

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ
DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR EN SCIENCES DE LA TERRE
Mention GÉOLOGIE APPLIQUÉE

PAR

Claude BERTHOMIER et Jacques MAILLOT

Maîtres ès-Sciences

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION
SEPTENTRIONALE DE FOLLDAL
(Sud du Bassin de Trondheim - Norvège)

SOUTENUE LE 22 JUIN 1971, DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

JURY : MM. **THIEBAUT**, Président de l'Université
DREYFUSS, Professeur
ELLENBERGER, Professeur
ROLLET, Maître-Assistant, Docteur

Président

}
Examineurs

4331

INDEX DES LIEUX

Albusaetra	L 2	Kvisteinhø	W 21
Bandet	V 18	Lägegga	P 15
Bjørntangen	R 8	Läg-Gia	R 6
Bjørndalsaetra	C 9	Läggiasaetra	S 6
Borkhussaetra	J 9	Markbulisaetra	X 23
Brennkletten	I 15	Marsjoen	M 12
Buabk	N 11	Marsjøfjellet	U 16
Dalsaetra	L 17	Marsjøh-Gia	K 10
Digerkammen	E 3	Marsjøtangen	K 12
Digerkampen	G 8	Mehø	J 7
Digerkletten	V 20	Mehø	U 12
Dølibk	G 14	Mela	K 15
Døllibru	G 16	Melkampen	K 14
Døllisaetra	F 15	Meløya	J 16
Døltjoen	H 8	Metjørna	U 13
Einunna	G 16-M 19	Nistugusaetra	P 20
Elgsjøtangen	A 10	Orkla	K 2
Finnshø	N 15	Osseterkletten	N 18
Fjøla	S 17	Raabekkskaret	O 13
Fläman	B 16	Raabk	P 17
Flämsaetra	A 18	Rundhø	V 19
Fonnhø	C 18	Ruphuskampen	M 14
Fostenkletten	Q 17	Ryhaugkl	R 18
Fundberget	F 13	Saga	T 17
Fundin	D 5 à D 15	Sandgrova	N 10
Grästeinhø	V 22	Sandjørnkletten	N 9
Grønnhø	X 13	Sandtjøen	M 10
Grøtlegret	S 11	Sandtjørnhø	L 8
Gruvkletten	Z 21	Sätälberget	I 9
Hänäbekktangen	G 2	Sätalii	K 4
Hänebkn.S	I 3	Sättelshø	J 5
Høg-Gia	O 8	Sätteljoen	I 6
Hussaetra	P 19	Settaldalen	J 14
Ivarbk	E 7	Smäbakkan	I 14
Ivarkvlolve	F 6	Snøfonnhø	W 20
Ivavollen	D 8	Steindalen	Q 8
Kampen	M 16	Storfloen	N 4
Kjøllhaugsaetra	T 22	Storhøa	T 17
Klemetbk	S 21	Storkletten	Q 9
Klemetkletten	S 19	Storpershø	O 17
Kløfbekkskaret	T 14	Tangloegret	C 12
Kløftebk	Q 18	Trehusvollen	D 9
Køgegga	R 13	Treklokkhø	Y 23
Kollen	S 7	Vesle Marsjø	X 17

Légende

TERRAINS METAMORPHIQUES

- VI Formation de la SAGA
- V Formation du KLEMETKLETTEN
- IV Formation du MARSJØH-GIA
- III Formation du MELKAMPEN
- II Formation du FUNDIN
- I Série de l'ELGSJØTANGEN

- Metacharnites
- Marnes
- Conglomérats

MASSIF DU HØG-GIA

- Facès de bordure
- Brèche magmatique
- Facès méridional
- Facès particulier
- Diorite du LÅG-GIA
- Diorite du HØG-GIA
- Facès intermédiaire
- Gabbros et roches vertes du SANDJØRNKLETTEN

- Accident F1
- Chevauchement F2
- Décollement
- Faïlle
- Limite du Massif du HØG-GIA
- "Limite" lithostratigraphique
- Zone d'affleurements
- Direction et pendage
- Valeur moyenne
- Amphibolite avec analyse chimique

CARTE GÉOLOGIQUE

Région septentrionale de Folldal

NORVÈGE

Levée par C.BERTHOMIER et J.MAILLOT de 1969 à 1970

ECHELLE : 1/25 000

0 1 2 3 4 Km

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ
DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR EN SCIENCES DE LA TERRE
Mention GÉOLOGIE APPLIQUÉE

PAR

Claude BERTHOMIER et **Jacques MAILLOT**

Maîtres ès-Sciences

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION
SEPTENTRIONALE DE FOLLDAL
(Sud du Bassin de Trondheim - Norvège)

SOUTENUE LE 22 JUIN 1971, DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

JURY : MM. **THIEBAUT**, Président de l'Université
DREYFUSS, Professeur
ELLENBERGER, Professeur
ROLLET, Maître-Assistant, Docteur

Président

Examineurs

UNIVERSITE DE BESANCON
FACULTE DES SCIENCES

Doyens honoraires : Mrs GLANGEAUD, JACQUEMAIN.

Professeurs honoraires : Mrs BAILLAUD, DUFFIEUX, THIRY, TRILLAT,
UEBERSFELD, VINCENSINI.

Maître de conférences honoraire : Mr GRANIER.

Doyen :

Mr BERNARD Jean : Chimie-Physique

Assesseur :

Mr PARIZET Jean : Mathématiques

Professeurs :

Mrs TRONCHET Antonin : Botanique
CHATELET François : Mathématiques
PERROT Roger : Chimie Générale
PLUVINAGE Philippe : Physique Théorique
DREYFUSS Maurice : Géologie Minéralogie
MESNAGE Pierre : Chronométrie
THEOBALD Nicolas : Géologie Stratigraphique
et Paléontologie
QUANTIN André : Pédologie
CHALEAT Raymond : Mécanique Appliquée
RIPPLINGER Jean : Physiologie Animale
THIEBAUT Jean : Pétrographie-Minéralogie
GREMILLARD Jean : Mathématiques
VIENOT Jean : Physique Générale
GOMOT Lucien : Zoologie
ARBET Louis : Astronomie
GALATRY Louis : Physique 1er cycle
Spectroscopie
THEOBALD Jean-Gérard : Electronique et
Spectroscopie Hertz.
CERUTTI Ernest : Chimie Appliquée
DEVIN Claude : Chimie 1er cycle
CAPODANNO Pierre : Mécanique Théorique

Professeurs sans chaire :

Mrs POTIER Robert : Physique des Solides
REAL Pierre : Station biologique
VALLEE Robert : Mathématiques Appl.
GOUARNE René : Mathématiques
MERIGOUX Henri : Cristallographie et
Synthèses Minérales
ROBERT Jacques : Mathématiques
OLIVIER Marcel : Electronique Quantique

Maîtres de Conférences :

Mrs BANTEGNIE Robert : Mathématiques
ROBERT Daniel : Physique 1er C
Spectroscopie
BIDAULT Michel : Taxonomie exp.
Phytosociologie
BULABOIS Jean : Physique Gle
CHAUVE Pierre : Géologie Minér.
GAUDEMER Yves : Biochimie
MONTAGNER Hubert : Psychophysio-
logie
DUBOUCHET Jacques : Botanique
LAUDE Bernard : Chimie Organ.
1er cycle
LHOTE François : Chronométrie
MARLE Charles : Mathématiques
ROBERT Guy : Chimie-
Physique

Chargés d'enseignement :

Mrs MIELLOU J. Claude : Calcul
Numérique
RUEDIN Jean : Mathématiques

Conseiller Administratif
universitaire :

Monsieur LAMBERT Georges

La nature n'est pas un obstacle ;
ce sont les idées qu'on s'en fait
qui sont des obstacles

D'après LENOBLE.

Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements aux différentes personnes ayant accepté de faire partie de notre Jury :

- Monsieur J. THIEBAUT, Président de l'Université, qui a bien voulu présider le Jury,

- Monsieur M. DREYFUSS, Professeur, qui a su nous donner le goût du travail sur le terrain,

- Monsieur F. ELLENBERGER, Professeur, animateur de la R.C.P. 193, qui nous a fait profiter de sa grande connaissance des Calédonides,

- Monsieur M. ROLLET, Maître-Assistant Docteur, qui nous a confié ce travail,

- Monsieur A. PROST, Maître-Assistant, un "voisin" norvégien, qui nous a prodigué bien des conseils.

TABLE DES MATIERES

-----oOo-----

	pages
AVANT-PROPOS.....	I
INTRODUCTION.....	3
I - Situation géographique et caractères physiques....	4
II - Situation géologique.....	4
III - Historique des travaux régionaux.....	4
<u>LITHOSTRATIGRAPHIE.....</u>	8
Plan d'étude.....	9
I - INTRODUCTION.....	10
II - ETUDE DES DIFFERENTES UNITES LITHOSTRATIGRAPHIQUES	11
A - La série de l'Elgsjøtangen.....	11
B - Le Gula Schist Grup.....	13
1°) Formation du Fundin.....	13
2°) Formation du Melkampen.....	14
3°) Formation du Marsjøh-Gia.....	16
4°) Formation du Klemetkletten.....	18
5°) Formation de la Saga.....	19
C - Les amphibolites de la série métamorphique..	22
1°) Description.....	22
2°) Etude géochimique	23
D - Les filons de métatrandheimites.....	28
1°) Description	28
2°) Etude chimique.....	29
III - CONCLUSIONS.....	32
A - Tableau récapitulatif.....	32
B - Conclusions sur la lithostratigraphie.....	32
<u>ETUDE DU MASSIF DE ROCHES ERUPTIVES DU HØG-GIA.....</u>	35
Plan d'étude.....	36
INTRODUCTION.....	37

I - LE GABBRO.....	38
A - Etude microscopique.....	38
1°) Le pyroxène.....	38
2°) L'amphibole.....	38
3°) Le plagioclase.....	39
B - Etude quantitative.....	39
C - Les types associés.....	39
II - LA DIORITE QUARTZIQUE DU HØG-GIA.....	40
A - Etude des différents minéraux constitutants..	41
1°) Le pyroxène.....	41
2°) La biotite.....	41
3°) Le plagioclase.....	41
4°) Le feldspath alcalin.....	42
5°) Le quartz.....	42
6°) Les minéraux accessoires.....	42
B - Minéralogie quantitative.....	45
III - LA DIORITE TIGREE DU LAG-GIA.....	45
A - Minéralogie.....	46
1°) L'amphibole.....	46
2°) La biotite.....	46
3°) Le plagioclase.....	46
4°) Le quartz.....	46
5°) Les minéraux accessoires.....	46
B - Analyse modale.....	47
IV - LES FACIES MERIDIONAUX.....	47
A - Etude microscopique de la diorite.....	48
1°) L'amphibole.....	48
2°) La biotite.....	48
3°) Le plagioclase.....	48
4°) Le quartz.....	49
B - Autres types.....	49
C - La brèche magmatique.....	50
1°) Les enclaves.....	50
2°) La roche noire.....	51
V - LES FACIES DE BORDURE.....	51
A - Etude microscopique.....	52
1°) La biotite.....	52
2°) Le plagioclase.....	52
3°) Le feldspath potassique.....	52
4°) Les minéraux accessoires.....	53
B - Etude quantitative.....	53
C - Phénomènes de contact.....	53
VI - LA GEOCHIMIE.....	55
A - Analyses chimiques.....	55
Analyses chimiques des roches gabbroïques..	57
" " de la diorite quartzique	
du Høg-Gia.....	58

Analyses chimiques de la diorite méridionale	59
" " des enclaves vertes....	60
" " des faciès de bordure..	61
Autres analyses chimiques.....	62
B - Les diagrammes géochimiques.....	63
C - La géochronologie.....	63
CONCLUSIONS.....	70
 <u>LE METAMORPHISME</u>	75
Plan d'étude.....	76
Généralités.....	77
I - LES ASSOCIATIONS MINÉRALES.....	78
II - INTERPRÉTATION METAMORPHIQUE.....	79
III - HYPOTHÈSES SUR LES SÉQUENCES INITIALES.....	83
IV - RELATION METAMORPHISME - TECTONIQUE.....	84
CONCLUSIONS.....	88
1°) Détermination thermo-dynamique.....	88
2°) Influence de la composition originelle des séries.....	88
 <u>ANALYSE STRUCTURALE</u>	90
Plan d'étude.....	91
I - INTRODUCTION.....	92
II - LES UNITÉS STRUCTURALES.....	94
A - Le synclinorium de Settdalen.....	94
B - Le "cœur anticlinal" magmatique du Høg-Gia	9
C - Le monoclinial du Finnshø-Läggga.....	97
1°) Zone Sud.....	98
2°) Zone Nord.....	98
D - Le synclinorium du Snøfonnshø.....	99
III - LES ACCIDENTS TECTONIQUES.....	100
A - Chevauchements majeurs.....	100
1°) Le chevauchement F 1.....	100
2°) L'accident du Gruvkletten.....	100
B - Accidents mineurs et décollements.....	101
1°) Le chevauchement de la Saga (F2).....	101
2°) L'accident F3.....	102
3°) Les décollements D2 - D3 - D4.....	102
4°) Le contact anormal D1.....	102
C - Accidents décrochants (F4 à F13).....	103

IV -	STYLE TECTONIQUE ET RELATIONS ENTRE LES DIFFÉ- RENTES UNITÉS STRUCTURALES.....	104
A -	Relations style tectonique - lithologie...	104
B -	Relations entre les différentes unités structurales.....	105
1°)	Evolution du domaine oriental.....	105
2°)	Evolution du domaine occidental.....	106
V -	ESSAI D'INTERPRETATION REGIONALE - HISTOIRE GEOLOGIQUE POSSIBLE.....	112
1°)	Les sédiments anté-intrusion.....	112
2°)	Origine et mise en place du massif dioritique	112
3°)	Evènements postérieurs.....	113
a)	Métamorphisme général.....	113
b)	Tectonique générale.....	113
c)	Tectonique régionale.....	114
VI -	CONCLUSIONS.....	116
<u>LE QUATERNAIRE - APPLICATIONS.....</u>		119
	Plan d'étude.....	120
I -	LE GLACIAIRE.....	122
A -	La morphologie glaciaire issue de l'érosion	122
B -	Les dépôts glaciaires.....	123
1°)	Les blocs erratiques.....	123
2°)	Les dépôts de type argile à blocs et les terrasses.....	123
II -	APPLICATIONS.....	
A -	Utilisation des dépôts glaciaires - techni- que routière.....	126
B -	Le barrage du Fundin.....	126
<u>CONCLUSIONS.....</u>		131
ANALYSES CHIMIQUES COMPLEMENTAIRES.....		134
LISTE DES AUTEURS CONSULTES.....		135
LISTE DES PLANCHES.....		140

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

En 1968, sur l'initiative de A. PROST⁽¹⁾ et M. ROLLET⁽²⁾, P. MOSSON⁽³⁾ et G. QUESNEL⁽³⁾ effectuèrent une première campagne de levés géologiques dans la région Est de Folldal.

C'est à la suite de ce premier contact de bisonins avec la Scandinavie, que nous sommes partis en Norvège pour compléter la carte plus au Nord.

Nous fûmes tout de suite intégrés dans l'équipe de recherche de la "Folldal Verk", équipe autant sympathique qu'internationale, puisque nous avons côtoyé des stagiaires géologues allemands, américains, norvégiens et français.

Le travail de recherche de la Société minière est dirigé et coordonné par le géologue de l'entreprise, H. HEIM, dont l'aide fut très précieuse.

Nous avons également profité de la création, en 1969, de la R.C.P. 193 (Scandinavie - Socle - Calédonides) pour avoir de nombreux et fructueux contacts avec les chercheurs travaillant en Norvège.

Pour mener à bien notre travail, deux campagnes de terrain ont été nécessaires :

- la première, en 1969, débuta au mois de juillet après une première prise de contact "en laboratoire" avec ces terrains nordiques aux usages et moeurs particuliers, pour des jurassiens de formation.

Il faut avouer que, dès l'abord, la géologie se révéla assez différente des quelques éléments de base que nous avaient donnés les géologues ayant déjà travaillé dans la région de Folldal. Ainsi, les

(1) Laboratoire de Géologie I - Faculté des Sciences - Paris

(2) et (3) Centre de 3e cycle de Géologie appliquée - Faculté des Sciences - Besançon

(3) Travaux publiés sous la forme d'une thèse de 3e cycle à Besançon. Juin 1970.

renseignements préliminaires, soigneusement notés, ne s'appliquèrent pas à notre secteur et nous dûmes consacrer un temps important à dépouiller l'immensité micaschisteuse de la Gula, qui nous apparaissait très monotone.

- la seconde campagne, en 1970, après un bon travail de laboratoire, fut beaucoup plus profitable ; et nantis de l'expérience précédente, nous eûmes assez rapidement une vue générale de notre terrain et de son intégration dans le cadre du Trondheim.

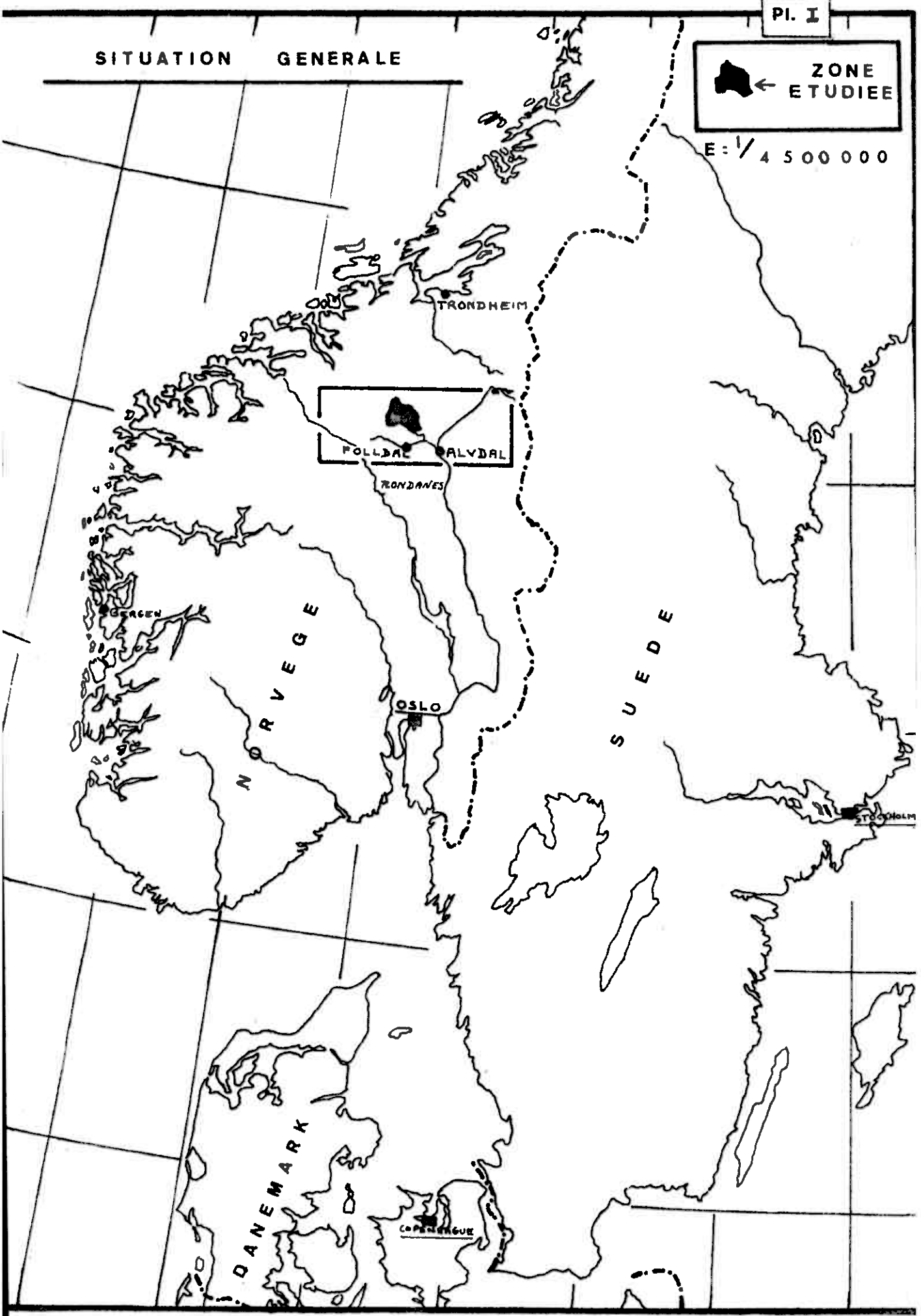
Néanmoins, il serait présomptueux de penser que deux étés passés en Norvège sont suffisants pour tout comprendre sur un terrain de quelques 340 km². Il reste encore bien des problèmes, ne serait-ce qu'à cause de la petitesse de notre terrain dans le contexte du Trondheim. Nous sommes conscients que ce travail comporte des lacunes, des choses à revoir ; mais nous espérons, cependant, avoir apporté une petite pierre au bastion de la géologie de cette région. Et si nous l'avons effectivement apportée, c'est, nous le pensons réellement, grâce à la formule de thèse en équipe. Grâce à cela, les échanges sont toujours possibles, la discussion toujours présente et la collaboration se révèle fructueuse tant sur le plan du travail, que sur le plan humain.

SITUATION GENERALE

ZONE
ETUDIEE



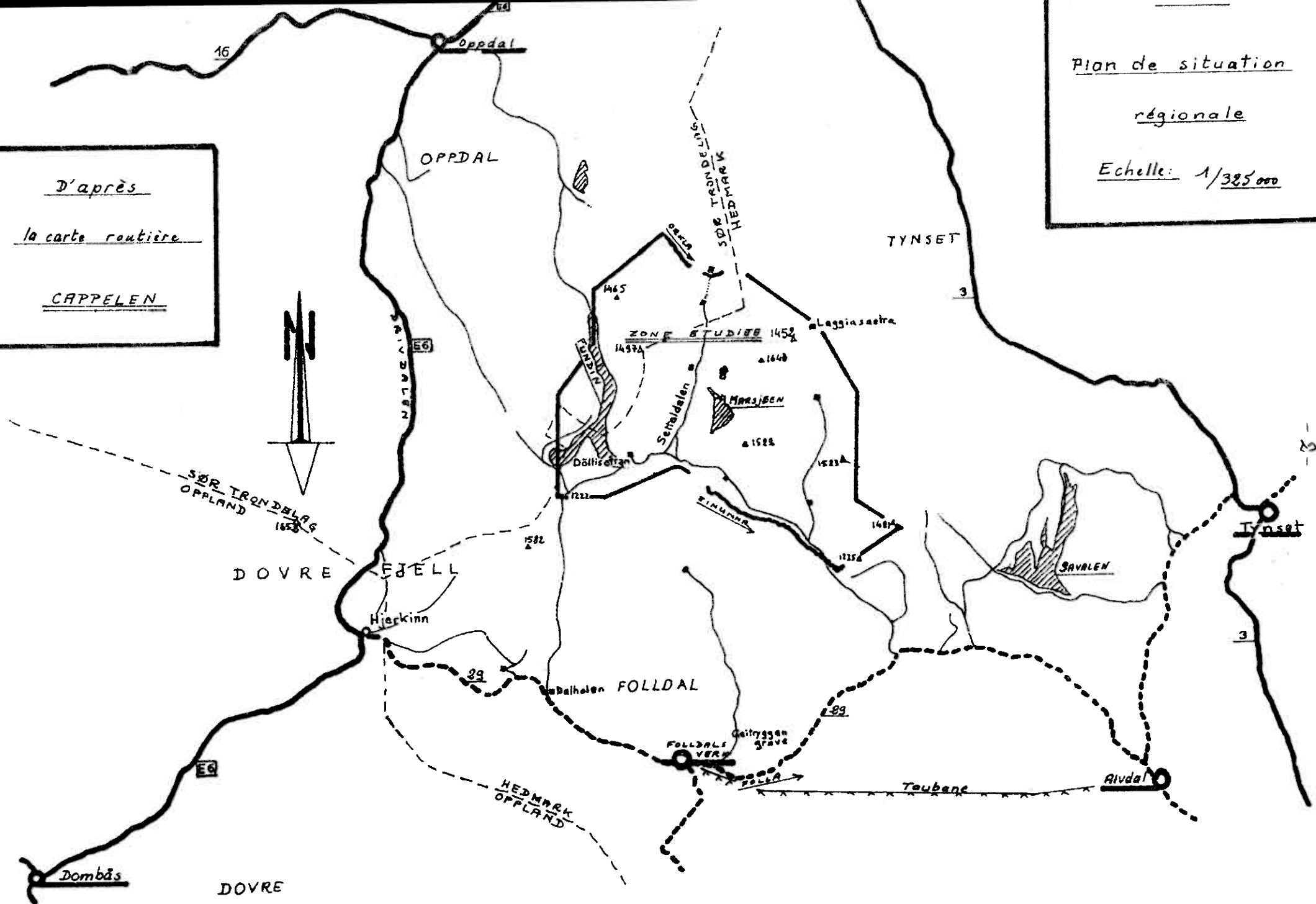
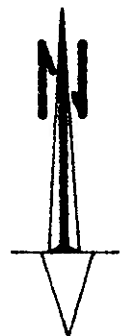
E: 1 / 4 5 0 0 0 0 0



Plan de situation
régionale
Echelle: 1/385 000

Plan de situation
régionale
Echelle: 1/385 000

D'après
la carte routière
CAPPELEN



INTRODUCTION

I - SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERES PHYSIQUES

La zone étudiée se situe dans la partie moyenne de la Norvège à environ 250 km d'Oslo, au Nord de l'imposant massif montagneux des Rondanes (planche I, p. 1), et au Nord-Est de Dovrefjell.

La région de Folldal fait partie de la province de Hedmark, mais nous travaillons plus précisément (au Nord de Folldal) à cheval sur les provinces de Hedmark et Sør-Trondelag (longitude 10° E, latitude 62° 20' N). La rivière Einunna matérialise notre limite Sud, la rivière Orkla, notre limite Nord (planche II, p. 2).

Ce terrain est situé dans une région assez élevée. La cote la plus basse, 900 m, se trouve dans la vallée de l'Einunna, et le plus haut sommet, le Høg-Gia, culmine à 1643 m.

Le climat nordique est rude comme chacun sait, et les étés sont courts, souvent pluvieux, avec des brouillards abondants, dus aux tourbières d'altitude.

Dans notre zone, les prairies de lichens et quelques touffes éparses de bouleaux dans des endroits abrités du vent, représentent toute la végétation ; la limite supérieure de la forêt se situant approximativement vers 900 m.

Les reliefs moutonnés montrent une morphologie glaciaire caractéristique, mais d'importants dépôts superficiels et les tourbières rendent les affleurements rares.

Les voies d'accès sont à l'image des affleurements. Une "route" court le long de la vallée de l'Einunna au Sud et deux chemins permettent d'accéder, tant bien que mal, au Nord de notre terrain.

II - SITUATION GEOLOGIQUE (planche III, p. 6)

La région de Folldal se trouve près du contact des terrains cambro-siluriens du Trondheim avec les sparagmites éocambriennes, dans la zone à grenat délimitée par V.M. Goldschmidt (1915).

Nos levers se situent au Nord-Ouest de P. Mosson et G. Quesnel⁽¹⁾. A l'Est, nous avons une bande mitoyenne avec J.M. Quenardel⁽²⁾. Nous avons également travaillé en collaboration avec deux stagiaires bisontins (Y. Mathieu et M. Dubois)⁽¹⁾ qui ont effectué une campagne de levers en 1969 au Sud de l'Einunnadalen.

Notre terrain peut se décomposer en deux grandes parties :

- une partie métamorphique s'intégrant dans le "gulaschist group" et enserrant
- une partie éruptive médiane sans doute intrusive.

III - HISTORIQUE DES TRAVAUX REGIONAUX

La première carte de Folldal est réalisée par K.O. Bjørlykke (1905) ; il y montre le contact des granulites, micaschistes et phyllites.

G. Holmsen (1913) et C.W. Carstens (1919) dressent une première esquisse structurale de cette contrée : anticlinal à coeur de Røros groupe et flancs de Støren, Hovin et Gula groupes.

T. Marlow (1935) réalise une carte de Folldal au 1/100.000, mais il n'y fait aucune interprétation tectonique. Il indique simplement les affleurements et note les différents types de roches rencontrées.

Par la suite, ce ne sont que les cartes de régions marginales (Tynset en 1943-1950, Oppdal en 1955 et la partie Nord de Dovrefjell en 1955 par P. Holmsen) qui sont abordées.

T. Strand dans "Geologie of Norway" (Holtedahl, 1960) pense, à l'issue d'une longue discussion, que cette zone du Trondheim est un large synclinorium, qui a été "chassé" sur les sparagmites depuis le Nord-Ouest.

(1) Centre de 3e cycle de Géologie appliquée, Faculté des Sciences, Besançon.

(2) Laboratoire de Géologie des G.R.C., Faculté des Sciences, Orsay.

Fr. Chr. Wolf publie, en 1967, une carte du Trondheim au 1/500.000 (planche III, p.6), qui montre l'importance des Gulaschistes ; cette unité étant systématiquement réprouvée par les géologues scandinaves.

Grâce à H. Heim et à la Folldal Verk, un travail de détail est entrepris à partir de 1966, autour de Folldal, avec R. Klein-Hering (1969), P. Mosson et G. Quesnel (1970) et bien d'autres chercheurs.

+

+ +

Nous avons bénéficié, pour le travail de terrain, de tirages topographiques au 1/25.000 offerts par la Folldal Verk. Les documents se révèlent assez bons dans l'ensemble, bien qu'ils ne comportent aucun nom de lieux.

+

+ +

PLAN DU TRAVAIL

- + Introduction (C. Berthomier & J. Maillot)
 - + Lithostratigraphie (C. Berthomier)
 - + Etude du Massif de roches éruptives du Høg-Gia
(C. Berthomier)
 - + Le métamorphisme (J. Maillot)
 - + Analyse structurale (J. Maillot)
 - + Le Quaternaire - Applications (C. Berthomier & J. Maillot)
 - + Conclusions (C. Berthomier & J. Maillot)
-

GEOLOGICAL MAP OF THE TRONDHEIM REGION

GEOLOGISK KART OVER TRONDHEIMSFELTET

1:500000

COMPILED BY FR. CHR. WOLFF AFTER:
SAMMENTEGNET AV FR. CHR. WOLFF ETTER:

T. BIRKELAND, C. W. CARSTENS, H. CARSTENS, J. CHALOUPSKY, G. GRAMMELTVEDT, F. FEDNIK,
M. FIŠERA, S. FOSLIE, J. FÆRDEN, A. HAUGEN, H. HEIM, P. HOLMSEN, H. J. KISCH, GHR. OFTEDAHL,
J. PEACEY, Z. PELC, D. ROBERTS, I. J. RUI, G. SCHAAR, A. SIEDLECKA, S. SIEDLECKI,
T. STRAND, TH. VOGT, FR. CHR. WOLFF.

LEGEND TEGNFORKLARING

RÖRAGEN BEDS (DEVONIAN)
RÖRAGENFELTET (DEVON)

CONGLOMERATE AND SHALE
KONGLOMERAT OG SKIFER

SLAGN GROUP - HORG GROUP (SILURIAN)
SLAGNGRUPPEN - HORGGRUPPEN (SILUR)

DARK SHALE AND SANDSTONE
MØRK SKIFER OG SANDSTEIN

KJØLHAUGEN GROUP - RØRØS GROUP - UPPER HOVIN GROUP (UPPER ORDOVICIAN)
KJØLHAUGGRUPPEN RØRØSGRUPPEN ØYRE HOVINGRUPPEN (ØYRE ORDOVICIUM)

PHYLLITE, METAGRAYWACKES, WITH INCREASING AMOUNTS OF BIOTITE,
HORNBLEND AND GARNET TOWARDS THE SOUTHEAST, PARTLY CONGLOMERATIC
FYLLITT, METAGRÅVAKKER MED ØKENDE MENNGER AV BIOTITT,
HORNBLLENDE OG GRANAT MOT SYDØST, DELVIS KONGLOMERATISK

POLYGENOUS CONGLOMERATE
POLYMIRT KONGLOMERAT

SULAMO GROUP - LOWER HOVIN GROUP (MIDDLE ORDOVICIAN)
SULAMOGRUPPEN UNDER HOVINGRUPPEN (MIDTRE ORDOVICIUM)

DARK SHALE AND RHYOLITE TUFF IN WEST, GREENSTONE IN EAST
MØRK SKIFER OG RHYOLITT TUFF I VEST, GRØNNSTEN I ØST

GREY CALCAREOUS SANDSTONE AND GREY TO DARK PHYLLITE
GRÅ KALKHOLDIG SANDSTEIN OG GRÅ TIL MØRK FYLLITT

HÖLONDA, TROMSDALEN, BRENNÅ AND SIMILAR LIMESTONES
HÖLONDA, TROMSDALEN, BRENNÅ OG LIGNENDE KALKSTEINER

VENNA, STOKKVOLA, LILLE FUNDSJØ AND SIMILAR CONGLOMERATES
VENNA, STOKKVOLA, LILLE FUNDSJØ OG LIGNENDE KONGLOMERATER

FUNDSJØ GROUP - STØRENG GROUP (LOWER ORDOVICIAN)
FUNDSJØGRUPPEN - STØRENGGRUPPEN (UNDER ORDOVICIUM)

GREENSTONES AND QUARTZKERATOPHYRES
GRØNNSTENER OG KVARTSKERATOPHYRES

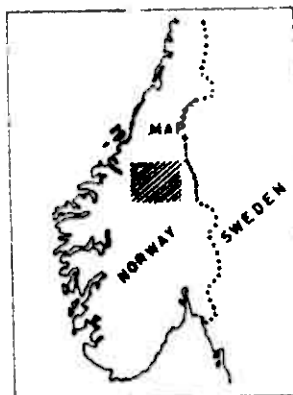
GRANODIORITIC GNEISS
GRANODIORITISK GNEISS

SONYATN GROUP - GULA SCHIST GROUP (CAMBRIAN)
SONYATNGRUPPEN - GULASKIFFERGRUPPEN (KAMBRUM)

MICA SCHISTS, OFTEN WITH GARNET
GLIMMERSKIFER, OFTE MED GRANAT

CONGLOMERATES OF THE GUDÅ CONGLOMERATE ZONE
KONGLOMERATER TILHØRENDE GUDÅKONGLOMERATSONEN

LIMESTONE
KALKSTEIN



CALEDONIAN INTRUSIVES
KALEDONISKE INTRUSIVER

LARGER BODIES OF TRONDHEIMITE
STØRRE LEGEMER AV TRONDHEIMITT

LARGER BODIES OF GABBRO
STØRRE LEGEMER AV GABBRO

NORITE
NORITT (DYRHAUGEN)

SERPENTINITES
SERPENTINER

UNDIFFERENTIATED ROCKS BELOW THE TRONDHEIM MAPPE
UNDIFFERENSJERTE BERGARTER UNDER TRONDHEIMSDREKKET

STRIKE AND DIP
STRØK OG FALL

TRONDHEIM MAPPE THRUST PLANE
TRONDHEIMSDREKKETS SKYVEPLAN

MINOR THRUST PLANES
MINDRE SKYVEPLAN

SUPPOSED THRUST PLANE
ANTATT SKYVEPLAN



Zone étudiée

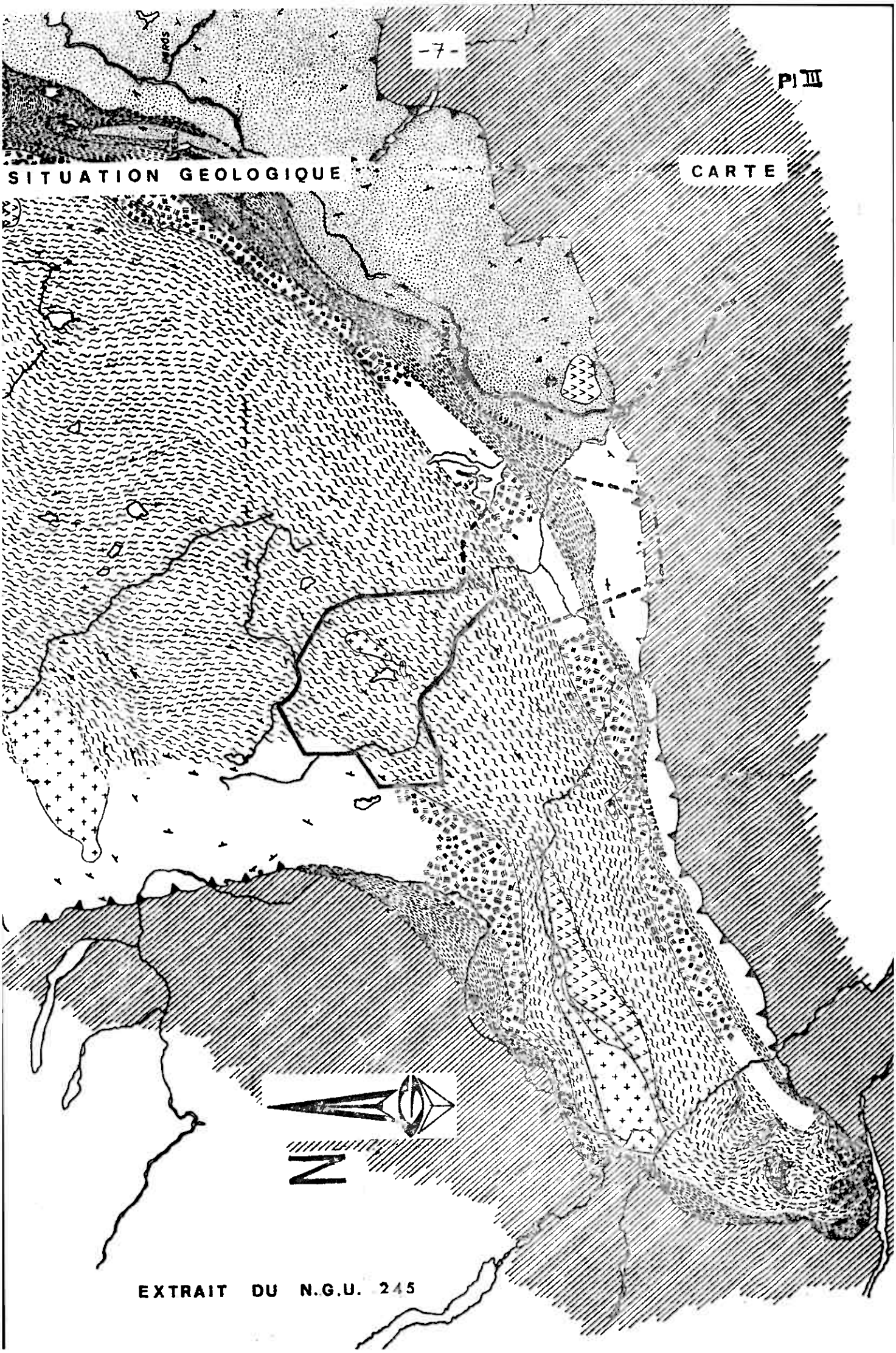


Zone étudiée par

P. MOSSON & G. QUESNEL

SITUATION GEOLOGIQUE

CARTE



LITHOSTRATIGRAPHIE

P L A N D ' E T U D E

-----oOo-----

I - Introduction

II - Etude des différentes unités lithostratigraphiques

A - La série de l'Elgsjøtangen

B - Le "Gula Schist Grup"

1°) La formation du Fundin

2°) La formation de Melkampen

3°) La formation du Marsjøh-Gia

4°) La formation du Klemetkjetten

5°) La formation de la Saga

C - Les Amphibolites de la série métamorphique

D - Les filons de Metatrandheimites

III - Tableau récapitulatif et conclusions

I - INTRODUCTION

=====

Avertissement

Nous tenons à informer ici le lecteur des difficultés rencontrées sur le terrain, qui sont dues au peu d'affleurements et à l'absence quasi-totale de coupe continue. Ainsi, un log stratigraphique précis n'a pas pu être élaboré ; la différenciation présentée est fondée essentiellement sur les variations de faciès, observées sur le terrain, par les échantillons macroscopiques, et au vu des lames minces correspondantes.

