



**HAL**  
open science

# Interprétation des ophiolites piémontaises entre le Grand Paradis et la Dora Maira : conséquences paléogéographiques et structurales

Adolphe Nicolas

► **To cite this version:**

Adolphe Nicolas. Interprétation des ophiolites piémontaises entre le Grand Paradis et la Dora Maira : conséquences paléogéographiques et structurales. Géochimie. Faculte des Sciences de l'Université de Grenoble, 1966. Français. NNT: . tel-00588094v1

**HAL Id: tel-00588094**

**<https://theses.hal.science/tel-00588094v1>**

Submitted on 22 Apr 2011 (v1), last revised 22 Aug 2013 (v2)

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

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

Doctorat d'Etat  
N° d'ordre :

---

# THESES

PRÉSENTÉES

## A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Adolphe NICOLAS

Maître-Assistant à la Faculté des Sciences de NANTES

---

1 ère Thèse : T. II

**Le complexe Ophiolites-Schistes lustrés entre Dora Maïra et  
Grand Paradis (Alpes piémontaises)**

**Tectonique et métamorphisme**

2 ème Thèse : T. I

**Étude pétrochimique des Roches vertes et de leurs minéraux entre  
Dora Maïra et Grand Paradis (Alpes piémontaises)**

---

Soutenues le 1<sup>er</sup> Octobre 1966 devant la Commission d'Examen

Messieurs :

R. BARBIER	Professeur	Président
R. MICHEL	Professeur	Examineurs
J. DEBELMAS	Professeur	
P. GIRAUD	Professeur	
F.-H. FORESTIER	Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nantes	Invité

4045919

**Adolphe NICOLAS**

Docteur ès Sciences

Maître-Assistant à la Faculté des Sciences de Nantes

**Le complexe Ophiolites-Schistes lustrés  
entre Dora Maira et Grand Paradis  
(Alpes piémontaises)  
Tectonique et métamorphisme**

**Tome II**

**UNIVERSITE DE GRENOBLE 1,  
INSTITUT DE GEOLOGIE  
DOCUMENTATION  
1 RUE MAURICE GIGNOUX  
F 38031 GRENOBLE CEDEX  
TEL. (76) 87.46.42**

— NANTES, 1966 —

10465920

# SOMMAIRE

Univ. J. Ferrer - O.S.U.G.  
MAISON DES SCIENCES  
DOCUMENTATION  
B.P. 53  
F. 38041 GRENOBLE CEDEX  
Tél. 04 76 03 54 27 - Fax 04 76 51 40 58  
Mail: ptalour@ujf-grenoble.fr

## INTRODUCTION

- Délimitation géographique .....	183
- Le relief .....	185
- Principaux traits géologiques .....	187
- Etat des connaissances - Buts de l'ouvrage .....	188

01 SEP: 2003

## PREMIERE PARTIE

### LE CADRE GEOLOGIQUE DES ROCHES VERTES

<u>INTRODUCTION</u> .....	193
<u>CHAPITRE I - LES FORMATIONS PALEOZOÏQUES</u> .....	195
- Extension .....	195
- Principaux faciès pétrographiques .....	196
- Bordure du Grand Paradis et de la Dora Mafra .....	196
- Bordure de la zone de Sesia-Lanzo .....	196
- Relation avec les formations mésozoïques .....	197
- Conclusions .....	198
<u>CHAPITRE II - LE TRIAS</u> .....	199
- Extension .....	199
- Relations avec les formations paléozoïques et les Schistes lustrés .....	199
<u>CHAPITRE III - LA SERIE DES SCHISTES LUSTRES</u> .....	201
- Extension .....	201
- Age de la série des Schistes lustrés .....	202
- Principaux faciès pétrographiques .....	203
- Caractères pétrographiques des principaux faciès .....	203
A - Les marbres et quartzites phylliteux .....	203
B - Les calcaires phylliteux .....	204
C - Les calcschistes et faciès associés .....	204
- Succession stratigraphique .....	204
- Levés sédimentologiques : problème des calcschistes albitiques .....	205
- Redoublements tectoniques .....	205
- Interprétation sédimentologique .....	206

