de la séquence complète :

PREMIERE FAMILLE : BANCS A SEQUENCE DE BASE TRONQUEE

Quatre combinaisons sont possibles :

$$T_2 = T_{b.e}$$

$$T_3 = T_{c.e}$$

$$T_4 = T_{d.e}$$

$$T_5 = T_e$$

La distinction entre $T_{d.e}$ et T_e peut être très difficile et ne peut s'observer que si la base du banc est un peu sableuse.

Cette famille de bancs à base tronquée est la plus commune.

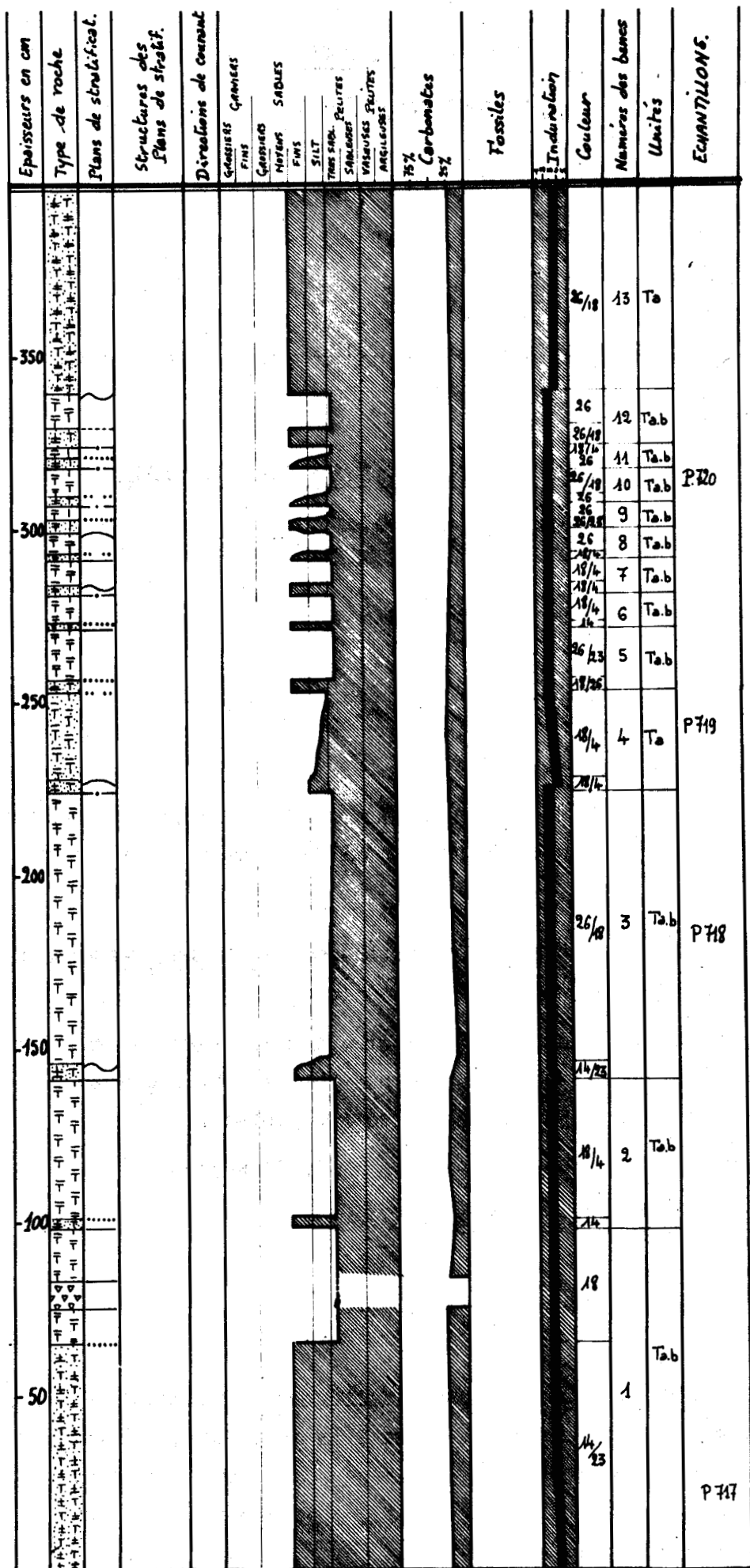


Fig. 57 : ETUDE DE LA BASE DE MACROSEQUENCE IV.



DEUXIEME FAMILLE : BANCS A SEQUENCE SOMMITALE TRONQUEE

Quatre combinaisons sont possibles :

T_a

T_{a.b}

T_{a.c}

T_{a.d}

Ce phénomène peut être dû à l'érosion par un courant et plus spécialement second courant de turbidité.

TROISIEME FAMILLE : BANCS A SEQUENCES BASALES ET SOMMITALES TRONQUEES

Cinq combinaisons sont possibles :

T_b

T_{b.c}

T_c

T_{c.d}

T_d

Après ce bref rappel de la séquence type, nous allons pouvoir mettre en évidence d'éventuelles coïncidences entre le matériel étudié et le schéma proposé par BOUMA.

2.2.3. Etude de la base de la Macroséquence IV (mégaséquence II)
(Fig. 57).

L'ensemble de la macroséquence n'a pu être étudié, seule la tranche de dépôts comprise entre la partie sommitale du premier gros banc gréseux et la partie basale du second gros banc de grès a été analysée en détail.

Plusieurs faits s'imposent à la lecture de la figure 57 :

1. L'évolution verticale est du type

- grès
- schistes
- grès

- les schistes qui prédominent largement sont affectés épisodiquement de brefs apports grossiers: Nombreux vers le sommet, rares à la base donnant l'impression d'annoncer une nouvelle sédimentation grossière. Les grès sont francs, leur granulométrie pratiquement constante (voir p.) ne montre aucun grano-