Les limites représentées sur la carte correspondent plutôt à des zones de passage, à partir desquelles telle ou telle "unité" s'individualise lentement.

Nous n'avons jamais trouvé de niveaux repères valables ou continus ; ce qui ne favorise pas la compréhension d'une tectonique déjà complexe de par l'abondance des plis à toutes les échelles, décollements et autres disharmonies.

Il en découle que l'estimation des épaisseurs est fort aléatoire dans le cadre de ces terrains très tectonisés, et nous nous contenterons de donner un ordre de grandeur.

* Nous décrirons successivement les différentes unités rencontrées et nous adopterons un plan de travail qui sera le même pour toutes les zones différenciées :

- Situation géographique et lieu de définition
- Description des affleurements
- Description de l'échantillon macroscopique
- "La lame mince synthétique"
- Les variations observées

* Nous étudierons ensuite les amphibolites de la série métamorphique, puis un paragraphe sera consacré à la description de filons de Metatrondheimite.

Afin de rendre plus aisée la détermination de certains minéraux en lame mince, trois colorations sélectives ont été utilisées :

- l'alizarine pour différencier la calcite de la dolomite
- le cobaltinitrite de sodium pour mettre en évidence les feldspaths potassiques
- l'amarante pour différencier les plagioclases non maclés, du quartz

+

+ +

II - ETUDE DES DIFFERENTES UNITES LITHOSTRATIGRAPHIQUES

=====

A - LA SERIE DE L'ELGSJØTANGEN

Cette série affleure uniquement dans la partie tout à fait occidentale de notre terrain, où elle forme les hauteurs dites de l'Elgsjøtangen qui culminent vers 1'50 m.

Elle est constituée de schistes et quartzites verts accusant un pendage d'environ 50° vers le Sud-Est.

Les schistes se débitent en feuillets plus ou moins fins (de l'ordre du centimètre) et des minéraux altérés y laissent des vides. Cela leur donne une apparence de schistes troués.

Les quartzites se présentent en bancs épais. Ils sont parfois clairs, et contiennent souvent quelques petits cristaux de pyrite ; vers la cote 1200 - 1250 m, il existe un important filon

pyriteux que nous avons recoupé en deux endroits.

(Nous reviendrons sur la genèse de ce filon dans le chapitre Tectonique, car il se place à proximité d'un contact anormal important, cf. p. 100)

Les lames minces ont permis de compléter l'étude de cette série en montrant trois faciès principaux :

- A - 1 : quartzite
- A - 2 : schiste à chlorite
- A - 3 : micaschiste banal.

A - 1 : Quartzite à structure granoblastique

(L.M. : Ds - Es)

- *Quartz* : en grains isométriques
- *Biotite* : en fines paillettes
- *Minéraux*

A - 2 : Schiste à chlorite - structure lépidoblastique
à granoblastique

(L.M. : As - Cs - Fs)

- *Chlorite* : en amas fibreux
- *Plagioclase* : en cristaux fins
- *Calcite* : gros cristaux groupés en îlots ou en
veinules plus ou moins continues
- *Quartz* : en grains
- *Muscovite* : quelques paillettes
- *Epidote* : en grains colorés

A - 3 : Micaschiste à structure lépidoblastique

(L.M. : Os - Ss)

- *Muscovite* : en fibres étroites et allongées
- *Biotite* : en cristaux plus trapus, disposés
obliquement par rapport à la schis-
tosité
- *Quartz* : présent entre les lits micacés
- *Grenat* : en grains poecilolithiques
- *Minéraux*

B - LE GULA SCHIST GRUP

1°) La formation du Fundin

Cet ensemble représente 500 à 1000 m de roches à caractères quartzitiques dans lesquelles on peut distinguer deux types :

- d'une part des quartzites clairs,
- d'autre part des "schistes noirs".

Ils sont présents surtout sur les sommets de moyenne importance : Fundberget et Digerkampen vers le lac Fundin, Ruphuskampen dominant le lac Marsjøen et plus à l'Est : sommets Lågegga-Køgegga.

Les quartzites clairs sont généralement en bancs épais, recouverts de lichens. Lorsque l'Einunna les entaille, au niveau de Meløyasaetra, on peut y déceler des replis. Ils peuvent donner quelques rares falaises, comme celle du Ruphuskampen. Ils se débitent alors en dalles de quelques centimètres d'épaisseur.

Sur l'échantillon, on note une alternance de bandes blanches riches en quartz, et de bandes foncées, plus minces, micacées.

Les "schistes noirs" se présentent en plaquettes acérées et rigides. A l'échelle de l'échantillon, on ne distingue que quelques amas de quartz vitreux ou quelques cubes dorés de pyrite, dans une masse noire à éclat plus ou moins métallique. L'altération leur donne une teinte rouille.

1 - 1 : Quartzite à structure granoblastique à lëpidoblastique

(L.M. : A 38, 71, 72 - B 31, 32, 33,
B 34, 38, 40, 57, 71, 72, 75,
B 91, 98 - C 1)

- *Quartz* : en grains très légèrement aplatis, disposés en mosaïque et à extinction onduleuse.
- *Biotite* : en fines paillettes lorsqu'elles sont disséminées au sein de la roche ; ou concentrées en lits micacés. Il y a toujours des phénomènes de deferrification ou de chloritisation.
- *Grenats* : en grains légèrement poecilolithiques dans les lits de micas ou aplatis lorsqu'ils sont mêlés aux grains de quartz.

Dans ces quartzites, on trouve également : un peu de *plagioclase* non maclé, interstitiel, de la *zoïsite*, de l'*épidote* et des *minerais*.

1 - 2 : Quartzite micacé à structure lëpidoblastique

(L.M. : A 14 - B 39, 72, 90 -
C 13, 15)

- *Quartz* : en grains de taille variable, à extinction roulante. Lorsqu'ils sont petits, ils contiennent des matières charbonneuses.
- *Muscovite* : Il s'agit d'une biotite deferrifiée, concentrée en lits qui sont également riches en inclusions charbonneuses.
- *Minerais* : en cubes ou grains opaques.

Dans cette série, on trouve également quelques échantillons d'une roche jaunâtre avec de nombreuses baguettes d'*amphibole*.

1 - 3 : Tuf métamorphique à structure porphyroblastique

(L.M. A 35 - C 25)

- *Amphibole* : cristaux enchevêtrés, décolorés, de taille très variable.
AZC = 15 à 17°, 2Vx = 68 à 70,
Bi = 20. Ces caractères la rapprochent d'une hornblende (J. Tröger, 1956).
- *Muscovite* : en paillettes coincées entre les cristaux d'*amphibole*. Elle provient d'une biotite.
- *Chlorite* : en aiguilles entrecroisées, elle forme le fond de la roche.
- *Quartz* : en agrégats
- *Plagioclase* : quelques individus non maclés
- *Zoisite, goëthite et grenats* : sont les minéraux accessoires de ce type de roche

Dans les zones d'affleurements de la série du Fundin, on trouve des bancs de micaschistes, emballés, appartenant aux autres séries. Il serait prématuré de les décrire à cet endroit.

2°) Formation du Melkampen

C'est un ensemble de micaschistes qui ont été définis sur ce petit sommet qui domine la partie Sud-Ouest du lac Marsjøen. Les conditions d'affleurement y sont assez bonnes.

A l'Est de la zone magmatique, il n'existe que fort peu d'affleurements de cette série.

Ces micaschistes ont un aspect général en gros bancs massifs, mais en réalité, chaque banc est finement feuilleté.

L'échantillon est de teinte grise, les surfaces micacées étant jaune miel. Sur la tranche, des amandes, presque blanches, de l'ordre du centimètre, sont allongées dans le sens de la schistosité générale ; ce fait donne un aspect conglomératique, assez caractéristique, à cette formation. Mais il ne peut s'agir en aucun cas d'un banc repère, car souvent les amandes passent à des lits continus et dans la vallée de l'Einnunna on trouve ces micaschistes sur une grande distance (environ deux kilomètres, ce qui doit correspondre à une épaisseur de 200 à 300 m).

2 - 1 : Micaschiste "conglomératique" à structure granolépido-blastique.

(L.M. : A 17, 33, 65 - B 49, 51, 52 -
G. 50, 51, 52 - C 17, 18, 19)

- *Biotite* : en lamelles orientées. Les cristaux plus importants coupent la schistosité
- *Quartz* : qui constitue les amandes à extinction roulante
- *Plagioclase* : de taille plus petite que le quartz. Il accompagne généralement les micas. Les cristaux sont non maclés.
- *Muscovite* : elle provient de la biotite
- *Zoïsite* : elle se présente en baguettes ou grains. C'est une *orthozoïsite*. La concentration est très variable suivant les lames minces. Au cœur de la zoïsite, on note souvent de petits granules de sphène.
- *Tourmaline* : quelques grains isométriques, de taille très réduite.
- *Minerais et graphite* : parfois abondants.

Comme variations, on peut citer principalement la roche qui constitue le barrage retenant le lac Fundin. Les travaux ont permis de dégager les affleurements. La roche est de couleur plus foncée, presque noire. On discerne cependant encore les amandes. Il existe de nombreuses veines de quartz secondaires. L'échantillon est massif et très dur à casser. Au microscope, on retrouve les mêmes caractères. Amphibole (2 Vx = 60 à 64 ; Bi = 20 à 23) et calcite, viennent s'ajouter à la liste des minéraux cités plus haut. Les matières carbonneuses sont très abondantes.

A l'Est, le caractère plus micaschisteux domine (alternance de lits de quartz et lits de biotite).

Dans cette série, on trouve également des tufs métamorphiques (L.M. A 53, 54 - B 59, 80, 85 - G 6) ainsi que des enclaves vert pâle (L.M. B 55 - G 8, 10), que l'on peut déceler jusque dans les faciès de bordure de la zone magmatique. Au microscope, c'est une structure isogranulaire : quartz, zoïsite, calcite et parfois quelques cristaux d'amphibole.

3°) Formation du Marsjøh-Gia

Elle a été définie sur le flanc Est de la vallée dite "Setaaldalen" où elle affleure en une coupe assez continue, mais réduite dans l'espace, sur les pentes du Marsjøh-Gia, au Nord-Ouest du lac Marsjøen.

A l'Est, on la retrouve principalement dans la vallée de la Kløfteb.K et de la Raab.K, ainsi qu'au Nord-Est du massif du Kjøgegga.

Cette série micaschisteuse présente à l'affleurement une morphologie caractéristique qui lui donne une touche originale. L'aspect carié de ces niveaux, sillonnés de lits et amandes carbonatés, vient du fait que le calcaire est plus facilement attaqué, par les agents érosifs, que le reste de la roche. Des veines de quartz viennent encore accentuer l'aspect irrégulier de l'affleurement.

De teinte dominante gris vert, l'échantillon nous offre l'alternance de feuillets micacés et de veinules carbonatées.

Des cristaux d'amphibole, de l'ordre du demi-centimètre, peu visibles sur la tranche, apparaissent nettement en relief sur le plan de foliation. L'amphibole peut être concentrée et elle donne alors des petits lits à tendance amphibolitique.

3 - 1 : Micaschiste porphyroblastique

(L.M. : Z 1 à Z 10)

- *Biotite, Muscovite, Chlorite* : sont les constituants principaux.
- *Plagioclase* : il remplit les vides entre les feuillets micacés. Parfois, quelques individus maclés (An 35) peuvent être observés, mais l'immense majorité n'est pas maclée.
- *Amphibole* : en prismes verts plus ou moins allongés, à extinction roulante. Ils sont souvent poecilolitiques.

$Z \wedge C = 17^\circ$. $2 Vx = 74-76$. $Bi = 17 - 20$. Ce sont les caractéristiques d'une hornblende(1).

- *Carbonate* : calcite en gros cristaux dans les lits de quartz ou en petits grains disséminés.
- *Quartz* : en cristaux de toute taille, à extinction roulante, groupés en lits préférentiels.
- *Zoïsite, minéraux et tourmaline* : minéraux accessoires.

3 - 2 : Niveau à tendance amphibolitique. Structure porphyroblastique à granoblastique.

(L.M. : Z 2)

- *Amphibole* : en grands cristaux verts poecilites ou en gerbe. Le pléiochromisme est assez marqué. $Z \wedge C = 15$ à 17° . $2 Vx = 72^\circ$. $Bi = 17-20$. Ce sont encore les caractéristiques d'une hornblende.
- *Plagioclase* : en petits cristaux généralement non maclés. (An 25 - 32).
- *Quartz* : en grains isogranulaires.
- *Biotite* : en inclusion, avec le quartz, dans l'amphibole.
- *Chlorite* : variété ferrifère, parfois présente en rosette.
- *Zoïsite, carbonate et minerais* : en pourcentage variable.

Les types, définis ci-dessus, représentent les faciès les plus couramment rencontrés dans cette formation. Nous avons cependant observé quelques variations régionales.

A l'Ouest de Setaaldalen, ces micaschistes s'appauvrissent en carbonates. La roche devient de plus en plus foncée, presque noire par endroits. A l'oeil nu, on ne distingue que des paillettes de biotite et quelques cristaux d'amphibole vert bouteille. Ce sont

(1) Des analyses aux rayons X ont été réalisées au Laboratoire des rayons X du Département des Sciences de la Terre, Université de Grenoble I (Planches XVIII, XIX, pages 81 et 82), Celles-ci concernent les amphiboles de chaque formation et les grenats de la formation de la Saga.

Amphiboles : A 54 - C 41 - Y 3 - Z 9 - Z 2

Grenats : C 41 - C 54.

Toutes les amphiboles apparaissent comme faisant partie de la série trémolite - actinote.

Les grenats sont à intégrer dans la série almandin - pyrope.

alors des :

3 - 3 : Micaschistes à structure enchevêtrée

(L.M. : B 58 à B 69 - B 74 à B 88)

- *Biotite, Muscovite, chlorite* : en cristaux ou aiguilles entrecroisés
- *Zoïsité* : en pourcentages et formes variables
- *Quartz, Plagioclase* : 3 à 5 % de la roche
- *Amphibole* : cristaux souvent décolorés à extinction onduleuse. Extinction voisinant les 15°.

Dans la partie Est du terrain, cette série prend une physionomie encore légèrement différente. Les bancs apparaissent plus massifs, ceci étant, peut-être, dû à l'érosion des rivières (Raab.K et Kløfteb.K) où la majeure partie des observations a été faite. Il y a toujours de nombreuses veines de quartz en relief. On trouve une alternance de bancs colorés, riches en biotite - amphibole et de bancs plus grisâtres riches en quartz et carbonates.

Au point de vue pétrographique, les seules différences notables résident dans l'enrichissement général en grenats et la présence, par endroits, de deux carbonates : calcite et dolomite.

De plus, il existe, tout au Nord, vers Albusaetra, un niveau rouille (L.M. G 15). Celui-ci contient environ 50 % de grenats roses, avec quelques filets de biotite et de nombreux grains de tourmaline ; le tout étant cimenté par du quartz et des minerais.

4°) Formation du Klemetkletten

L'échantillon type de cette formation a été défini sous le pont qui franchit l'Einunna, en amont de Kjølhaugsætra. Nous lui avons donné le nom d'un sommet voisin : le Klemetkletten. Il faut remarquer que vers le Nord, on ne retrouve plus les types de roches correspondant à cette formation.

Ce sont des micaschistes à amphiboles en gros bancs, quelque fois très quartzitiques. Quelques lits de micaschistes, à biotite, plus fins, et de schistes noirs peuvent y être joints.

La principale caractéristique à l'oeil nu est l'abondance de porphyroblastes d'amphibole atteignant le centimètre.

4 - 1 : Quartzite amphibolitique à structure grano-lépidoblastique

(L.M. : Y 1 à Y 10)

- *Quartz* : en grains isométriques à extinction roulante
- *Amphibole* : en cristaux de toutes tailles, très cataclasés et déformés. Ils sont presque incolores. L'extinction est onduleuse. Quelques mesures donnent des angles variant entre 14 et 17°. Une analyse aux rayons X indique un mélange de plusieurs espèces.
- *Plagioclase* : en grains parfois maclés (An 35 à 37).
- *Zoisite* : Cristaux poecilolithiques polarisant dans les teintes du 1er ordre (2 Vz = 28 à 30).
- *Chlorite* : en fines paillettes
- *Minerais et oxydes* : en grains opaques ou dans des fissures des amphiboles et autres minéraux.

Dans les affleurements situés plus au Nord (Ryhaugkletten, Klemetkletten), la roche s'enrichit en biotite ; celle-ci devient prédominante. Les amphiboles sont de plus en plus tordues ; on est proche d'un contact tectonique important avec la formation de la Saga.

5°) Formation de la Saga

Cette formation n'existe que dans la partie Est de notre terrain. Elle forme de nombreux reliefs, dont celui de la Saga.

A la base, on trouve une bande de micaschistes rouilles avec des niveaux riches en grenats ; cette unité basale étant assez laminée. Ensuite, vient un ensemble de micaschistes quartzitiques, en bancs épais, formant quelques falaises. Dans ces bancs, on rencontre aussi des micaschistes, de teinte rouille, en plaquettes. De très rares niveaux, très friables font effervescence à l'acide sans pour autant être des marbres francs.

On peut également signaler quelques bancs de "schistes verts", ne dépassant pas 2 ou 3 m d'épaisseur. Ils sont parfois fort écrasés.

En un seul point, Nord-Est de Kjølhaugsaetra, nous avons trouvé un conglomérat polygénique, reposant sur un marbre. Les dépôts superficiels ne permettent pas de distinguer les niveaux sus et sous-jacents, et à plus forte raison de pouvoir observer les contacts avec l'encaissant. Nous rattachons ce marbre et ce conglomérat ainsi isolés, à la formation de la Saga. Nous en ferons une étude sommaire à la fin de ce chapitre.

L'échantillon typique est un micaschiste gris clair. On peut y remarquer de nombreuses veines blanchâtres, de quelques centimètres d'épaisseur, riches en baguettes d'amphibole et petits grenats rosés.

Le micaschiste de la base est foncé, à éclat légèrement graphiteux. Les seuls minéraux apparents sont des amphiboles disposées en gerbe.

5 - 1 : Micaschiste (de la base) à structure lèpidoblastique à porphyroblastique.

(L.M. : C 71 - G 11, 12, 13, 14, G 48, 49).

- *Biotite* : Lits fibreux de paillettes plissées. La déferrification de cette biotite donne de la muscovite, dont les clivages sont soulignés par des oxydes de fer.
- *Chlorite* : elle peut tenir, dans certaines lames, la place de la biotite.
- *Plagioclase* : en petits grains non maclés.
- *Amphibole* : cristaux très déformés sur lesquels on ne peut faire aucune mesure.
- *Quartz* : pourcentage variable.
- *Graphite, Minerais, Oxydes de fer*

5 - 2 : Micaschiste à structure granolèpidoblastique

(L.M. C 30 à C 85)

- *Quartz* : en grains isométriques
- *Biotite* : en cristaux à bords irréguliers ou parfois concentrés en lits
- *Plagioclase* : en granules disséminées dans les lits de quartz. Les grains de plagioclase ont souvent la même taille que les grains de quartz. Les trois minéraux ci-dessus ont un pourcentage équivalent (90 % de la roche).
- *Grenat* : en cristaux, poecilites, souvent informes ou allongés dans le sens de la schistosité (Indice : 1,785)

- *Muscovite* : quelques paillettes provenant de la déferrification de la biotite
- *Tourmaline* : rares granules de petite taille
- *Amphibole* : quelques petits cristaux isolés
- *Minerais*

5 - 3 : Micaschiste à amphibole, à structure grano-porphYROBLASTIQUE

- *Amphibole* : en porphyroblastes allongés ou obliques par rapport à la schistosité. Ils sont poecilitiques et l'angle d'extinction est voisin de 14° . $2 Vx = 80$. $Bi = 20$. C'est une actinote.
- *Quartz et plagioclase* : Intimement mélangés en grains isométriques
- *Zoïsite* : en baguettes
- *Minerais*

5 - 4 : Schiste vert à structure granoblastique

(L.M. : C 48, 49, 64, 74 - G 39)

- *Amphibole* : en petits cristaux presque isométriques ou en baguettes.
 $Z \wedge C : 14^{\circ}$. $2 Vx = 80 - 82$. $Bi = 24 - 26$.
L'amphibole représente 80 % du volume de la roche.
- *Plagioclase* : petits grains
- *Epidote* (s.l.)
- *Quartz* : le pourcentage est très faible
- *Minerais*

5 - 5 : Etude du conglomérat

Il affleure en un seul point entre Kjølhaugsaetra et le Gråsteinhø, au Sud-Est du terrain.

L'épaisseur visible de ce niveau, plaqué sur le marbre, est voisine de 2 m. La roche est assez sombre avec des nodules de quartz rosés, nettement en relief. Les galets visibles sur la cassure, sont souvent très étirés ; le ciment, de teinte verdâtre, est très réduit.

Au microscope, on peut discerner au moins deux sortes de galets :

- des galets de quartzites : ils sont formés presque exclusivement de quartz très déformé. Un peu d'épidote et de plagioclase accompagne ce dernier.

- des galets de micaschistes quartzitiques, dans lesquels de fins lits de *biotite* - *épidote* rompent la monotonie de la mosaïque quartzique. Les cristaux de *quartz* sont de taille réduite par rapport à ceux des galets de quartzites. On trouve également quelques cristaux de *plagioclase*.

Dans le ciment, de la *biotite* légèrement verdâtre (en voie de chloritisation), voisine avec du *plagioclase*, du *quartz*, des *grenats*, un peu d'*amphibole* et de la *tourmaline* (parfois en inclusion dans la biotite).

Remarque :

- On notera l'absence de galets de marbre dans cet affleurement de conglomérat.
- La pureté de certains galets de quartzite et leur forme en amande, avec localement des extrémités effilées, pourraient évidemment faire penser à des filons de quartz secondaire, boudinés sous l'effet de la tectonique.

5 - 6 : Le marbre

Le marbre, à cassure saccharoïde, est de couleur claire. Il est localement enrichi en fuchsite, ce qui lui donne une teinte verdâtre.

Son épaisseur visible est également voisine de 2 m. Au microscope, la structure est granoblastique. Les minéraux rencontrés sont les suivants : *calcite*, *dolomite*, *muscovite verte*, (*fuchsite* ; Bi = 43), *quartz* et *minerais*.

C - LES AMPHIBOLITES DE LA SERIE METAMORPHIQUE

1°) Description

Dans divers endroits du terrain affleure une roche verdâtre. Elle se trouve dans pratiquement toutes les formations précédemment étudiées, et se présente généralement en gros bancs massifs diaclasés et "émoussés"; elle prend plus rarement une allure schisteuse. Elle est toujours disposée en lentilles dans la roche encaissante. L'étude du contact amphibolite - encaissant montre une limite franche avec souvent une discordance non négligeable entre les

bancs de roches vertes et la foliation générale. L'épaisseur de ces niveaux est assez variable, le chiffre moyen étant approximativement de 3 m. On note cependant par endroits des puissances de 20 m.

L'échantillon est vert sombre, presque noir quand il a été mouillé. La structure est très fine.

L'étude minéralogique nous montre :

1 - 1 : Amphibolite à structure néмато- à granoblastique

(L.M. A 43, 44, 45, 46 - B 64 -
C 5, 6, 7)

- *Amphibole* : elle représente 80 à 95 % du volume de la roche. On l'observe en nombreuses aiguilles ou grains à extinction souvent onduleuse. La couleur et le pléochroïsme sont très faibles.
L'angle d'extinction ($Z \wedge C$) est de 15° en moyenne. $2 V_x = 76 - 78$.
 $Bi = 20$.
- *Plagioclase* : très difficile à discerner du quartz quand il est non mâclé
(An 38)
- *Quartz* : en grains
- *Chlorite* : quelques paillettes
- *Minéral, calcite et zoïsite* : sont les minéraux accessoires, et leur pourcentage varie légèrement d'un échantillon à l'autre.

Remarque : L'homogénéité pétrographique des divers échantillons nous a permis de ne pas recourir à un nombre important d'analyses, en vue de l'étude géochimique.

2°) Etude géochimique

Il a été effectué 3 analyses chimiques⁽¹⁾ sur les échantillons d'amphibolites prélevés dans la série métamorphique.

(1) Toutes les analyses chimiques de ce travail ont été effectuées par le C.R.P.G. de Nancy pour des besoins d'homogénéité entre les différents chercheurs travaillant en Norvège dans le cadre de la R.C.P. 193.

Voir également p. 134.

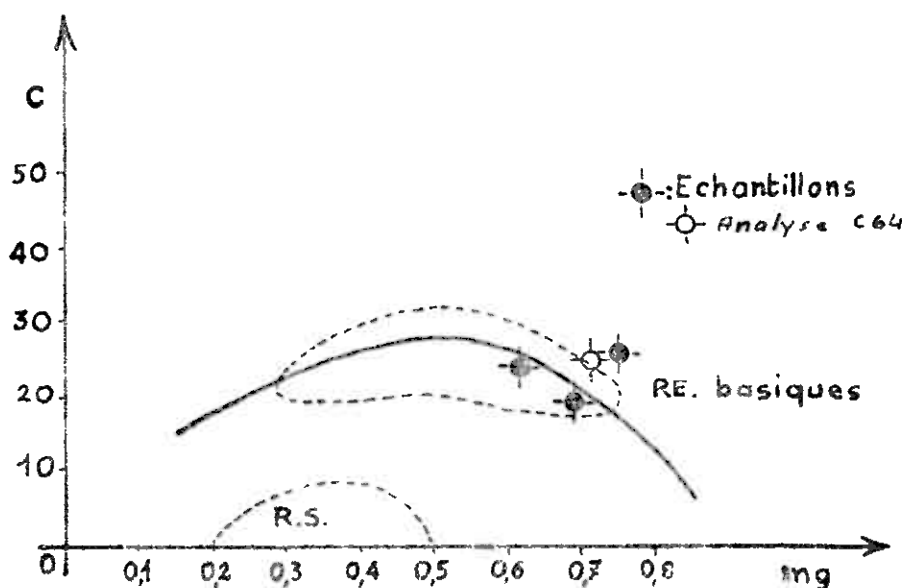
Analyse	Echantillon	Provenance
G 4356	A 43	Døllibru (vallée de l' Einunna)
G 4359	C 5	Digerkampen
G 4840	C 48	Digerkletten (série de la Saga)

Les résultats des analyses et les paramètres calculés sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Analyse	G 4356	G 4359	G 4840
Echantillon	A 43	C 5	C 48
SiO ₂	44,60	45,90	49,30
Al ₂ O ₃	12,60	16,20	15,80
Fe ₂ O ₃ total	12,79	11,35	8,52
MnO	0,19	0,16	0,13
MgO	14,53	9,38	9,26
CaO	9,64	10,46	10,44
Na ₂ O	1,64	2,76	2,61
K ₂ O	0,09	0,19	0,24
TiO ₂	1,22	1,00	0,86
P.F.	3,12	1,27	1,49
total	100,42	98,67	98,65
Paramètres de Niggli			
Si	87,5	99	112
Al	14,5	20,6	21
Fm	62	49	47,5
C	20	24	25,5
Alk	3	6	6
Mg	0,69	0,61	0,76
K	0,03	0,04	0,045

L'étude des paramètres, alliée à l'établissement de différents diagrammes et aux observations de terrain, vont nous permettre de discuter l'origine de ces amphibolites.

2 - 1 : Diagramme C en fonction de Mg
(paramètres de Niggli)



Ce diagramme, construit à partir des paramètres de Niggli C et mg , montre que les 3 échantillons étudiés se situent aux environs de la courbe moyenne dans le domaine des roches éruptives basiques.

2 - 2 : Diagramme construit avec $(Al + Fe + Ti) / 3 - K$ et $(Al + Fe + Ti) / 3 - Na$, Al , Fe , Ti , K et Na étant ramenés en milli-atomes (B. Moine, H. de La Roche, 1968) (Planche IV, p. 26)

Les points sont bien situés dans le domaine des amphibolites provenant de roches éruptives basiques ($Na > K$).

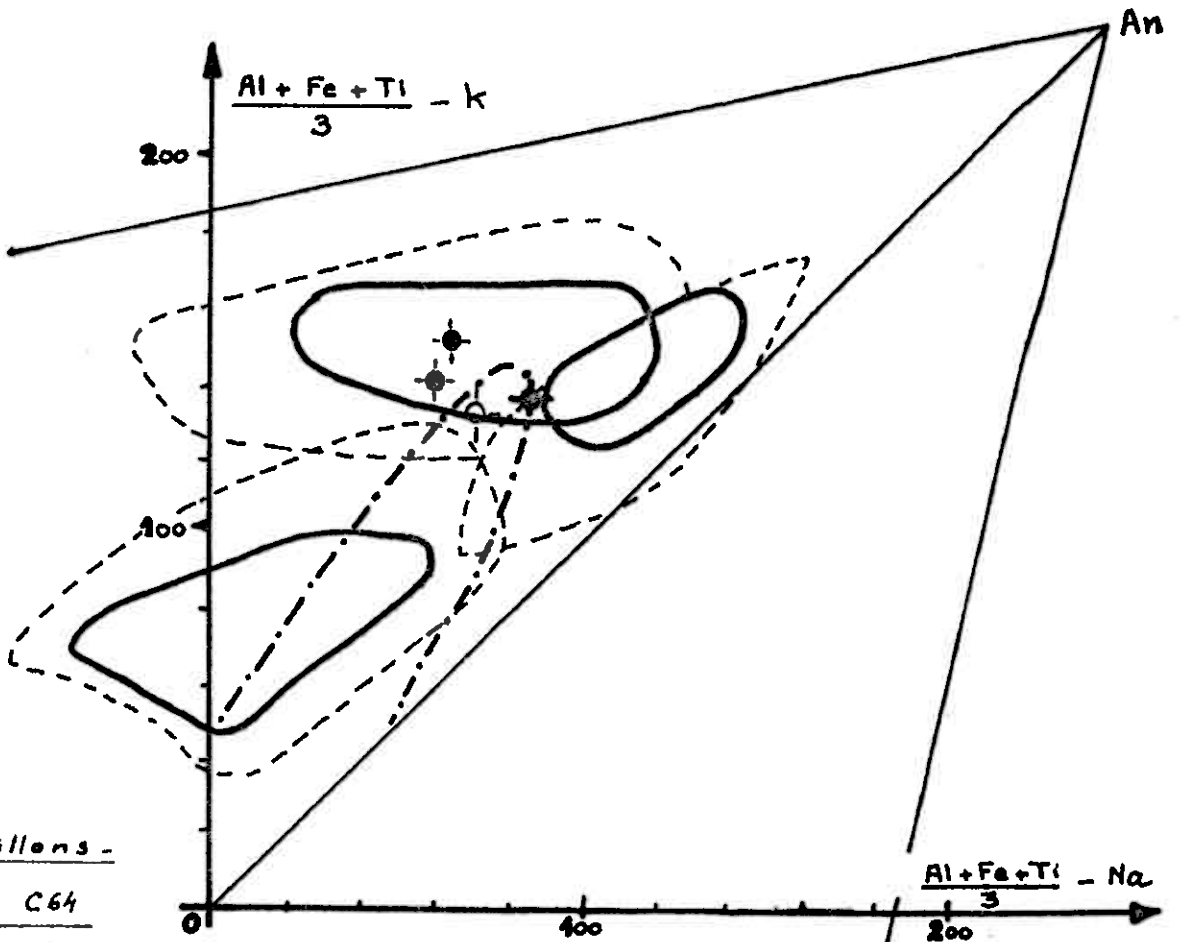
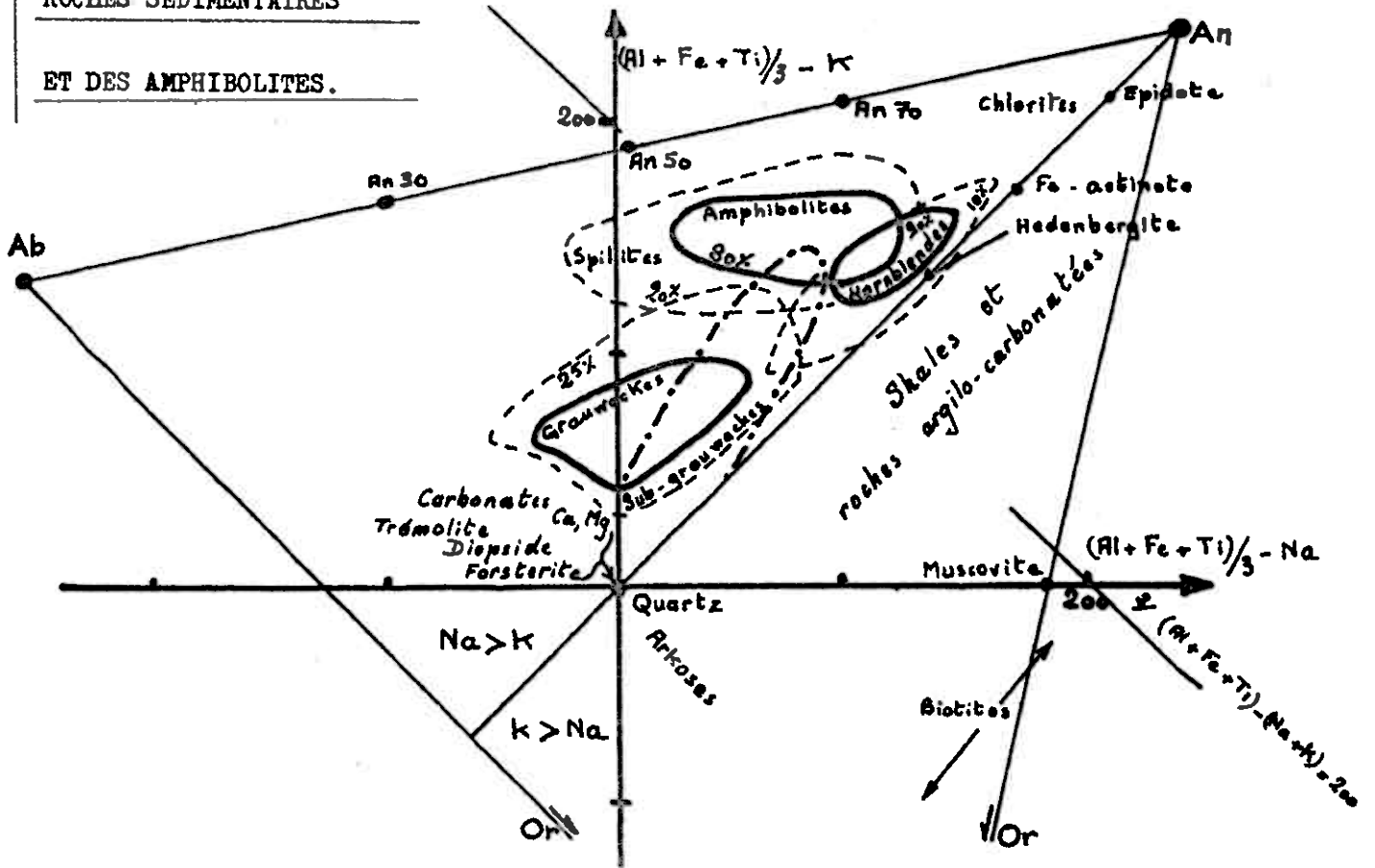
2 - 3 : Diagramme construit avec $(Al + Fe + Ti)$ en fonction de $(Ca + Mg)$ (B. Moine, H. De La Roche, 1968) (Planche V p. 27).