- Origine des gneiss albitiques et des prasinites interstratifiées ....	207
- Conclusions .....	210
- Echelle stratigraphique .....	210
- Relation avec les Roches vertes ; le problème des gneiss albitiques	210

## DEUXIEME PARTIE

### LES ROCHES VERTES

<u>INTRODUCTION</u> .....	213
<u>CHAPITRE I - LES ULTRABASITES</u> .....	215
- Introduction .....	215
I - LES LHERZOLITES FELDSPATHIQUES .....	215
- Extension .....	215
- Travaux antérieurs .....	216
- Description .....	216
- Rubanement .....	217
- Origine des rubanements .....	218
- Relation avec le massif de Castellamonte-Baldissero .....	223
LES PERIDOTITES LAMINEES .....	223
- Extension .....	223
- Description .....	224
II - LES SERPENTINITES .....	225
- Extension .....	225
- Description .....	225
- Origine des serpentinites .....	225
LES FACIES ASSOCIES AUX SERPENTINITES .....	226
<u>CHAPITRE II - LES GABBROS METAMORPHIQUES</u> .....	229
- Extension .....	229
- Description .....	230
- Les gabbros métamorphiques .....	230
- Les gabbros rodingitiques en enclaves dans les serpentinites .....	230
- Les pegmatofides de troctolite dans les lherzolites .....	231
- Relation avec les ultrabasites .....	231
<u>CHAPITRE III - LES PRASINITES ET LES FACIES ASSOCIES</u> .....	233
1 - LES PRASINITES .....	233
- Extension .....	233
- Description .....	233
- Les prasinites s. s. ....	233
- Les ovardites .....	234
- Les prasinites à glaucophane et pistacite .....	234
- Origine .....	234
- Relations avec les formations voisines .....	235

II - LES SEGREGATIONS PYROXENITIQUES DANS LES PRASINITES ...	236
- Ovoldes d'origine tectonique .....	236
- Origine .....	237
III - LES FACIES ECLOGITIQUES .....	238
- Extension .....	238
- Description .....	238
- Origine .....	239

### TROISIEME PARTIE

TECTONIQUE ET METAMORPHISME ALPINS .....	241
<u>INTRODUCTION</u> .....	243
<u>CHAPITRE I - LA STRUCTURE</u> .....	245
- Etat des connaissances .....	245
- Méthode .....	246
- 1) Plissement d'axe N. S. tardif .....	246
- 2) Plissement d'axe E. O. ....	248
- Relation entre le plissement E. O. et les mouvements du socle ...	250
- Origine du plissement d'axe E. O. ....	250
- 3) Le plissement d'axe N. S. précoce (écoulement vers l'Ouest) .....	252
- Tectonique .....	253
- Microtectonique .....	253
- Tectonique de cisaillement .....	255
- " Plis de diaclases " .....	255
- Profils tectoniques .....	255
- Epaisseur du complexe ophiolitique .....	256
- Conclusion .....	257
<u>CHAPITRE II - LE METAMORPHISME</u> .....	259
- Etat des connaissances .....	259
- Les diverses paragenèses et leur succession .....	260
- Apports de l'étude pétrochimique .....	260
- Absence d'échanges chimiques .....	260
- Apport de l'étude pétrogénétique des amphiboles .....	261
- Critique de la notion de métamorphisme " géosynclinal " de " haute " pression " .....	261
- Relation entre les épisodes métamorphiques et les phases tectoniques ...	263
- Histoire du métamorphisme .....	264
- Les serpentinites : écran vis-à-vis du métamorphisme .....	265
- Problème de l'espacement chronologique entre les épisodes métamorphiques. ....	265
- Cause du métamorphisme .....	266