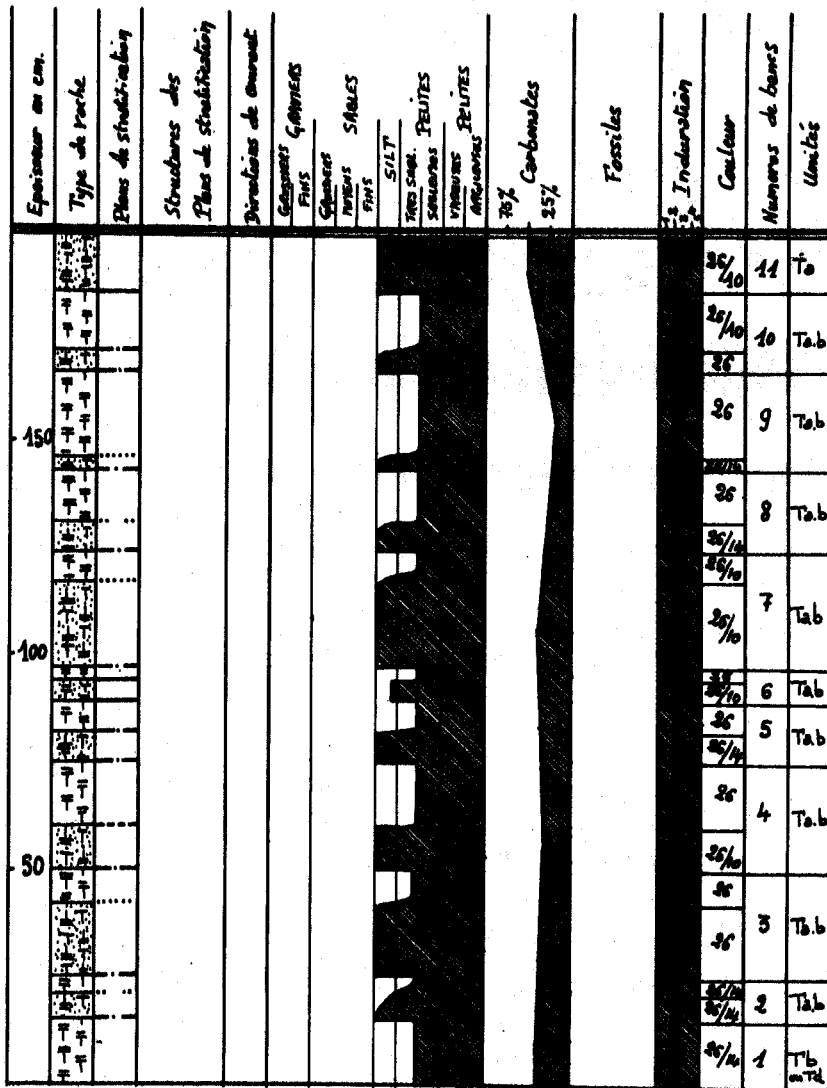


Fig. 58 : ETUDE DE LA BASE DE LA MACROSEQUENCE VI.



classement vertical. Grès et schistes sont toujours calcaireux, le pourcentage en carbonates reste très constant.

2. Comparaison avec la séquence type

Une certaine incertitude persiste lorsque le contact avec le sommet de l'intervalle .a. est bien marqué. Il peut alors s'agir : soit d'un intervalle b appartenant à la même séquence que a : $T_{a,b}$, soit d'une nouvelle séquence tronquée du type T_d .

Les intervalles .c. et .e. n'ont jamais été mis en évidence; l'absence d'intervalles .e. s'expliquant par l'abondance d'un matériel trop silteux, le passage entre les intervalles .a. et .b. est en général graduel comme il est habituel.

L'intervalle .a. est en général caractérisé par l'absence de granoclasement, absence logique ici puisque le matériel sédimentaire est bien trié. Sa texture est parfois bioclastique.

2.2.4. Etude de la base de la macroséquence VI (mégaséquence I (Fig. 58))

L'étude a été menée à l'extrême base du Terme 6 où s'amorçait une nouvelle rythmicité.

1. L'évolution verticale n'apparaît pas nettement sur cette tranche de dépôts. La rythmicité, beaucoup plus régulière que précédemment ne laisse pas apparaître de macrorhythmes distincts.

L'évolution est du type

	Silts
	Pélites silteuses
	Silts

Les silts et pélites silteuses sont toujours calcaireux, la teneur en carbonates pouvant atteindre 50 %.

2. Comparaison avec la séquence type

Les séquences sont du type $T_{a,b}$, l'intervalle .b. évolue vers un matériel un peu moins sableux que pour la macroséquence IV puisqu'il s'agit ici de pélites silteuses et de pélites très silteuses.

L'intervalle - a - ne montre pas de granoclasement vertical net, ici encore le matériel bien classé (cf. indice de TRASK) explique cette constance granulométrique verticale (voir p. 52).

3 - CONCLUSIONS

Dans les macroséquences les plus favorables, la séquence type complète n'existe jamais, les séquences incomplètes sont elles mêmes souvent difficiles à déceler; on a en effet pu constater que les caractères qui rendent aisément interprétable la séquence unité:granoclasement vertical, laminations contournées.. n'apparaissent jamais ici. Donc si les macroséquences choisies pour leur aspect rythmique ne présentent pas les caractères indubitables de la séquence type et sont à peine assimilables à une "portion de Flysch" les autres macroséquences en sont plus éloignées encore. C'est pourquoi le terme de Flysch ne peut être appliqué à la *Formation d'Andritsena*.

Compte tenu du poids de la tradition, il convient de parler avec P. CELET de "Formation flyschoïde".

Il est indispensable de rappeler le caractère régional de l'étude exposée ici et de souligner que J. AUBOUIN a introduit la notion de "Premier Flysch" en Grèce septentrionale, c'est donc là qu'il faudrait procéder à l'analyse séquentielle pour pouvoir valablement discuter de la terminologie stratonomique; de cette analyse découle cependant qu'en Péloponnèse central et Septentrional, l'emploi du terme "Flysch" est inadapté.

CHAPITRE VI : CONCLUSIONS GENERALES

Une étude de détail a permis d'analyser, sur une surface géographiquement limitée (600 km² environ), une Formation jouant un rôle capital dans les hypothèses de reconstitutions paléogéographiques, émises par les auteurs (AUBOUIN, 1959; CELET, 1962; DERCOURT, 1964....) dans les zones externes des Hellénides; j'apporte des informations factuelles qui devront prendre leur place dans des synthèses à l'échelle de la chaîne, de telles synthèses ne pouvaient être tentées ici.

Les faits apportés sont :

1 - La différenciation sur le terrain de dix TERMES regroupés en trois ENSEMBLES; les distinctions n'ont en général qu'une valeur subjective souvent liée à des critères érosionnels; leur répétition m'a cependant prouvé leur validité.

2 - Deux MEMBRES ont pu être définis, l'un à la base, l'autre au sommet et on permis de dater la Formation :

MEMBRE I (Basal) : rare, souvent absent, il est constitué d'une alternance de pélites et de passées microbréchiqes calcaires à abondante microfaune. Les associations microfaunistiques rencontrées ici permettent de donner un âge maximum CENOMANIEN INFÉRIEUR (un doute sur des rajeunissements possibles plane, lié à la constitution lithologique du sédiment).

Le mot "MEMBRE" ne s'applique pas exactement aux niveaux de base de la Formation si on l'utilise au sens strict; en effet la présence de microfaune remaniée ("subautochtone" ou "allochtone") ne peut permettre d'attribuer à ces niveaux qu'un âge maximum or on sait que par définition un MEMBRE est caractérisé par une biozone ou la présence de faune qui le date, c'est pourquoi le mot MEMBRE est employé ici au sens large.

MEMBRE II (Sommital) : immédiatement sous-jacent aux Calcaires en Plaquettes, il est composé de niveaux micritiques alternants avec des microbrèches calcaires et des pélites; on y observe quelques récurrences gréseuses. Les associations de microfaune dans les calcaires micritiques ont permis de lui attribuer un âge SANTONIEN SOMMITAL - CAMPANIEN BASAL. La Formation est ici plus jeune que partout où elle fut datée en Grèce.

3 - Une coupe levée par l'auteur dans les régions plus septentrionales du Péloponnèse (SOPOTO) (voir en outre FLAMENT, 1973) a livré dans les niveaux sommitaux une microfaune du TURONIEN; la comparaison avec les datations de la région d'Andritsena met en évidence un diachronisme de ces horizons sommitaux.