DOMAINES RESPECTIFS DES

ROCHES SEDIMENTAIRES

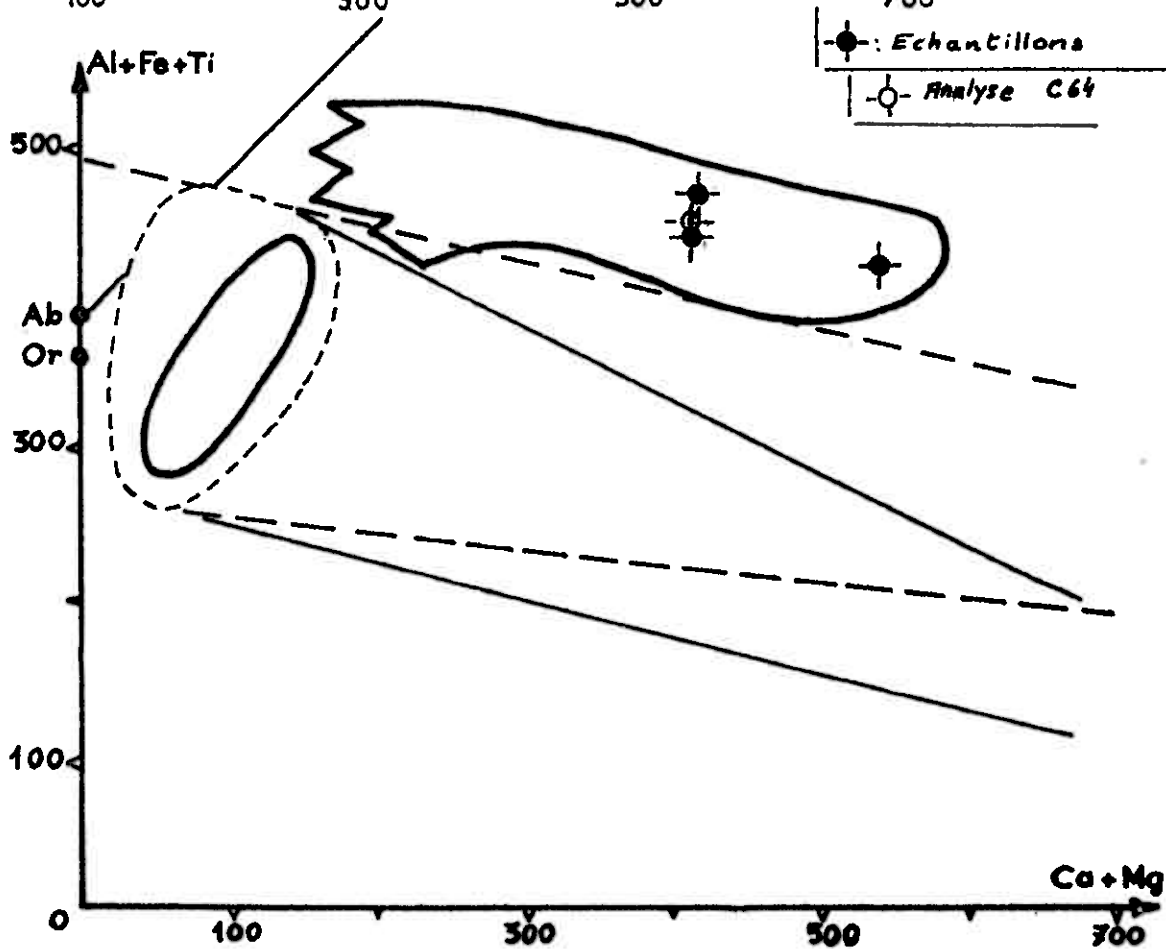
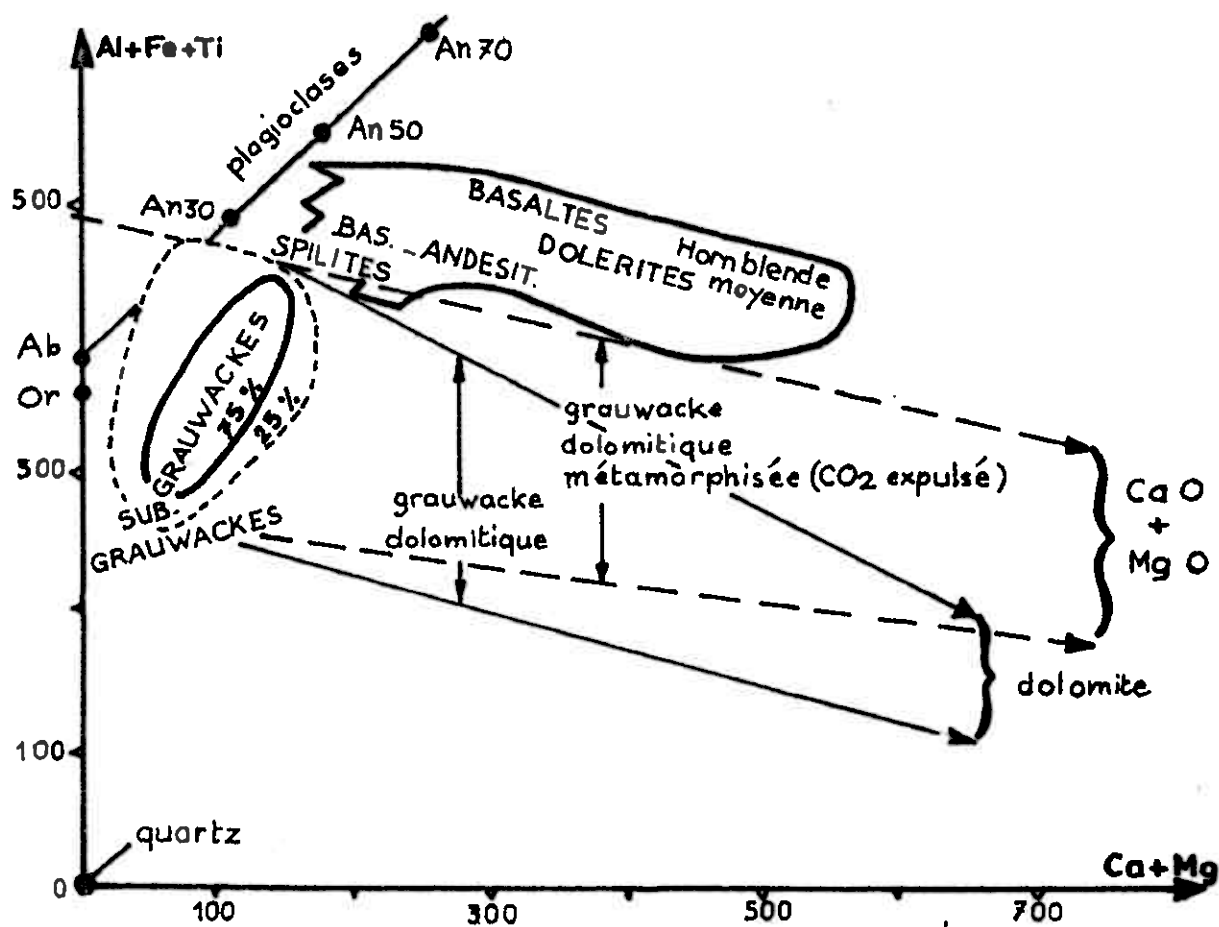
ET DES AMPHIBOLITES.

Pl. IV



DISCRIMINATION ENTRE GRAUWACKES

ET ROCHES IGNEES BASIQUES.



Les points sont également tous inclus dans le domaine des roches ignées basiques. Le point le plus à droite correspond à l'échantillon A 43.

Donc, compte tenu de l'observation, sur le terrain, des contacts francs entre amphibolite - encaissant, et du fait que, sur les différents diagrammes, les points se placent toujours dans le domaine des roches ignées basiques, nous pouvons vraisemblablement parler d'une origine "ortho" pour ces amphibolites.

Remarques :

- L'échantillon A 43 qui présente, d'après l'analyse chimique, une perte d'alumine et un gain en magnésium, s'intègre cependant très bien dans les différents diagrammes.

- Si l'on compare les analyses chimiques d'amphibolites de ce travail avec celles publiées par P. Mosson et G. Quesnel (1970), on trouve une légère variation. En effet, si les trois analyses présentées ici donnent un pourcentage plus élevé en magnésium, on note un certain déficit concernant la silice et le sodium. Comme d'autre part, les observations macro- et microscopiques se révèlent également différentes (spécialement au niveau de l'affleurement), on peut penser que nos roches, plus basiques et filonien- nes semblent bien former un système amphibolitique distinct de celui présenté par P. Mosson et G. Quesnel.

D - LES FILONS DE METATRONDHEIMITES

1°) Description

+ En deux points précis du terrain (Nord du Køgegga et Bjørntangen) nous avons remarqué la présence d'une roche blanche manifestement filonienne. Les filons apparaissent soit concordants, soit discordants avec les roches encaissantes.

+ A environ 1 km au Nord du Køgegga se trouve, sans conteste, le meilleur affleurement : c'est un filon continu, sur une vingtaine de mètres de long; sa puissance est d'environ 1 m à 1,50 m. Par endroits, il englobe des morceaux de micaschistes.

Les contacts entre filons et enclaves sont francs (Planche VI , p. 30).

La direction du filon est N 45, pendage 75 E ; celle des schistes encaissants N 65, pendage 55 E.

On note donc une discordance angulaire directionnelle de 20°.

Remarque :

Sur la face Nord-Ouest du filon, il existe un système de stries (Planche VI , p. 30).

L'échantillon est blanc à aspect saccharoïde. Au microscope, on observe une structure microgrenue porphyrique.

Les phénocristaux sont des plagioclases zonés à bords irréguliers. (Planche VI, p. 30).

La majorité des mesures effectuées donne de l'oligoclase (An 15 - 25).

Le reste de la roche est composé de quartz et de plagioclases, en grains isométriques avec de fines paillettes de biotite plus ou moins déferriées, qui présentent une orientation certaine.

Il n'y a pas de phénomène de contact entre les enclaves micaschisteuses et le filon, ainsi qu'à la limite du filon - encaissant.

2°) Etude chimique

Une analyse chimique quantométrique avec les éléments de traces⁽¹⁾ et une analyse semi-quantitative d'éléments de traces par spectographie⁽¹⁾ ont été effectuées sur les filons de métatrondheimites.

Analyse quantométrique - éléments majeurs

Analyse G 5860
Echantillon G 31

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PF	total
71,60	17,00	1,09	0,03	0,54	3,11	4,69	1,18	0,10	1,18	100,52

(1) Ces analyses chimiques font partie d'un ensemble destiné à tester une chaîne de broyage. Elles sont néanmoins données à titre indicatif.

Metadrondehlite

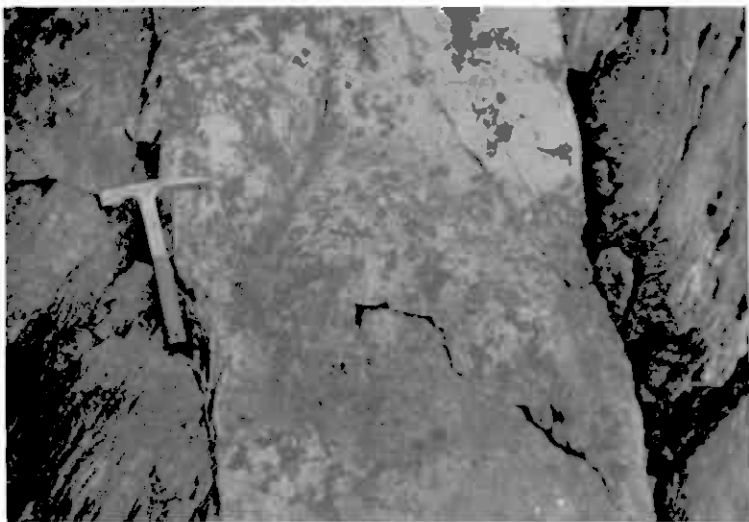


Fig. 1

Discordance du filon
avec les schistes
encaissants

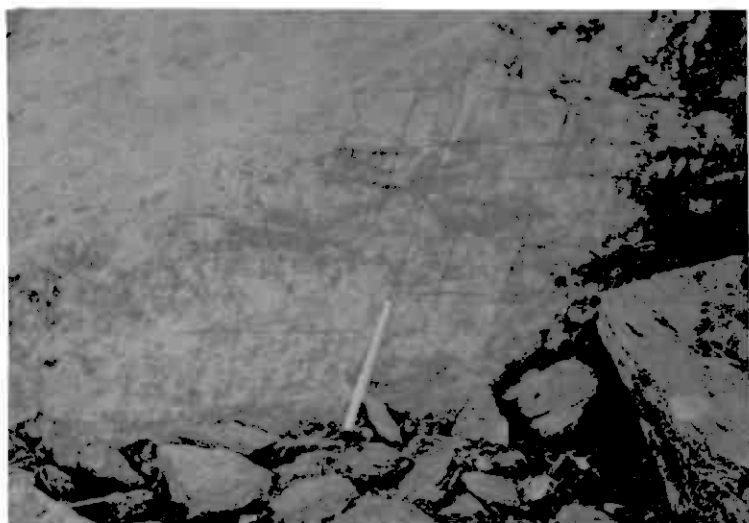


Fig. 2

Système de stries
sur le filon

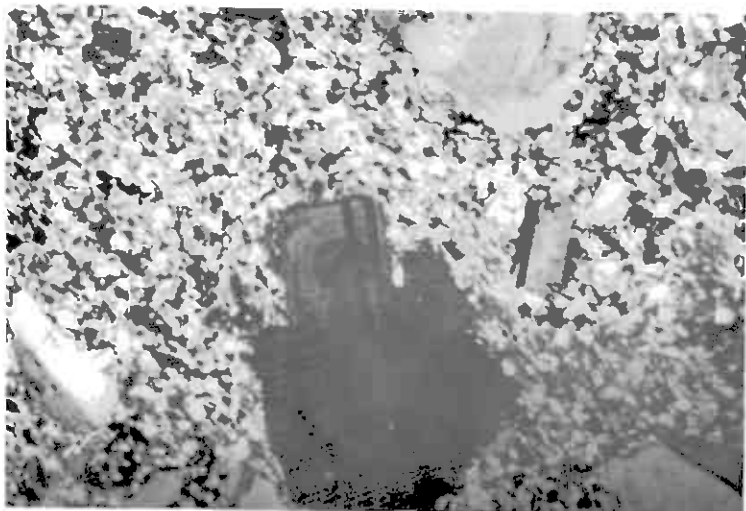


Fig. 3

Microphotographie
(LP x 25)

Cristaux de plagioclases
corrodés et zonés dans
une pâte microgrenue

Analyse G 5860
Echantillon G 31

Ba	Co	Gr	Cu	Ni	Sr	V
325	15	260	51,5	15	690	26

Analyse spectrographique (M = élément majeur)
Echantillon G 31

Al	Na	Pb	Sn	Ga	Be	Cu	Co	Sr	Mg
M	M	30	<10	20	<10	40	<10	500	2000

Ca	Ba	Fe	B	Cr	Ni	V	Zr	W
>1000	300	>1000	<10	200	<10	<10	50	500

Paramètres de Niggli

Le calcul des paramètres de Niggli nous donne les chiffres suivants :

Echantillon	Si	Al	Fm	C	Alk	Mg	K
G 31	347	49	9	16	26	0,48	0,15

D'après Niggli (Die Magmentypen, 1936), les résultats de l'analyse chimique placent la roche dans le "Trondhjemitische Magmen - Si oligoklasitisch".

Des comparaisons faites avec une analyse de trondheimite de Norvège (F.J. Turner & J. Verhoogen, 1960, "Igneous and metamorphic petrology") et les analyses de P. Mosson et G. Quesnel, montrent une similitude certaine dans les résultats. Nous avons cru bon de nommer "Metatrondheimite" cette roche blanche à structure microgrenue.

Remarque :

Ces filons semblent être assez fréquents dans les différentes séries de cette région du Trondheim.

Leur genèse ne serait donc pas spécialement liée au massif dioritique.

+

+

+

III - CONCLUSIONS

A - TABEAU RECAPITULATIF (Planche VII , p. 34)

Ce tableau ne peut tenir lieu de log stratigraphique comme on l'entend habituellement. Il a essentiellement pour but de donner une allure plus synthétique et, nous l'espérons, plus claire, de la composition lithologique de nos terrains.

B - CONCLUSIONS SUR LA LITHOSTRATIGRAPHIE

L'étude de la lithostratigraphie nous permet de dégager les caractéristiques des principaux niveaux rencontrés :

- presque toutes les roches sont des micaschistes.
- il n'y a jamais de vraies limites, au sens "stratigraphique" du terme.
- la formation de l'Elgsjøtangen se compose de quartzites, schistes à chlorite et micaschistes. L'originalité de cette

formation est la teinte verte de l'ensemble.

- Le "Gula Schist Group" est un grand ensemble de quartzites et de micaschistes. A la base, ce sont surtout des quartzites micacés, puis des "pélites" gréseuses. La série s'enrichit ensuite en carbonates et en amphibole.

- Enfin, des micaschistes quartziques, riches en grenats, avec des niveaux amphibolitiques, caractérisent la formation de la Saga. Nous avons vu qu'un marbre et un conglomérat polygénique peuvent y être rattachés. Pour l'instant, nous faisons de cette formation, le toit des schistes de la Gula.

- Nous avons également mis en évidence des lentilles d'amphibolites et des filons de métatrandheimites concordants ou non avec la foliation générale des séries cristallophylliennes.

N.B. - Après cette étude lithostratigraphique des formations métamorphiques de la "Gula", il s'avère nécessaire de rechercher le caractère originel de nos terrains.

Nous en reparlerons plus loin, dans le chapitre consacré au métamorphisme.

TABLEAU RECAPITULATIF :