## QUATRIEME PARTIE

CONCLUSIONS GENERALES .....	269
<u>CHAPITRE I - RESULTATS DE L'ETUDE REGIONALE</u> .....	271
- Introduction .....	271
- Les Roches vertes .....	271
- Disposition .....	273
- Age et mode de mise en place .....	274
- Traits paléogéographiques et tectogénèse .....	274
<u>CHAPITRE II - RESULTATS GENERAUX - METHODOLOGIE</u> .....	281
- Introduction .....	281
- Tectonique et métamorphisme .....	281
- Métamorphisme et échanges chimiques .....	282
- Calcul des représentations modales pondérales .....	283
- Utilisation du mode pondéral calculé .....	283
- Etude des corrélations entre le chimisme de la roche et celui de ses minéraux .....	284
- Autres résultats .....	285
- Homogénéité d'un minéral .....	285
- "Adaptation" des pyroxènes .....	286
- La serpentinitisation .....	286
- Architecture de l'étude .....	287

---

## TABLE DES FIGURES

Fig. 35 — La région étudiée dans les Alpes occidentales.....	183
Fig. 36 — Vue panoramique de la région d'Est en Ouest .....	184
Fig. 37 — Carte structurale des zones internes .....	187
Fig. 38 — Levé détaillé d'un contact Schistes lustrés - Trias .....	200
Fig. 39 — Levé du rubanement dans la lherzolite feldspathique ...	217
Fig. 40 — Coupe dans le massif de Lanzo, depuis Givoletto jusque sous le Monte Colombano.....	221
Fig. 41 — Superposition de la tectonique d'axe N. S. tardive à la tec- tonique d'axe E. O. ....	247
Fig. 42 — Linéations et axes N. S. tardifs.....	247
Fig. 43 — Plissement d'axe E. O. dans une falaise à l'Ouest du Rio d'Arnas (Pian della Mussa) .....	248
Fig. 44 — Linéations et axe E. O. ....	249
Fig. 45 — Isobathes supposées de la surface séparant les socles cristallins des formations mésozoïques .....	251
Fig. 46 — Linéations et axe N. S. précoces .....	253
Fig. 47 — Levé des plans de rubanement dans la lherzolite du mas- sif satellite de Lanzo. ....	254
Fig. 48 — Reconstitution schématique de la tectogenèse .....	279



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

## DELIMITATION GEOGRAPHIQUE

La région étudiée dans ce mémoire couvre environ 900 km<sup>2</sup>. Elle appartient à la province italienne du Piémont et se rattache à l'unité géographique constituée par les Alpes Graies.

Elle forme un rectangle approximatif dont les côtés seraient respectivement orientés E - O et N - S (fig. N° 35). Ces derniers sont, à l'Ouest, la ligne des crêtes séparant l'Italie de la France ; à l'Est, la limite de la plaine du Pô. Les côtés E - O du rectangle sont deux vallées dont les tracés suivent, à peu près, les limites entre la région étudiée et deux massifs cristallins paléozoïques : au Nord, la Stura di Vallegrande, séparant ce terrain du massif du Grand Paradis ; au sud, le Val de Susse le séparant du massif de la Dora Mafra.

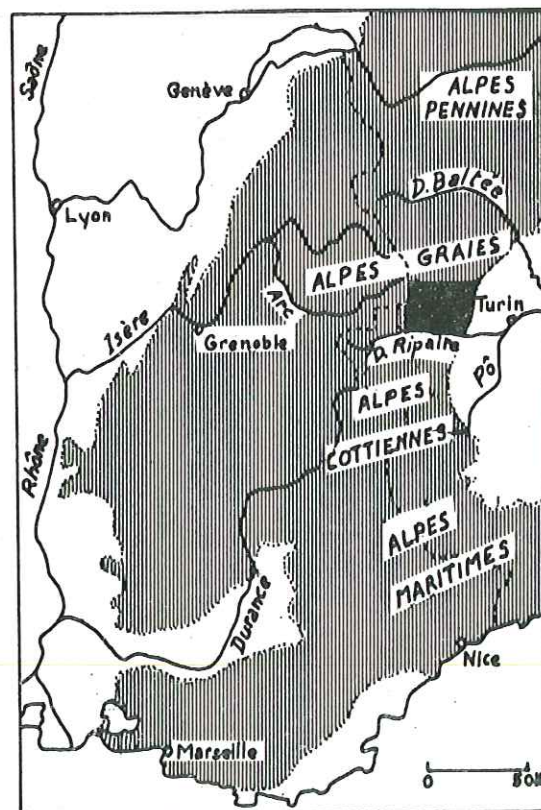


Fig. N° 35 - La région étudiée dans les Alpes occidentales (tache sombre).