4 - L'analyse des minéraux lourds suggère une composition de la patrie nourricière faite pro-parte de roches acides grenues, pro-parte, de roches ultrabasiques, de calcaires métamorphiques enfin de terrains sédimentaires.

Rappelons que : roches ultrabasiques, vieux socle granitisé et calcaires métamorphiques sont bien connus dans des zones internes des Hellénides (zones Pélagonienne et Subpelagonienne) et dans celles des Dinarides (s.s.).

5 - De nombreux arguments militent en faveur d'un transport important et d'apports orientés $E \rightarrow W$; cette direction générale des courants semble en contradiction avec les observations effectuées ailleurs dans les zones actuelles ou fossiles de sédimentation.

6 - La variation des rapports stratonomiques conduit à envisager une structure gaufrée du fond lors des dépôts de l'Ensemble sommital, et notamment l'existence d'un bombement à Andritsena s'ennoyant vers le N.

7 - L'allure lenticulaire des dépôts, les variations rapides de faciès dans la région d'Andritsena, les condensations de séries vers le N., voir les lacunes sédimentaires au SW, impliquent un mode de sédimentation en bi-seau.

8 - Les résultats de l'analyse séquentielle, le manque de puissance de la Formation, la rareté du granoclassement vertical et des figures de bancs, l'absence de figures sédimentaires, conduisent à récuser l'assimilation de la Formation d'Andritsena à un vrai Flysch.

9 - Place de cette Formation dans les Hellénides - Signification :

Si l'on rencontre les matériels grenu, métamorphique, ultrabasique et

sédimentaire immédiatement à l'E. de la région étudiée, il faut noter que ces mêmes matériels se retrouvent tant vers le N que vers le S: puisque les zones isopiques des Hellénides et plus généralement des Dinarides s'allongent approximativement du NW au SE. Les résultats des granulométries nous ont montré une direction E→W des apports; mais à l'échelle des Hellénides, on voit que la présence de zones ayant la constitution requise pour être la patrie alimentatrice de la Formation d'Andritsena, existe ailleurs qu'à l'E; ainsi les directions majeures des courants d'alimentation pouvaient être tout autres, analogues à celles qu'à pu déduire pour le Flysch éocène du Pinde FLEURY (1970). Cependant pour la Formation d'Andritsena rien sur le terrain, là où elle fut étudiée, ne le suggère. La série du Pinde-Olonos montre successivement en Péloponnèse trois grandes familles de faciès :

- une première série commençant par un détritique triasique et atteignant les Pélites de KASTEKI (FLAMENT, 1973).

- une deuxième famille radiolaritique complexe, annoncée par des silicifications des niveaux calcaires sous-jacents dont on ne sait s'il s'agit de silicifications primaire ou secondaire.

- un troisième ensemble où abondent les détritiques :

la Formation d'Andritsena en serait la base et on aurait là l'amorce d'un vrai Flysch se poursuivant, après une rémission carbonatée (Calcaires en Plaquettes), par un flysch calcaire (Couches de Passage au flysch éocène) puis par un flysch gréseux (flysch éocène). Une telle image suggérée par une étude locale ne peut être qu'une amorce de réflexion nécessitant des comparaisons avec les différentes séries sédimentaires des Hellénides, mais aussi des Dinarides septentrionales.

ANNEXE : DEFINITION DE LA FORMATION D'ANDRITSENA

- Trois Ensembles la compose; un Ensemble basal essentiellement pélitique, un Ensemble médian où les grès à ciment calcaire alternent avec des pélites calcaires, un Ensemble sommital carbonaté avec des intercalations gréseuses et schisteuses.

- La coupe référence de la Formation se situe sur la route entre Andritsena et Linistena, à 3 km avant l'entrée dans ce dernier village. (carte allemande au 1/100.000ème : x = 3,375 y = 24,42).

- cette Formation est datée grace à la présence de deux MEMBRES :

MEMBRE basal (sens large) : caractérisé par une microfaune donnant au maximum un âge CENOMANIEN INFÉRIEUR (dans des niveaux microbréchiques calcaires).

MEMBRE sommital (sens strict) daté par une microfaune de la limite SANTONIEN - CAMPANIEN dans des calcaires micritiques.

Le MEMBRE basal est souvent absent, le MEMBRE sommital toujours présent. Lorsque ces deux Membres existent sur une même coupe, la Formation se carte aisément.

- La coupe type montre une puissance de 156 m.

VII. BIBLIOGRAPHIE

A. BIBLIOGRAPHIE SUR LES METHODES ET TECHNIQUES

1. ALBISSIN M.D' (1969).- Données de la thermoluminescence sur les pressions subies par les roches calcaires B.S.G.F. (7), XI, p. 273-279.
2. ALBISSIN M. D'; GUILLAUME A. (1969).- Influence de la déformation sur la thermoluminescence de minéraux et roches silicatées. B.S.G.F. (7), XI, p. 280-286.
3. ALBISSIN M. D'; CHAYE M.; BEUGNIES A.; BROQUET P.; CAIRE A.; CHARLET J.M.; DELTEIL J.; POLVECHE J.; REMOND G. (1970).- Normalisation des courbes de thermoluminescence en vue de leur utilisation dans les études lithostratigraphiques. Mém. B.R.G.M. n° 77 (1972) T.2, p. 921-934.
4. AUBERT M.; BERTHOIS L.; (1950).- Remarques sur l'influence de la durée du tamisage dans les analyses granulométriques. Ann, Ecole nat. d'agriculture de Rennes. T. XIII p. 167-188.
5. BEAUDOUIN B.; HACCARD D.; (1970).- Méthodologie critique appliquée à l'analyse séquentielle dans des séries de caractère Flysch. Mém. B.R.G.M. N° 77 (1972) T.2, p. 535-546.
6. BEUGNIES A. (1969).- Microscopie des milieux cristallins. Dunod, Edit. Paris (190 p.).
7. BEUGNIES A.; GODFRIAUX I.; ROBASZYNSKI F. (1969).- Contribution à l'étude des phengites. Bull. Soc. Belge de Géol. et Paléont. T. LXXVII, Fasc. 1.
8. BEUGNIES A.; et Al. (1969).- Contribution de la thermoluminescence à la paléogéographie de la Méditerranée centrale. B.S.G.F. (7), XI, p. 307-322.
9. BILLY G. (1954).- Etude des courbes normales de dispersion. Centre de documentation universitaire, Paris.
10. BONHOMME M; CLAVER N.; COTILLON P.; LUCAS J. (1969).- Datation Rubidium-Strontium de niveaux glauconieux du Crétacé inférieur de Haute Provence : Mise en évidence d'une diagenèse. Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., 22, 4, p. 235-247.
11. BONHOMME M.; WEBER F.; FAVRE-MERCURET R. (1965).- Age par la méthode Rubidium-Strontium des sédiments du bassin de Franceville (République gabonaise) Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr., 18, 4, p. 243-252.
12. BOUMA A.H. (1962).- Sédimentology af some flysch deposits. 168 p. Elsevier, Edit. Amsterdam.
13. BOUMA A.H. (1969).- Methods for the Study of Sedimentary structures. 458 p. Wiley, Edit. New-York.