●●●●	Conglomérat
□□□□	Marbre
	Amphibolites
△△△△	Métatrondheimites
~~~~~	Micaschistes
.....	Quartzites

Formation de la

SAGA

Micaschistes

quartzitiques ( à grenats )

--- F 2 ▲

▲ F 2 ---

Formation du

KLEMETKLETTEN

Micaschistes

à grands cristaux d'amphibole

Formation du

MARSJØH - GIA

Micaschistes à amphibole

et à lits carbonatés

Formation du

MELKAMPEN

Micaschistes

conglomératiques

Formation du

FUNDIN

Micaschistes quartzitiques

et

Quartzites micacés

--- F I ▲

▲ F I ---

Formation de l'

ELGSJØTANGEN

Micaschistes et quartzites verts

ETUDE DU MASSIF  
DE ROCHES ERUPTIVES  
DU HØG - GLA

## P L A N      D ' E T U D E

-----oOo-----

### Introduction

#### I - Le gabbro

- A - Etude microscopique
- B - Etude quantitative
- C - Les types associés

#### II - La diorite quartzique du Høg-Gia

- A - Etude des différents minéraux constitutants
- B - Minéralogie quantitative

#### III - La diorite tigrée du Läg-Gia

- A - Minéralogie
- B - Analyse modale

#### IV - Les faciès méridionaux

- A - Etude microscopique de la diorite
- B - Autres types
- C - La brèche magmatique

#### V - Les faciès de bordure

- A - Etude microscopique
- B - Etude quantitative
- C - Les phénomènes de contacts

#### VI - La géochimie

### Conclusions

## INTRODUCTION

-----

Un massif de roches éruptives d'une superficie de 30 km² environ, occupe la partie centrale de notre terrain. Il est allongé NNE - SSW, parallèlement à la direction générale des couches métamorphiques sur une douzaine de kilomètres, et sa largeur maximale est de 4 km.

Cette formation s'étend d'ailleurs encore au Sud de la vallée de l'Eiunna, sur quelques kilomètres. Au Nord, les affleurements sont interrompus par d'importants dépôts glaciaires et tourbeux. Il semble cependant que la terminaison de ce massif soit proche, car de nombreux passages de schistes ou de quartzites viennent se surimposer à la structure magmatique.

Ce massif est composé d'une majorité de diorites et d'une minorité de roches gabbroïques, localisées sur son flanc Ouest. Une bande de roches finement grenues à tendance granodioritique ceinture tout cet ensemble.

Malgré une relative homogénéité apparente, nous avons défini un certain nombre de types qui sont :

- le gabbro
- la diorite quartzique du Høg-Gia
- la diorite "tigrée" du Läg-Gia
- les faciès méridionaux
- les faciès de bordure

Nous ajouterons un paragraphe concernant l'étude géochimique générale des roches éruptives :

- la géochimie.

+

+      +

## I - LE GABBRO

-----

Les meilleurs échantillons ne peuvent être récoltés que sur quelques centaines de mètres carrés ; d'autres roches grenues et des amphibolites les entourent.

Nous aborderons ces différents types annexes à la fin de ce chapitre.

Le gabbro, proprement dit, affleure sur le flanc Ouest de Sandjørnkletten. C'est une roche assez sombre à structure grenue isogranulaire.

### A - ETUDE MICROSCOPIQUE

(L.M. A 85 à A 99 - B 1 à B 7)

Au microscope, tous les minéraux sont cataclasés (Planche XV , p. 72 ).

#### 1°) Le pyroxène

En cristaux de petite taille, presque arrondis, il est souvent en inclusion à la fois dans le plagioclase et dans l'amphibole. C'est une augite incolore en lumière naturelle, polarisant dans les teintes jaunes ou grises.

$$Z \wedge C = 42^\circ \quad 2 Vx = 48^\circ - 50^\circ \quad Bi = 28$$

Ces caractéristiques en font une ferroaugite.

#### 2°) L'amphibole

Cette amphibole est de la hornblende brune xénomorphe. Elle a cristallisé en englobant les autres minéraux.

L'apatite et le quartz sont les minéraux accessoires que l'on peut rencontrer. Des oxydes de fer cicatrisent les nombreuses cassures.

### 3°) Le plagioclase

Il apparait soit en cristaux allongés automorphes, soit en grains dans l'amphibole. Il est maclé albite - carlsbad ou albite.

Les différentes mesures effectuées ( $2\wedge 1$  à  $g1 = 28$  à  $34^\circ$ .  
 $2 Vz = 78$  à  $80^\circ$ ) en font du labrador (An 55 - 63).

## B - ETUDE QUANTITATIVE

Une étude quantitative a été menée avec une base de près de 7.000 points.

Plagioclase : 26 %

Pyroxène : 31 %

Amphibole : 42 %

Selon la classification de J. Jung et R. Brousse (1959)

COL = 74 - Sat  $\approx$  4

C'est un Mela gabbro

## C - LES TYPES ASSOCIES

A l'Ouest, affleurant en particulier dans la tranchée de la Sandgrova, deux types de roches escortent le gabbro :

1°) Des roches grenues riches en plagioclase assez basique (An 40 - 50), associé à de la hornblende, verte ou brune, et à de l'augite. Ces roches contiennent un très faible pourcentage de biotite et de quartz.

2°) des roches vertes, ressemblant à des amphibolites⁽¹⁾, souvent interstratifiées en bancs réguliers. Au microscope, les minéraux primaires sont complètement masqués par un feutrage d'amphibole

---

(1) Des roches bleuâtres se lébitant en dalles de quelques centimètres d'épaisseur, mêlées aux amphibolites se révèlent au microscope comme étant des grès micacés. Ils peuvent être interprétés comme appartenant à une série volcano-sédimentaire.

en aiguilles ou en cristaux subautomorphes. De la chlorite ou de la biotite voisinent avec l'amphibole.

Les rares plagioclases mesurables indiquent une basicité également voisine de An 40 - 50. (planche XV, p. 72).

La zoïsite, l'apatite et le quartz sont les principaux minéraux accessoires. Il faut également noter un pourcentage relativement important d'oxydes (influant dans les analyses chimiques).

Ces roches vertes peuvent être désignées sous le nom de "métagabbros" (E. Raguin, 1970).

+

+

+

## II - LA DIORITE QUARTZIQUE DU HØG-GIA

=====

Cette roche se situe dans la partie Est du massif. Elle affleure largement et occupe en particulier les plus hauts sommets de notre terrain : Høg-Gia (1641 - 1633 - 1623 m) et Storkletten (1596 m).

On découvre les meilleurs affleurements précisément sur le versant oriental du Høg-Gia. La diorite s'y présente en gros bancs massifs se débitant en blocs de plusieurs tonnes parmi les nombreux éboulis.

L'échantillon type (G 63) est de teinte miel. La texture est compacte et le grain est de taille moyenne. On y reconnaît du quartz vitreux, du plagioclase, du mica et des ferromagnésiens foncés, mais d'éclat plus terne que le mica.

## A - ETUDE DES DIFFERENTS MINERAUX CONSTITUANTS

(L.M. B 9, 10, 11, 12 - I 42 à 48 -  
G 2, 30, 32, 63)

### 1°) Le pyroxène

On le trouve, parfois, sous forme de cristaux automorphes pouvant atteindre près de 2 mm. Il peut également exister en inclusion dans la biotite ou le plagioclase. Il est incolore et son angle d'extinction ( $Z \wedge C$ ) a une valeur moyenne de  $42^\circ$ .  $2 V_z = 40$  à  $44^\circ$ .  $Bi = 26$ .

Ce clinopyroxène est de l'augite à tendance diallagique (présence parfois d'un troisième clivage).

Il existe un début d'ouralitisation sous la forme d'une bordure d'amphibole sur le pourtour du pyroxène. Celui-ci peut être presque complètement pseudomorphosé suivant les échantillons.

### 2°) La biotite

Les contours des cristaux sont parfois subautomorphes, mais plus souvent irréguliers ; ils se terminent même quelquefois, par une série de goutellettes alignées suivant les lignes de clivage. (planche XVI, p. 73).

Le pléiochromisme est très marqué :

np = jaune paille presque incolore

ng = marron presque noir.

### 3°) Le plagioclase

Constituant 50 % de la roche, il se présente en cristaux subautomorphes, sous forme de lattes. Leurs dimensions sont très variables ; elles peuvent atteindre plus de 5 mm, mais ont en moyenne 3 mm sur 1 mm.

Les individus sont parfois zonés et ont une extinction onduleuse. Il ne semble pas y avoir d'orientation préférentielle parmi les cristaux de plagioclase. (planche XVI, p. 73).

Les différentes mesures donnent une teneur en An variant entre An 32 et An 40.

Nous n'avons pu mesurer les variations de composition sur les cristaux zonés. On peut simplement constater que la phase initiale est ellipsoïdale et les différentes zones sont emboîtées suivant des plans parallèles aux faces cristallographiques du cristal.

Les plagioclases non maclés sont une rareté. La macle multiple de l'albite est la plus fréquente. Elle est souvent associée avec la macle simple de Carlsbad ; celle-ci pouvant exister toute seule. La macle péricline peut y être associée. D'après M. Goraï (1951), les macles simples seules ou combinées avec les macles multiples caractérisent les roches magmatiques.

Le plagioclase présente assez rarement un début de séricitisation et renferme quelques granules d'épidote, baguettes de zoïsite ou paillettes de muscovite. Ce plagioclase est de l'andésine de valeur moyenne An 35. Il semble qu'il y ait également un peu d'albite (Planche VIII, p. 43 ).

#### 4°) Le feldspath alcalin

Il a cristallisé entre les lattes de plagioclase. Il est xénomorphe et non maclé. Son angle d'axe est  $2 V_x = 72$  à  $74^\circ$ ; c' est donc une orthose.

Des bourgeons ou un liseré de myrmékite viennent corroder ce feldspath alcalin, Celui-ci apparaissant d'ailleurs assez rarement pertithique. (planche XVI, p. 73).

#### 5°) Le quartz

Interstitial entre les autres minéraux, il a une extinction onduleuse témoignant des efforts mécaniques subis par la roche.

#### 6°) Les minéraux accessoires

- *La muscovite* : en fines paillettes .
- *L'apatite* : elle est assez fréquente. Une étude sommaire du rapport longueur sur largeur permet également de dégager l'origine magmatique de la roche (K.R. Mehnert, 1968).
- *Le zircon* : peu répandu.

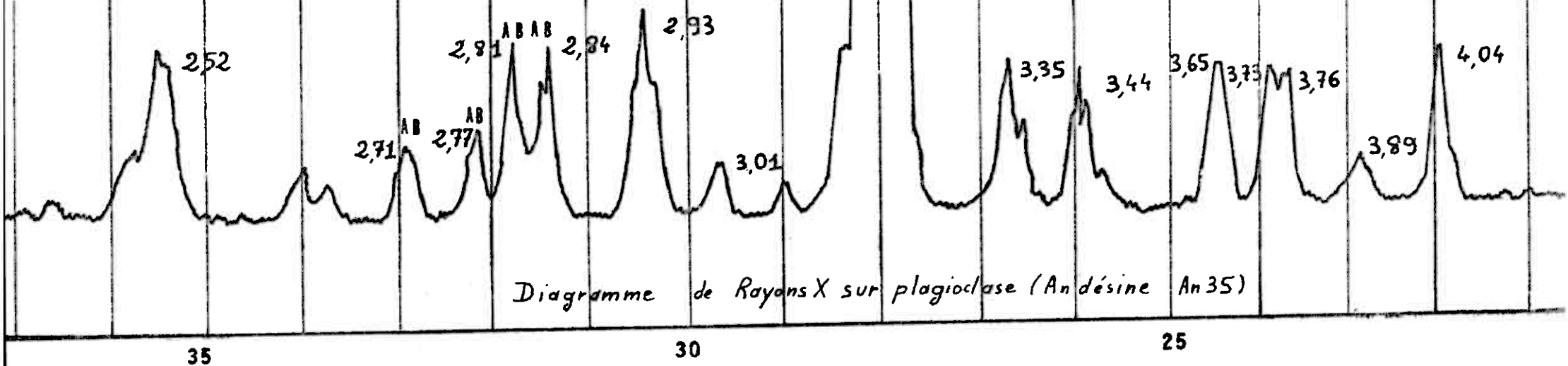
1/2° mm

800 mm/h

cse 4 sec.

16 x 10

Pl. VIII

3,21  
3,20  
3,18AB Pics de  
l'albite.

- *Le sphène* : en auréole autour du minéral
- *Le minéral* : il est assez abondant puisqu'il peut atteindre 2 % de la roche. Ce sont souvent des plages irrégulières au milieu de la biotite. C'est un minéral non magnétique.

-----

L'étude du rapport des différents minéraux entre eux permet de dégager l'ordre de cristallisation.

- Minéraux accessoires

- *Zircon* : en inclusion dans la biotite .
- *Apatite* : dans la biotite et parfois dans le minéral.
- *Minéraux*
- *Sphène* : entoure le minéral .

- Minéraux essentiels

- *Pyroxène* : il se trouve en inclusion dans la biotite et dans le plagioclase.
- *Biotite*
- *Plagioclase* : il a cristallisé en lattes automorphes englobant les minéraux précédents .
- *Feldspath alcalin* : il est localisé à la limite des plagioclases .
- *Quartz* : il a cristallisé en dernier .

- Minéraux de remplacement

- *Amphibole* : autour du pyroxène. Ceci s'est fait très tôt puisque la biotite n'est pas chloritisée.
- *Epidote* : provenant certainement de l'amphibole .
- *Séricite* : dans les cristaux de plagioclases .

B - MINÉRALOGIE QUANTITATIVE (Planche IX , p. 54 )

Un sondage au compteur à points a été fait sur quelques 12.000 points.

Plagioclase	55,3 %
Biotite	15,7 %
Quartz	11,9 %
Pyroxène + amphibole	9,6 %
Feldspath alcalin	4,8 %
Minéraux accessoires	2,6 %
	99,9 %

Ces valeurs correspondent aux paramètres

COL = 28  
SAT = 13,8  
FELDS = 8

Le mode de cette roche correspond à une diorite quartzique leucocrate dont le principal minéral ferromagnésien reste la biotite.

+

+       +

III - LA DIORITE "TIGREE" DU LÄG-GIA  
-----

La rivière, coulant entre le Läg-Gia et le Bjørntangen, montre sur quelques huit cents mètres, une roche finement grenue, assez sombre, affleurant en grandes dalles subhorizontales.

La teinte sombre de la roche est due à l'importance de l'amphibole. On y reconnaît, également un peu de mica et du plagioclase.

## A - MINÉRALOGIE

(L.M. A 79 - G 19 à 27 - B 15, 16,  
B 17)

### 1°) L'amphibole

En cristaux de toutes tailles, xénomorphes, entremêlés avec la biotite. Ils sont pseudo-poecilites : ils englobent de nombreux grains de quartz.

Caractéristiques optiques :  $Z \wedge C = 14^\circ$  .  $2 V_x = 70^\circ$  .  
 $Bi = 21 - 23$ .

C'est une hornblende.

### 2°) La biotite

De teinte orangée, elle apparaît généralement en paillettes.

### 3°) Le plagioclase

Ce sont des cristaux subautomorphes dont les bords sont fortement corrodés, voire même pelés. Il peut contenir des paillettes de biotite, muscovite ou chlorite en inclusion.

Les macles sont multiples (albite, carlsbad, etc...).

Les mesures effectuées ( $Z \wedge C = 17 - 18^\circ$ ) donnent une basicité de l'ordre de An 32 - 35. Ce résultat est confirmé par une analyse aux rayons X.

C'est donc de l'andésine.

Ce plagioclase montre toujours un début de saussuritisation (ortho-zoïsite) ou de séricitisation.

### 4°) Le quartz

Toujours interstitiel. (planche XV, p. 72).

### 5°) Les minéraux accessoires que l'on rencontre sont :

l'apatite en sections subhexagonales ou allongées, le sphène autour du minerai, la calcite disséminée et la tourmaline en grains.

B - ANALYSE MODALE (Planche IX , p. 54)

Elle donne les résultats suivants :

Plagioclase	44,3 %
Amphibole	32,2 %
Quartz	10,7 %
Biotite	10,7 %
Minéraux accessoires	2,1 %
	100,0 %

COL = 45 ; SAT = 18 ; FELDS = 0

C'est donc une diorite quartzique mésocrate.

+

+ +

IV - LES FACIES MERIDIONAUX

-----

Au Sud du lac Marsjøen, on trouve toute une série de pointements épars, plus ou moins isolés les uns des autres au milieu de dépôts glaciaires.

La roche affleure particulièrement, en grandes dalles, dans la rivière Mela, affluent de l'Einunna, issue du lac Marsjøen.

C'est avec une couleur claire inhabituelle que se présente ici la "diorite". De plus, un phénomène de brèche magmatique vient s'y ajouter. Nous l'étudieront en détail à la fin de ce chapitre.

## A - ETUDE MICROSCOPIQUE DE LA DIORITE

(L.M. I 12 à I 19 - I 20, 24, 25 -  
I 30 à I 39 - A 50, 51, 52)

### 1°) L'amphibole

Elle se présente rarement en beaux cristaux automorphes. Ce sont plutôt des agrégats dont la taille est inférieure à 0,5 mm.

La couleur (bleu vert) et les valeurs de l'angle d'extinction (12 à 13°) rapproche cette amphibole d'une actinote.

### 2°) La biotite

La biotite nous montre une extinction peu nette. Les cristaux sont groupés en amas irréguliers. Elle contient de nombreuses sections d'apatite et peu de zircon. Dans une seule lame nous avons observé un début de chloritisation le long des plans de clivage.

### 3°) Le plagioclase

Il occupe toujours la place la plus importante (voisin de 50 %) dans la roche. Il est généralement en lattes subautomorphes de 2 à 3 mm de long. Les angles sont souvent arrondis et les bords non rectilignes par suite de phénomènes de corrosion.

Ces cristaux de plagioclase montrent, parfois, une certaine zonation, dont on ne peut, malheureusement, mesurer les effets.

L'altération de ce minéral est banale : une faible saussuritisation et plus rarement encore un débit de séricitisation.

De fines baguettes de biotite ou muscovite ainsi que des baguettes de tourmaline ou grains d'épidote, peuvent s'y trouver en inclusion.

Les macles albite et carlsbad, souvent associées, sont les plus fréquentes ; la péricline s'y trouve parfois jointe. Le fait que ces plagioclases aient subi certaines contraintes tectoniques (extinction onduleuse, cristaux brisés et recimentés par du quartz), rend les mesures optiques parfois difficiles.

Ce plagioclase est de l'andésine An 35.

#### 4°) Le quartz

Il a cristallisé en dernier, en puzzle. Son extinction est roulante.

On trouve parfois un peu de feldspath alcalin décelé essentiellement grâce aux bourgeons de myrmékite lorsque les lames ne sont pas colorées. Ce feldspath alcalin est localisé dans les échantillons prélevés vers le bordure du massif.

Parmi les minéraux accessoires, on peut signaler *du minéral, du sphène, du zircon, de l'apatite, des épidotes, de la tourmaline, de la calcite* ainsi que quelques *grenats*. (1)

### B - AUTRES TYPES

A l'Ouest du Ruphuskampen se situe une légère variation de faciès (L.M. A 3, 4, 5 - I 5). La structure de la roche devient plus fine. Elle est isogranulaire et la taille des cristaux ne dépasse pas le demi-millimètre. Le plagioclase est toujours de l'andésine. Les principales originalités, mis à part la petite taille du grain, sont une certaine richesse en épidote et en biotite vert olive.

Directement au Sud du lac Marsjøen un pointement rocheux fait transition à la fois avec le gabbro et la diorite quartzique du Høg-Gia.

Il possède les caractères de l'un et de l'autre : plagioclases parfois assez basiques, amphibole et pyroxène plus ou moins abondants voisinant avec la biotite et le quartz. Cette double polarité se reflète également dans les analyses chimiques (L.M. A 2 - A 6 - I 4)

---

(1) Les résultats concernant l'analyse quantitative sont indiqués dans la planche IX, p. 54.

## C - LA BRECHE MAGMATIQUE

Elle est particulièrement bien visible dans le lit de la Mela.

On peut y observer :

- 1°) des enclaves vertes,
- 2°) une roche noire d'aspect fluidal intimement mêlée à la diorite grenue.

Les enclaves sont présentes aussi bien dans la diorite que dans la roche noire. Leur contour sur le terrain paraît assez net, car elles se trouvent toujours en relief sur les dalles subhorizontales. Elles sont le plus souvent ovales, mais elles peuvent aussi posséder certaines formes anguleuses. Leur taille peut atteindre les 30 cm. On ne décèle aucune orientation préférentielle pour ces enclaves. (planche XVII, p. 74).

### Etude minéralogique

#### 1°) Les enclaves

(L.M. I 3, 10, 22, 28, 29, 30, 31,  
I 32, 33, 60)

Sur une section sciée, les contacts sont, en général, beaucoup moins nets que sur le terrain. On observe une diminution progressive dans la taille du grain. Ce fait se combine au microscope avec un remplacement de la biotite par l'amphibole ; celle-ci étant le ferromagnésien des enclaves.

Cette amphibole appartient à la série isomorphe actinote-hornblende ; elle a une teinte bleu vert pouvant aller jusqu'au vert olive et les angles d'extinction ( $Z \wedge C$ ) varient de 11 à 17° ; Bi = 19 - 20. (planche XVII, p. 74).

Le quartz est quantitativement supérieur au plagioclase ; ceci expliquant le taux assez élevé en silice dans les analyses chimiques.

Le plagioclase est encore de l'andésine.

La concentration en épidote est très variable. Elle peut être le constituant majeur de certaines enclaves et influencer, alors sur les résultats des analyses chimiques.

## 2°) La roche noire

(L.M. I 24b, 25b, 26, 27)

La structure de cette roche est finement grenue et isogranulaire. Elle possède une orientation principalement marquée par la biotite disposée en lits sensiblement parallèles.

Les constituants essentiels sont : la biotite, le plagioclase, le quartz et le grenat.

La biotite à pléiochromisme très marqué peut être parfois rétrotransformée en chlorite. Le quartz et le plagioclase en grains ont une extinction onduleuse.

Le plagioclase est de l'andésine (An 32 - 35). On rencontre parfois un peu d'amphibole. Les grenats sont poecilites (quartz + biotite). Ils ne semblent pas avoir tourné pendant ou après leur cristallisation.

Dans cette roche, on trouve également : minerai, muscovite, zoisite, apatite et zircon.

+

+

+

## V -- LES FACIES DE BORDURE

-----

(L.M. A 28 - B 13, 14 - G 18, 21,  
G 23 - A - I - L - Q -  
I 48, 53)

En maints endroits, toujours sur le pourtour du massif, affleure une roche finement grenue.

On la rencontre au Nord et à l'Ouest du Läg-Gia, à l'Est du Storkletten, sur le flanc Est du Melkampen et plus particu-

lièrement à deux kilomètres au Sud-Sud-Ouest du Storkletten.

C'est une roche se présentant en dalles de faible épaisseur. Dans le cas présent, on ne peut voir le contact avec l'encaissant métamorphique ; on remarque simplement des écailles de quartzites coincées dans les roches magmatiques.

L'échantillon type est à grain fin; il évoque dans la plupart des cas, un gneiss. On y reconnaît surtout de la biotite et parfois des phénoblastes de feldspath.

## A - ETUDE MICROSCOPIQUE

### 1°) La biotite

Elle est, le plus souvent, en fines paillettes, ayant tendance à former des lits parallèles en moulant les divers cristaux de plagioclase. Elle est quelque fois marquée par le phénomène de déferrification.

### 2°) Le plagioclase

Au voisinage de la diorite, il est encore en phénocristaux subautomorphes, aux angles arrondis.

Il est de taille plus réduite et presque xénomorphe lorsque l'on s'en éloigne ; quelques individus sont zonés.

La basicité de ce plagioclase est plus faible que dans les individus rencontrés précédemment.

$$Z \wedge C = 9 \text{ à } 11^\circ \quad . \quad 2 \text{ Vz} = 84^\circ$$

C'est de l'oligoclase An 12 - 15

### 3°) Le feldspath potassique

Il n'existe que dans les roches marginales de la bordure où il forme des plages s'insinuant entre les minéraux voisins ou les englobant.

Il est fréquemment corrodé par des bourgeons de myrmékite.

Le quadrillage caractéristique et les valeurs de l'angle d'axe :  $2 Vx = 84^\circ$ , en font du microcline.

#### 4°) Les minéraux accessoires

- *L'amphibole* : vers l'intérieur du massif .
- *Le zircon* : assez nombreux dans la biotite .
- *Sphène, épidote et grenat*
- *L'apatite* : dans le sphène.

### B - ETUDE QUANTITATIVE (Planche IX , p. 54 )

L'abondance relative du feldspath potassique nous donne trois types principaux :

Plagioclase	51,8	36,8	32,4
Quartz	29,1	22,9	22,5
Biotite	18,2	21,2	18,6
Feldspath potassique	0	16,3	24,8
Minéraux accessoires	0,8	2,6	1,6
	99,9	98,8	99,9

COL	19	25	20
SAT	36	30	28
FELDS	0	30	43

diorite quartzite  
leucocrate

granodiorite  
leucocrate

granite monzoni-  
tique leucocrate

### C - PHENOMENES DE CONTACT

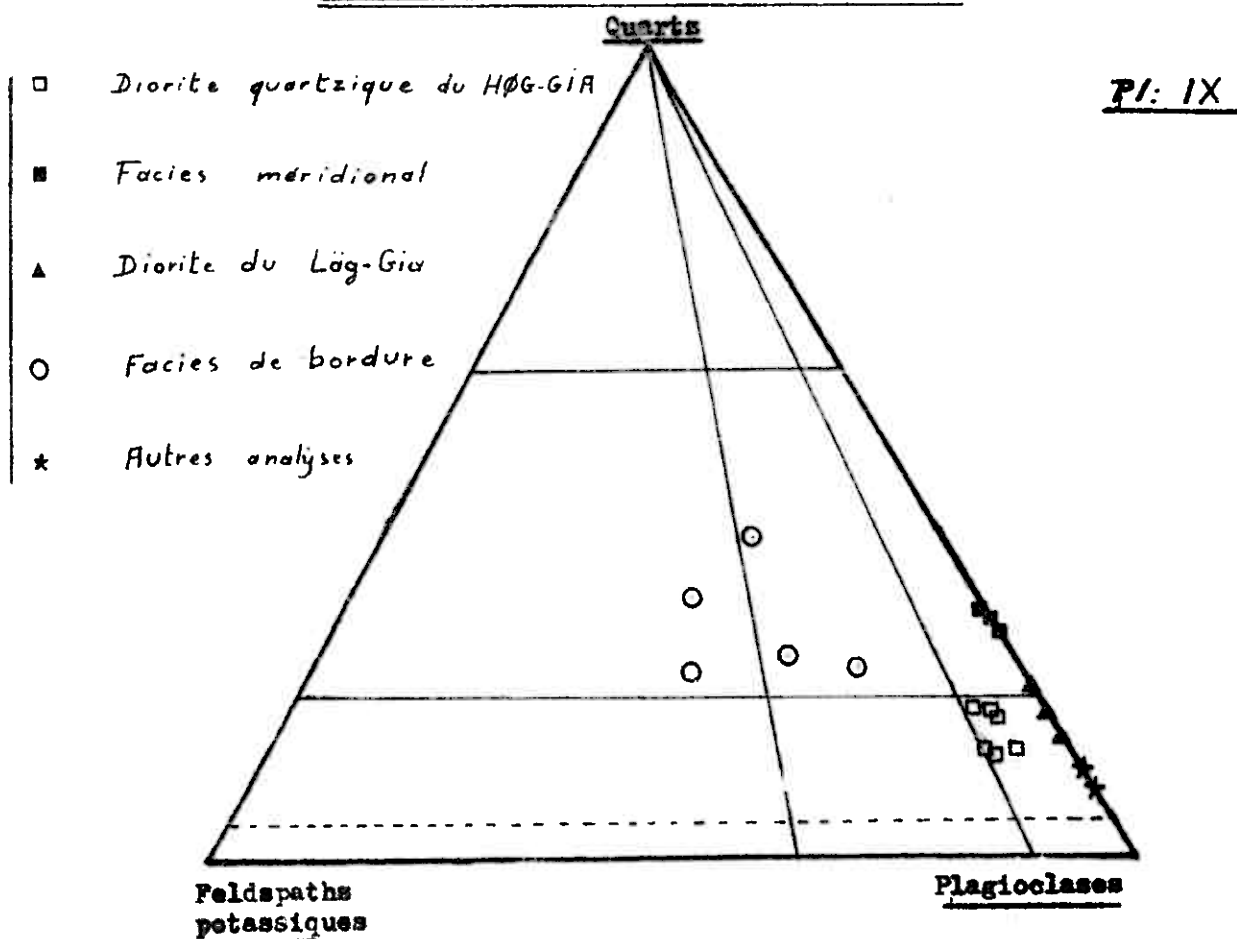
Ils sont bien observables sur le flanc oriental du Melkampen. Entre la diorite et les micaschistes encaissants, il existe une cinquantaine de mètres d'affleurements à peu près continus,

consistant en une alternance de bancs de nature magmatique et mica-schisteuse. (planche XVII, p. 74).

Les micaschistes de teinte verdâtre sont à grain fin. Ils n'ont aucune particularité minéralogique par rapport à ceux qui sont loin du contact.