Figure N° 37 - Vue panoramique d'Est en Ouest de la région étudiée  
(d'après un document de la Province de Turin et du Conseil des Vallées de Lanzo).

## LE RELIEF

En bordure Sud de la région étudiée, la Doire Ripaire a aménagé le Val de Suse en l'une des plus belles voies de communication transversale des Alpes occidentales. Au Nord, la Stura di Vallegrande est encore relativement ouverte. Entre ces deux vallées et parallèlement à leur tracé, ce sont deux profondes échancrures où roulent de sauvages torrents : la Stura di Viù et la Stura d'Ala plus au Nord. Elles rejoignent la Stura di Vallegrande pour constituer, peu avant le débouché dans la plaine du Pô, la Stura di Lanzo. (fig. N° 36). Entre ces entrailles, les lignes de crêtes, rameaux perpendiculaires de la chaîne principale des sommets frontaliers, demeurent élevés : à une dizaine de km de la plaine, ils la dominent encore de 2.000 m. La haute vallée des Stura est cependant plus ouverte : Pian della Mussa en amont de la Stura d'Ala, dominé par l'Uja di Ciamarella (point culminant de la région, à 3.676 m) ; Pian de Malciaussa, avec son petit lac de retenue niché entre le Monte Lera (3.355 m.) et Roche Melon (Rocciamelone, 3.538 m.), où prend naissance la Stura di Viù. Il n'existe aucune voie de communication directe d'une Stura à l'autre, sinon le Col del Lis rapprochant la Stura di Viù du Val de Suse.

Pour compléter et réhausser ce bref aperçu\*, je me permettrai d'emprunter à R. MICHEL (1953, p. 5 et 6) un long passage. Il y évoque, en des termes que je ne saurais retrouver, ces montagnes qu'il a longuement parcourues.

Après nous avoir rappelé que, dans le Grand Paradis, le faite des Alpes s'est considérablement déplacé vers l'Ouest par érosion régressive de l'Orco, il ajoute : " Plus au Sud, les Stura, dispersant leurs efforts en trident, n'ont pu faire reculer l'ancien faite qui coïncide à peu près avec la ligne de partage des eaux actuelle ; il est vrai que ces rivières avaient à traverser, avant de gagner la plaine, la massive barrière des Roches vertes de la région de Lanzo et que leur cours supérieur devait se frayer un passage soit dans les gneiss du Grand Paradis où la Stura di Vallegrande a tout de même installé une vallée relativement large et profonde, soit dans d'autres amas de Roches vertes ou de prasinites pour les Stura di Viù et d'Ala.

Cette force d'érosion, surexcitée par la pente et l'abondance des précipitations, rendue ainsi capable d'aérer largement une zone montagneuse aussi massive, a conduit d'autre part à une disposition toute particulière du réseau hydrographique. Malgré l'hétérogénéité du matériel, malgré la complexité structurale de la région, toutes les vallées principales sont orientées d'Ouest en Est, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction des plis ou à l'allongement des zones lithologiques et tectoniques. Ainsi, cette portion du vertigineux rempart piémontais est échancrée de nombreuses entailles parallèles. Chacune de ces vallées, isolée de ses voisines par de hautes crêtes, forme à tous points de vue un élément individuel, rigoureusement clos, sinon vers l'aval. C'est sans doute cet aspect très particulier, peut-être encore plus frappant à l'époque où il voyageait, qui a inspiré à J.F. d'Aubuisson (1811, p. 250 in R. MICHEL) ces lignes pittoresques : " Les vallées transversales sont encore bien plus étroites que celle de la Doire. Que l'imagination éloigne