14. BRGM (1964).- Etude minéralogique de cinq argiles. Echantillons étalons N° Mo 174.
15. BROQUET P.; CHARLET J.M. (1965).- Utilisation de la thermoluminescence naturelle des quartz et des feldspaths détritiques dans l'étude de quelques formations sédimentaires siciliennes. Ann. Soc. Géol. Nord T 85 (1), p. 79-96.
16. CAMEZ Th.; (1962).- Etude sur l'évolution des minéraux argileux dans les sols des régions tempérées. Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.
17. CAROZZI A. (1953).- Pétrographie des roches sédimentaires. 250 p. Griffon. Edit. Neufchatel/Suisse.
18. CHARLET J.M. (1963).- La thermoluminescence des roches et son utilité en Géologie. Ann. Soc. Géol. Nord. t. 83 (4), p. 243-258.
19. CHARLET J.M. (1969).- La thermoluminescence des roches quartzofeldspathiques Bull. B.R.G.M., 2ème série, SII, (2) 97p. et (3) 60 p.
20. CHARLET J.M. (1970).- Le photomètre de microthermoluminescence, son intérêt dans les applications de la TL à la Géologie. Ann. Soc. Géol. Nord, t. 90 (1), p. 23-31.
21. DUFF D.; HALLAM A.; WALTON E.D. (1967).- cyclic sédimentation. Development in Sedimentology (10). 280 p. Elsevier, Edit. Amsterdam.
22. FOLK R.L (1962).- Spectral Subdivision of limestone types in "Classification" of Carbonate rocks. A symposium. Am. Ass. Petr. Geolog. Mem. 1 p. 62-84.
23. FOLK R.L. (1968).- Petrology of sedimentary rocks. Hemphill's. Edit. Austin/Texas.
24. I.F.P. (1953).- Minéraux argileux et leurs relations avec la Géologie Rev. I.F.P. N° spécial.
25. KRUMBEIN W.C.; SLOSS L.L.; (1951).- Stratigraphy and Sedimentation 660 p. Freeman Edit. San-Francisco.
26. KIENEN PH. H. (1957).- Sole markings of graded graywacke beds. The Journ. of. Géol.
27. LUCAS J. (1962).- La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etudes sur les argiles du Trias. Mém. Serv. Carte géol. Als Lorr.
28. MAMET B. (1970).- Quelques aspects de l'analyse séquentielle Mém. BRGM N° 77 (1972) T.2. p. 663-678.
29. MAZERAN R. (1970).- un exemple de variation de la thermoluminescence naturelle des quartz granitiques dans un massif circonscrit : le Sidobre; ses conséquences. Mém. B.R.G.M. N° 77 (1972) T.2. p. 913-916.
30. MERIAUX S. (1954).- Contribution à l'étude de la granulométrie. Th. Sc. Paris 1vol. I.N.R.A. 118 p.

31. MICHARD A. (1969).- Les dolomies. Bull Serv. Carte Géol. Als.
22, (1), p. 3-92.
32. MILLOT G. (1953).- Minéraux argileux et relations avec la Géologie
Rev. I.F.P. (numéro spécial).
33. MILLOT G. (1964).- Géologie des argiles. Masson édit. Paris
34. OGIER M. (1970).- Limites d'utilisation des méthodes de thermoluminescence
des feldspaths en stratigraphie. Mém. B.R.G.M. n° 77 (1972) T.2.
p. 917. 920
35. PARFENOFF A (1967).- Aperçu sur les méthodes d'étude des concentrés alluvion-
naires. Bull. B.R.G.M. (Février).
36. PARFENOFF A.; POMEROL C.; TOURENQ J. (1970).- les minéraux en grains, mé-
thodes d'étude et détermination. Masson. Edit. Paris.
37. PETTIJOHN F.J.; POTTER P.E.; SIEVER R. (1972).- Sand and sandstone.
Springer-Verlag, Edit. Berlin.
38. ROUBAULT M. (1963).- Détermination des minéraux des roches au microscope
polarisant. Lamarre-Poinat. Edit. Paris.
39. STRAKHOV N.M. (1957).- Méthodes d'étude des roches sédimentaires (Trad. de
Saint-Aubin, Vatan et autres). Ann. Serv. Inf. Géol. B.R.G.M. N° 35
t. 1, 2. 535 p.
40. VATAN A. (1967).- Manuel de Sédimentologie. 397 p. Technip. Edit. Paris.
41. VASSOEVIKH N.B. (1948).- Le flysch et les méthodes de son étude S.I.G.
N° 1957.
42. WEAVER C.E. (1955).- The distribution and identification of mixed layer
clays in Sedimentary rochs. Ann. Min. V. 41, p. 202-221.
43. WEAVER C.E. (1956).- Géologie interprétation of argillaceous Sediments
Bull. Am. Ass. Petr. Géol.
44. WHITTEN Th (1966).- Structural géology of folded rocks. Rand Mc
Nally, edit. Chicago.

B. BIBLIOGRAPHIE SUR LE FLYSCH (s.1)

45. ANDRIEUX J. (1967).- Etude de quelques filons clastiques intraformationnels du flysch albo-aptien des zones externes du Rif (Maroc) B.S.G.F. (7), IX, p. 844-849.
46. AUBOUIN J. (1964).- Réflexions sur le problème des flyschs et des Molasses son aspect dans les Hellénides (Grèce). Eclog. geol. Helv., Vol. 57, n° 2, p. 451-496.
47. AUBOUIN J., SIGAL J., et al (1970).- Sur un bassin de flysch : stratigraphie et paleogéographie des Flyschs crétacés de la Lombardie (versant sud des Alpes orientales, Italie) B.S.G.F. (7), XII, n° 4, p. 612-658.
48. BEAUDOUIN B. (1970).- Sédimentation à "caractère flysch" dans une série carbonatée "pélagique" (jurassique terminal - Crétacé basal des chaînes subalpines méridionales) C.R. somm. S.G.F. p. 58-60.
49. BEAUDOUIN B., GIGOT P., HACCARD D. (1970).- Flysch et molasse, approche sédimentologique. B.S.G.F. (7), XII, n° 4, p. 664-672.
50. BLANCHET R. (1968).- Sur l'extension du flysch tithonique eocrétacé en Bosnie centrale (Yougoslavie) C.R. somm. S.G.F. p. 97-98.
51. BLANCHET R. (1970).- Données nouvelles sur le flysch bosniaque : la région de Banja Luka, Bosnie septentrionale, Yougoslavie, B.S.G.F. (7) XII, n° 4, p. 659-663.
52. BOUMA A.H. (1962).- Sédimentology of some flysch deposits (a graphic approach to faciès interpretation) Amsterdam, Elsevier Publ. Cy. 168p.
53. DEBELMAS J. (1970).- La position des formations de type flysch dans le développement orogénique des chaînes méditerranéennes. B.S.G.F. (7), XII, n° 4, p. 595-598.
54. ERICSON D.B., EWING M., HEEZEN B. (1951).- Deep sea sand and submarine cany Bull. Soc. geol. America, vol. 62, p. 205-220.
55. FEUILLEE P. (1970).- Y-a-t-il des flyschs pyrénéens. B.S.G.F. (7), XII, n° p. 603-611.
56. GAGNY C. (1962).- Caractères sédimentologiques et pétrographiques des schistes et grauwackes du Culm dans les Vosges méridionales. Bull. Serv. Carte geol. Als.Lorr., t. 15. fasc. 4, pp. 139-160.
57. KUBLER B. (1970).- La composition des fractions fines et la distinction flysch et molasse dans le domaine alpin et perialpin. B.S.G.F. (7), XII, n° p. 599-602.
58. KUENEN Ph. H., MIGLIORINI C.I. (1950).- Turbidity currents as a cause of graded bedding. Journ. géol., volume 58, p. 91-127.
59. KUENEN Ph. H., MENARD H.W. (1952).- Turbidity currents, graded and non graded deposits. Journ. Sedim. Petrol., vol. 22, p. 83-96.
60. KUENEN Ph. H., PRENTICE J.E. (1957).- Flow markings and load-casts. geol. Mag., vol. 94, p. 173-174.