Les "bancs" magmatiques, d'une cinquantaine de centimètres d'épaisseur, sont disséminés dans la zone de transition ; les plus dioritiques se trouvant vers l'intérieur, les plus acides (granitiques) vers l'extérieur.

### Diagramme de Streckeisen



## VI - LA GEOCHIMIE

-----

### A - ANALYSES CHIMIQUES

Nous avons eu la possibilité de faire 26 analyses géochimiques sur nos échantillons de roches éruptives⁽¹⁾ (Planche X , p. 56 ). Ceux-ci ont été choisis d'une part en fonction des affleurements existants, et d'autre part, pour permettre la couverture de l'ensemble du massif du Hôg-Gia. Cette étude sert de base à un travail géochimique et structural plus complet.

Les résultats sont présentés dans six tableaux, classés suivant les types pétrographiques définis dans les paragraphes antérieurs.

Nous en ferons un essai d'interprétation sous la forme de quelques diagrammes géochimiques.

---

(1) C.R.P.G. Nancy.

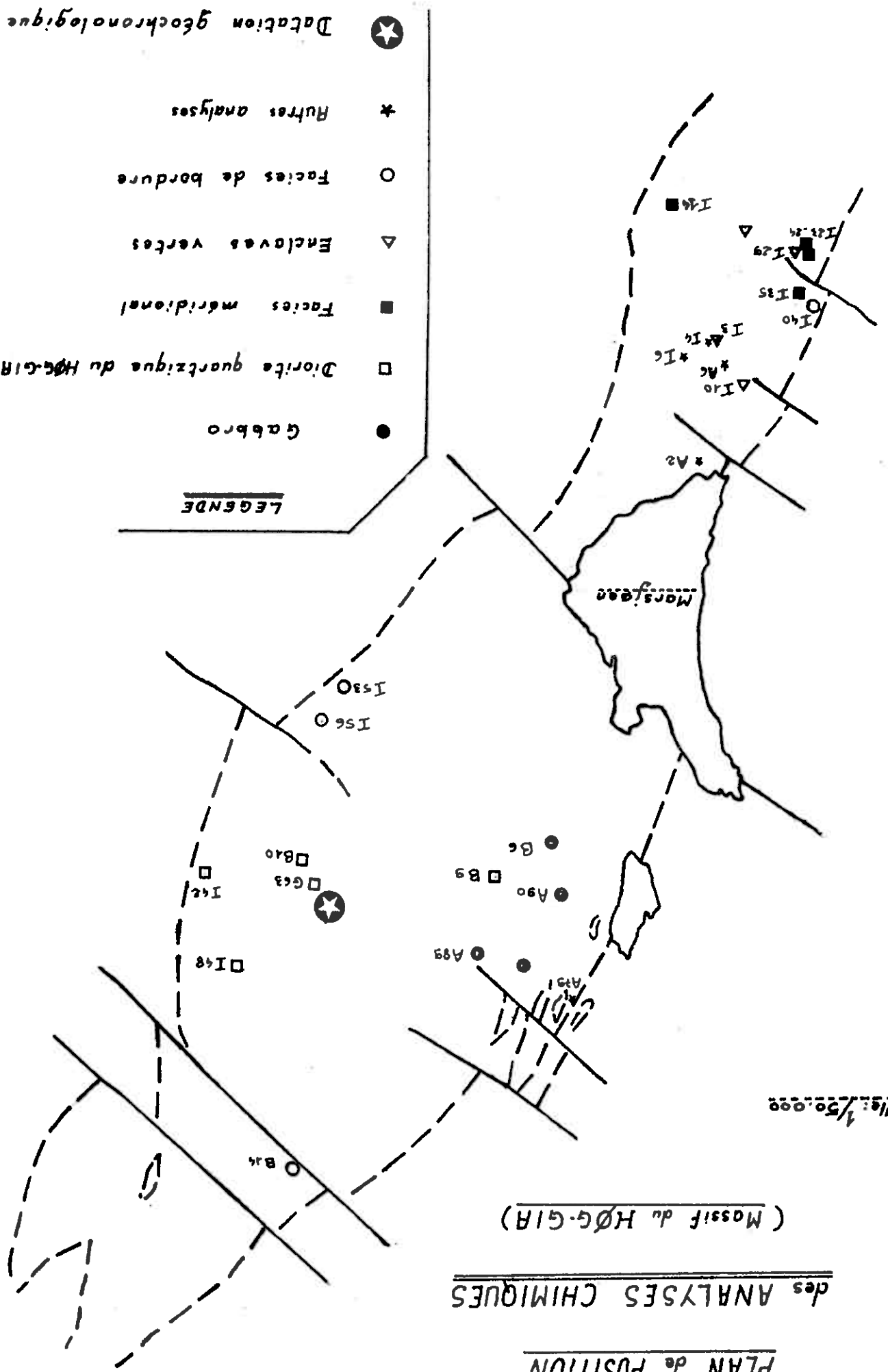
Pl. X

PLAN de POSITION

des ANALYSES CHIMIQUES

(Masseif du HØG-GIR)

Echelle: 1/50.000



LEGENDE

- Gabbro
- Diorite quartzique du HØG-GIR
- Facies meridional
- △ Enclaves vertes
- Facies de bordure
- * Autres analyses
- ★ Datation geochronologique

Analyses chimiques des roches gabbroïques

Référence	A 89	A 90	B 6	B 27
N° analyse	G 5454	G 4350	G 4354	G 5449
SiO ₂	54,10	38,90	49,60	50,70
Al ₂ O ₃	13,70	14,40	17,60	12,90
Fe total	11,51	18,92 ⁽¹⁾	10,01	7,91
MnO	0,20	0,13	0,15	0,17
MgO	7,54	10,44	7,48	11,90
CaO	7,34	9,36	7,00	9,78
Na ₂ O	2,28	2,31	2,18	2,06
K ₂ O	0,59	0,54	0,77	1,18 ⁽²⁾
TiO ₂	1,79	2,42	1,82	0,82
Perte au feu	0,72	1,46	2,77	1,65
Total	99,77	98,88	99,38	99,07
Paramètres de Niggli				
Si	138	75	126	112
Al	20	16	26	15,4
Fm	52	59	47	54
C	20	19	19	23
Alk	6	5	6,6	6
Mg	0,63	0,62	0,59	0,81
K	0,14	0,14	0,18	0,28

Ce qui caractérise ces roches, c'est un pourcentage en SiO₂ inférieur à 50 % et une pauvreté en K₂O (de l'ordre de 0,5 %).

Les valeurs de Fe total + MgO sont très variables ; elles sont voisines de 20 %. CaO est assez élevé (environ 8 %).

(1) Cette valeur élevée est due à un pourcentage relativement important d'oxydes de fer.

(2) Présence de biotite dans l'échantillon.

Analyses chimiques de la diorite quartzique du Høg-Gia

Référence	B 9	B 10	I 42	I 48	G 63
N° analyse	G 5453	G 4352	G 4355	G 5451	G 5850
SiO ₂	61,80	57,90	57,70	55,80	57,60
Al ₂ O ₃	15,05	16,30	16,30	16,30	14,20
Fe total	7,37	8,93	7,90	8,61	10,62
MnO	0,12	0,14	0,14	0,16	0,19
MgO	2,44	2,94	4,12	4,68	4,81
CaO	5,03	5,49	5,76	7,27	5,66
Na ₂ O	4,03	3,69	3,48	3,68	2,58
K ₂ O	2,79	1,89	1,74	1,59	2,33
TiO ₂	1,71	1,38	1,25	2,03	2,32
perte au feu	0,34	0,18	0,57	0,44	0,73
Total	100,69	98,84	98,96	100,56	101,04
Paramètres de Niggli					
Si	209	184	178	154	206
Al	30	30,5	29,5	27	30
Fn	32	35,6	38	38,6	34
C	18	19	19	21,6	22
Alk	19	15	14	13	14
Mg	0,47	0,39	0,50	0,61	0,11
K	0,31	0,25	0,24	0,22	0,37

Ces analyses montrent que cette diorite quartzique moyennement siliceuse (58 % de SiO₂) est assez riche en oxydes ferromagnésiens (10 à 14 % de Fe total + MgO), mais relativement riche en soude (Na₂O = 3,5 %) et en chaux (souvent près de 6 % de CaO).

Analyses chimiques de la diorite méridionale

Référence	I 14	I 23	I 24	I 35
N° analyse	G 4834	G 4357	G 4353	G 5456
SiO ₂	59,40	51,50	59,40	56,80
Al ₂ O ₃	16,70	19,00	16,90	17,25
Fe total	6,23	10,60	8,42	7,97
MnO	0,10	0,24	0,12	0,12
MgO	3,59	4,85	3,86	3,09
CaO	5,44	4,60	4,25	6,87
Na ₂ O	3,56	3,27	2,87	3,78
K ₂ O	1,88	2,97	2,72	1,14
TiO ₂	1,15	1,22	0,97	2,15
perte au feu	1,00	0,93	0,96	0,34
Total	99,05	99,18	100,47	99,51

Paramètres de Niggli				
Si	187	141	190,2	172
Al	31	30,5	32	31
Fm	33	42	39	34
C	18,4	13,4	14,6	22
Alk	18	14	14,4	13
Mg	0,63	0,47	0,47	0,50
K	0,21	0,37	0,38	0,16

Les résultats sont tout à fait comparables à ceux rencontrés avec les analyses de la diorite du Høg-Gia :

SiO₂ = 57 %, Fe total + MgO varie de 10 à 15 %, K₂O = 2,2 %,

Un peu moins de Na₂O (3,4 %) et de CaO (5,5 %).

Analyses chimiques des enclaves vertes

Référence	I 3	I 10	I 29	I 60
N° analyse	G 4838	G 4351	G 4358	G 4837
SiO ₂	67,10	57,20	63,20	65,20
Al ₂ O ₃	12,05	13,90	11,65	14,70
Fe total	6,56	10,15	10,25	6,07
MnO	0,08	0,18	0,18	0,09
MgO	3,26	4,67	4,18	2,49
CaO	5,03	7,96	7,31	6,42
Na ₂ O	2,27	2,73	1,99	2,64
K ₂ O	0,24	0,44	0,49	0,20
TiO ₂	0,65	1,01	1,05	0,59
perte au feu	1,27	0,49	0,49	0,43
Total	98,51	98,73	100,79	98,83
Paramètres de Niggli				
Si	271	166	203,6	224
Al	23,5	24	22	32
Fm	21,5	43	45,6	32
C	9	25	25	25,6
Alk	0,59	8,5	7,2	10
Mg	0,05	0,47	0,44	0,55
K		0,1	0,13	0,04

Dans ces analyses Si est plus élevé (60 %), mais Al₂O₃ diminue ; la potasse reste faible (0,34 %). Les autres éléments sont du même ordre : oxydes ferromagnésiens (10 à 15 %), soude (2 %) chaux (8 %).

Analyses chimiques des faciès de bordure

Référence	B 14	I 40	I 53	I 56
N° analyse	G 4835	G 5455	G 4833	G 4836
SiO ₂	61,00	71,50	55,70	66,10
Al ₂ O ₃	18,30	11,30	17,00	16,20
Fe total	5,02	4,82	8,90 ⁽¹⁾	4,59
MnO	0,06	0,06	0,14	0,05
MgO	1,62	2,38	3,38	1,43
CaO	4,43	3,72	5,22	2,96
Na ₂ O	5,71	2,48	3,88	3,90
K ₂ O	1,82	1,54	1,94	1,72
TiO ₂	0,75	0,56	2,60	0,75
perte au feu	1,57	0,63	0,56	1,28
Total	100,28	98,99	99,32	98,98
Paramètres de Niggli				
Si	214	306	164	262
Al	32,4	31	29,5	41
Fm	23,8	35	36,4	25
C	16,5	18	16,4	13,6
Alk	23	16	17,6	20
Mg	0,48	0,56	0,52	0,48
K	0,17	0,28	0,20	0,22

Dans ces analyses, comme nous l'avons fait remarquer dans la description pétrographique, les résultats sont assez variables.

(1) Parfois zones surmicacées dans l'échantillon.

Autres Analyses chimiques

Référence	A 2	A 6	A 79	I 4	I 6
n° analyse	G 4832	G 5457	G 4831	G 5448	G 5452
SiO ₂	53,90	51,00	55,8	53,00	48,60
Al ₂ O ₃	17,50	11,10	17,05	18,40	15,40
Fe total	9,88	9,80	6,46	5,64	8,53
MnO	0,19	0,15	0,12	0,12	0,17
MgO	5,09	12,94	4,21	6,93	11,11
CaO	6,34	8,53	5,38	9,21	9,92
Na ₂ O	3,59	1,76	3,52	3,31	2,63
K ₂ O	1,10	0,73	2,98	0,49	0,30
TiO ₂	1,97	1,01	1,17	0,47	1,14
perte au feu	0,13	1,95	2,06	0,96	0,78
Total	99,69	98,97	98,75	98,53	98,58
Paramètres de Niggli					
Si	146	113	172	136	106
Al	28	14,5	31	28	20
Fm	42,5	60,5	35	38	51
C	18,4	20	18	25,4	23
Alk	11,4	5	16	8,6	6
Mg	0,6	0,77	0,65	0,18	0,79
K	0,17	0,22	0,36	0,09	0,07

Ce dernier tableau regroupe différents types non définis comme les faciès intermédiaires A 2 ou A 6.

## B - LES DIAGRAMMES GEOCHIMIQUES

Les diagrammes géochimiques, à partir des paramètres de Niggli, semblent indiquer une évolution normale d'un pôle basique vers un pôle acide (cf. Planches XI, p. 64 et 65 ) Mais le classement des divers échantillons est fait en fonction des valeurs décroissantes du paramètre Si. Pour poursuivre nos investigations, nous avons fait appel aux diagrammes à 3 pôles.

Les diagrammes triangulaires,  $MgO - Na_2O - K_2O$  et  $Fe\text{ total} - Na_2O + K_2O - MgO$  (cf. Planches XII et XIII, p. 66 et 67) nous montrent au contraire deux lignées :

- l'une regroupant principalement les échantillons gabbroïques du Sandjörnkletten.
- l'autre rassemblant les types des autres faciès définis.

Les points représentant les enclaves vertes de la Mela font transition.

## C - LA GEOCHRONOLOGIE

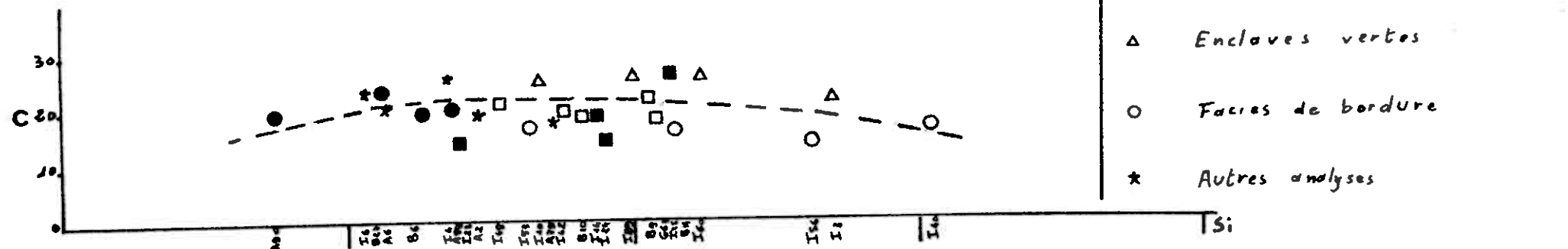
Ce massif de roches éruptives a fait l'objet d'une datation géochronologie sur trois échantillons⁽¹⁾.

Le numéro 1 provient d'un échantillonnage moyen du massif du Høg-Gia.

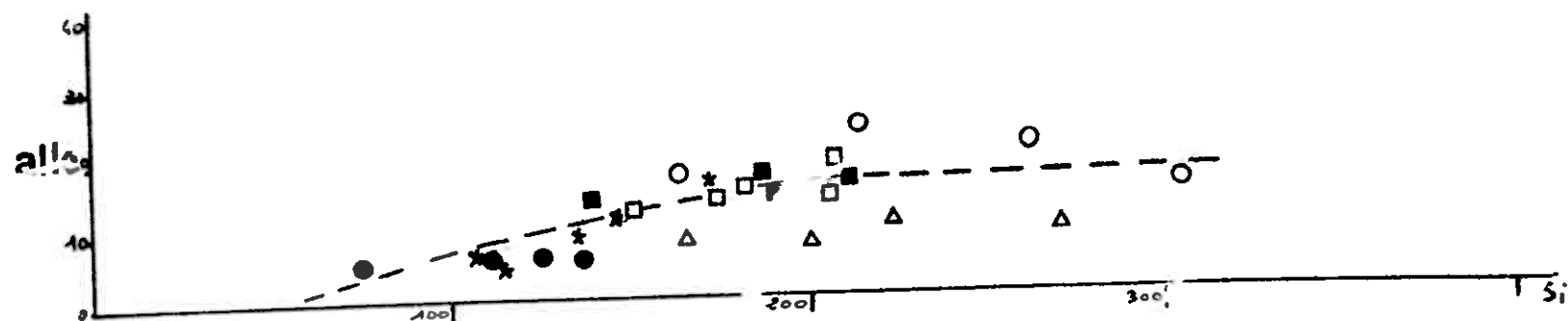
Les numéros 2 et 3 correspondent au type même défini dans le paragraphe concernant la diorite quartzique du Høg-Gia (G 63).

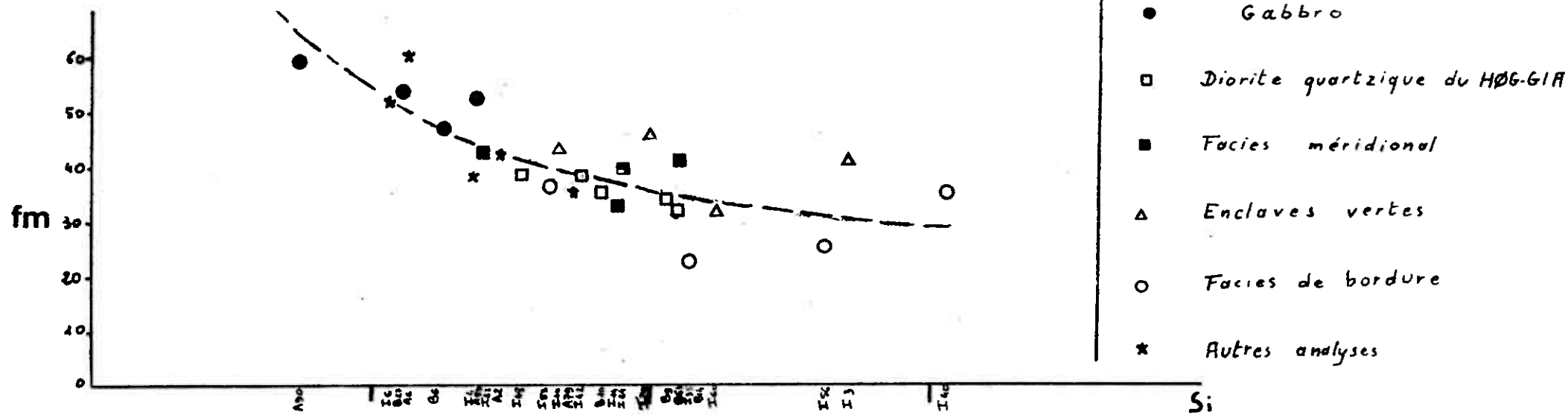
---

(1) Travail effectué par le C.R.P.G. de Nancy, en 1971.



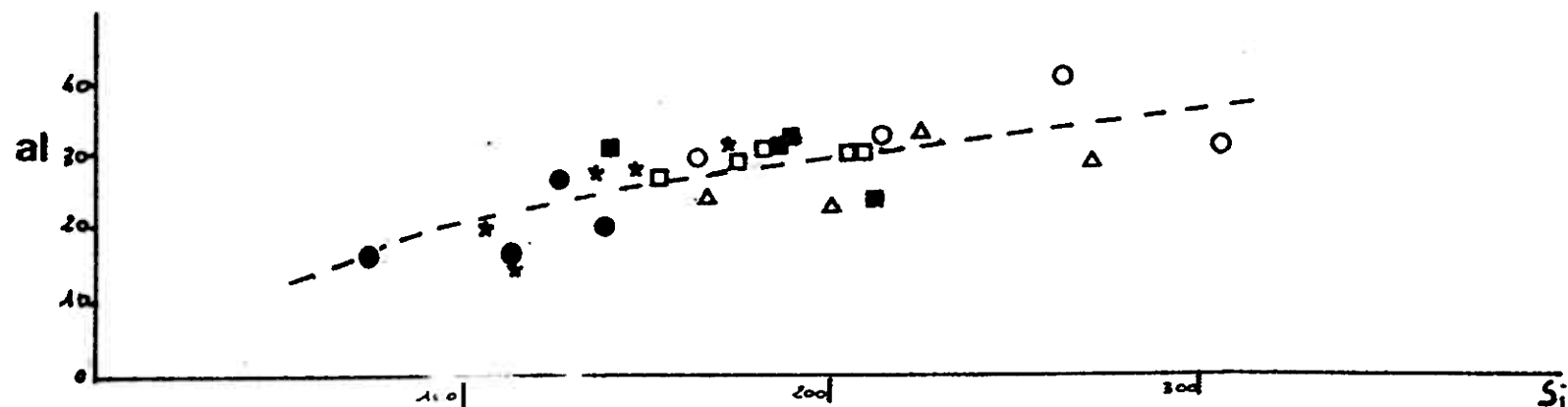
Diagrammes de Niggli





65

## Diagrammes de Niggli.



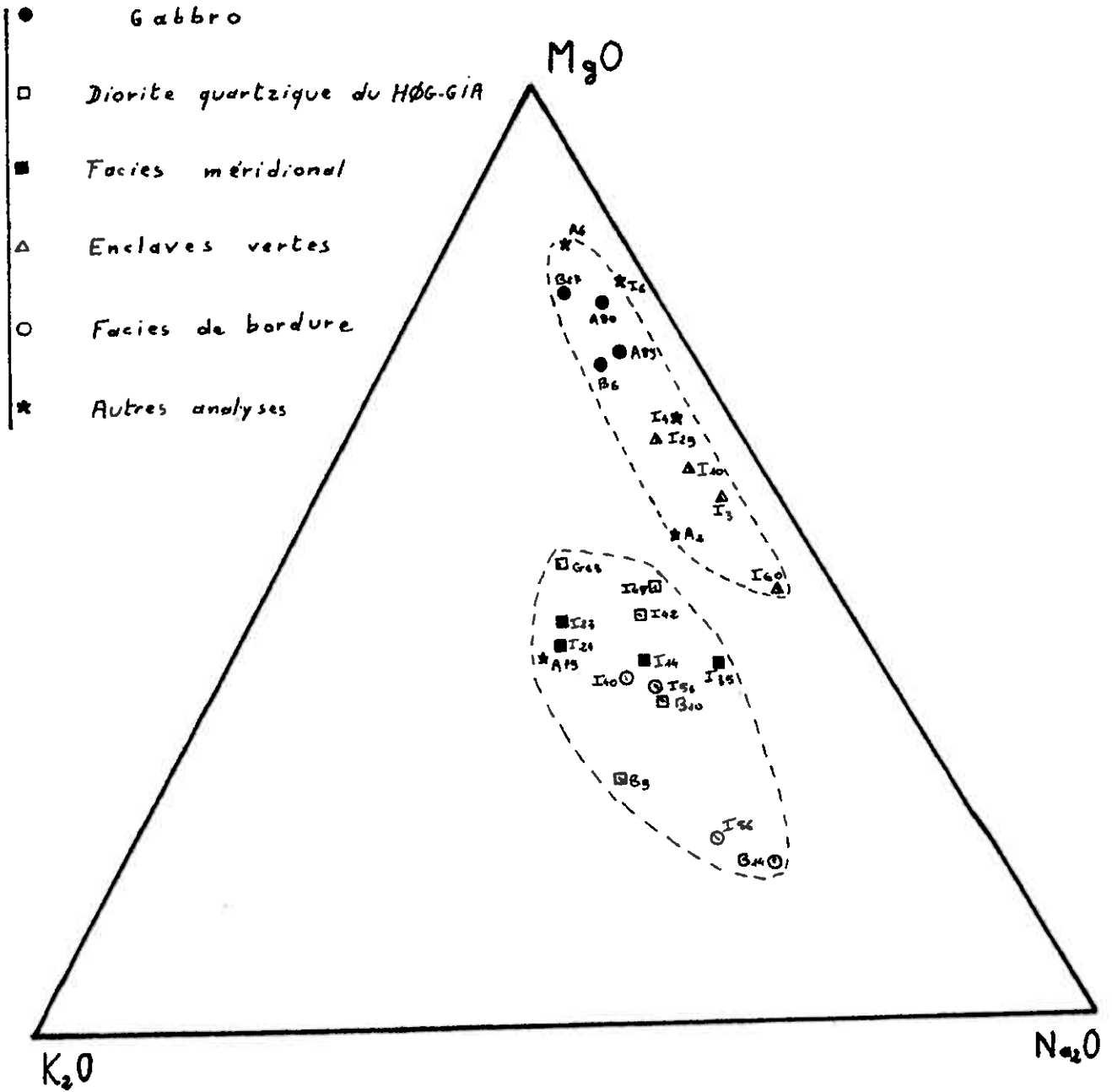


Diagramme triangulaire (MgO, K₂O, Na₂O)

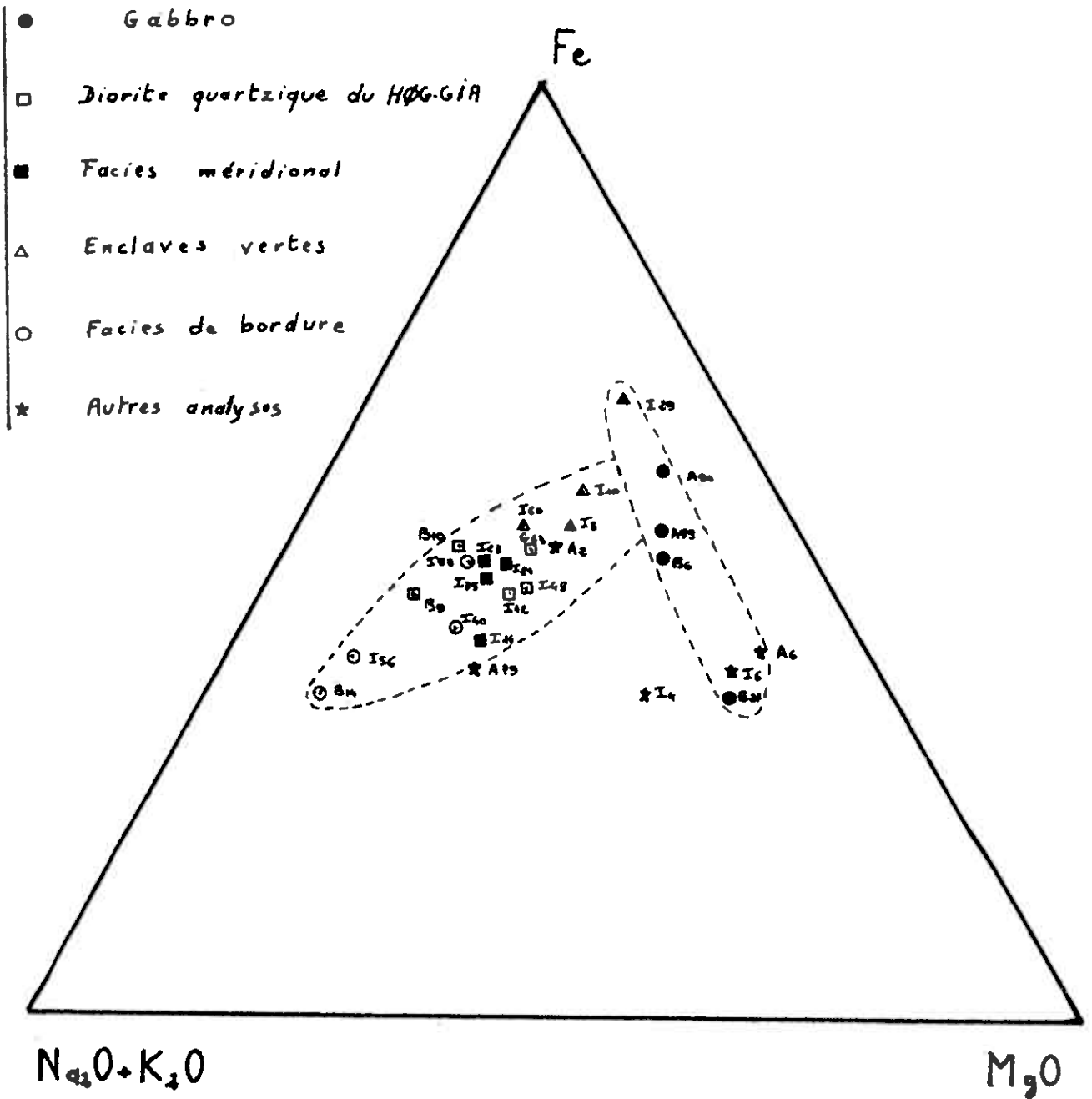


Diagramme triangulaire (Fe, Na₂O+K₂O, MgO)

Tableau des résultats géochronologiques

N°	Nature	Rb ⁸⁷ ppm	Rb total ppm	Sr total ppm	Sr ⁸⁷ / Sr ⁸⁶	Rb ⁸⁷ / Sr ⁸⁶	Sr rad.	Age (0.712)
1	RT	22,3	78,6	372	0,7075	0,6119		
	O	34,5	122	510	0,7082	0,6919		
	B	89,5	315,9	16,1	1,07306*	56,87	0,57	432
2	RT	24	84,8	322	0,7102	0,7634		
	O	33,8	119,2	743	0,7068	0,4645		
	B	149	525,1	15,7	1,3472*	96,88	0,975	446
3	RT	20	70,9	316	0,708	0,649		
	O	42	148,4	616	0,7082	0,697		
	B	146	516,4	17,4	1,256*	85,71	0,93	432

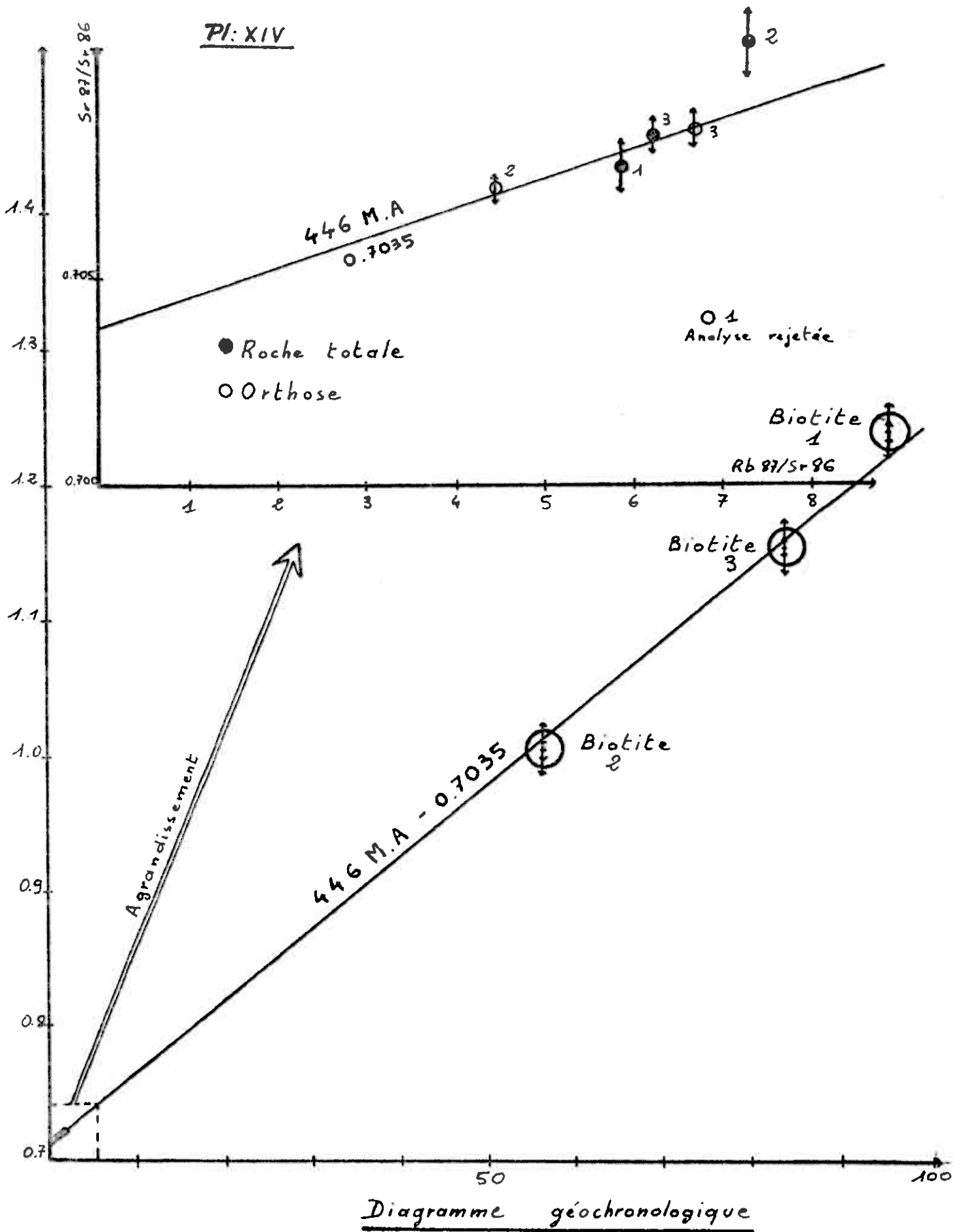
* valeurs calculées

Déterminé sur les valeurs moyennes, l'âge de l'ensemble paraît être de 446 M.A. et le rapport initial de 0,7035. Compte-tenu des erreurs analytiques, schématisées sur le diagramme (planche XIV, p. 69), la précision est de l'ordre de  $\pm 16$  M.A. pour l'âge et  $\pm 0,002$  pour le rapport initial. Le rapport initial, très bas, suggère une origine infracrustale des matériaux.

+

+

+



## CONCLUSIONS

-----

Le massif de roches éruptives du Høg-Gia est composé d'une majorité de roches dioritiques, et pour une faible part de roches accusant un caractère plus basique.

+ Les gabbros (s.s.) sont très réduits sur le terrain. Le pourcentage des ferromagnésiens (augite + amphibole) est nettement plus important que celui du plagioclase (Labrador). Ils passent, à la périphérie, à des roches vertes cataclasées.

La diorite caractéristique du massif est la diorite quartzique du Høg-Gia. C'est une roche à structure grenue, à andésine, biotite et augite ; du quartz interstitiel et un peu de feldspath potassique achèvent de la caractériser. Cette diorite du Høg-Gia présente, sur le reste du massif, quelques variations de faciès.

Et enfin, autour du massif, faisant transition avec les roches métamorphiques, on note une auréole de roches à grain fin, dont les caractères chimiques évoluent de la diorite à des termes plus acides.

+ Pour compléter l'étude pétrographique, nous avons également bénéficié d'un nombre important d'analyses géochimiques.

+ - Les roches gabbroïques sont plus tectonisées que les diorites. Les gabbros intacts affleurent très peu ; ils ont subi un phénomène d'ouralitisation très poussé (conduisant à la formation d'amphibolites) alors que les ferromagnésiens des diorites ne montrent qu'un faible début d'altération.

- Il n'existe pas de termes de passages visibles (lames minces et terrain), entre les roches basiques et celles plus acides. Les seules interréactions, observables entre les deux types de roches, sont la présence de biotite et de quartz, dans la frange intermédiaire que l'on trouve

principalement au Sud du lac Marsjøen.

- Les diagrammes géochimiques triangulaires différencient également ces deux familles.
- A partir de ces diverses observations (terrain, lames minces, géochimie), il semble plausible d'éliminer l'hypothèse d'un magma unique, qui aurait donné naissance, par différenciation, à l'ensemble du massif de roches éruptives du Høg-Gia. Il s'agirait plutôt de deux magmas. Il semble que l'on puisse admettre que le magma gabbroïque se soit mis en place le premier. Les gabbros, ainsi formés, ont été, ensuite, mis en contact avec un magma à tendance dioritique. Il n'y a pas eu de réactions importantes, sur les gabbros, du magma acide. Au cours de l'évolution du magma dioritique, les termes les plus acides, ont cristallisé sur le pourtour du massif. Ils représenteraient à la fois la "coupole" du réservoir magmatique, contenant les éléments les plus volatils, et sur la bordure, très certainement, les cornéennes.

L'ensemble de ce massif de roches magmatiques se serait mis en place, de façon intrusive, dans une série sédimentaire gréso-pélique.

- Durant la montée du magma dioritique, il y a eu des phénomènes d'assimilation des séries encaissantes ; la roche noire à aspect schisteux de la rivière Mela, en serait un témoin.

Les enclaves vertes, aux angles émoussés, que l'on trouve également dans cette partie du massif, ne semblent pas avoir de rapports avec les gabbros du Sandjörnkletten (on y trouve aucune relique de structure gabbroïque). Elles pourraient appartenir à une série d'amphibolites décrites par H. Heim (1966) dans sa Grimsdal série, équivalent du sommet du Gula Schist Grup, et qui manque dans notre zone. Ces enclaves pourraient, alors, correspondre à des effondrements locaux du plafond de la chambre magmatique ?

---

Diorite du Låg-Gla

Gabbros du Sandjörnkletten

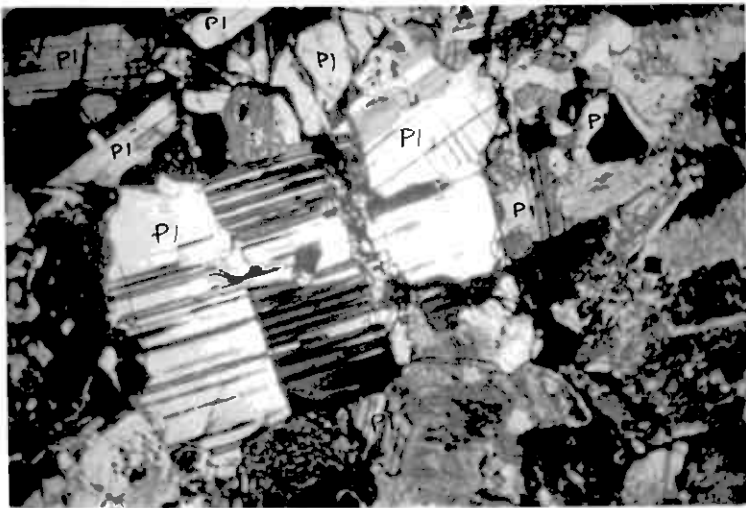


Fig. 1

Minéraux cataclasés dans  
le gabbro (LP x 25)

Pl = plagioclase

Autres minéraux :  
augite et hornblende  
brune

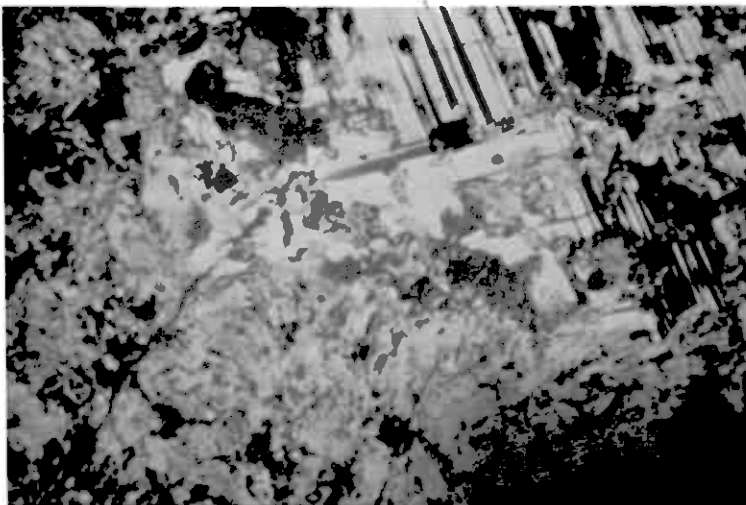


Fig. 2

"Metagabbro" (LP x 10)

Plagioclase masqué par  
un feutrage d'amphibole

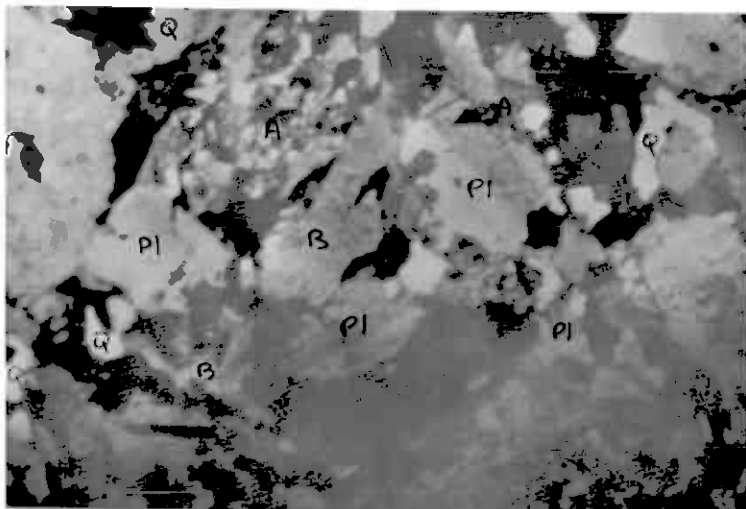


Fig. 3

Diorite du Låg-Gla

(LP x 25)

A = amphibole

B = biotite

Pl = plagioclase

Q = quartz

Planche XVI

Diorite quartzique du Hôg-Gia

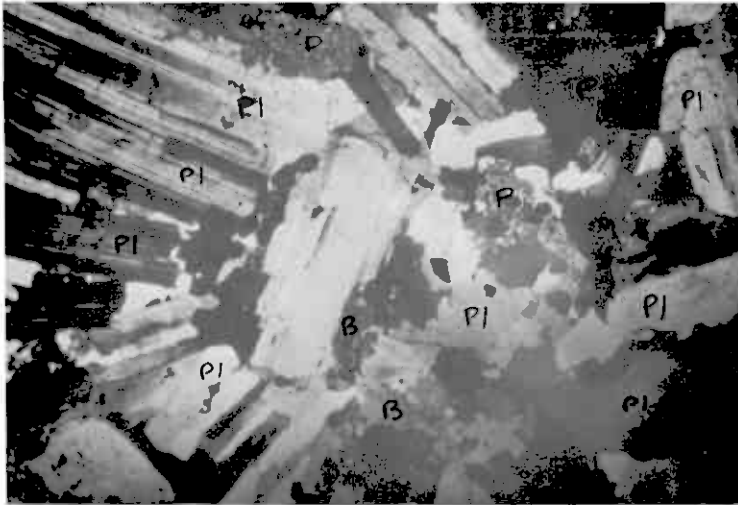


Fig. 1

Vue d'ensemble (LP x 10)

Pl = plagioclase

B = biotite

P = pyroxène

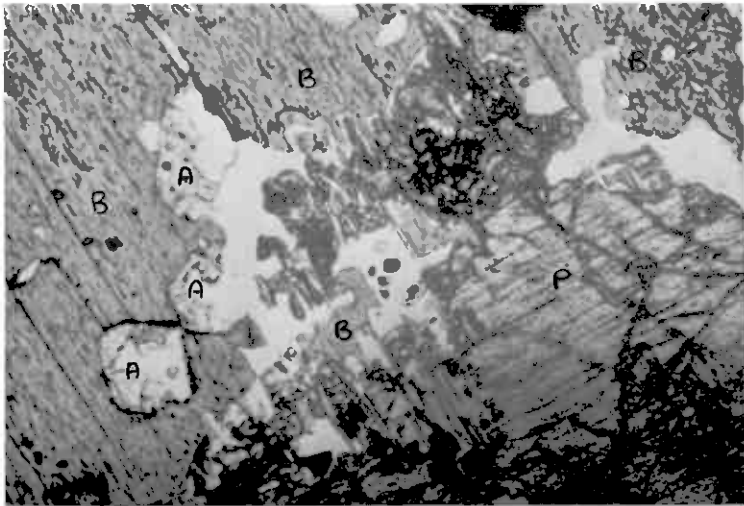


Fig. 2

Cristallisation de la  
biotite (LN x 40)

A = apatite

B = biotite

P = pyroxène

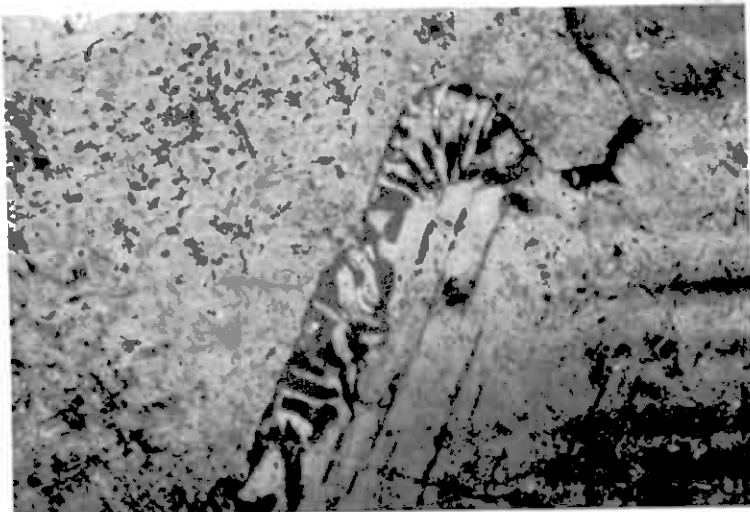


Fig. 3

Contact plagioclase -  
feldspath potassique

(LP x 25)

Myrmékite en liseré  
et bourgeon

Brèche magmatique

- Phénomènes de contact

Fig. 1

Brèche magmatique



Fig. 2

Enclave verte (LP x 25)

amphibole

quartz

plagioclase

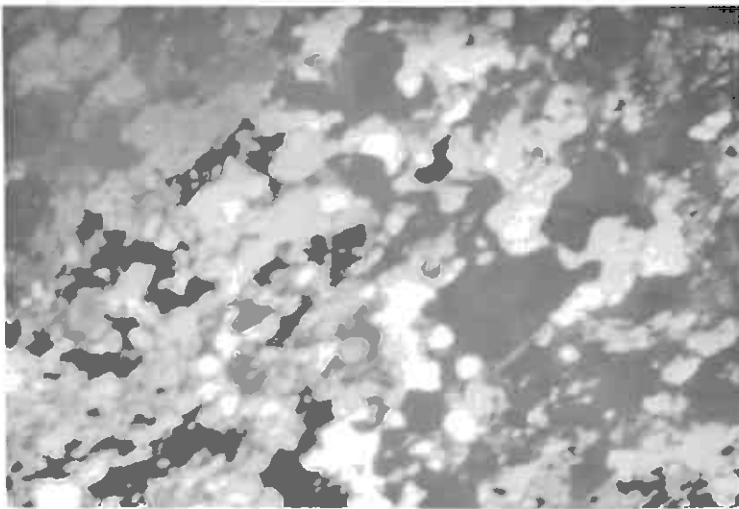


Fig. 3

Banc de nature magmatique  
au sein des micaschistes



## LE METAMORPHISME

P L A N     D ' E T U D E

-----oOo-----

Introduction - Généralités

I - Les associations minérales

II - Interprétation métamorphique

III - Hypothèses sur les séquences initiales

IV - Relation métamorphisme - tectonique

V - Conclusions

## GENERALITES

-----

En guise d'introduction sur ce chapitre concernant le métamorphisme, nous nous permettrons de citer quelques phrases prélevées dans des ouvrages ayant trait à la géologie du Bassin de Trondheim.

Norman J. Page dit dans son étude minière de la région de Folldal⁽¹⁾ :

"The schists in the Folldal area have mineral assemblage characteristic of the Quartz - Albite - Epidote - Almandine subfacies, the highest of the Greenschist facies (Turner & Verhoogen, 1960, p.539-541). Typical mineral assemblages are "Hornblende - Albite - Epidote - Almandine - Biotite - Quartz" and "Hornblende - Chlorite - Almandine".

H. Heim écrit dans son article sur les Sparagmites au Sud de Folldal⁽²⁾ :

"Der Grad der Metamorphismus dürfte den der miteren Grienschiefer Fazies (Eskola) nicht überschreiten".

Dans les conclusions de leur thèse de 3e cycle, P. Mosson et G. Quesnel (1970) corroborent ce fait :

"Les paragenèses minérales le situent (le métamorphisme) dans le Greenschist facies, et plus précisément au niveau des subfaciès B 1/2 B 1/3 (Winkler, 1965)".

Ainsi, certains auteurs pensent que le métamorphisme est de type "Greenschist facies" dans cette région méridionale de la nappe du Trondheim (Wolff, 1967). Les associations minérales observables en lames minces, et l'étude de certains minéraux vont nous permettre de confirmer cette hypothèse dans le cadre de notre terrain.

---

(1) N.G.U. 228 - Arbok 1963 - "The sulfite deposit of Nordre Gjetryggen Grube, Folldal, Norway", p. 231.

(2) N.G.U. 258 - Arbok 1968 - "Die Sparagmitgrupe Südlich Folldal" p. 45.

## I - LES ASSOCIATIONS MINÉRALES

-----

D'après l'étude des lames minces, nous avons pu mettre en évidence les associations minérales suivantes :

- Biotite + Muscovite + Quartz
- Biotite + Muscovite  $\pm$  Albite + Quartz  $\pm$  Grenat
- Biotite + Muscovite + Albite + Quartz  $\pm$  Epidote  $\pm$  Grenat
- Biotite + Muscovite + Albite + Quartz  $\pm$  Amphibole  $\pm$  Epidote
- Biotite + Muscovite + Chlorite + Albite + Quartz  $\pm$  Epidote
- Biotite + Muscovite + Chlorite + Albite + Quartz  $\pm$  Grenat
- Biotite + Muscovite + Chlorite + Albite + Quartz  $\pm$  Amphibole  
 $\pm$  Epidote
- Biotite + Muscovite + Chlorite + Albite + Quartz  $\pm$  Amphibole  
 $\pm$  Epidote  $\pm$  Grenat
- Biotite + Muscovite + Chlorite + Albite + Quartz  $\pm$  Plagioclase  
 $\pm$  Amphibole  $\pm$  Epidote  $\pm$  Grenat
- Epidote + Amphibole + Plagioclase + Quartz
- Amphibole  $\pm$  Plagioclase  $\pm$  Quartz  $\pm$  Chlorite
- Calcite  $\pm$  Dolomite + Muscovite  $\pm$  Quartz

La muscovite peut être primaire, mais surtout liée à des phénomènes de déferrification des biotites.

+

+

+

## II - INTERPRETATION METAMORPHIQUE

-----

+ Les associations minérales, énoncées ci-dessus, permettent de placer l'ensemble de notre terrain dans le Greenschist Facies.

- L'absence de tout silicate de métamorphisme, caractéristique du faciès Almandin - Amphibolite est le principal argument.
- Les grenats font partie de la série Almandin - Pyrope (cf. diagramme de Rayons X, planche XIX, p. 82).
- Les amphiboles sont du type Actinote - Trémolite (cf. diagramme de Rayons X, planche XVIII, p. 81).
- La chlorite, ferrifère, semble provenir de la rétro-morphose des biotites, mais a également pu syn-cristalliser avec ces dernières.
- La calcite, parfois abondante peut être primaire (ex. : série du Marsjøh-Gia) mais il n'est pas possible de faire des distinctions formelles (N.G.U. 245, p. 52, "Metamorphism").

+ Une remarque doit être faite pour le plagioclase. En effet, à côté de cristaux en grande majorité non maclés, dont les mesures de biaxie ( $2V_z = 80^\circ$  à  $84^\circ$ ) et les mesures de réfringence permettent d'évaluer un pourcentage en Anorthite d'environ 7 à 12 %, il existe dans certaines lames quelques individus maclés, avec un angle d'extinction déterminant un pourcentage en Anorthite d'environ 20 à 45 %.

Ainsi, sommes nous en présence de deux types de plagioclases :

- le premier type (Albite) non maclé et très répandu, s'intègre bien dans le schéma métamorphique.
- les quelques éléments maclés du deuxième type (Andésine) présentent au contraire une basicité incompatible avec

les définitions théoriques du Greenschist facies (Winkler, Turner & Verhoogen).

Nous sommes donc amenés à poser le problème de l'origine de ces plagioclases, An 20-45, qui peuvent provenir soit :

- . de résidus des sédiments originels
- . d'une phase métamorphique plus intense (pouvant correspondre à notre deuxième phase de métamorphisme ?)
- . d'un équilibre réactionnel mal connu en présence de certaines conditions particulières.

+ L'absence d'amphibole de type hornblende et d'autres minéraux tels que Staurotide, Disthène⁽¹⁾, Sillimanite, semble prouver que le gradient métamorphique n'a pas atteint de façon nette le stade B 2-1, début du faciès Almandin - Amphibolite. Il n'en demeure pas moins que ce stade a pu être approché (d'où la présence de quelques plagioclases basiques ?).

Les roches étudiées pourraient donc se situer :

- / en général dans le Greenschist facies et plus précisément dans les subfaciès B 1-2 (Quartz, Albite, Epidote, Biotite) et B 1-3 (Quartz, Albite, Epidote, Almandin) définis par Winkler.
- / dans certains cas à la limite du Greenschist facies et de l'Almandin - Amphibolite facies.

+

+

+

---

(1) Quelques cristaux de Disthène ont été signalés -communication orale, R.C.P. 193- au Sud-Ouest de notre terrain, dans la région de Dombås, vers le contact des formations du bassin de Trondheim avec les "Sparagmites".

1/4° mm 400 mm/h

cte 4 sec. 16 x 10

Pl. XVIII Amphibole : Série Actinote - Trémolite

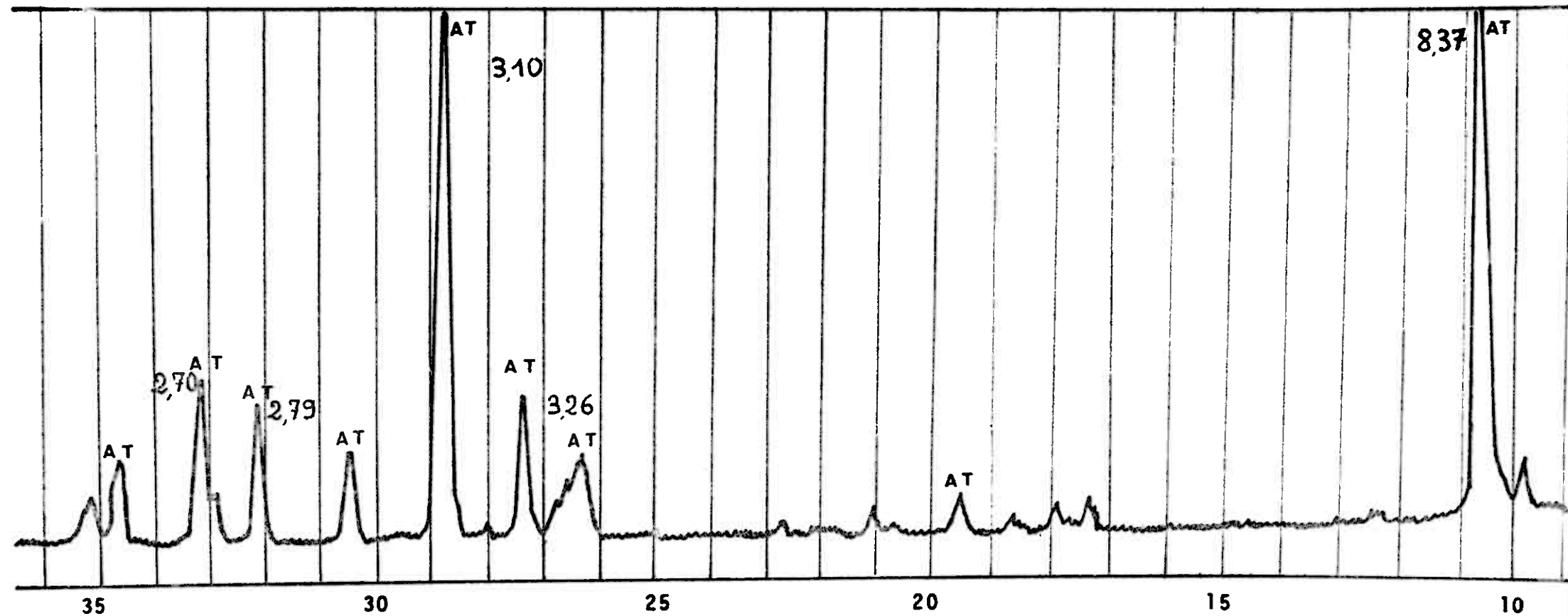


Diagramme de Rayons X sur amphibole

1/4° mm 400 mm/h

cte 4 sec. 16 x 10

Pl: XIX Grenat : Série Almandin - Pyrope

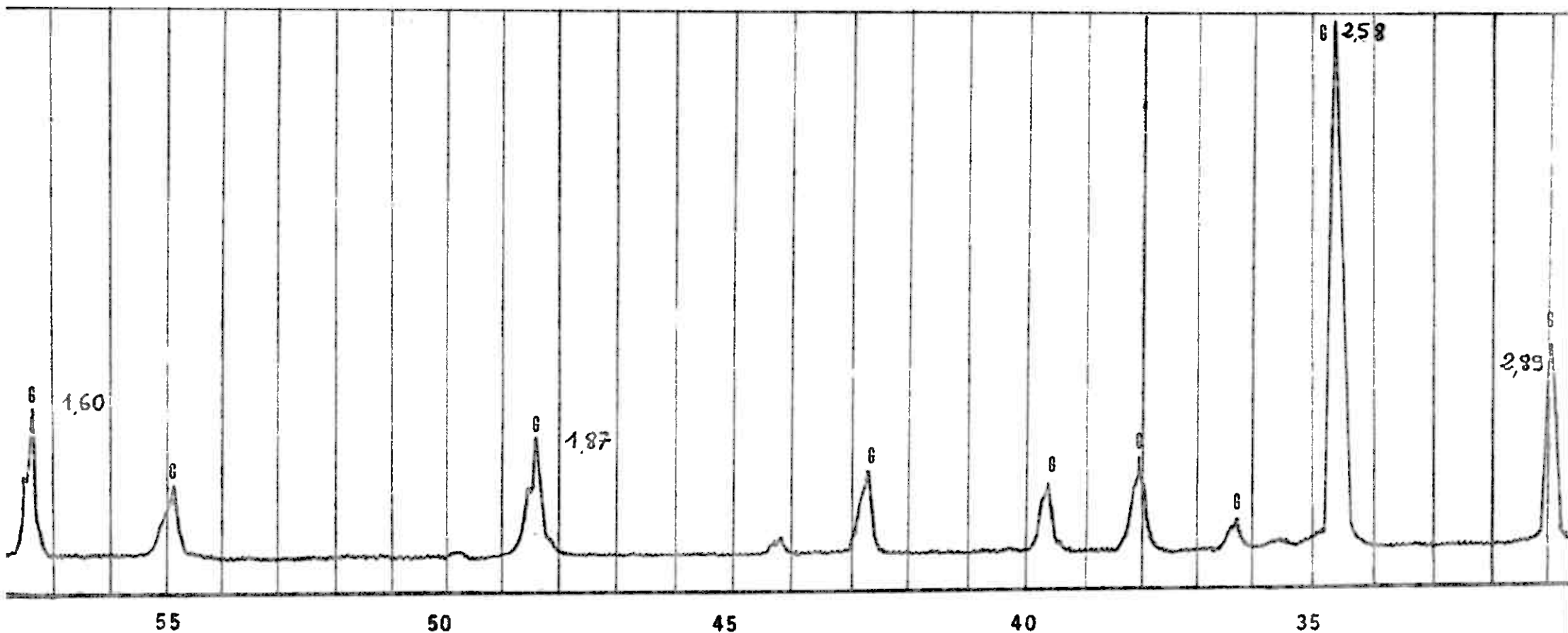


Diagramme de Rayons X sur grenat

### III - HYPOTHESES SUR LES SEQUENCES INITIALES -----

En réunissant nos observations, nous pouvons essayer d'imaginer la nature de nos séries, avant le métamorphisme.

- + La série du Fundin correspond à une sédimentation essentiellement détritique gréseuse.
- + La série du Melkampen résulte de dépôts pélitico-argileux avec de fines séquences gréseuses plus grossières.
- + La série du Marsjøh-Gia possède les caractères d'une sédimentation pélitico-carbonatée.
- + La série du Klemetkletten est plus gréso-pélitique.

Ces séries sont accompagnées par des termes de roches éruptives à caractère basique.

- + La série de la Saga correspond à une sédimentation rythmique pélitico-gréseuse avec des séquences marneuses. On y trouve également des intercalations magmatiques et des niveaux carbonatés.

+

+

+

#### IV - RELATION METAMORPHISME - TECTONIQUE

-----

Dans leurs travaux, P. Mosson et G. Quesnel (1970) ont apporté les preuves de l'existence d'un métamorphisme polyphasé en relation avec des phases tectoniques, qui était ainsi mis en évidence pour la première fois. Remarquons que la trame du schéma métamorphique se retrouve dans nos séries.

L'étude du métamorphisme a été menée grâce à une quantité importante de plaques minces. En effet, seul un grand nombre d'observations permet de mettre en évidence des minéraux spécifiques, et d'analyser leur comportement tant au point de vue du degré métamorphique que des déformations tectoniques.

Aussi avons nous axé notre étude sur les micas, les amphiboles et les grenats. L'observation du minéral lui-même, ses rapports avec les autres minéraux et avec la structure générale de la lame mince nous ont permis de différencier deux phases métamorphiques et une phase de rétro-morphose, séparées par des phases tectoniques.

##### Les différentes phases (planches XX et XXI, p. 86 et 87)

*1re étape* : La première phase repérable du métamorphisme se traduit par une première cristallisation de Biotite - Muscovite - Quartz, accompagnée d'une schistosité initiale. Parfois, à l'intérieur de certains cristaux de Biotite, on remarque des vestiges de microplis formés par des inclusions graphiteuses qui pourraient correspondre à la stratification originelle plissée par une tectonique ancienne, et reprise par le métamorphisme.