---

\* La morphologie de cette région et plus particulièrement ses relations avec l'affaissement du Pô ont fait l'objet d'une étude récente et détaillée de P. GABERT (1962), sans oublier l'oeuvre fondamentale de R. BLANCHARD (1952).

d'elles tout ce que le nom de vallée pourrait rappeler d'agréable ou de riant : ce ne sont, dans presque toute leur étendue, que d'énormes fentes, d'horribles anfractuosités dans une immense masse de roches. Un chemin taillé sur leurs flancs escarpés tient le voyageur comme suspendu au-dessus d'un abîme, au fond duquel un torrent, que l'oeil peut à peine atteindre, roule avec fracas des ondes sales et courroucées. Dans les endroits où le sol prend un peu plus d'inclinaison, on aperçoit quelques champs étroits et soutenus par des terrasses. De petites habitations, basses et enfumées, fixent de loin en loin les regards et excitent dans l'âme un sentiment de compassion pour les êtres destinés à passer leur vie dans des lieux si retirés et si sauvages. Quelquefois la vallée s'élargit un instant et montre au fond du bassin un petit hameau entouré de prairies et de quelques bouquets de bois : au-dessus et sur une exposition propice, on voit des moissons auxquelles le soleil d'été peut donner à peine une teinte dorée. La courte satisfaction qu'on éprouve à l'aspect de ce paysage n'est due qu'au contraste : ailleurs, cette vue serait sans effet, mais ici elle recrée un moment l'esprit attristé du ton aride et monotone des lieux qu'on vient de traverser. Tout le reste de la vallée n'offre plus que des rochers nus et quelques sombres forêts de sapins et de mélèzes".

Cette description, assez pessimiste, s'applique surtout à la partie haute des vallées, toujours très sauvage et dépeuplée. Là, d'étroits verrous, modelés par les glaciations quaternaires qui, par ailleurs, n'ont pas joué un rôle capital dans l'évolution du relief (R. BLANCHARD, 1952), séparent des ombilics de très faibles dimensions... La part laissée à l'habitat et aux pâturages est très faible ; aussi la densité de la population ne dépasse que rarement 5 à 10 habitants au kilomètre carré. Par contre, au voisinage de la plaine, les vallées, fortement élargies et anormalement surpeuplées (100 à 300 habitants au kilomètre carré), sont infiniment plus riantes : les pentes, plus faibles, plus arrosées, dotées d'un sol relativement profond ou enduites de dépôts glaciaires, sont parsemées de grasses prairies et de châtaigneraies touffues. Ainsi, les contrastes dus au relief sont-ils accentués par ces étonnantes oppositions qui caractérisent la végétation, la culture et l'habitat dans les parties inférieures et supérieures de chaque vallée.

Finalement, cette région, comme tout le reste du versant piémontais, est un domaine d'érosion intense et de forts contrastes. Ces dures barrières de roches éventrées par de modestes torrents partant à la conquête, ces vieilles masses cristallines mises à nu, débarrassées de leur épaisse couverture de Schistes lustrés et entaillées elles-mêmes profondément, ces altiers pitons de roches vertes mis en relief par déblaiement de leur gangue de calcschistes, ces bassins étriqués dominés souvent de plus de 2000 mètres par des cimes vertigineuses, tout cela est l'oeuvre de l'érosion. C'est elle qui a amené cette région à cet état d'évolution avancée du relief où voisinent les collines usées et arrondies de la bordure de la plaine et les chafnes intensément découpées, frangées de glaciers, divergentes à partir des points culminants.

Le géologue, et tout particulièrement le pétrographe, ne peut que se réjouir d'avoir un champ d'études aussi bien ciselé, où les vallées encaissées offrent de magnifiques coupes naturelles et où les parois dénudées livrent une débauche d'échantillons frais".