61. KUENEN Ph. (1957).- Sole markings of graded graywackes beds. Journ. Geol., vol. 65, p. 231-258.
62. KUENEN Ph. (1959).- Turbidity currents : a major factor in flysch deposition. Eclog. Geol. Helv., vol. 51, p. 1009-1021.
63. KUENEN Ph. (1960).- Bibliography of turbidity currents and turbidites. Groningen, Geol. Inst. Univ., 17 p. ronéot.
64. KUENEN Ph. (1964) Deep sea sands and ancient turbidites. In turbidites (Développements in sedimentology, vol. 3) p. 1-33. , Elsevier Publ. Cy. Amsterdam.
65. LANTEAUME M. (1964).- Séance du mercredi 4 septembre à la maison du Roy C.R. somm. S.G.F. p. 460-461.
66. LANTEAUME M., BEAUDOUIN B., CAMPREDON R., (1967).- Figures sédimentaires du Flysch "grès d'Annot" du synclinal de Peira-Cava. 1 vol., 97 p., ● C.N.R.S., Paris.
67. LOMBARD A. (1958).- Sédimentologie du Flysch. Eclog. Geol. Helv., Vol. 51, p. 1022-1026.
68. LOMBARD A. (1960).- Stratification et laminites du Flysch. Arch. Sciences, Vol. 16, p. 550-567.
69. LOMBARD A. (1963).- Laminites : a structure of flysch - type sediments. Journ. sed. Petr., vol. 33, n° 1, p. 14-22.
70. MANGIN J. Ph. (1962).- Traces de pattes d'oiseaux et flute-casts associés dans un faciès flysch du tertiaire pyrénéen. Vol.1, p. 163-166.
71. MANGIN J. Ph. (1962).- Le flysch, sédiment climatique. C.R. somm. S.G.F. p. 34-36.
72. MANGIN J. Ph. (1963).- Turbidites, laminites, varves et séquences unités. C.R. somm. S.G.F., p. 112-114.
73. MANGIN J. Ph. (1964).- Petite histoire du dogme des turbidites C.R. somm. S.G.F., p. 51-54.
74. MANGIN J. Ph. (1972).- Tentative de définition des "ensembles" flysch et molasse au sens mathématique du terme. C.R. somm. S.G.F. Fasc. 3 P. 114-116.
75. NESTEROFF W.D., HEEZEN B.C. (1960).- Les dépôts de courants de turbidité, le flysch et leur signification tectonique. C.R. Ac. Sc., t. 250, p. 3690-3692.
76. NESTEROFF W.D. (1961).- La "séquence type" dans les turbidites terrigènes modernes. Rev. geogr. phys. et geol. dyn., (2)., vol. IV., p. 263-268.
77. NESTEROFF W.D. (1962).- Essais d'interprétation du mécanisme des courants de turbidité. B.S.G.F (7)., IV, p. 849-856.
78. NESTEROFF W.D., (1962-63).- Essais de comparaison entre les turbidites modernes et le flysch. Rev. geogr. phys. et geol. dyn., (2), vol. V., fasc. 2, p. 115-127.

79. NESTEROFF W.D. (1965).- Le problème des turbidites : les données océanographiques modernes. B.S.G.F. (7), VII, p. 587-592.
80. NESTEROFF W.D. et al. (1968).- Les dépôts récents du Canyon de Cap. Breton. B.S.G.F., (7), X, p. 218-252.
81. PITTIJOHN F. J. (1957).- Sedimentary rochs. 2 ed. 718p. Harper and Brother New-York.
82. PITTIJOHN F.J., POTTER P.E., SIEVER R. (1972).- Sans and Sandstone. Verlag Berlin-Helldelberg.
83. RECH-FROLLO M., (1960 a).- Caractères du faciès flysch et problèmes de sédimentation. Rep. 21 st. Sess. intern. geol. Congr. Norden, part XXIII, p. 96-102.
84. RECH-FROLLO M. (1960 b).- Flysch et Molasse. B.S.G.F., (6). XI p. 752-757.
85. RECH-FROLLO M. (1964).- A propos d'une note de Ph; Kuenen; remarques sur les problèmes que pose la formation du flysch. C.R. somm. S.G.F. p. 326-328.
86. RECH. FROLLO M. (1966).- Observations sur la note de W.D. Nesteroff, le problème des turbidites : les données océanographiques modernes. C.R. somm. S.G.F. p. 313
87. TAZIEFF H. (1967).- Remarques au sujet de certaines observations de Mme Marguerite Rech-Frollo à propos des turbidites. C.R. somm. S.G.F. p. 20.
88. TEN HAAF E. (1959).- Graded beds of the northern Apennines Th. Un of Groningen. Dev. in. Sedim. Turbidites, 3 p. 127-136.
89. TERCIER J. (1947).- Le flysch dans la sédimentation alpine. Eclog. geol. Helv., vol. 40, p. 163-197.
90. VASSOEVITCH N.B. (1948).- Le flysch et les méthodes de son étude. 1 vol. gostopteklizdat, Leningrad (trad. franç., SIG. du B.R.G.M., Paris).
91. VASSOEVITCH N.B. (1950).- Les conditions de formation du Flysch. 1 vol. Ibid., Leningrad. (trad. franç. SIG. du B.R.G.M., Paris).