*2e étape* : Une première phase tectonique perturbe l'agencement de cette première association et donne les plis isoclinaux et les microplis de la schistosité initiale (ces microplis se

retrouvent inclus dans les minéraux de l'étape 3 (phase 2 métamorphique).

*3e étape* : Une deuxième phase métamorphique prend naissance avec la cristallisation d'une seconde biotite (oblique par rapport à la schistosité initiale). Avec la seconde biotite apparaissent amphiboles et grenats. L'ordre de cristallisation est difficile à établir, car aucune observation n'a pu montrer les relations existant entre ces trois espèces minérales. Ils sont tous trois postérieurs aux étapes 1 et 2, car ils recoupent ou digèrent les structures antérieures.

*4e étape* : Une deuxième phase tectonique se surimpose à l'ensemble précédent ; les grenats tournés, et parfois véritablement laminés en sont les meilleurs témoins.

*5e étape* : Enfin, une phase générale de rétro-morphose se manifeste par l'apparition de chlorite pseudomorphosée sur les biotites, ou disposée en gerbes.

Remarque : Si les différentes phases mentionnées ci-dessus s'observent sur tout l'ensemble du terrain, nous n'avons pas encore mis en évidence d'éventuelles liaisons avec les macrostructures.

+

+       +

Relation métamorphisme -  
tectonique

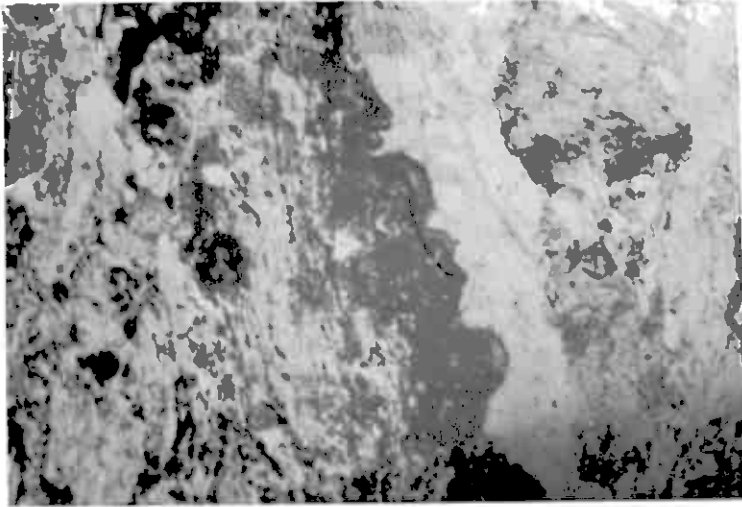


Fig. 1 LN x 40

1re phase métamorphique  
Cristal de biotite pri-  
maire englobant une  
inclusion charbonneuse,  
vestige d'une ancienne  
stratification

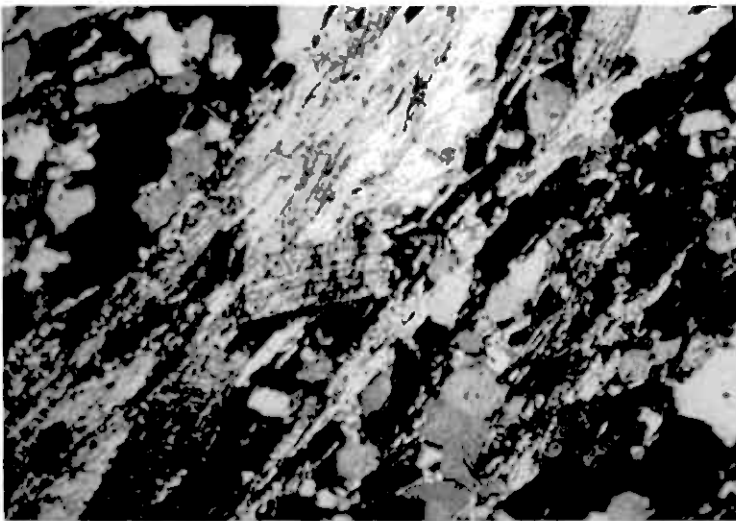


Fig. 2 LP x 17

2e phase métamorphique  
B II = cristal de biotite  
de deuxième génération,  
recoupant obliquement  
la schistosité originelle

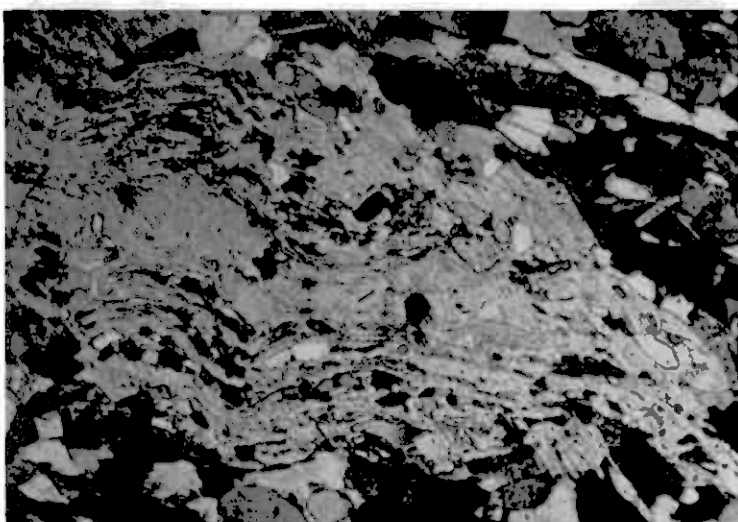


Fig. 3 LP x 17

- 1re phase tectonique  
- 2e phase métamorphique  
Amphibole (A I) de 2e  
phase métamorphique ayant  
digéré un micropli,  
relique de mouvements  
tectoniques antérieurs à  
sa cristallisation

Relation

métamorphisme - tectonique

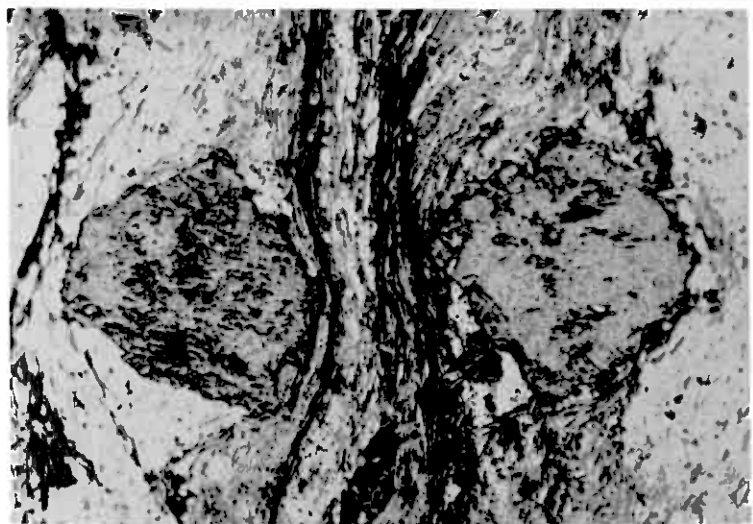


Fig. 1

LN x 17

2e phase métamorphique  
Grenats (G) de 2e phase  
métamorphique, ayant  
"poussé" dans la schis-  
tosité primaire (inclu-  
sions charbonneuses),  
puis ayant tourné

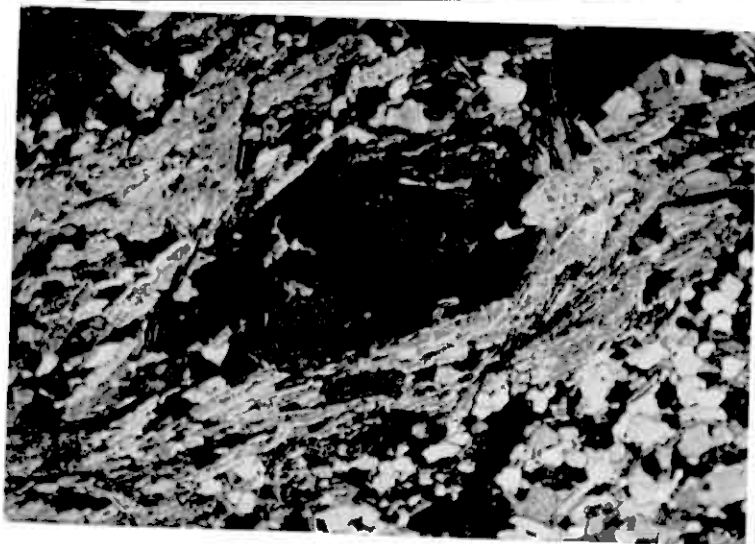


Fig. 2

LP x 17

2e phase métamorphique  
Amphibole (A 1) de 2e  
phase métamorphique,  
(reprise par des mouve-  
ments tectoniques)  
(inclusions charbonneu-  
ses obliques par rapport  
à la schistosité générale)

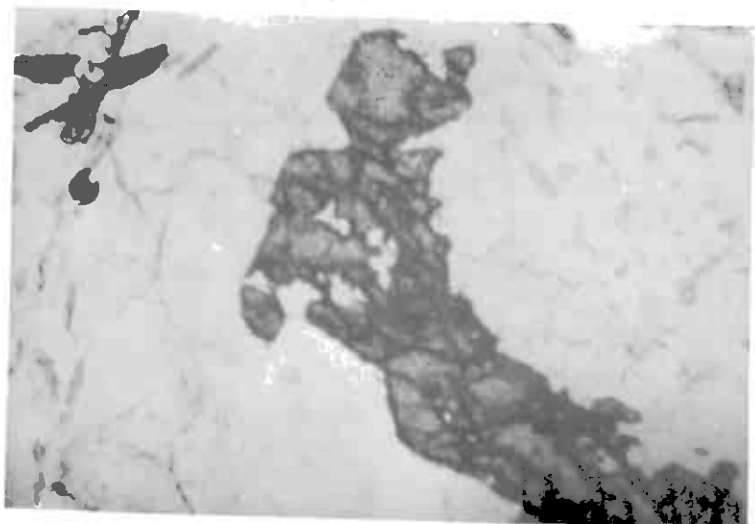


Fig. 3

LN x 25

2e phase métamorphique  
2e phase tectonique  
Grenat (G) de 2e phase  
métamorphique, laminé  
par des efforts tecto-  
niques post-cristallisa-  
tion

## CONCLUSIONS

-----

Les observations et les études réalisées sur les séries métamorphiques nous permettent de formuler quelques remarques.

### 1°) Détermination thermo-dynamique

- L'association minérale fondamentale est du type Greenschist facies banal

Biotite (muscovite) chlorite albite quartz

- On notera cependant que les conditions requises pour le développement du faciès Almandin - Amphibolite (rare occurrence d'un plagioclase An 20-45, ainsi que d'une deuxième biotite surimposée) ont pu être approchées au cours d'une phase ultérieure. Toutefois, comme les autres chercheurs ayant travaillé dans les régions voisines, nous n'avons pas trouvé de minéraux typiques de ce faciès.

- Nous sommes, par ailleurs, dans l'impossibilité de dresser pour chaque phase une carte d'isogrades différenciés.

### 2°) Influence de la composition originelle des séries

Indépendamment des développements précédents, on notera que l'amphibole est présente dans l'ensemble des séries affleurant sur notre terrain ; tandis que les grenats sont mieux représentés dans la partie orientale (série de la Saga).

Dans la partie occidentale, ils ne s'observent que localement et dans des lits privilégiés.

### 3°) Histoire microtectonique et tectonique

Quelques échantillons permettent de reconstituer cette histoire, et nous pouvons affirmer que nous sommes en présence d'une évolution de type polyphasé que l'on peut résumer de la manière suivante :

*1re étape* : première phase métamorphique incarnée par le Greenschist Facies.

*2e étape* : première phase de déformations affectant l'ensemble du terrain (formation de plis isoclinaux.

*3e étape* : deuxième phase métamorphique avec apparition d'une seconde biotite, amphibole et grenat. Cette deuxième phase semble être caractérisée par une pression sans doute moins élevée (les minéraux nouveaux sont en grands cristaux) et peut-être plus chaude (on peut admettre que des variations rapides du gradient métamorphique peuvent être les effets de variations du gradient géothermique dues, elles-mêmes, à des "dômes de chaleur").

*4e étape* : deuxième phase de déformation qui affecte à nouveau l'ensemble des minéraux (grenats laminés)

*5e étape* : phase finale de rétro-morphose.

---

## ANALYSE STRUCTURALE

## P L A N      D ' E T U D E

-----oOo-----

### I - Introduction

### II - Les unités structurales

A - Le synclinorium de Settdalen

B - Le "coeur anticlinal" magmatique du Høg-Gia

C - Le monoclinal complexe du Finnshø-Lägegga

D - Le synclinorium du Snøfonnshø

### III - Les accidents tectoniques

A - Chevauchements majeurs

B - Chevauchements mineurs et décollements

C - Accidents décrochants

### IV - Style tectonique et relations entre les différentes unités structurales

### V - Essai d'interprétation régionale

### VI - Conclusions

## I - INTRODUCTION

-----

Est-il prudent d'aborder un tel chapitre sans avoir fait, de façon sérieuse et statistique, des études structurologiques et microtectoniques ? Notre premier travail étant d'établir une base cartographique dans une contrée jusqu'alors assez ignorée par les publications géologiques, nous avons cru bon, avant tout travail de détail, d'observer et de décrire cet ensemble pour en avoir une idée générale. Dans un deuxième temps, nous proposons un schéma d'interprétation, peut-être audacieux, mais dont le but essentiel est de ne pas faire oublier au lecteur qu'un terrain ne doit pas seulement être étudié pour lui-même, mais aussi dans son cadre géologique et structural régional.

+

+        +

La monotonie lithologique explique les difficultés de compréhension d'une tectonique complexe. Il conviendrait qu'une étude microtectonique et structurologique complète soit effectuée rapidement sur notre terrain et également sur la zone cartographiée par P. Mosson et G. Quesnel pour avoir une idée plus précise de la région.

+

+        +

Les structures observées dans le secteur cartographié sont relativement simples à grande échelle, ou apparaissent comme telles.

+ Dans la partie occidentale, un contact anormal majeur ( $F_1$ ) sépare le groupe des schistes de la Gula de la formation de l'Elgsjøtangen.

+ Puis, vers l'Est, nous avons mis en évidence une structure synclinale, le synclinorium de Settaldalen.

+ Vient ensuite le massif dioritique du Høg-Gia qui occupe une position de coeur anticlinal.

+ A l'Est de la zone magmatique les différentes formations reconnues constituent un monoclinal complexe plongeant vers l'Est, dans un vaste mouvement d'ensemble où nous n'avons pas repéré réellement d'Antiforme ou de Synforme.

+ Le monoclinal est limité dans sa partie orientale par un contact anormal isolant les séries de la Saga qui constituent tout à fait à l'Est de notre terrain, le synclinorium du Snøfonnhø.

+ Enfin, nous sommes obligés de tenir compte d'un accident majeur situé dans la région du Gruvkletten, bien qu'étant en dehors des limites de notre terrain. Il aurait joué un rôle important dans l'histoire tectonique régionale (P. Mosson et G. Quesnel, 1970).

+

+        +

De l'échelle de la lame mince à l'échelle métrique, on observe de nombreux plis qui compliquent énormément l'agencement de détail des terrains ; les accidents tectoniques sont également très fréquents. Aussi avons-nous préféré pour la carte tectonique et les coupes (au 1/100.000) nous en tenir aux grandes lignes définies ci-dessus.

+

+        +

Nous étudierons successivement les différentes unités structurales et les accidents. Ensuite, dans le paragraphe "style tectonique", nous essaierons de voir quel est le mode de déformation et le rôle mécanique des différentes unités lithologiques. Enfin, nous tenterons un essai interprétatif de l'agencement dynamique régional.

+

+

+

## II - LES UNITES STRUCTURALES

-----

### A - LE SYNCLINORIUM DE SETTALDALEN

Cette unité est la première structure que nous avons définie.

Le coeur est constitué par les schistes de la formation du Marsjøh-Gia, les flancs par les schistes et les quartzites des formations du Melkampen et du Fundin. L'axe synclinal s'inscrit à peu près dans la large vallée glaciaire de Settaldalen, d'où le nom donné à cette première unité. La direction générale de l'axe est environ N 30.

Le synclinal lui-même est dissymétrique : les flancs accusent tous deux un plongement vers le Sud-Est, mais si le flanc Ouest nous offre un pendage doux (30 à 45° en général), le flanc Est est lui très redressé (verticalité au Sud du Melkampen).

Dans la partie méridionale, la bande de schistes à amphibole et lits carbonatés qui forme le coeur synclinal, s'amincit, alors qu'elle s'élargit vers la vallée de l'Orkla. Ceci est lié au fait que l'axe synclinal a un léger pendage vers le Nord.

Remarquons que l'ampleur prise par la formation du Marsjøh-Gia dans la partie septentrionale est telle que l'on observe un "débordement" des schistes de cette formation sur la série du "Fundin". Ce faible chevauchement se traduit sur le terrain par la suppression tectonique de la formation conglomératique du Melkampen et par de faibles pendages (0 à 20°) dans la région Nord-Ouest de Sätälberget où on peut même arriver à discerner un léger bombement anticlinal. Au Nord du Digerkampen, le contact anormal  $D_1$  se marque par un brutal changement de lithologie et de pendage (0 à 5° W dans les schistes, 45° E dans les quartzites).

#### B - LE "COEUR ANTICLINAL" MAGMATIQUE DU HØG-GIA

Le massif dioritique du Høg-Gia occupe une position structurale que l'on peut assimiler à un noyau par rapport à la série métamorphique environnante. En effet, il est bordé à l'Est comme à l'Ouest essentiellement par les quartzites de la formation du Fundin. (planche XXII, p. 96).

A l'Ouest, dans la partie méridionale, les "quartzites" ont un "pendage" subvertical, puis les valeurs décroissent en allant vers le Nord, jusqu'à atteindre les chiffres minima de 30° E.

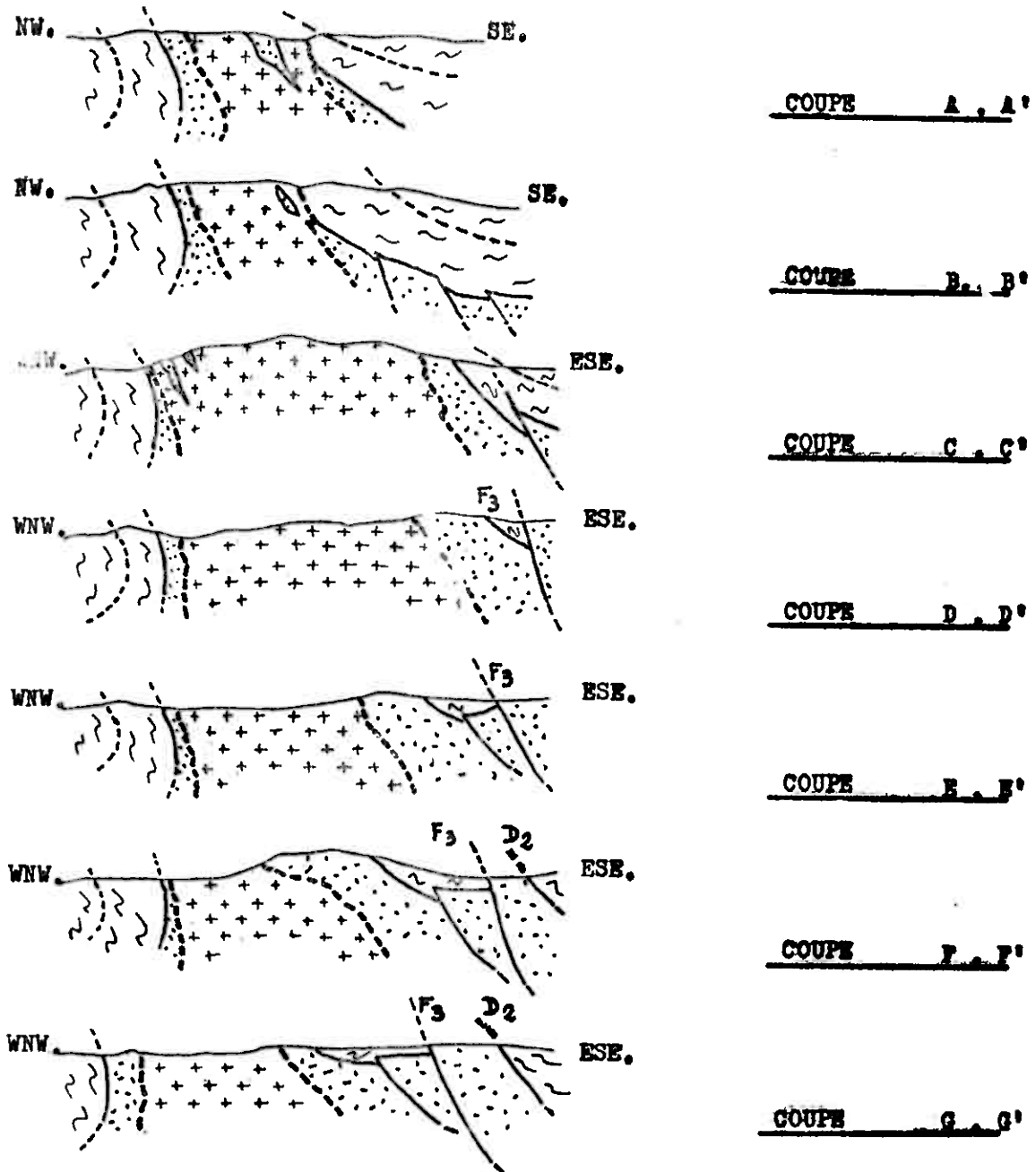
A l'Est, les "pendages" de la formation quartzitique sont généralement compris entre 30° E et 50° E.

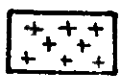
Au milieu de ces 2 bandes quartzitiques, qui toutes deux, il faut le souligner, plongent en général vers l'Est - Nord-Est, le massif magmatique est donc dans une position sub-concordante par rapport aux directions générales des couches. Les contacts du massif dioritique avec les "quartzites" sont souvent peu visibles sur le terrain (en fait une coupe complète de ce contact n'a pu être observée qu'en un seul endroit (au Sud du Melkampen).

Il semble que ce massif se soit mis en place d'une manière intrusive à l'intérieur des quartzites et qu'ensuite des mouvements tectoniques aient bouleversé les zones de contact, comme en témoignent la suppression locale des faciès de bordure et les nombreuses cataclases, observables en lame mince, sur le flanc Ouest du massif.

POSITION STRUCTURALE  
du MASSIF du HØG-GIA

Echelle: 1/100.000



 MASSIF  
du HØG-GIA

 Micaschistes des  
Séries supérieures

 Formation du  
FUNDIN

Remarque : On trouve parfois des bancs de "quartzites" pris dans la roche dioritique (Sandjörnkletten) et dans la partie septentrionale (Läg-Gia); la formation quartzitique orientale n'apparaît plus que sous forme de rares épisodes inclus dans le massif magmatique.

## C - LE MONOCLINAL COMPLEXE DU FINNSHØ-LÄGEGGA

Ce monoclinale correspond à la zone comprise entre le massif du Høg-Gia à l'Ouest et la série de la Saga à l'Est. Dans cette unité les 4 formations du Fundin, Melkampen, Marsjöh-Gia et Klemetkletten sont représentées, et à une exception près (pendages horizontaux à quelques centaines de mètres du confluent de la rivière Kløfteb K. avec l'Einnunna), le plongement général des couches est toujours vers l'Est.

### 1°) Zone Sud

Au Sud-Est du Finnshø, les quelques pointements figurés sur la carte au 1/25.000 sont très réduits en superficie et discontinus.

Mais, malgré ce peu d'affleurement et l'uniformité d'ensemble des pendages, nous avons mis en évidence un redoublement de série accompagné de décollements, dans la zone méridionale. Ce redoublement de série est effectif au Sud de la vallée de l'Einnunna où il a été observé par Y. Mathieu et M. Dubois⁽¹⁾.

Si l'on fait une coupe allant des diorites du Høg-Gia au chevauchement de la Saga, on trouve successivement :

- 1 - des quartzites affleurant au Rupuskampen - Finnshø
- 2 - des micaschistes dont le faciès rappelle un type de roche que nous retrouvons au Melkampen
- 3 - des quartzites formant les sommets Lägægga - Kögægga
- 4 - quelques affleurements de micaschistes conglomératiques

---

(1) Centre de 3e cycle, Faculté des Sciences de Besançon.

- 5 - Des micaschistes à amphibole et lits carbonatés
- 6 - des micaschistes à grandes amphiboles, proches des "Garbenschiefer".

Nous pouvons rattacher ces unités aux formations connues :

- |     |                     |
|-----|---------------------|
| 1 - | Formation du Fundin |
| 2 - | " Melkampen         |
| 3 - | " Fundin            |
| 4 - | " Melkampen         |
| 5 - | " Marsjøh-Gia       |
| 6 - | " Klemetkletten     |

Donc, tout se passe comme si une faille ( $F_3$ ) avait coupé un monoclinal banal préexistant, et avait remonté et basculé un panneau quartzitique (Køgegga - Lågegga) entraînant des décollements ( $D_2, 3, 4$ ) dans les séries supérieures, le tout étant repris par des failles décrochantes ( $F_4, 5, 6$ ).

Remarque : Les pendages subhorizontaux dans la rivière Kløfteb K. s'expliquent par l'existence d'une large flexure des couches dans la vallée de l'Eiunna, vers Nistugusaetra. Les couches, tordues par la flexure, se réajustent en larges ondulations se traduisant par ces faibles pendages.

## 2°) Zone Nord

La zone septentrionale est apparemment beaucoup plus simple. En effet, le redoublement des séries, décrit ci-dessus, n'existe plus. Le panneau quartzitique n'a pas été assez exhaussé pour pouvoir affleurer à l'heure actuelle.

On notera également l'absence de la formation du Klemetkletten ; cette disparition est soit stratigraphique par un passage latéral à la formation du Marsjøh-Gia, soit tectonique et liée au chevauchement des séries de la Saga.

## D - LE SYNCLINORIUM DU SNØFONNHØ

Cette unité tectonique se situe à l'Est du chevauchement  $F_2$ , dans la partie tout à fait orientale de la zone cartographiée.

Une coupe Nord-Ouest - Sud-Est des sommets Fjøla-Saga au Snøfonnhø, permettra d'appréhender la structure.

Du point de vue stratigraphique, nous sommes dans la formation dite de la Saga.

Les pendages observables sur le terrain au Fjøla sont de  $40^\circ$  E, les directions des couches variant entre N 160 et N 170. Au fur et à mesure que l'on approche du Rundhø (1411 m), les "pendages se redressent. Au Snøfonnhø la verticalité est nette et on note même sur le flanc Est du sommet, des plongements vers l'Ouest. Au Trekløkkhø (1288 m), le plongement Ouest est manifeste, la direction des couches est alors variable entre N. et N 20. L'axe du synclorium s'inscrit sur le Snøfonnhø et est orienté grossièrement N à N 10.

Remarque : Au Sud-Ouest du Snøfonnhø, à l'Ouest du Grästeinhø, se trouve un banc de marbre à fuchsite et un conglomérat "polygénique" qui semblent être à la "base" de la formation de la Saga, non loin du contact anormal. Nous ne les avons jamais retrouvés plus au Nord où ils auraient pu fournir d'excellents niveaux repères.

+

+

+

### III - LES ACCIDENTS TECTONIQUES

-----

#### A - CHEVAUCHEMENTS MAJEURS

Nous n'observons en fait qu'un seul accident majeur ( $F_1$ ) dans le secteur cartographié. Mais comme nous l'avons déjà signalé, nous devons tenir compte d'une discontinuité importante située dans la région du Gruvkletten, à l'Est de notre terrain.

##### 1°) Le chevauchement $F_1$

Il se trouve dans la partie occidentale du terrain, non loin de la rive droite du lac Fundin. Il met en contact la formation du Fundin avec les schistes et quartzites verts de la formation de l'Elgsjøtangen.

Sur le terrain, cet accident se remarque peu, sauf lorsque des schistes blanchâtres, qui peuvent être assimilés à des mylonites, le soulignent plus ou moins. Il est surtout repérable par la nette différence lithologique entre les deux formations.

D'après les nombreux entretiens avec H. Heim, il apparaît que cet accident est considéré comme une faille importante, subverticale. C'est d'ailleurs ainsi qu'il est indiqué sur les cartes géologiques inédites du Service Géologique de la Folldal Verk.

Devant le peu d'observations de terrain possibles dans cette région, nous avons donc admis cette interprétation.

L'hypothèse d'une faille importante (dite de socle) est compatible avec la présence d'un filon de pyrite qui borde  $F_3$  à l'Ouest. En effet, si l'on admet que l'accident est une voie conductrice de solutions minéralisées, on explique aisément cette concentration de minerai pyriteux à proximité.

##### 2°) L'accident du Gruvkletten

J.M. Quenardel nous l'a présenté, au cours de discussions sur le terrain, comme un contact anormal chevauchant. Dans leur

thèse, P. Mosson et G. Quesnel l'interprètent comme une série de décollements.

Il est vrai que cet accident, sans doute aussi profond que  $F_1$ , n'en a pas l'apparence en surface, mais l'on remarque cependant d'importantes zones mylonitisées. L'accident du Gruvkletten est nettement chevauchant vers l'Est.

Il doit être composé d'un accident profond peu incliné sur lequel se sont moulés des chevauchements épidermiques qui masquent la véritable discontinuité.

Notons en passant qu'au Nord du Gruvkletten il y a aussi un filon pyriteux important, ayant même donné lieu à une exploitation ancienne.

Remarque : Les 2 accidents décrits ci-dessus sont en quelque sorte symétriques par rapport à un ensemble central qui est le "Gulaschist grup".

## B - ACCIDENTS MINEURS ET DECOLLEMENTS

### 1°) Le chevauchement de la Série de la Saga ( $F_2$ )

Cet accident se trouve dans la partie orientale de notre terrain, et isole les séries de la Saga des autres formations de la Gula. Comme toutes les discontinuités tectoniques décrites, il est peu apparent sur le terrain et se marque surtout par une différence de direction des couches de part et d'autre et une différence de lithologie entre les séries.

A l'Est du Kjøgegga, on note une direction N 30 - N 40 (ou plus parfois) dans la formation du Fundin alors que sur les pentes occidentales de Marsjøfjellet, les schistes de la Saga sont à N 160. Cette différence de direction se marque bien en général et elle est perceptible même sur une carte à petite échelle.

Le chevauchement des séries de la Saga, incliné vers l'Est, est divisé en plusieurs parties par les failles décrochantes  $F_4$ ,  $F_5$  et  $F_6$  sur lesquelles il se moule parfois ( $F_5$ ).

2°) L'accident F₃

Situé au Sud-Est du massif du Høg-Gia, il a déjà été évoqué dans le chapitre concernant le monoclinal du Finnshøg-Lägegga.

C'est une faille inclinée vers l'Est, qui remonte le panneau oriental amenant en contact anormal les quartzites du Fundin (à l'Est) et les schistes du Melkampen (à l'Ouest).

Au Nord, après la faille F₆, cet accident n'existe plus en surface. Il doit cependant encore jouer dans les quartzites et s'amortir dans les schistes des séries supérieures.

3°) Les décollements D₂ - D₃ - D₄

Il est bon de dire que ce que nous appelons d'une manière globale décollements, représente les résultantes cartographiques de tout un ensemble de décollements mineurs qui existent à petite échelle dans les terrains sus-jacents aux quartzites.

D₂, D₃ et D₄ correspondent en fait à toute une série de disharmonies dans les schistes comme nous l'exposons plus loin dans la partie consacrée au style tectonique.

Ces disharmonies ont pour effet de réduire l'épaisseur des formations reconnues et elles permettent un réajustement des terrains comme nous l'avons montré dans le monoclinal du Finnshøg-Lägegga (cf. p. 98 ). L'exagération et la multiplicité de ces phénomènes dans des endroits localisés peuvent conduire à la suppression de tout un ensemble de roches. Ainsi, à l'Est du Køgegga, on passe directement de la formation quartzitique du Fundin aux schistes du Marsjøh-Gia. Les niveaux du Melkampen sont fort réduits voire inexistant à cet endroit (D₄).

4°) Le contact anormal D₁

Ce contact anormal a déjà été décrit sommairement dans le chapitre concernant le synclinorium de Setaldalen.

Cet accident qui, rappelons le, met en contact la formation du Fundin avec les schistes du Marsjøh-Gia au Nord-Est du Diggekampen, ressemble un peu au décollement D₄ que nous venons d'étudier, mais ce n'est pas seulement un simple décollement des séries micaschisteuses.

Dans le cas d'un simple décollement, on note une certaine continuité dans les directions de couches et les pendages. Or, pour  $D_1$ , si la direction des couches est identique de part et d'autre, les pendages sont différents par leur valeur et par leur sens ( $45^\circ$  E dans les quartzites. 0 à  $5^\circ$  W dans les schistes).