## PRINCIPAUX TRAITs GEOLOGIQUES

La région étudiée appartient au domaine le plus interne des Alpes occidentales (zone piémontaise des Pennides) (fig. N° 37). Elle correspond à un ensellement synclinal occupé par des formations mésozoïques : Schistes lustrés et Roches vertes, entre les massifs cristallins internes de Grand Paradis au Nord et de Dora Maira au Sud. Ces formations sont intimement mêlées par l'effet de la tectonique alpine et maquillées par un métamorphisme épizonal également alpin.

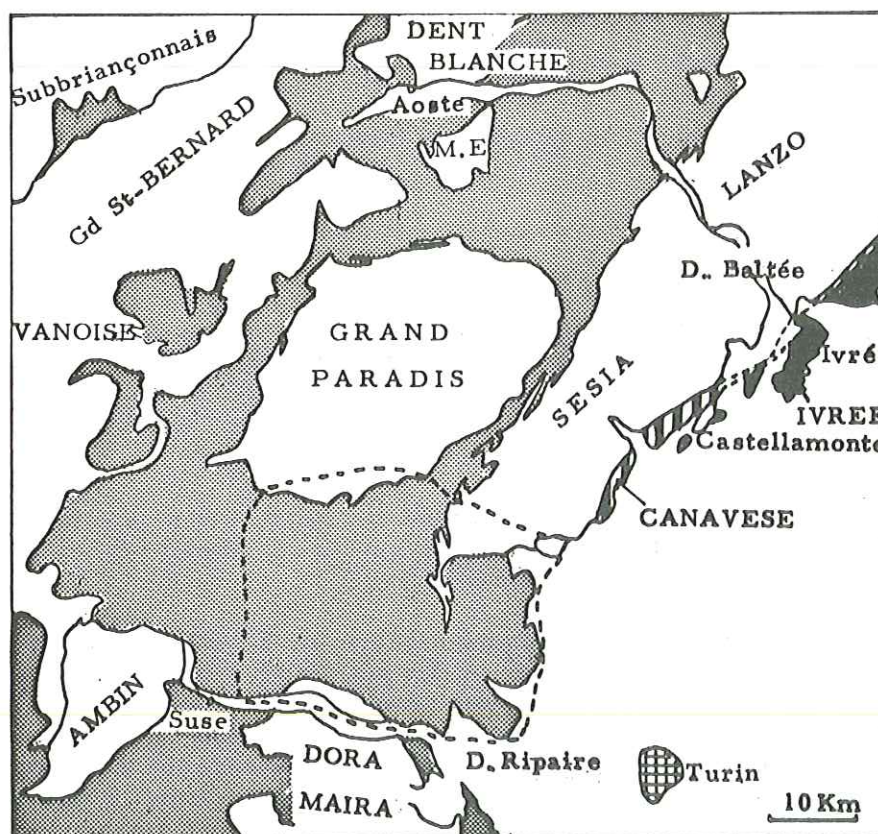


Fig. N° 37 - Carte structurale des zones internes. (d'après F. HERMANN, simplifiée)  
En grisé, domaine des Schistes lustrés ophiolitifères.

La structure de l'ensellement est déterminée par celle des socles sous-jacents. Dans l'Ouest de la région, là où le Grand Paradis et la Dora Maïra sont le plus rapprochés, il se creuse en un sillon. Vers l'Est, l'éloignement des deux coupoles cristallines favorise un évasement et l'ouverture en éventail des rameaux de plis. Cet effet est accentué par l'intervention d'un troisième élément de socle : l'unité structurale de Sesia-Lanzo, dont nous n'observons ici que l'extrémité méridionale. Traditionnellement, cette unité de socle appartient au domaine austro-alpin. Elle est séparée du Grand Paradis par la bande N-S mésozoïque de Locana, prolongée dans notre région par la zone des écaïlles de Viù et se suivant depuis le pourtour Nord du Grand Paradis jusqu'au-delà du Val de Suse où elle disparaît sous la plaine du Pô.