C. BIBLIOGRAPHIE REGIONALE

92. AUBOUIN J. (1955).- Les couches de passage au flysch dans l'Est du Pinde méridional, (Synclinal de Tirna-Perliango, Thessalie, Grèce). C.R. somm. S.G.F., t. 5, (6), p. 137-141.
93. " (1955).- Une coupe du Pinde Méridional entre la Thessalie et l'Epire. Bull. S.G.F. (6), t. 5.
94. " (1956).- Sur la Géologie du Pinde méridional. Le massif du Trigkia et ses marges occidentales. Ann. Géol. des pays hellen. (1), t. 8, p. 80-89.
95. " (1957).- A propos de la série du Pinde-Olonos. Essai de Corrélations stratigraphiques dans le Pinde méridional. Ann. géol. des pays hellen. (1), t. 8, p. 246-262.
96. " (1958).- Sur la signification paléogéographique du massif de Gavrovo (Mam inoros) Epire. Ann. géol. des pays hellen., (1), t. 9, p. 165-170.
97. AUBOUIN J. BRUNN J. H. et CELET P. (1958).- Les massifs du Klokova et Varassova (Akarnanie). Ann. géol. des pays hellen., t. 9, p. 256-259.
98. " (1959).- Contribution à l'étude géologique de la Grèce septentrionale : les confins de l'Epire et de la Thessalie. Ann. géol. des pays hellen., t. 10, 525 p. 127 fig., I carte au 200 000°.
99. AUBOUIN J. et al. (1961).- Evolution paléogéographique et structurale des domaines méditerranéens et alpins d'Europe. Livre à la mémoire du Professeur Paul FALLOT, Mém. S.G.F., t. 2, p. 583-610 (hors-série).
100. AUBOUIN J. (1964).- Réflexions sur le problème des flyschs et des Molasses : son aspect dans les Hellénides (Grèce). Eclog. géol. Helv., vol. 57, n° 2, p. 451-496.
101. AUBOUIN J. et al. (1970).- Contribution à la Géologie des Hellénides : le Gavrovo, le Pinde, et la zone ophiolitique subpélagonienne. Mém. Centenaire S.G.N. t. 90, p. 277-306.
102. AUBOUIN J. (1972).- XXIIIème congrès C.I.E.S.M. Athènes (pré-Print).
103. BIZON G., DER COURT J. et NEUMANN M. (1963).- Données nouvelles sur l'âge de l'apparition du faciès flysch dans la zone de Gavrovo-Tripolitsa (Massif du Klokova, Arcanie, Grèce). Ext. Bull. S.G.F., (7), t. 5 p. 1100-1104.
104. BIGNOT G., GUERNET C. (1968).- L'âge de la transgression du Crétacé supérieur dans la région de Larymna, au Nord des lacs thebaines (Grèce). Revue de micropaléontologie, vol. 10, p. 261-270, 3 fig. dans le texte, 2 pl. photo.
105. BLANCHET R. (1968).- Sur l'extension du flysch tithonique-éocrétacé en Bosnie centrale (Yougoslavie). C.R. somm. S.G.F., p. 118-119.

106. BLANCHET R. et al. (1969).- Sur l'existence d'un important domaine de flysch tithonique-crétacé inférieur en Yougoslavie : l'unité du flysch bosniaque B.S.G.F., (7), t. XI, p. 871-880.
107. BONNEAU M. (1970).- Les lambeaux du revers septentrional du massif des Psiloritis (Crète moyenne) B.S.G.F., (7) t. 11.
108. BLUMENTHAL M.M. (1933).- Zur Kenntnis des Querprofils des zentralen und nördlichen-Peleponnes. Neus Jahrb. für Min., t. 70, p. 449-514.
109. BRUNN J. -H (1940).- Sur les roches basiques du Pinde et de Macédoine occidentale. C.R. Ac. Sc. Paris t. 210 p. 109.111.
110. " (1950).- Ségrégation stratifiée dans une péridodite du Pinde et conditions de mises en place des ophiolites. C.R. Ac. Sc. Paris t. 230, n° 10, p. 988-990.
111. " (1956).- Etude géologique du Pinde septentrional et de la Macédoine occidentale. Ann. Géol. Pays Hell. t. 8.358 p.
112. CELET P. (1962).- Contribution à l'étude géologique du Parnasse-Kiona et d'une partie des régions méridionales de la Grèce continentale. (Thèse Lille, 1961). Ann. Géol. Pays helléniques, t. 13.
113. CIRIC B. (1960).- Ueiser die Kiabas-Hornstein Formation der Dinariden und analoger Bildungen. Rep. XXI St Intern. géol. Congr. Norden, Sect. 21. Abstr., p. 211.
114. CLEMENT B. (1971).- Découverte d'un flysch éocrétacé en Béotie (Grèce continentale). C.R. Acad. Sc. Paris, t. 272, p. 791-792.
115. CLEMENT B., FERRIERE J. (1973).- La phase tectonique anté-Crétacé supérieur en Grèce continentale. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 276, p. 481-484.
116. DECROUEZ D. (1971).- Le Cénomaniens des Hellénides : Introduction bibliographique D.E.A. Lille, Vol. ronéotypé.
117. DERCOURT J. (1959).- Sur la Géologie du Péloponnèse occidental. Remarques sur le massif du Skolis (Archaïe). C.R. Ac. Athènes t. 34, p. 96-99.
118. DERCOURT J. (1960).- Esquisse géologique du Nord du Péloponnèse. B. S.G.F. (7), II, p. 415-426.
119. DERCOURT J. (1960).- Sur la Géologie du Péloponnèse septentrional. Données sur les racines de la nappe de l'Olonos, région de Der-venacchia (Province d'Argolide). Rev. Géogr. Phys. Géol. dynam. (2), vol. III, fasc. 3, p. 133-138.
120. DERCOURT J. (Thèse 1964).- Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional. Ann. Géol. Pays helléniques, t. 15, 418 p., 116 fig. 1 carte au 1/200.000.
121. DERCOURT J. (1965).- Esquisse tectonique du Péloponnèse septentrional (Grèce).- Ann. Soc. Géol. Nord T. 84, p. 183-189.
122. DERCOURT J. (1970).- l'expansion océanique actuelle et fossile et ses implications géotectoniques B.S.G.F. 7ème série, t. XII, p. 261-317.

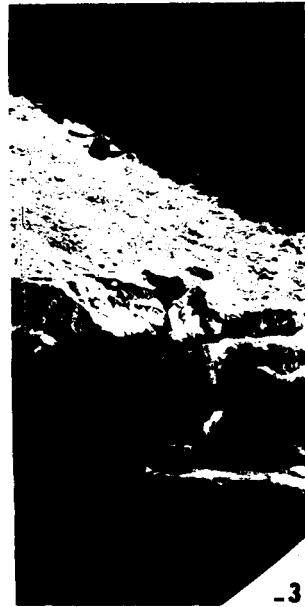
123. DE WEVER P. (1973).- Etude géologique de la ceinture montagneuse de la plaine de Feneou. (Péloponnèse septentrional. Grèce). D.E.A. Lille, Vol. ronéotypé.
124. DUFAURE J. -J. (1965).- Problèmes de Néotectonique dans le Péloponnèse. Rev. Géogr. Phys. et Géol. dyn. 2ème série Vol. VII. Fasc. 3. p. 235-252.
125. FLAMENT J.M. (1972).- La nappe du Pinde à l'ouest de la fenêtre de la région de Kato-Klitoria (Achaïe, Péloponnèse septentrional, Grèce) D.E.A., Lille, vol. ronét.
126. FLEURY J.J. (1968).- Précisions sur l'âge de la partie inférieure du flysch du Pinde. Un niveau Paléocène (région de Karpenission, Evritanie-Grèce). C.R. Somm. S.G.F., p. 334.
127. FLEURY J.J. (1970).- Le Sénonien et l'Eocène à microorganismes benthoniques du Klokova (Zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). Revue de Micropaléontologie. vol. 13, p. 30-44.
128. FLEURY J.J. (1971).- Le Sénonien à Foraminifères benthoniques du massif du Varassova (zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale) Revue de Micropaléontologie, vol. 14, p. 181-184.
129. FLEURY J.J. (1972).- Sur les modalités d'installation du flysch du Pinde, au passage Crétacé-Eocène (Grèce continentale et Péloponnèse septentrional) B.S.G.F., 7ème série, n° 6, p. 1110-1117.
130. MAILLOT H. (1970).- Etude géologique d'un secteur de l'Elide. Péloponnèse occidental. Grèce. (D.E.A. Lille). Vol. ronéotypé.
131. MANIA J. (1970).- Etude géologique d'un secteur de l'Arcadie. Péloponnèse central. Grèce (D.E.A. Lille). Vol. ronéotypé.
132. MANSY J.L. (1969).- Etude géologique des Monts de Kiparissia (Messénie). Grèce (D.E.A. Lille). Vol. Ronéotypé.
133. MEILLIEZ F. (1971).- Etude géologique de la région d'Aronia, (Achaïe) Péloponnèse central, Grèce. (D.E.A., Lille) Vol. Ronéotypé.
134. NEGRIS P. (1908 a).- Composition de la nappe charriée du Péloponnèse du Mont Ithome (Messénie). C.R. Acad. Sc. Paris t. 147, p. 316-318.
135. NEGRIS P. (1908 b).- Sur la répartition des Halobies dans le Péloponnèse occidental. C.R. Acad. Sc. Paris t. 147, p. 1008-1010.
136. NEGRIS P. (1909).- Sur les brèches de friction dans les surfaces de charriage du Péloponnèse. S.R. Ac. Sc t. 148 p. 1700-1702.
137. TERRY J. (1969).- Etude géologique d'un secteur de la Messénie septentrionale. Grèce. (D.E.A. Lille). Vol. ronéotypé.
138. TSOFLIAS P. (1967).- Sur la Géologie de la partie occidentale des Monts Panachaïques (Péloponnèse, Grèce). Ann. Soc. géol. Nord, t. 88, p. 35-38.
139. TSOFLIAS P. (1969).- Sur la découverte d'Ammonites triasiques au front de la nappe du Pinde en Pinde en Péloponnèse septentrional (Grèce). C.R. Somm. S.G.F. fasc. 4, p. 118.