Cet accident est donc un compromis entre un décollement et un chevauchement. Il semble que du point de vue génétique, il se soit produit tout d'abord une sorte de décollement type  $D_{2,3}$  ou 4, ensuite un mouvement latéral donne l'allure chevauchante à l'ensemble. Le tout est alors repris par des failles décrochantes ( $F_9$  et  $10$ ).

#### C - ACCIDENTS DECROCHANTS ( $F_4$ à $F_{13}$ )

Sur toute l'étendue de la zone cartographiée se développe un important réseau d'accidents décrochants, et cela à toutes les échelles. Aussi les failles notées sur la carte ont un rôle essentiellement démonstratif et nous avons forcément limité leur nombre, nous contentant des plus caractéristiques.

L'absence de niveaux repères est évidemment fort gênante pour avoir des idées précises, et les failles se remarquent surtout par les différences de direction rapides qui peuvent exister dans les couches micaschisteuses ; c'est ainsi que le faisceau de failles  $F_{12}$  a pu être mis en évidence. Parfois, les accidents apparaissent beaucoup plus nettement quand ils décrochent des contacts anormaux. Ainsi  $F_9$  et  $F_{10}$  affectent nettement l'accident  $D_1$ ,  $F_5$  l'accident  $F_2$ .

Remarque : L'accident  $F_{13}$  qui se trouve au Sud-Ouest du terrain et qui est représenté comme un décrochement est en fait une faille importante que l'on suit fort loin dans la morphologie.

+

+

+

#### IV - STYLE TECTONIQUE

-----

#### ET RELATIONS ENTRE LES DIFFERENTES UNITES STRUCTURALES

-----

##### A - RELATIONS STYLE TECTONIQUE - LITHOLOGIE

+ Il est bien évident que, lorsque des formations lithologiques différentes sont prises dans un même orogène, chaque unité lithologique réagit d'une manière plus ou moins propre aux contraintes. Le phénomène s'accroissant au maximum, donnerait de véritables unités ou étages structuraux.

+ Dans nos séries, la différence lithologique est moins tranchée qu'on pourrait le croire au vu de l'"échelle lithostratigraphique". En effet, la formation du Fundin est quartzitique certes, mais ce sont souvent des quartzites fortement micacées pris dans des bancs plus micaschisteux. Néanmoins, les micaschistes des formations supérieures constituent un ensemble plus souple que les "quartzites" et on est en droit de penser que la formation du Fundin a réagi de manière plus rigide en regard des schistes sus-jacents.

Les mouvements tectoniques se traduisent dans les micaschistes des séries supérieures surtout par des plis isoclinaux accompagnés de décollements et disharmonies (cf. Pl. XXVIII-XXIX, p.117 et 118) alors que la zone quartzitique doit adopter un style plus cassant et des plis à plus grande échelle.

Cependant, à l'intérieur même de la formation du Fundin, les zones fortement micacées et graphiteuses sont un terrain favorable pour les plis à petite échelle (cf. Planche XXVIII, fig. 1, p.117) et les niveaux micaschisteux interstratifiés jouent le rôle de "couche savon", favorisant des décollements intra-série et rendant, de ce fait, les épaisseurs très variables, d'où la grande puissance de cette formation sur les coupes interprétatives.

- Nous aurons donc une tectonique un peu différente de la base au sommet de la série lithologique.
- Les roches quartzitiques basales offrant un caractère cassant avec néanmoins des réajustements possibles par les niveaux plus souples.
- Les micaschistes sous-jacents, plus aptes aux plissements et décollements de tout ordre vont se mouler sur les failles des niveaux inférieurs en atténuant leurs effets cassants en multiples glissements et disharmonies.

## B - RELATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTES UNITÉS STRUCTURALES

### (SCHEMA DE MISE EN PLACE)

Dans le paragraphe précédent, nous venons de montrer succinctement le genre de déformations que l'on peut rencontrer dans nos séries.

Voyons à présent, à l'échelle du terrain, comment évoluent les différentes unités structurales reconnues. Il nous sera possible de distinguer, géographiquement, deux domaines de part et d'autre de la zone magmatique, un à l'Est, l'autre à l'Ouest.

Ces deux domaines admettent beaucoup de points communs ; nous les avons cependant distingués pour la commodité de la présentation. Dans les deux cas, nous traiterons de la mise en place des structures et dans un deuxième temps, nous les réunirons dans un schéma évolutif, peut-être plus parlant pour l'interprétation dynamique.

#### 1°) Evolution du domaine oriental

Cet ensemble est constitué par le monoclinal du Finnshø-Lågegga et le synclinorium du Snøfonnshø.

*1re étape* : Les séries connues sont empilées plus ou moins normalement, de la formation du Fundin à la formation de la Saga, et dessinent un monoclinal ondulé plongeant vers l'Est (Planche XXIII, fig. 1, p. 107).

- 2e étape : Des mouvements tectoniques semblant venir de l'Est ← commencent à comprimer la région ; le massif dioritique fait alors office de blocage local à l'Ouest, mais transmet également la poussée reçue vers le domaine occidental (Planche XXIII, fig. 2, p. 107).
- 3e étape : Les mouvements s'accroissant ← ← ← le plissement des séries quartzitiques basales devient difficile et on assiste à des débuts de fracturation à ce niveau. Les micaschistes sus-jacents se plissent fortement avec des amorces de décollements (planche XXIII, fig. 3, p. 107)
- 4e étape : Les niveaux quartzitiques très comprimés se cassent en panneaux plus ou moins indépendants les uns des autres. Les schistes des séries supérieures se désolidarisent de l'ensemble avec des réajustements provenant de nombreux décollements ( $D_2$ ,  $3$  et  $4$ ) (planche XXIII, fig. 4, p. 107)

## 2°) Evolution du domaine occidental

Cette partie est essentiellement formée par tout l'ensemble du synclinorium de Settdalen. Alors que les observations de surface nous offrent une simplicité apparente, les structures sont certainement plus complexes en profondeur.

- 1re étape : Les séries dessinent une structure synclinale simple, s'appuyant sur la zone magmatique à l'Est (planche XXIII, fig. 1, p. 107) et sur les schistes et quartzites verts de l'El sjøtangen à l'Ouest (contact tectonique).
- 2e étape : Le massif dioritique, nous venons de le voir, transmet les poussées venant de la zone orientale et commence à comprimer le synclinal ←
- 3e étape : Le phénomène s'accroît ←←, il y a laminage du contact encaissant - éruptif (cf. p. 95). La charnière synclinale se brise au niveau des quartzites. Les micaschistes sus-jacents se plissent fortement (Planche XXIII, fig. 3, p. 107).
- 4e étape : Du fait de la cassure de la charnière synclinale, la résistance diminue et le phénomène prend son extension maximale ←←← avec déplacement vers l'Ouest du

# SCHEMA EVOLUTIF

Pl. XXIII

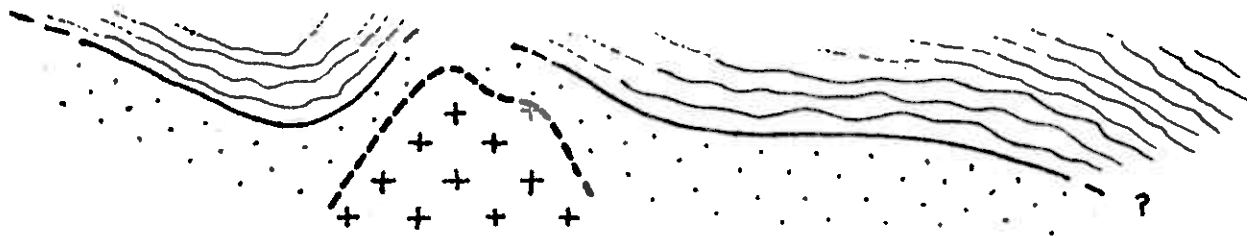


Fig 1

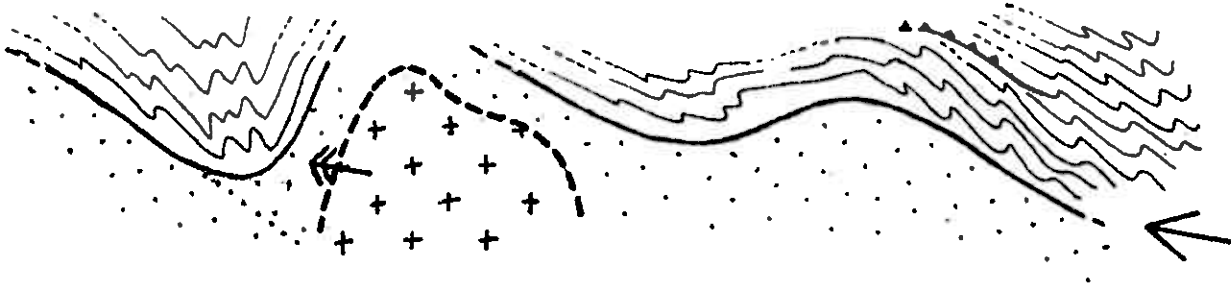


Fig 2

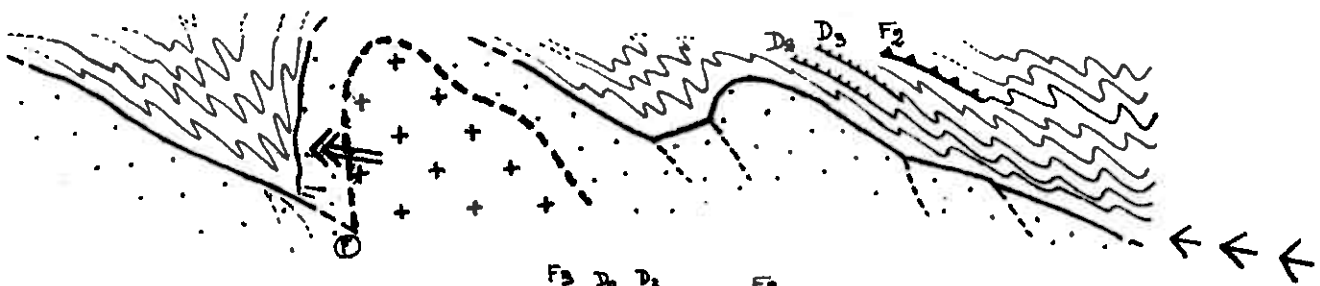


Fig 3

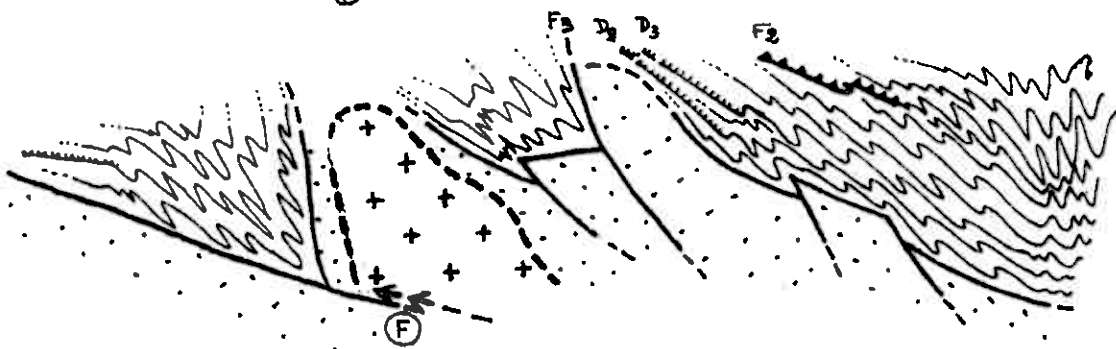
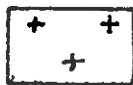
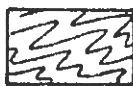


Fig 4

## Légende:



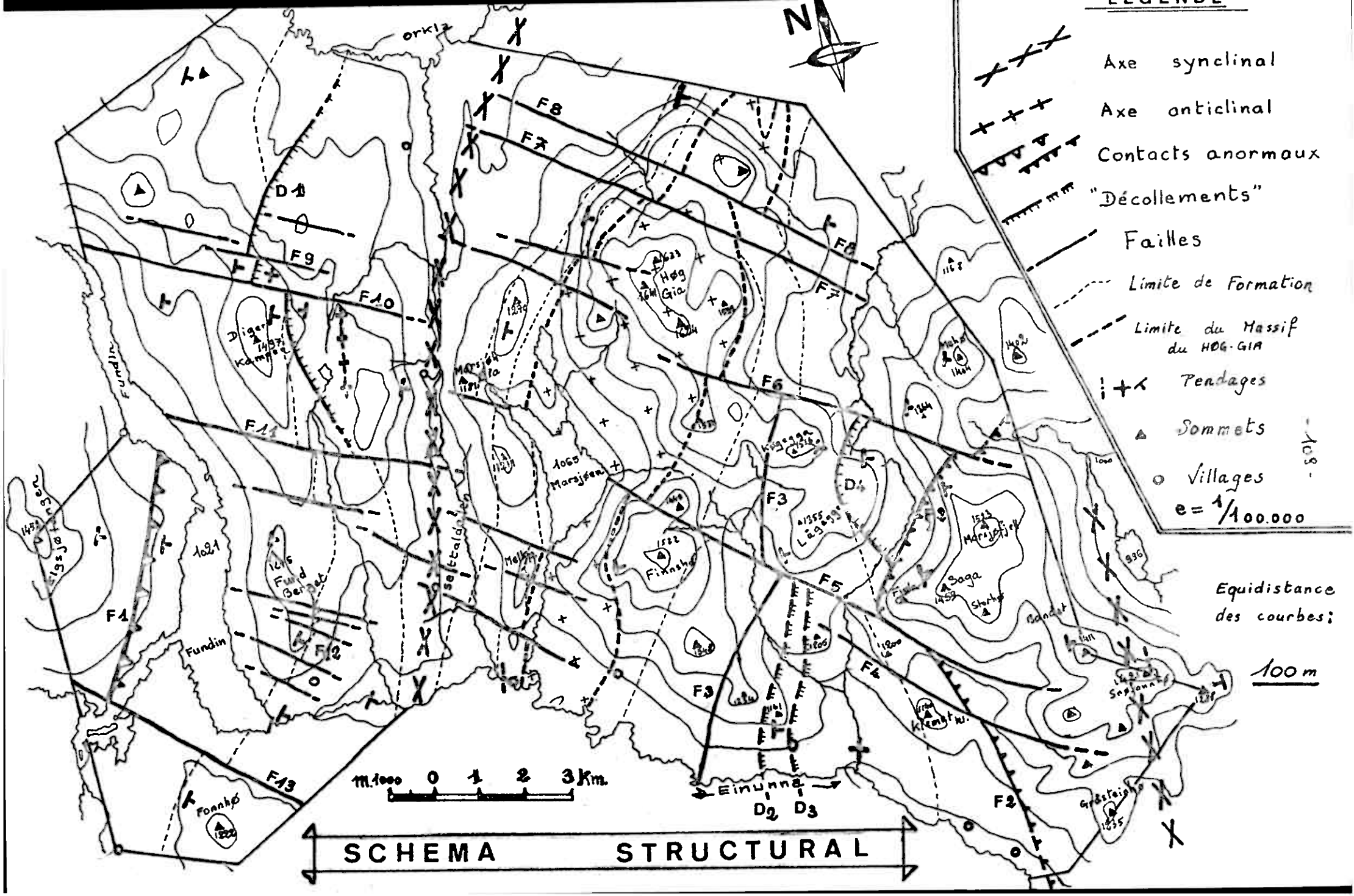
MASSIF DIORITIQUE



MICASCHISTES des séries supérieures  
(Formation du Melkampan → Saga)



ROCHES à caractères QUARTZITIQUES  
(Formation du Fundin)



PLAN de SITUATION

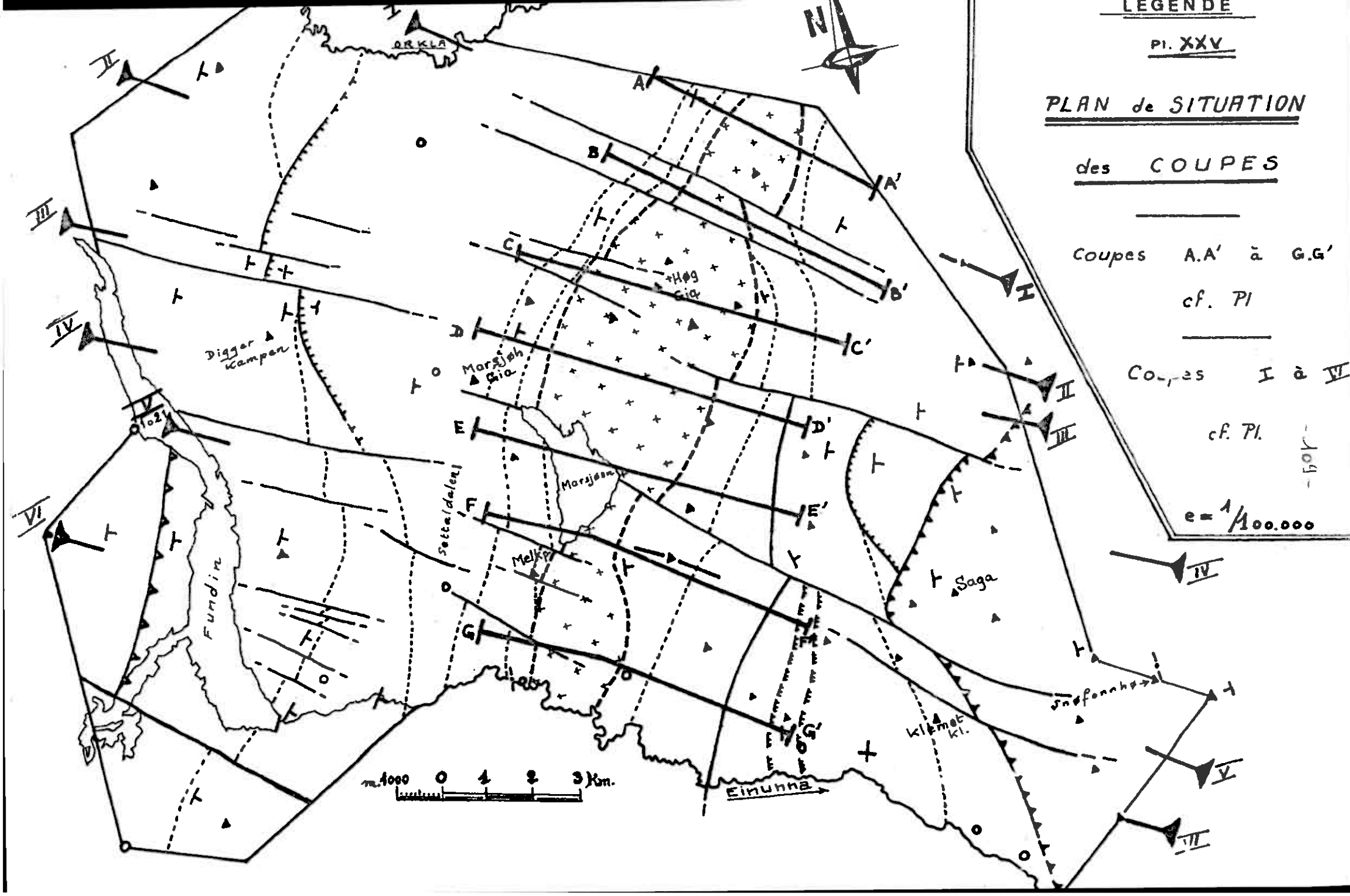
des COUPES

Coupes A.A' à G.G'  
cf. Pl.

Coupes I à VI  
cf. Pl.

$e = 1/100.000$

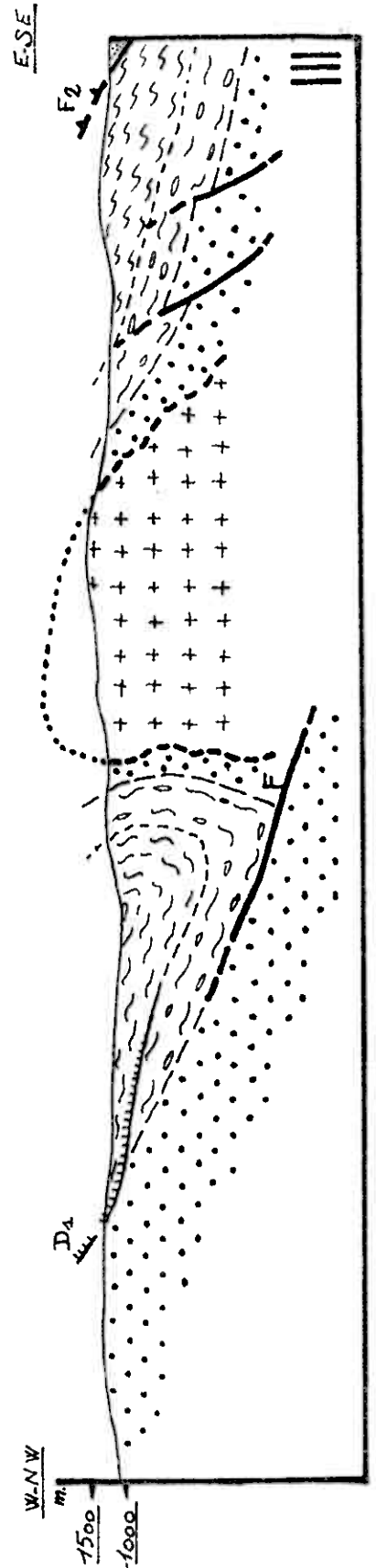
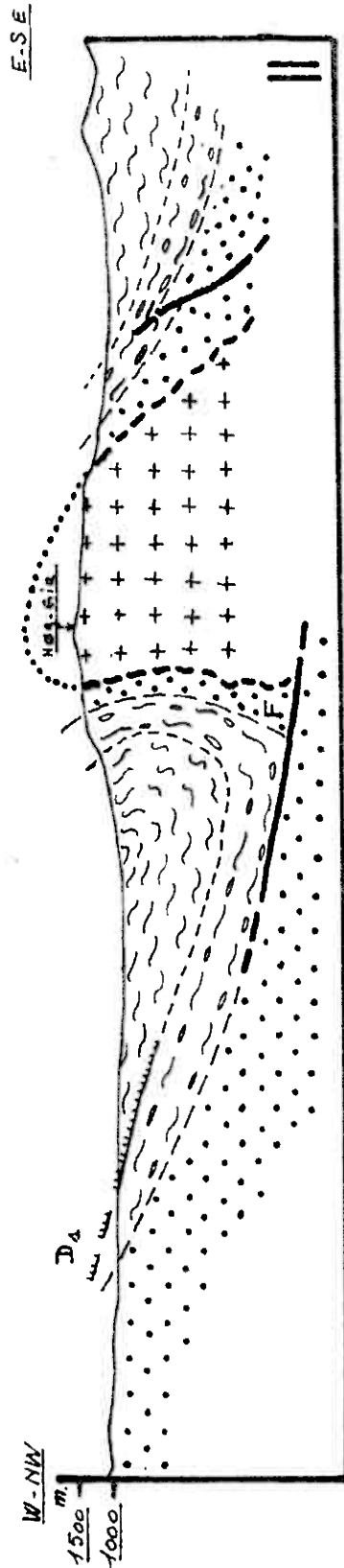
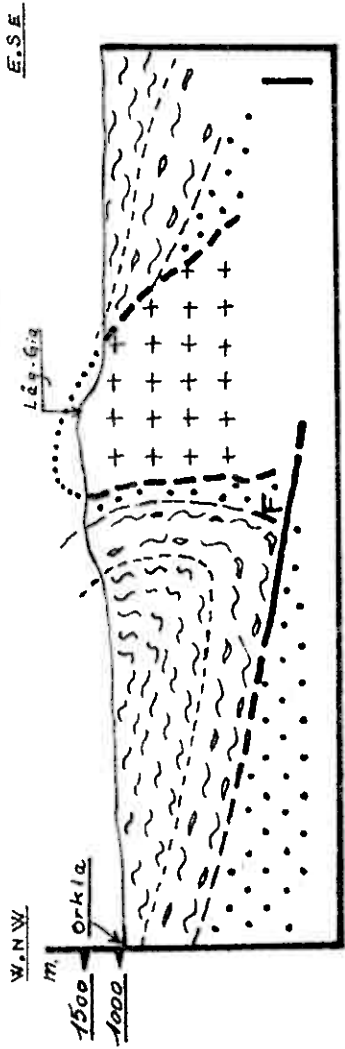
-504-



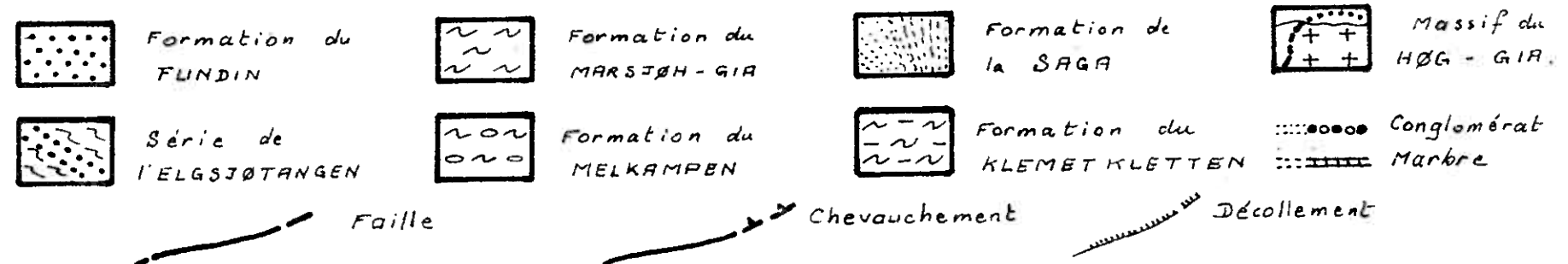
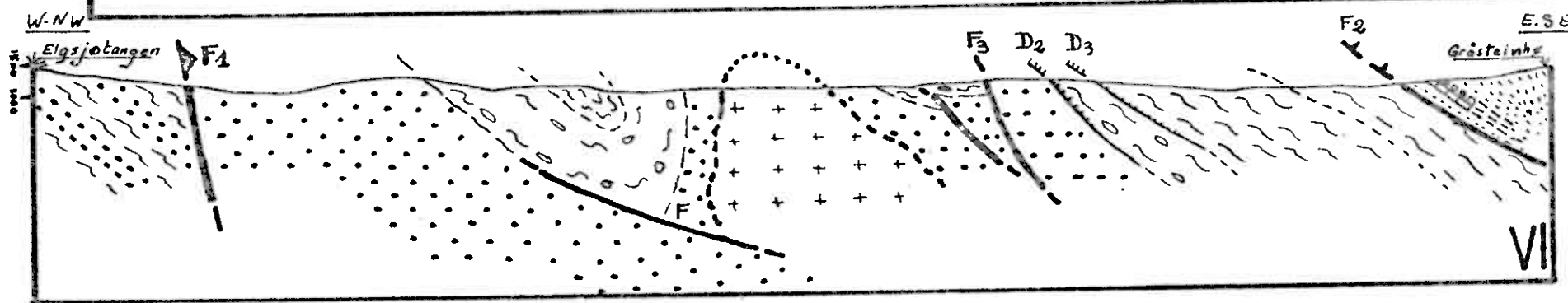
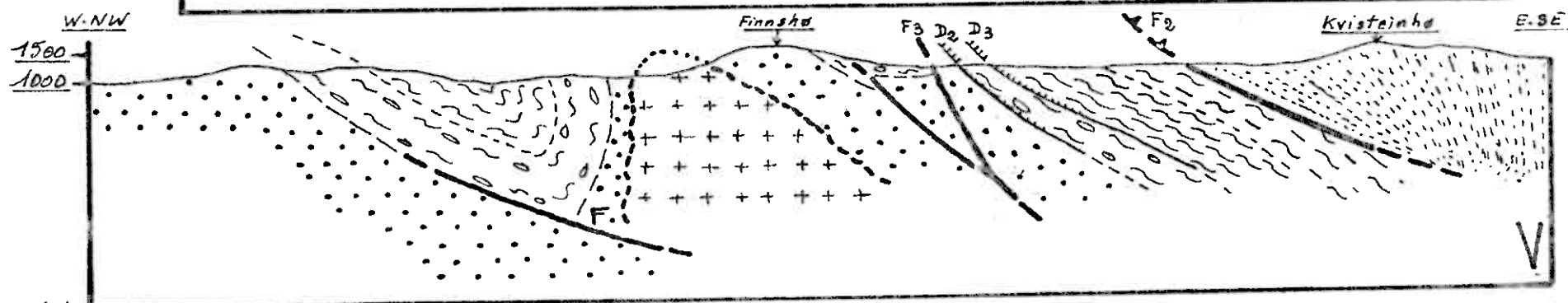
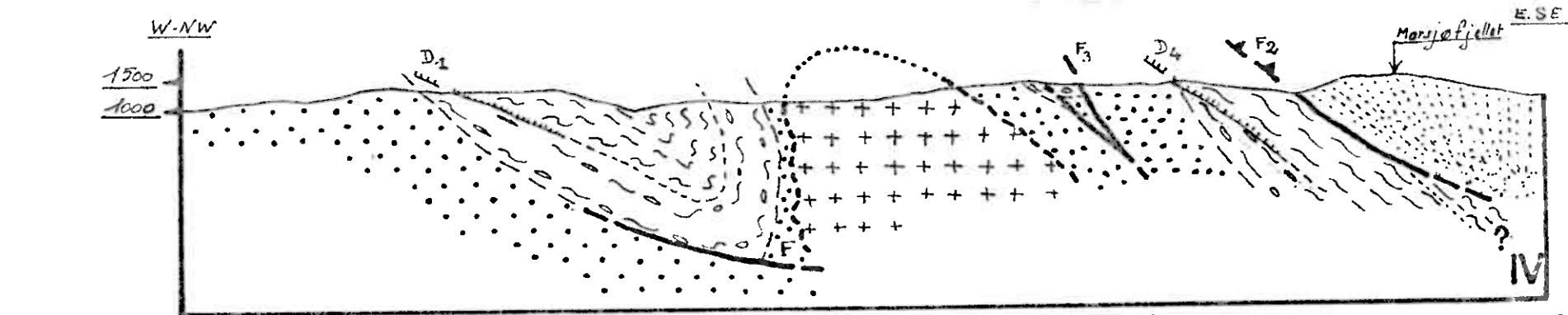
Coupes géologiques I, II, III

Echelle = 1/100 000

H x 1



Légende: cf Pl XXVI.B



panneau quartzitique, plissement intense des schistes des séries supérieures qui se "décollent" et chevauchent localement ( $D_1$ ) (planche XXIII, fig. 4, p. 107).

+

+        +

## V - ESSAI D'INTERPRETATION REGIONALE

-----

### HISTOIRE GEOLOGIQUE POSSIBLE

-----

A la fin de ce chapitre consacré à l'analyse structurale, nous avons estimé nécessaire de replacer notre terrain dans le contexte géologique régional, en relatant brièvement quelques épisodes plausibles de l'histoire géologique locale.

#### 1°) Les sédiments anté-intrusion

A l'intérieur de la "fosse géosynclinale calédonienne", terme employé par F. Ellenberger, se sont déposés, certainement au Cambrien (D. Roberts, 1968) ou à l'Ordovicien inférieur (?), des sédiments, dans l'ensemble grésopélitiques, correspondant aux séries du Trondheim.

#### 2°) Origine et mise en place du massif dioritique

Au Caradoc, la diorite se met en place (446 M.A., cf. datation géochronologique) dans la couverture "cambro-ordovicienne",

certainement à l'occasion de la phase taconique⁽¹⁾.

Sans pouvoir préciser l'âge de la mise en place des gabbros, nous savons cependant qu'elle est antérieure à la venue dioritique ; on connaît d'ailleurs, dans le Nord de la Norvège, des venues de gabbros datées : 530 M.A. (I. Pringle & B.A. Sturt, 1969). L'intrusion des diorites dans les formations gréso-pélitiques s'accompagne sans doute d'un métamorphisme de contact, se traduisant par la présence de cornéennes. Celles-ci ont évidemment perdu leur faciès originel, car elles ont été reprises par un métamorphisme et une tectonique post-intrusion.

### 3°) Evènements postérieurs

#### a) Métamorphisme général

Les dépôts originels ont peut-être déjà subi un certain métamorphisme avant la venue magmatique, mais aucune preuve ne vient étayer cette supposition, et si le métamorphisme accompagnait l'intrusion dioritique, il y aurait certainement eu des réactions entre les deux phénomènes ; or on ne remarque rien de ce genre. Ainsi, les phases métamorphiques décrites⁽²⁾ peuvent se rapporter au métamorphisme général qui est très certainement post-intrusion.

#### b) Tectonique générale

Nous avons vu que le métamorphisme est de type polyphasé en relation avec des phases tectoniques.

Donc, des efforts tectoniques importants, ayant laissé des traces nettes, se sont produits après la venue dioritique. De plus, n'ayant pas d'argument à opposer aux idées traditionnelles, la tectonique de nappes s'est faite également après l'intrusion (l'âge de la mise en place des nappes a été évalué à 384 - 420 M.A. En certains endroits, elles ont recouvert du Silurien supérieur non métamorphique).

---

(1) Les microplis graphiteux inclus dans la biotite de phase métamorphique 1 sont peut-être dus à cette phase.

(2) L'âge de la rétro-morphose finale (notre troisième phase métamorphique) peut correspondre avec la datation du métamorphisme, évaluée à 363 M.A.

La masse dioritique a du jouer d'une manière disharmonique à l'intérieur de la nappe ; les contacts éruptifs encaissants ont été laminés. Le massif s'est allongé dans le sens général des structures, se faisant ainsi le reflet de la plupart des zones magmatiques du bassin de Trondheim, qui montrent un étirement semblable.

Les nappes se sont déplacées en emmenant avec elles une partie de leurs structures, avant d'atteindre leurs positions actuelles, entre autres le bassin de Trondheim.

### c) Tectonique régionale

Les roches ainsi mises en place subissent de nouvelles déformations engendrées par la tectonique dite de bassin. Celle-ci se manifeste essentiellement par des serrages entraînant la formation de failles importantes, atteignant le socle ( $F_1$  et l'accident du Gruvkletten), et des déversements des terrains allochtones vers l'extérieur de la fosse. Les failles détermineraient donc dans les roches quartzitiques éocambriennes sous-jacentes à nos régions, d'importants panneaux jouant plus ou moins indépendamment les uns des autres. Les formations cambro-siluriennes plus micaschisteuses voient leur tectonique influencée par l'existence de ces plaques rigides. Ainsi, alors qu'on assiste à des déversements accompagnés d'écaillages sur les bords du bassin de Trondheim (P. Mosson et G. Quesnel, 1970), le centre de la fosse pourra présenter des effets plus curieux, irréguliers (rétrocharriages par exemple).

+

+

+

DEVONIEN

363 →

Rétromorphose (*Métamorphisme rétrograde*)

Tectonique de bassin

384 →  
3952^{ème} Phase  
tectonique

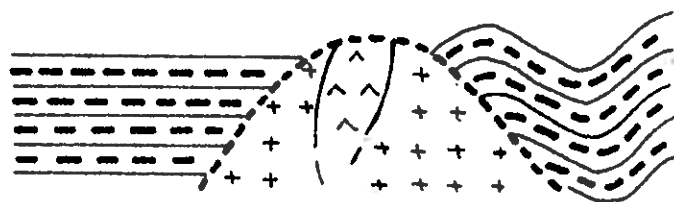
420 →

2^{ème} Phase  
métamorphique

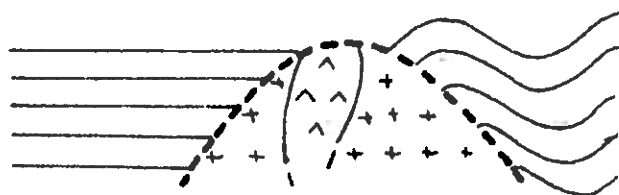
SILURIEN

1^{ère} Phase  
tectonique

430

1^{ère} Phase  
métamorphique

ORDOVICIEN

446 →  
CaradocIntrusion acide  
(Phase tectonique?)

← 500

CAMBRIEN

530 →

Séries originelles  
+ gabbros

## VI - CONCLUSIONS

-----

Ce chapitre, destiné à l'analyse structurale, avait essentiellement pour but de décrire puis d'interpréter une tectonique complexe et ancienne.

Nous avons successivement présenté les unités structurales importantes de notre terrain :

le synclinorium de Settdalen à l'Ouest

le coeur anticlinal magmatique du Høg-Gia au centre

le monoclinale du Finnshø-Lägegga à l'Est

le synclinorium du Snøfonnshø dans la partie extrême-orientale

Puis nous avons différencié les accidents tectoniques en chevauchements majeurs et mineurs, en décollements et en décrochements.

Dans une troisième étape, nous avons mis en évidence des styles tectoniques différents : rigide et cassant pour la formation quartzitique basale, plus souple, avec décollements, pour les mica-schistes des séries supérieures. Nous avons également donné ici un schéma évolutif de l'ensemble du terrain.

Enfin, nous avons proposé un essai de l'histoire géologique régionale en essayant d'y intégrer les faits relatifs à notre région.

Ceci paraîtra certainement ambitieux, peut-être téméraire, mais nous pensons qu'étudier une Parcelle d'un Tout sans avoir au moins une fois tenté de la replacer dans son contexte général, est une position peut-être prudente, mais combien routinière et facile.

---

Style tectonique "souple"



Fig. 1

Pliis dans des niveaux  
graphiteux  
- Cas particulier de la  
Formation du Fundin -

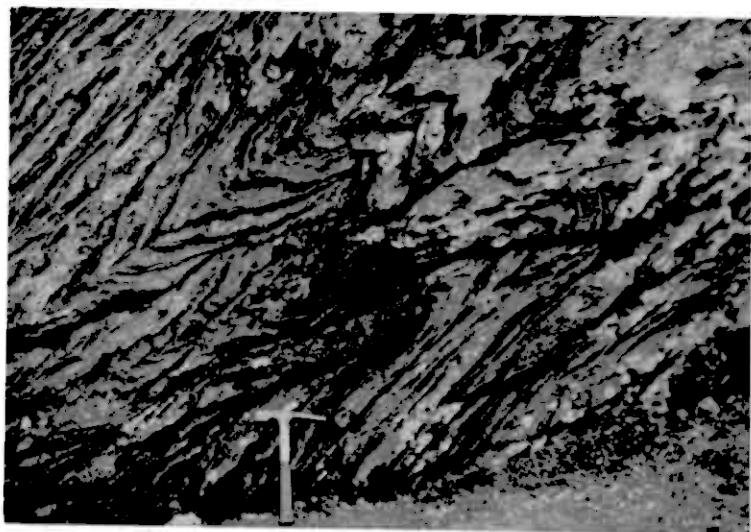


Fig. 2

Pliis isoclinaux dans  
la formation du  
Marsjøh-Gla  
(Sud du Mehø)

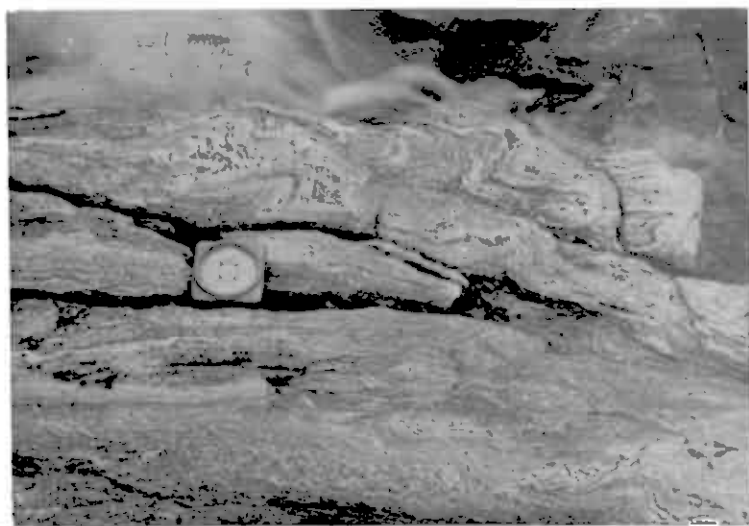


Fig. 3

Micropliis dans la  
formation du Marsjøh-  
Gla  
(rivière Raab K.)

Style tectonique "souple"



Fig. 1

Pli métrique dans la  
formation de la Saga

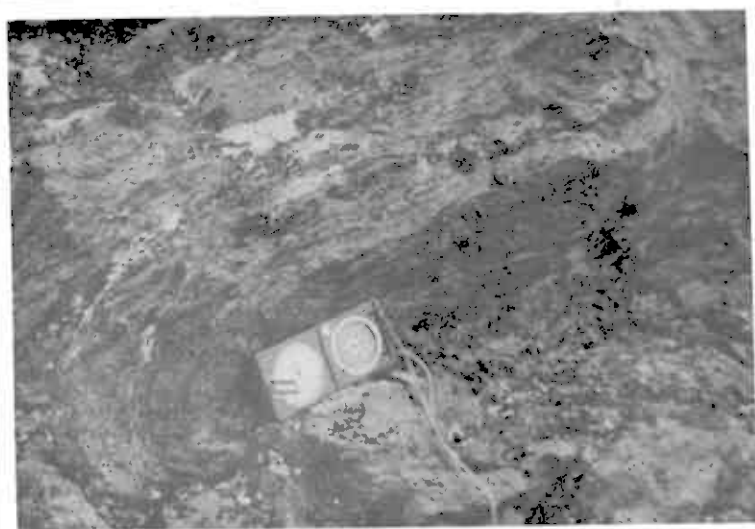


Fig. 2

Charnières de micro-  
plis  
(formation de la Saga)



Fig. 3

Microplis  
(formation de la Saga)

LE QUATERNAIRE

APPLICATIONS

P L A N       D ' E T U D E

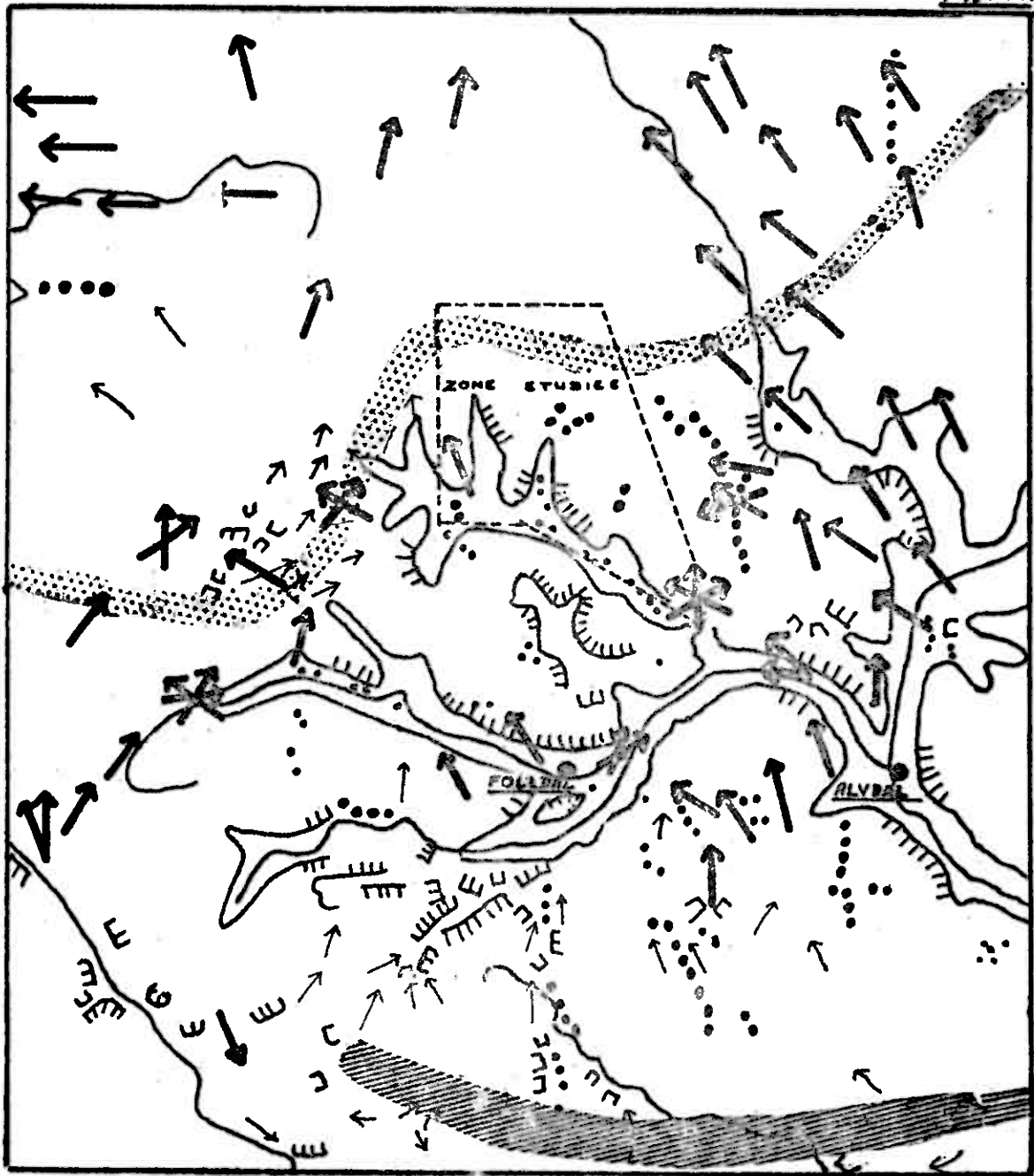
-----oOo-----

I - Le Glaciaire

- A - La morphologie glaciaire issue de l'  
érosion
- B - Les dépôts glaciaires

II - Applications

- A - Utilisation des dépôts glaciaires
- B - Le barrage du Fundin



# Carte du Glaciaire de la région de FOLLIDAL

Extrait de "GLACIAL MAP OF NORWAY"

O. HOLTEDAHL - OSLO - 1960  
B.G. ANDERSEN

km: 0 10 20 30 40

## LEGENDE:

-  : Glacial striae
-  : Eskers
-  : Lateral drainage channels  
stream - terraces, ....
-  : Shore-lines inner margin of ice-dammed  
lake - terraces, ....
-  : Supposed margin of  
ice-dammed lakes
-  : Present water-divide
-  : Supposed position of  
ice-divide during last  
phase of glaciation

## I - LE GLACIAIRE

-----

Quand on sait que les glaciers occupent encore aujourd'hui environ 6.000 km² en Scandinavie, on comprend aisément que leur rôle a été, et est toujours, considérable, tant au point de vue érosion qu'accumulation.

La morphologie actuelle est fortement marquée par l'empreinte glaciaire.

Les dépôts quaternaires laissés par les glaciers sont très importants dans la géologie scandinave de par leur abondance et leur variété.

La planche XXX, p. 121, reprise de "Glacial Map of Norway" (O. Holtedahl and B.G. Andersen, 1960) synthétise les principales observations sur les événements glaciaires de la région de Folldal.

### A - LA MORPHOLOGIE GLACIAIRE ISSUE DE L'ÉROSION

+ Il est évident que l'érosion glaciaire s'est développée différemment en fonction de la lithologie. Ainsi, les sommets importants de notre terrain sont formés, soit de roches magmatiques (Høg-Gia, 1643 m, Läg-Gia, 1452 m), soit de quartzites (Diggerkampen, 1493 m, Finnshøg, 1522 m, Kjøgegga, 1512 m). Les zones micaschisteuses, plus tendres, ont été davantage érodées. On retrouve ce fait dans l'aspect général de la région. Vers le Sud, les sparagmites (quartzites) formant l'imposant massif des Rondanes, culminent en sommets aigus, vers 2500 m d'altitude. Au Nord, les formations micaschisteuses du Trondheim présentent un relief mou, nivelé entre 1500 et 1600 m.

+ Un autre aspect de la morphologie glaciaire est la vallée dite en U. Elle prend ici une forme très évasée, sa largeur est importante par rapport à la hauteur des "flancs", et le fond est plat. Ce type morphologique n'est toutefois pas caractéristique

de la région qui a été surtout recouverte par des glaciers, type Inlandsis.

## B - LES DÉPÔTS GLACIAIRES

Ils apparaissent sous divers aspects dont les plus typiques sont :

- les blocs erratiques
- les dépôts de type argile à blocs
- les dépôts de terrasses.

### 1°) Les blocs erratiques

Remarquables par leur abondance, ils sont de taille très variable, atteignant parfois des dimensions assez importantes. Leur nature également très variée dénote des origines plus ou moins lointaines. Les plus gros éléments sont cependant issus de nos formations, principalement des micaschistes à amphibole et lits carbonatés.

### 2°) Les dépôts de type argile à blocs et les terrasses

(cf. planche XXXI, p. 124)

Leur étude est fort délicate à aborder, du fait que les coupes fraîches sont rares. Elles se rencontrent presque uniquement à la faveur d'interventions humaines ; les excavations pour travaux routiers, étant les plus fréquents.

Les dépôts sont, dans l'ensemble, plus grossiers que dans les grandes terrasses des vallées importantes (par exemple la terrasse de Grismoen dans la vallée de la Folla).

Nous avons eu l'occasion d'assister à la remise en état de la "route" de la vallée de l'Eiunna, et par là même, la possibilité d'observer des "affleurements frais" dans ces dépôts glaciaires.

- Dépôts, type argiles à blocs (cf. planche XXXI, p.124,F.1)  
Il s'agit surtout de matériaux grossiers très hétérométriques

Planche XXXI

Dépôts glaciaires



Fig. 1

Terrasses glaciaires  
superposées  
Flämmsaetra



Fig. 2

Dépôts glaciaires  
grossiers

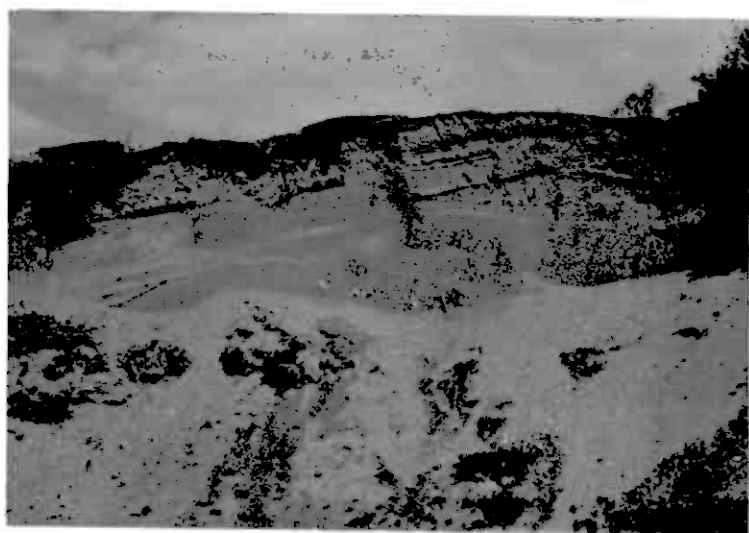


Fig. 3

Dépôts glaciaires fins

(blocs, galets, graviers), emballés dans une matrice argileuse, ou argilo-sableuse, parfois fort réduite, mais généralement importante en surface (argiles superficielles). Le terrain est ainsi rendu imperméable, d'où les nombreux marécages de cette région.

- Les terrasses (fluvioglaciaire) (cf. pl. XXXI, p.124, fig.2&3) Les matériaux sont dispersés en lits plus ou moins parallèles, et on peut discerner un certain granuloclasement. Les éléments sont plus petits (cailloutis) que dans le type décrit ci-dessus.

On trouve également des dépôts fins, sableux, avec des lentilles argileuses, présentant des stratifications "torrentielles".

Il existe, dans la partie tout à fait Sud occidentale de notre terrain (vers Flämsaetra), une série de terrasses superposées. On y relève au moins 5 niveaux importants. Ce phénomène est sans doute lié aux "Ice dammed lakes" dont il est fait mention dans la "Glacial Map of Norway" (Geology of Norway, N.G.U. 208, 1960).

- La région est parsemée de lacs naturels ayant pratiquement tous une origine glaciaire. L'imperméabilité du sol est évidemment un critère favorable.

+

+

+

## II - APPLICATIONS

-----

### A - UTILISATION DES DEPOTS GLACIAIRES - TECHNIQUE ROUTIERE

+ Pour la construction des routes et des chaussées, le Glaciaire est abondamment utilisé. Les matériaux se trouvent sur place et sont donc facilement exploitables.

Le soubassement de la route est fait de matériaux grossiers, sur lesquels on étend une couche, dite de roulement, constituée par les dépôts fins.

+ De telles voies de communications sont très sensibles à la circulation des eaux de surface (argiles imperméables) et il est nécessaire de faire un effort important en ce qui concerne le drainage.

Il est évident que l'entretien de ce type de routes est un problème beaucoup plus simple à traiter que celui concernant les voies goudronnées.

La technique de remise en état consiste à "peigner" la route avec un large râtelier pesant, puis de reprendre le matériel ainsi décollé par des apports frais ; enfin, on compacte le tout après épandage d'une solution saline nécessaire à la tenue du revêtement.

Les résultats obtenus par cette méthode sont assez satisfaisants pour les portions droites, mais dans les virages, on note rapidement l'apparition de "tôle ondulée".

### B - LE BARRAGE DE FUNDIN (cf. planche XXXII, p. 129)

Durant notre séjour, nous avons assisté à la fin de la construction, puis à la mise en eau d'un barrage sur l'Eiunna.

Nous profitons de ce travail pour apporter quelques renseignements sur cet ouvrage dont le but essentiel est de régulariser le cours de l'Eiunna. Quelques précisions concernant le régime pluviométrique de la région sont proposées (à titre indicatif) en fin de chapitre.

Le barrage est implanté au Sud-Ouest de notre terrain, vers Døllisaetra. Il donne lieu à une retenue artificielle (lac Fundin) de 13 km de long et d'une superficie de 10 km², avec un volume approchant les 66.000.000 de m³.

C'est un barrage masse avec voile étanche argileux. Il est construit sur la formation de Melkampen. Le déversoir de crue est ancré sur des micaschistes plus quartzitiques et beaucoup plus massifs et homogènes, que sur le sommet où nous les avons définis. Le creusement du canal de dérivation (devenu canal de fuite) a nécessité des travaux énormes ; l'excavation, effectuée à cet effet étant d'une taille remarquable. Les matériaux extraits constituent à présent le parement rocheux de l'ouvrage.