La zone d'écaïlles de Viù-Locana est une cicatrice majeure. A sa faveur, dans la région de Viù, des éléments de socle remontent jusqu'au coeur de la série mésozoïque. Elle sépare l'ensellement précédant où se mêlent de façon confuse les Roches vertes et les Schistes lustrés métamorphiques d'une région orientale à serpentinites et périclites fraîches, constituant le gros massif de Lanzo. Dans l'ensellement, les formations mésozoïques reposent sur les prolongements du Grand Paradis et de Dora Maïra ; dans le compartiment oriental, sur le socle de Sesia-Lanzo. La tectonique et le métamorphisme y ont des effets plus limités.

#### ÉTAT DES CONNAISSANCES - BUTS DE L'OUVRAGE

A part quelques exceptions citées dans le texte, la région étudiée n'a jamais fait l'objet de travaux spécifiques. En raison de sa tectonique particulièrement indéchiffrable, elle n'a été d'aucun appoint dans les synthèses successives qui ont prévalu dans les Alpes occidentales. Je me bornerai, dans les conclusions de l'ouvrage, à préciser la place qui lui revient dans les interprétations actuelles.

Les Roches vertes occupent l'essentiel de la région et sont au centre de cette étude. Aussi est-ce utile de faire rapidement le point sur l'état de leur connaissance dans ces régions internes des Alpes occidentales.

Après la période des grandes reconnaissances (A. SISMONDA, 1838, 1866), (B. GASTALDI, 1871, 1878), celle du classement des premières acquisitions (V. NOVARESE, 1894), nous nous trouvons, au début du siècle, d'emblée confrontés avec les problèmes de la pétrographie moderne des ophiolites grâce à S. FRANCHI. Ce géologue, avec les moyens et les connaissances de l'époque - je devrais dire contre les connaissances de l'époque - pressent déjà en 1902 plusieurs solutions à de grands problèmes de la pétrographie alpine. Des exemples :

- Il met en évidence le synchronisme du plissement et du métamorphisme et s'insurge contre le " métamorphisme abyssal ". Parmi les facteurs du métamorphisme, outre les déformations et certaines conditions de pression et de température, il insiste sur le rôle capital de l'eau et démonte le mécanisme de son action.

- Cherchant la source de chaleur nécessaire au métamorphisme, il conclut au rôle essentiel du gradient géothermique. La difficulté due à la grande épaisseur de terrain nécessaire comme surcharge, est tournée en envisageant l'éventualité d'une couverture relativement mince, mais d'épaisseur multipliée par de nombreux plis. N'est-ce-pas la notion de " géosynclinal de nappes " ?

- Il est le premier, je crois, à avoir vu dans les Alpes au moins les liens entre diabases, euphotides et ultrabasites et à proposer pour l'ensemble, l'hypothèse d'un épanchement sous-marin. Son argumentation n'est pas démodée : après avoir établi l'origine diabasique des prasinites et montré leur liaison avec les euphotides et les ultrabasites, il note leur caractère volcanique sous-marin (variolites) et leur association génétique avec des faciès sédimentaires (radiolarites).

- Il propose une origine volcano-sédimentaire pour les prasinites associées aux Schistes lustrés : projections de tufs et concentration de l'albite par des processus sédimentaires.

- Le métamorphisme lui semble incapable de provoquer la migration des éléments et il admet que les recristallisations se font sans échange. Mes études pétrochimiques (p. 60) m'ont permis de confirmer pleinement ces prévisions.

- FRANCHI appuie ses résultats sur des descriptions excellentes, riches d'une connaissance des Roches vertes allant des Alpes ligures au Val d'Aoste. Il tire magnifiquement parti de ce matériel. La pensée est claire, sûre, objective, pénétrante.