PLANCHE 1

1. Ensemble médian de la coupe type de la Formation d'Andritsena : Terme 4 : Alternances grés-pélitiques.
2. MEMBRE I. : Premiers niveaux microbréchiques immédiatement sus-jacents aux radiolarites. Ensemble basal, Terme 1' Coupe 11 aux environs de LAVDA.
3. Exemple de sédimentation en biseau dans l'ensemble médian, près de SKLIRU.
4. Ensemble médian de la coupe type de la Formation d'Andritsena : Terme 8 : Grès et pélites indurées.
5. Exemple de charnières dans l'ensemble médian près de LAVDA.
6. Ensemble médian de la coupe type de la Formation d'Andritsena : Terme 5 : Grès altérés superficiellement en forme de miches.
7. "Galets mous" dans l'ensemble médian près de SKLIRU.



-1-



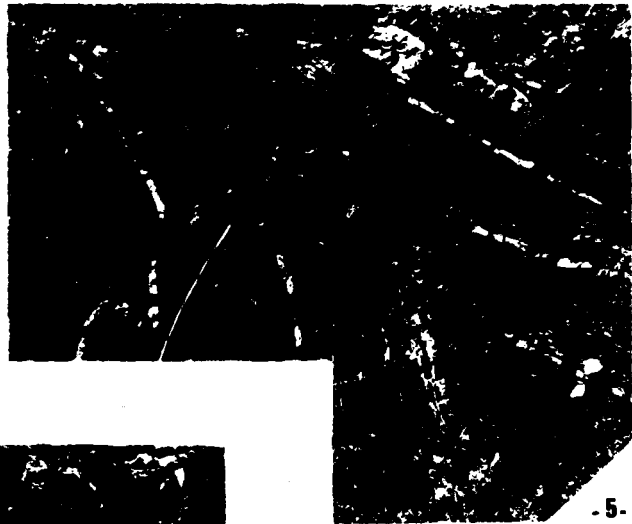
-3-



-2-



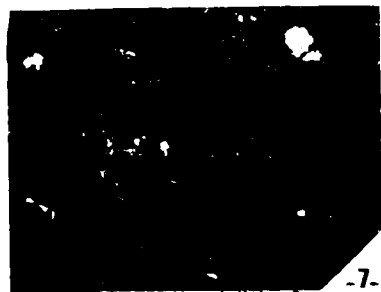
-4-



-5-



-6-



-7-

U.S. LIFE

PLANCHE II

1. Ensemble sommital de la coupe type de la Formation d'Andritsena. Terme 10 : Calcaires, microbrèches et récurrences gréseuses.
2. Terme 3 : Pérites indurées rouge lie de vin aux environs d'AMYGDALIES.
3. MEMBRE II : Ensemble sommital de la coupe type de la Formation d'Andritsena
Terme 10 : Calcaires péritiques et microbrèches.
4. Rêre exemple de figures de courants: "Flute-marks" Souvent localisés dans la zone de plus grande turbulence (d'après Walton).
5. Paysage typique de la Formation d'Andritsena; un exemple de "stabilisation" de route dans un talweg.
6. Un exemple rêre de granoclassement vertical visible à l'oeil nu. Ensemble médian. environs de SKLIRU.

218



.1.



.2.



.3.



.4.



.5.



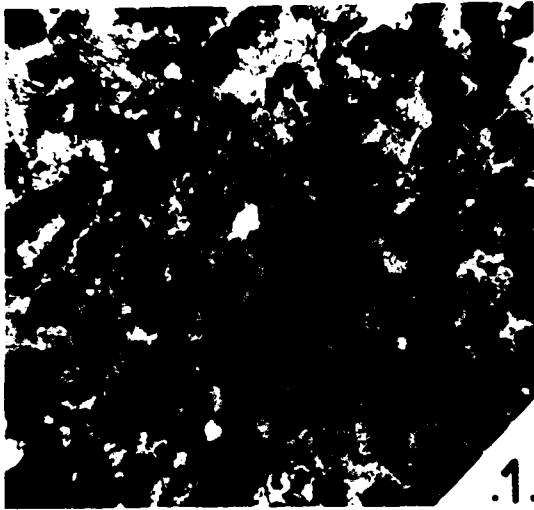
.6.



PLANCHE III

1. G x 35.L.N. : Niveau de calcaires bioclastiques à textulaires. Echantillon P. 759 : base du TERME 10 de la coupe type.
2. G x 100.L.N. : Textulaires dans un calcaire bioclastique. Echantillon P. 5 base de la coupe 0 sur la route de KATOKLITORIA.
3. G x 100.L.N. : MEMBRE II : Globo truncana coronata (BOLLI) dans les niveaux calcaires du TERME 10 (ensemble sommital) Echantillon P. 770 daté du SANTONIEN SOMMITAL-CAMPANIEN BASAL.
4. G x 100.L.P. Heterohelix sp. dans un calcaire des niveaux immédiatement adjacents aux calcaires en plaquettes. Echantillon P. 770. Coupe type
5. G x 100.L.N. : Globo truncana aff. Lapparenti (BROTZEN) niveaux sommitaux du terme 10 de la coupe type. Echantillon P. 770
6. G x 100.L.N. : Nombreux débris d'organismes dans un calcaire fortement recristallisé. On notera que ces recristallisations rendent les déterminations difficiles sinon impossibles.