La longueur totale de la digue est de 440 m, la largeur est de 5 m au sommet et de 65 m à la base ; la hauteur est proche de 20 m.

Le cubage des matériaux nécessaires à la construction est évalué à 100.000 m³ (chiffre approximatif).

Nous avons obtenu quelques renseignements relatifs à l'étude géologique préliminaire.

Nous nous devons de remercier à cet effet l'entreprise "Glommens og Laagens - Brukseierforening" d'Oslo qui nous a fourni gracieusement quelques indications relatives aux terrains rencontrés :

"rock : Mica schists containing quartz. Dip 70-80° NW, strike NE. Very pronounced schist structure, though regular and without noticeable foldings. Some zones, rich in mica, are strongly weathered.

Soils : Mainly silty to sandy moraine (glacial till) with scattered boulders. Dry density in situ would be around 2, 10 g/cm³, the permeability coefficient is ranging from 1-100. 10⁻⁸ cm/sec. The maximum measured thickness of moraine at the site is appr. 9 metres."

Le rôle de cet ouvrage est donc de régulariser le cours de l'Eiunna afin d'entretenir un débit relativement constant dans la rivière pour l'alimentation continu d'une station électrique en aval.

Nous n'avons, malheureusement, que peu d'informations relatives aux débits de l'Eiunna (7 rapports hauteur/débit, au niveau du barrage, variant entre 1,2 et 7 m³/s ; portés sur un graphique, à échelle bilogarithmique, ils s'alignent suivant une droite).

Pour étudier la pluviosité de cette région, nous proposons, sous forme de tableau, les relevés pluviométriques et nivométriques (traduits en hauteur de lame d'eau) des 5 dernières années, de trois stations⁽¹⁾. Ces chiffres proviennent de pluviomètres formant les sommets d'un triangle dont le centre serait notre terrain. Ils sont situés :

- au Sud : Folldal (0910)
- à l'Ouest : Kongsvoll (6390)
- au Nord-Est : Blanktjernmoen (0987).

Cette zone apparaît comme peu pluvieuse. Elle possède un climat océanique froid, à tendance subarctique, certainement influencé par l'altitude.

(cf. tableau page suivante)

---

(1) Chiffres communiqués aimablement par le "Norske Meteorologiske Institutt" que nous remercions ici.

Barrage du Fundin



Fig. 1

Vue générale  
(en construction)



Fig. 2

Barrage mis en eau



Fig. 3

Canal de fuite et  
soubassement rocheux

Relevés pluviométriques et nivométriques  
Monthly totals and normals in millimeters

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	° Ar	Nei	Tot
Folldal															
1966	9	17	17	5	26	26	122	76	34	30	14	39	415	170	585
1967	19	13	18	6	43	43	37	49	33	52	24	45	382	150	532
1968	17	16	13	9	46	32	52	10	28	34	17	16	290	150	440
1969	15	5	10	32	19	19	54	49	51	40	33	1	328	150	478
1970	4	11	23	22	3	19	111	10	48	23	23	12	309	150	459
Normals (1901-30)															
	21	9	12	10	15	43	50	77	27	22	29	16	331		
Blanktjernmoen i Kvikne															
1966	17	20	29	8	23	17	94	69	48	28	11	42	406	280	686
1967	27	27	16	14	40	53	44	52	27	56	28	45	429	390	819
1968	22	16	18	10	48	31	22	34	31	25	21	18	296	310	606
1969	16	6	9	28	22	6	62	34	59	43	39	7	331	260	591
1970	15	17	27	16	15	14	126	16	75	53	34	26	434	300	734
Normals (1901-30)															
	30	24	25	19	28	53	68	79	47	37	31	29	470		
Kongsvoll															
1966	13	25	24	9	37	37	105	72	68	38	8	60	496	170	666
1967	33	39	44	26	55	30	44	78	31	65	36	87	568	260	848
1968	29	24	46	12	33	42	21	18	42	50	22	12	351	280	631
1969	26	9	17	26	25	15	51	63	49	51	44	3	379	220	599
1970	6	14	14	24	10	39	110	21	43	43	33	17	374	210	584
Normals (1901-30)															
	32	28	23	15	25	42	64	80	41	33	38	31	452		

°  
Ar = total pluviométrique pour l'année

Nei = équivalence en eau de la couche de neige

Tot = total des précipitations pour l'année

## CONCLUSIONS

+ Le but de ce travail était d'établir une base géologique dans la région septentrionale de Folldal. Pour ce faire, nous avons été amenés à étudier :

- La lithologie de l'ensemble du Gula Schist Grup. A la base, nous avons reconnu une série essentiellement détritique, représentée par les quartzites micacées de la formation du Fundin. Puis une série pélitique "conglomératique" (micaschistes de la formation du Melkampen) fait transition avec les formations micaschisteuses du Marsjøh-Gia et du Klemetkletten, plus riches en amphiboles et en carbonates. Séparée par un contact anormal, des formations sus-citées, nous trouvons la formation de la Saga, à nouveau gréso-pélitique. Un marbre et un conglomérat semblent y être liés. Nous avons également mis en évidence des lentilles d'amphibolites et des filons de métatrondheimites.

- Le massif de roches éruptives du Høg-Gia. Ce massif, daté par des mesures géochronologiques ( $446 \pm 16$  M.A.) s'avère composé essentiellement de diorites quartzites voisinant avec quelques gabbros, et non de trondheimites (s.s.). Les diverses observations (terrain, lames minces et géochimie) semblent nous permettre d'affirmer que ce sont deux magmas distincts qui ont donné naissance aux différentes catégories de roches. La mise en place des gabbros est certainement antérieure à l'intrusion dioritique.

- Le métamorphisme des séries micaschisteuses. L'ensemble des associations minérales observées situent le terrain dans le Greenschist facies (sub-faciès B 1-2 et B 1-3 de Winkler), tout en ayant peut-être atteint, localement, la limite du faciès Almandin - Amphibolite (B 2-1). Ce métamorphisme possède les caractères polyphasés mis en évidence, à l'Est du terrain, au cours d'études antérieures (P. Mosson et G. Quesnel, 1970).

- La tectonique. Nous avons ainsi reconnu les grandes lignes des structures, et nous avons pu distinguer deux styles tectoniques différents : cassant pour les roches quartzitiques, plus souple pour les formations

micaschisteuses. Nous avons, ensuite, proposé un schéma évolutif du terrain, suivi d'un essai interprétatif de l'histoire géologique régionale.

+ Les diverses études et observations effectuées se sont concrétisées sous la forme d'une carte géologique au 1/25.000 que nous avons voulu aussi claire que possible. En particulier, nous y avons noté les zones d'affleurements effectivement rencontrées.

+ Enfin, un dernier chapitre a été consacré à un survol, peut-être rapide, des dépôts quaternaires, ainsi qu'à quelques "remarques" touchant de plus près la géologie appliquée.

+

+

+

Après ces premières études, nous pensons que ce travail devrait être prolongé,

- par une étude pétrographique, géochimique et géochronologique des différents massifs éruptifs, principalement au sein du Gula Schist Grup, afin de déterminer leur nature et leur âge.

"Il ne s'agit pas d'une simple évolution du basique à l'acide, mais d'un processus à répétition et épisodes multiples" ( Raguin, 1970).

- par une étude plus complète (géochimie) des paragenèses métamorphiques, afin de tenter d'expliquer l'absence de minéraux caractéristiques.

- par une étude microtectonique minutieuse, afin de faire les liaisons possibles entre les macrostructures et les microstructures non seulement dans nos formations, mais aussi dans les terrains avoisinants.

---

Analyses chimiques complémentaires

Ces 7 analyses chimiques (6 micaschistes et 1 amphibolite) sont données à titre indicatif. Nous n'avons pu les exploiter correctement car elles nous sont parvenues après la frappe de ce mémoire.

Analyse	Echantillon	Provenance
G 6668	Y 9	Micaschiste de la formation du Klemetkletten
G 6669	G 62	Micaschiste de la formation du Marsjøh-Gia (Ouest intrusion)
G 6670	C 64	Schiste vert de la formation de la Saga
G 6671	A 65	Micaschiste de la formation du Melkampen
G 6673	C 60a	Séquence amphibolitique de la formation de la Saga
G 6674	C 60m	Séquence micaschisteuse de la formation de la Saga
G 6677	X 8	Micaschiste de la formation du Marsjøh-Gia (Est intrusion)

	G 6668	G 6669	G 6670	G 6671	G 6673	G 6674	G 6677
SiO ₂	63,00	58,70	47,80	64,60	72,50	75,00	56,60
Al ₂ O ₃	12,50	12,20	16,00	13,95	10,45	10,50	16,20
Fe total	7,56	5,07	9,39	6,24	4,87	5,19	7,03
MnO	0,10	0,08	0,15	0,07	0,14	0,07	0,07
MgO	6,87	3,67	8,70	3,63	2,38	2,77	5,41
CaO	2,89	10,06	11,27	3,19	5,27	1,48	4,28
Na ₂ O	1,52	2,35	2,47	1,67	1,69	1,88	2,85
K ₂ O	2,01	1,41	0,94	2,75	0,74	1,68	3,39
TiO ₂	0,77	0,65	0,85	0,90	0,82	0,92	0,86
P.F.	1,87	6,00	1,16	1,79	0,56	1,03	1,60
total	99,09	100,19	98,73	98,79	99,42	100,52	98,29
Ba	289	188	20	564	20	262	467
Co	39	23	64	24	15	25	24
Cr	≈1000	351	559	265	435	461	210
Cu	74	143	85	71	258	91	104
Sr	142	334	178	167	114	129	256
V	129	103	292	130	95	95	130
Ni	343	105	219	47	77	83	63

A l'issue de ce mémoire, nous saisissons l'occasion qui nous est offerte ici pour remercier toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cet ouvrage.

C'est d'abord à toi, Michel ROLLET, que va toute notre reconnaissance. Tu nous a confié ce travail en sachant bien que les difficultés rencontrées ne pourraient se résoudre qu'en te faisant perdre un temps ô combien précieux. Nous avons toujours trouvé ta porte ouverte, et sur le terrain tu as été un conseiller amical. Trouve ici le Remerciement que tu mérites.

Nous remercions la Folldal-Verk et bien entendu son géologue, Monsieur H. HEIM, qui a toujours fait son possible pour faciliter nos séjours en Scandinavie, et dont les suggestions nous ont été précieuses.

Que tous les membres de la R.C.P. 193 trouvent ici l'expression de notre reconnaissance. Avec eux, au cours des réunions périodiques, nous avons appris ce qu'était effectivement une recherche en équipe.

Notre profonde gratitude va au C.R.P.G. de Nancy, en particulier à Monsieur H. DE LA ROCHE, pour nos analyses chimiques et Messieurs LEUTWEIN et SONET, qui se sont chargés de la géochronologie.

Merci également à Madame N. VATIN-PERIGNON et au Laboratoire de Rayons X de la Faculté des Sciences de Grenoble, qui ont gracieusement fourni les diagrammes publiés dans ce travail.

Nos remerciements vont aussi à tous les membres du Laboratoire, en particulier Monsieur J. BULLE, Assistant, pour les heures qu'il nous a consacrées, Mademoiselle C. CHARNAY, chez qui la compétence dactylographique n'a d'égale que la gentillesse, Monsieur J. PEGUENET, qui a contribué à la réalisation matérielle de ce travail, Monsieur C. TRUCHE, qui nous a aidé dans la confection de nos nombreuses lames minces.

Notre reconnaissance va également à C. NARDIN, qui s'est chargé de nombreux travaux photographiques.

Merci également aux camarades du Grenier qui ont participé à la réalisation finale.

Nous ne terminerons pas sans dire "Mange Takk" aux quelques personnes qui nous ont toujours réservé le meilleur accueil au hameau de Døllisaetra.

LISTE DES AUTEURS CONSULTÉS

-----o0o-----

- BARRIERE M. (1970)  
La trondjheimite de Douarnenez (Massif Armoricaïn).  
*Thèse de 3e cycle*, 167 p., Paris.
- BERTHOMIER C., MAILLOT J., MOSSON P., QUESNEL G. & ROLLET M. (1970)  
Aperçu géologique sur la région orientale et septentrionale de Folldal (Sud Trondheim, Norvège).  
*Bull. Féd. Soc. Hist. Nat. Franche-Comté*, t. LXXII, N.S., n° 1.
- BERTHOMIER C., MAILLOT J., MOSSON P., QUESNEL G. & ROLLET M. (1971)  
Essai de corrélations lithostratigraphiques et structurales dans la série géosynclinale calédonienne du Nord - Folldal - Trondheim méridional - Norvège.  
*C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, Paris (à l'impression).
- BERTHOMIER C., MAILLOT J. & ROLLET M. (1971)  
Etude du massif de roches éruptives du Høg-Gia Nord-Folldal - Trondheim méridional - Norvège.  
*Sciences de la Terre*, Nancy (à l'impression).
- BJØRLYKKE K.O. (1905)  
Det centrale Norges Fjeldbygning.  
*N.G.U.* 39, Oslo.
- BROCH O.A. (1964)  
Age determination of Norwegian minerals up to march 1964.  
*N.G.U.* n° 228, Oslo, p. 84-113.
- CARSTENS C.W. (1919)  
Oversigt over TrondhjemsFeltets bergbygning Kgl. Vid. Selsk., Oslo, 1.
- ERNST W.G. (1968)  
Amphiboles.  
125 p. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New-York.
- ESKOLA P. (1929)  
Om mineralfacies.  
*Geologiska Föreningens i Stockholm, Förhandlingar*, T. 51, vol. 2, p. 157-172. (Traduit du suédois par A. PROST).

- Etages tectoniques (Colloque sur les) (1966).  
Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel.  
A la Baconnière, Neuchâtel (Suisse).
- GOGUEL J. (1952)  
Traité de tectonique.  
Masson & Cie Editeurs, Paris, 383 p.
- GOLDSCHMIDT V.M. (1915)  
Die Kalksilikatgneise und Kalksilikatglimmerschiefer  
der Trondhjem-Gebietes.  
*Vid. Selsk.*, Oslo, n° 10.
- GORAI M. (1951)  
Petrological studies on plagioclase twins.  
*Amer. Mineralogy*, vol. 36.
- GUSTAVSON M. (1969)  
The Caledonian Mountain Chain of the Southern Troms  
and Ofoten Areas.  
Part II. Caledonian Rocks of Igneous Origin.  
*N.G.U.*, n° 261, Oslo, 109 p.
- HEIM H. (1966)  
Die geologischen Verhältnisse um Folldal.  
*Diplomarbeit*, Mainz, 218 p.
- HEIM H. (1969)  
Die Sparagmitgrenze südlich Folldal.  
*N.G.U.* n° 258, Oslo, p. 44-62.
- HOLMSEN G. (1918-19)  
Fortsættelsen av Trondhjemsfeltets Kisdrag mot nord.  
*Norsk. Geol. Tidsskr.*, n° 5, p. 171.
- HOLMSEN P. (1943)  
Geologiske og petrografiske undersøkelser i området  
Tynset-Femunden.  
*N.G.U.*, n° 158, Oslo.
- HOLMSEN P. (1955)  
Trek av Opdalsfeltets geologiske.  
*N.G.T.*, n° 35, Oslo, p. 135-150.
- HOLMSEN P. & HOLMSEN G. (1950)  
Tynset Beskrivelse til det geologiske rektangelkart.  
*N.G.U.*, n° 175, Oslo.
- HOLTEDAHN O., BARTH F.F.W., STRAND T., etc... (1960)  
Geology of Norway.  
*N.G.U.*, n° 208, Oslo, 540 p.
- JUNG J. & BROUSSE R. (1959)  
Classification modale des roches éruptives.  
Masson & Cie Editeurs, Paris, 122 p.

- KLEINE-HERING R. (1959)  
Die Geologie des Alvdal-gebietes.  
*Diplomarbeit*, Mainz, 89 p.
- LADURON D. (1966)  
Sur les procédés de coloration sélective des feldspaths en lame mince.  
*Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. 89.
- LAFFITTE P. (1957)  
Introduction à l'étude des roches métamorphiques et des gîtes métallifères.  
Masson & Cie Editeurs, Paris, 343 p.
- LAUBARD J.M. (1953)  
Principaux types de structure des schistes cristallins.  
*Ex. Rev. Sc. Nat. d'Auvergne*.
- MARLOW W. (1935)  
Folldal-Beskrivelse til det geologiske rektangelkart.  
*N.G.U.*, n° 145, Oslo, 114 p.
- MEHNERT K.R. (1968)  
Migmatites and the origin of granitic rocks.  
Elsevier, Amsterdam.
- MOINE B. & DE LA ROCHE H. (1968)  
Nouvelle approche du problème de l'origine des amphibolites à partir de leur composition chimique.  
*C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 267, p. 2084-2087.
- MOSSON P. & QUESNEL G. (1970)  
Contribution à l'étude géologique de la région comprise entre Alvdal et Folldal (Trondheim méridional - Norvège)  
*Thèse de 3e cycle*, 103 p., Besançon.
- NIGGLI P. (1936)  
Die Magmentypen.  
*Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, 16, p. 335-399.
- PAGE N.J. (1964)  
The sulfide deposit of Nordre Gjettryggen Gruve, Folldal, Norway.  
*N.G.U.*, n° 228, Oslo, p. 217-270.
- PARFENOFF A., POMEROL C. & TOURENQ J. (1970)  
Les minéraux en grains. Méthode d'étude et de détermination.  
Masson & Cie Editeurs, Paris. 571 p.
- PEGUY Ch. P. (1970)  
Précis de climatologie.  
Masson & Cie Editeurs, Paris, 468 p.
- PRINGLE I. & STURT B.A. (1969)  
The age of the peak of the Caledonian orogeny in West Finnmark, North Norway.  
*N.G.T.*, Oslo, vol. 49, n° 4, p. 435-436.

- RAGUIN E. (1970)  
Pétrographie des roches plutoniques dans leur cadre géologique.  
Masson & Cie Editeurs, Paris. 239 p.
- ROBERTS D. (1968)  
On the occurrence of sillimanite in the Gula Schist Grup, Trondheim region.  
*N.G.T.*, Oslo, vol. 48, n° 3.
- ROBERTS D., SPRINGER J. & WOLFF Fr. Chr. (1970)  
Evolution of the Caledonides in the northern Trondheim region, central Norway.  
*Geological Magazine*, vol. 107, n° 2, p. 133-145.
- ROCHE (DE LA) H. (1967)  
Caractères chimiques généraux et classification des roches charnockitiques plutoniques.  
*Sciences de la Terre*, Nancy, t. XII, n° 3, p. 207-223.
- ROQUES J. (1953)  
Emploi de la platine universelle.  
Laboratoire de Géologie, Clermont-Ferrand, série documentation, n° 17.
- ROUBAULT M. (1963)  
Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant.  
Editions Lamarre-Poinat (Paris), 365 p.
- SPRINGER-PEACEY J. (1964)  
Reconnaissance of the Tømmerås Anticline.  
*N.G.U.* n° 227, p. 13-84, Oslo.
- STRECKEISEN A. (1965)  
Die Klassifikation der Eruptivgesteine  
*Geologischen Rundschau*, Bd. 55, p. 478-491.
- TORSKE T. (1965)  
Geology of the Mostadmarka and Selbustrand area, Trøndelag.  
*N.G.U.*, n° 232, Oslo, 83 p.
- TRÖGER W.E. (1956)  
Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale.  
Teil I. Bestimmungstabellen. 147 p., Stuttgart.  
Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung.
- TURNER F.J. & VERHOOGEN J. (1960)  
Igneous and metamorphic petrology.  
McGraw Hill book Company Inc. New-York, 2e édition, 694 p.
- TURNER F.J. & WEISS L.E. (1963)  
Structural analysis of metamorphic tectonites.  
McGraw Hill book company, Inc. New-York, 545 p.

- WEGMANN C.E. (1925a)  
Sur une déformation tardive de la chaîne calédonienne scandinave.  
*C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 213-214.
- " (1925b)  
Sur la différence minéralogique de deux phases de déformation en Scandinavie centrale.  
*C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 223-225.
- " (1925c)  
Sur le lambeau de recouvrement de la Gula (chaîne calédonienne scandinave).  
*C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 158-159.
- " (1925d)  
Note préliminaire sur le profil en long de la chaîne calédonienne scandinave.  
*C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 225-226.
- " (1925e)  
Sur les phases orogéniques de la chaîne calédonienne scandinave.  
*C.R. Somm. Acad. Sc.*, Paris, t. 180, p. 1036-1037.
- " (1925f)  
Sur une phase tardive de la chaîne calédonienne scandinave.  
*C.R. Somm. Acad. Sc.*, Paris, t. 180, p. 1281-1282.
- " (1948)  
Remarques sur le métamorphisme régional.  
*Geol. Rundschau*, 36, p. 40-48.
- " (1959)  
La flexure axiale de la Driva et quelques problèmes structuraux des Calédonides scandinaves.  
*N.G.T.*, n° 39, Oslo, p. 25-74.
- WINKLER H.G.F. (1965)  
La genèse des roches métamorphiques.  
Editions Ophrys, Gap. 188 p.
- WOLFF Fr. Chr. (1964)  
Stratigraphical position of the Gudä conglomerate zone.  
*N.G.U.*, n° 227, Oslo. p. 84-91.
- " (1967)  
Geology of the Meråker area as a key to the eastern part of the Trondheim region.  
*N.G.U.* n° 245, Oslo, p. 123-146.
- ZWART H.J. (1967)  
The duality of orogenic belts.  
*Geol. en Mijnb.*, 46 ste Jaargang n° 8.
-

# LISTE DES PLANCHES DANS LE TEXTE

-----000-----

	pages
<u>Pl. I</u> - Situation géographique générale (e = 1/4.500.000).....	1
<u>Pl. II</u> - Situation géographique régionale (e = 1/325.000).....	2
<u>Pl. III</u> - Esquisse géologique régionale : légende.....	6
Esquisse géologique régionale : carte (e=1/500.000).	7
<u>Pl. IV</u> - Domaines respectifs des roches sédimentaires et des amphibolites.....	26
<u>Pl. V</u> - Discrimination entre grauweekes et roches ignées basiques.....	27
<u>Pl. VI</u> - Métatrondheimite.....	30
<u>Fig. 1</u> - Discordance du filon avec les schistes encaissants	
<u>Fig. 2</u> - Système de stries sur le filon	
<u>Fig. 3</u> - Microphotographie	
<u>Pl. VII</u> - Tableau récapitulatif de la lithostratigraphie.....	34
<u>Pl. VIII</u> - Diagramme de Rayons X sur plagioclase.....	43
<u>Pl. IX</u> - Diagramme triangulaire de Streckeisen.....	54
<u>Pl. X</u> - Carte de position des analyses chimiques (e=1/50.000).	56
<u>Pl. XI</u> - Diagrammes de Niggli.....	64-65
<u>Pl. XII</u> - Diagramme triangulaire (MgO, K ₂ O, Na ₂ O).....	66
<u>Pl. XIII</u> - Diagramme triangulaire (MgO, Fe, K ₂ O + Na ₂ O).....	67
<u>Pl. XIV</u> - Diagramme géochronologique.....	69
<u>Pl. XV</u> - Gabbros du Sandjörnkletten - Diorite du Läg-Gia.....	72
<u>Fig. 1</u> - Minéraux cataclasés dans le gabbro du Sandjörnkletten	
<u>Fig. 2</u> - "Métagabbro"	
<u>Fig. 3</u> - Diorite "tigrée" du Läg-Gia	
<u>Pl. XVI</u> - Diorite quartzique du Hög-Gia.....	73
<u>Fig. 1</u> - Vue d'ensemble	
<u>Fig. 2</u> - Cristallisation de la biotite	
<u>Fig. 3</u> - Contact plagioclase - feldspath potassique	

Pl. XVII	- Brèche magmatique - Phénomènes de contact.....	74
	Fig. 1 - Affleurement de brèche magmatique	
	Fig. 2 - Enclave verte	
	Fig. 3 - Banc de nature magmatique au sein des micaschistes.	
Pl. XVIII	- Diagramme de Rayons X sur amphibole.....	81
Pl. XIX	- Diagramme de Rayons X sur grenat.....	82
Pl. XX	- Relation métamorphisme - tectonique.....	86
	Fig. 1 - Inclusions charbonneuses dans la biotite	
	Fig. 2 - Biotite de phase 2	
	Fig. 3 - Amphibole de deuxième phase métamorphique	
Pl. XXI	- Relation métamorphisme - tectonique.....	87
	Fig. 1 - Grenat de 2e phase métamorphique	
	Fig. 2 - Amphibole de 2e phase métamorphique	
	Fig. 3 - Grenat laminé	
Pl. XXII	- Position structurale du massif du Høg-Gia.....	96
Pl. XXIII	- Schéma évolutif du terrain.....	107
Pl. XXIV	- Schéma structural (carte tectonique) e = 1/100.000	108
Pl. XXV	- Plan de position des coupes. e = 1/100.000.....	109
Pl. XXVI (A et B)	- Planches de coupes. e = 1/100.000.....	110-111
Pl. XXVII	- Schéma évolutif régional.....	115
Pl. XXVIII	- Style tectonique souple.....	117
	Fig. 1 - Cas particulier. Plis isoclinaux dans la formation du Fundin	
	Fig. 2 - Plis isoclinaux dans la formation du Marsjøh-Gia (Sud du Mehø)	
	Fig. 3 - Plis isoclinaux dans la formation du Marsjøh-Gia (Rivière Raabk)	
Pl. XXIX	- Fig. 1 (	
	Fig. 2 ( Plis dans la formation de la Saga.....	118
	Fig. 3 (	
Pl. XXX	- Carte du Glaciaire de la région de Follidal.....	121
Pl. XXXI	- Dépôts glaciaires.....	124
	Fig. 1 - Terrasses glaciaires superposées	
	Fig. 2 - Dépôts glaciaires grossiers	
	Fig. 3 - Dépôts glaciaires fins	
Pl. XXXII	- Barrage du Fundin.....	129
	Fig. 1 - Vue générale (en construction)	
	Fig. 2 - Barrage mis en eau	
	Fig. 3 - Canal de fuite et soubassement rocheux	

DOCUMENTS HORS-TEXTE

-----o0o-----

- Carte géologique au 1/25.000
- Index des lieux.

---