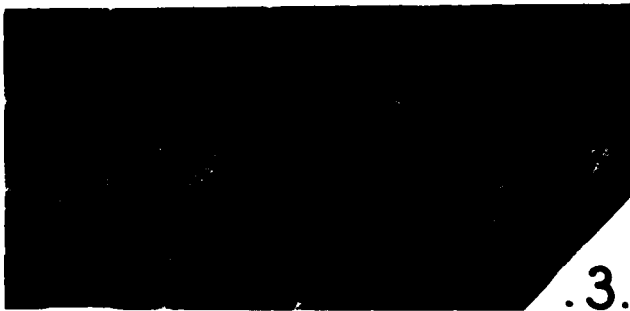




.1.



.2.



.3.



.4.



.5.



.6.



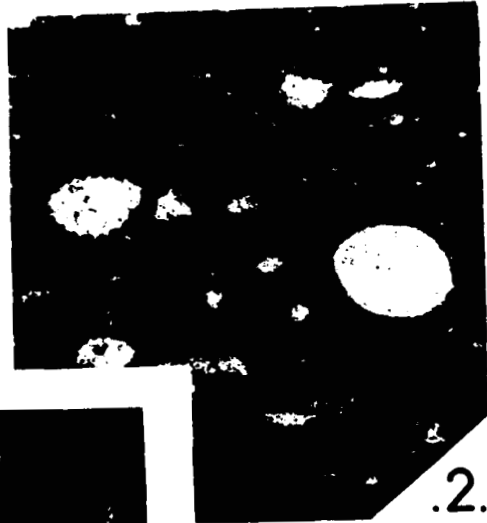
PLANCHE IV

1. G x 35.L.N. : Exemple de rupture brutale dans le type de sédimentation.
2. G x 100.L.N. : Terme 3 (ensemble basal de la coupe type) Echantillon p. 711. Radiolaires dans des pélites indurées.
3. G x 35.L.N. : Dendrites de manganèse (Pyrolusite) dans les pélites indurées (terme 3. Ensemble basal de la coupe type).
4. G x 35.L.P. : Premier banc gréseux du Terme 4 (ensemble médian. Coupe type)
5. G x 35 L.N. : Calcaire détritique. Coupe sur la route entre Sopoto et KATOKLITORIA.
6. G x 10.LN : Exemple de granoclassement dans les calcaires (accumulation de Globotruncani dés). MEMBRE II.
7. G x 35.L.P. : Litage dans des calcaires micritiques. MEMBRE II Echantillon P. 770 (coupe type).

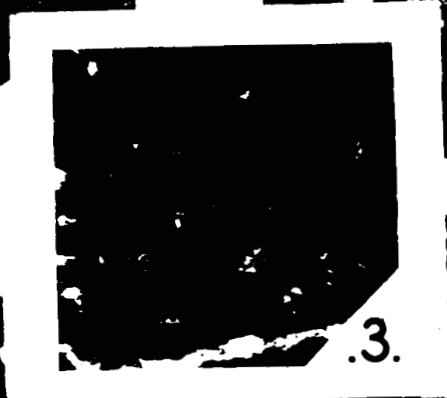




.1.



.2.



.3.



.4.



.5.



.6.



.7.

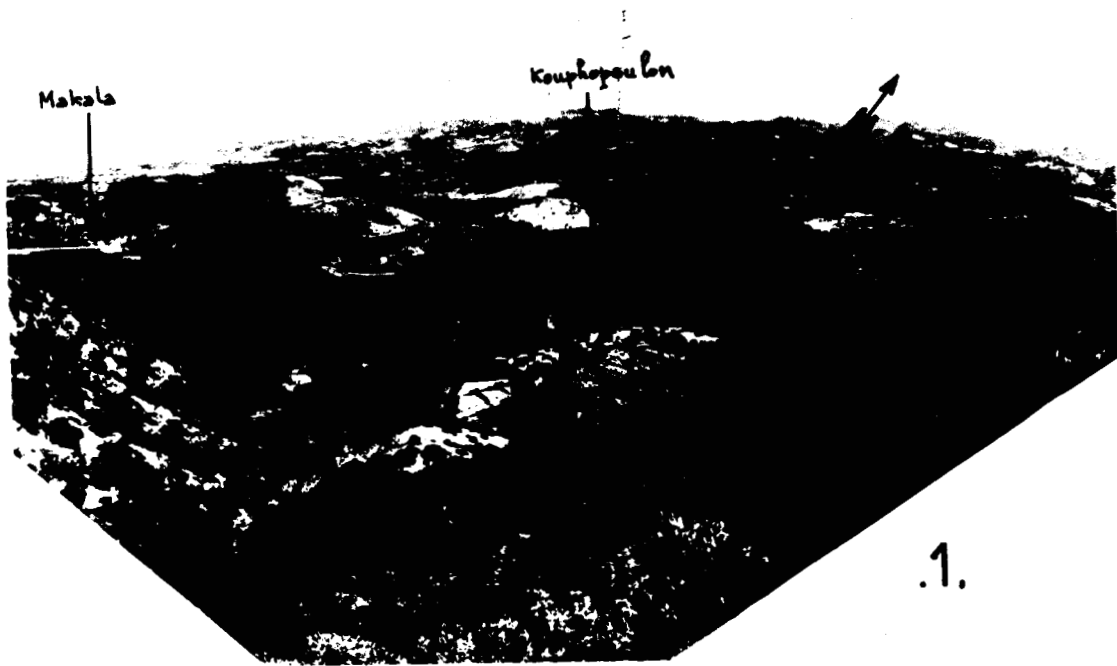
605
LITTLE

PLANCHE V

1. Exemple d'affleurement de la Formation d'Andritsena aux environs de KOUPHOPOULON, on notera la fréquence des glissements épidermiques.
2. Autre exemple d'affleurement dans les régions plus orientales : près d'I P S O S.
3. Faille recoupant les structures chevauchantes et mettant en contact la Formation d'Andritsena (à gauche de la photo) et les calcaires en plaquettes (à droite) près de FANARI.
4. Autre exemple de faille mettant en contact la Formation d'Andritsena et les calcaires en plaquettes près de KOUPHOPOULON.



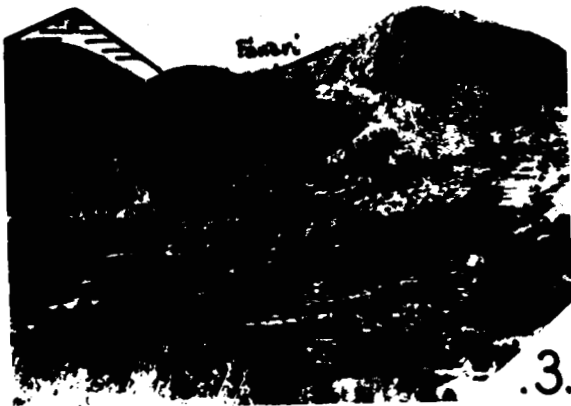
PL.V



.1.



.2.



.3.



.4.

SUN
LINE

PLANCHE VI

1. La région d'Andritsena : les écaïlles du Pinde-Olonos.

2. Les monts Lapithos : Gavrovo-Tripolitsa (à gauche). Le matériel plio-
quaternaire (au centre). Les écaïlles pindique : massifs de Makalas
et de Fanari.

Andriana

1.

PL.VI