Dans son étude des ophiolites de la Grivola, G. B. DAL PIAZ (1928) démontre implicitement le caractère polyphasé du métamorphisme alpin. Comme S. FRANCHI, il considère que la paragenèse à glaucophane et grenat (éclogites) est chimiquement l'équivalent de celle à albite et actinote (prasinite). Mais ayant établi l'antériorité de la première, il l'attribue à des conditions de métamorphisme tectonique plus superficielles. La " prasinitisation " se produit lors d'une descente dans une zone plus profonde. Les études modernes n'apportent que peu de retouches à ces vues prophétiques. Pour cet auteur, les diabases à l'origine de ces faciès proviennent de la limite sial-sima, les ultrabasites du sima sous-jacent. Il explique ainsi le hiatus chimique entre ces unités pétrographiques. L'intrusion est lente, favorisée par les mouvements orogéniques.

Après G. B. DAL PIAZ, il faut attendre R. MICHEL (1953) pour constater un renouveau d'études des Roches vertes. Dans le cadre d'une étude des schistes cristallins du Grand Paradis, cet auteur considère les Schistes lustrés albitiques et une partie des prasinites comme le résultat d'une métagénèse sodique liée au métamorphisme alpin, affectant des faciès d'origine sédimentaire. L'interprétation d'ensemble est rapidement remise en question par R. VITERBO, 1959, E. CALLEGARI et A. MONESE, 1959, 1960), parfois avec des arguments très contestables, ce qui excuse d'autant moins le tour parfois polémique (A. BIANCHI, G. B. DAL PIAZ et C. VITERBO, 1965).

Il faut enfin signaler les travaux de S. CONTI (1954, 1964) tendant à démontrer l'origine des ophiolites par métagénèse de dolomies et de calcaires magnésiens. Dans notre région, aucun argument ne permet de retenir cette hypothèse que je ne discuterai pas davantage. Elle est aussi écartée par M. LEMOINE (1955) pour les ophiolites du Queyras, dans une note où il reprend, par ailleurs, l'interprétation de S. FRANCHI par épanchement sous-marin.

Dans ces conditions, l'étude détaillée d'un des massifs de Roches vertes du feston interne de la chaîne alpine s'avérait nécessaire. Le choix s'arrêta sur celui qui affleure entre le Grand Paradis et la Dora Mafra en raison de son importance ; c'est le plus gros des Alpes occidentales avec celui du Val d'Aoste-Mont Rose et le seul à être directement associé à des péridotites non serpentinisées.



Le but de ce mémoire est de donner une description pétrographique et minéralogique détaillée des Roches vertes. Son intérêt est double : améliorer notre connaissance sur le métamorphisme épizonal des roches basiques et préciser la nature originelle des divers faciès des Roches vertes, ainsi que leurs relations avec les péridotites de Lanzo. Cet ensemble constitue-t-il un complexe ophiolitique ? Quels sont ses liens avec la série sédimentaire dont proviennent les Schistes lustrés et, par-delà, peut-on tracer un schéma paléogéographique et reconstituer la tectogenèse de cette zone interne de la chaîne alpine ?

Ces objectifs se placent à des étages successifs de connaissance ou d'hypothèse. Ils n'ont pu être atteints que dans un ordre déterminé et par la mise en oeuvre de moyens nombreux et appropriés. Un organigramme (p. 287 ) permet d'apprécier l'enchaînement de l'ensemble et en facilite la critique.

---

**P R E M I E R E   P A R T I E**

**LE CADRE GEOLOGIQUE DES ROCHES VERTES**



## INTRODUCTION

Nous étudions dans cette première partie, les unités stratigraphiques composant le cadre géologique des Roches vertes : les formations paléozoïques, le Trias et la série des Schistes lustrés métamorphiques. Nous procéderons à un rapide inventaire pétrographique, surtout pour les formations paléozoïques et le Trias, en insistant seulement sur l'aspect stratigraphique et sur les relations avec les Roches vertes.

Les formations des socles paléozoïques limitant au Nord notre région ont été récemment étudiées par R. MICHEL (1953), G. ELTER (1960), A. BIANCHI, G. B. DAL PIAZ et C. VITERBO (1965). Leurs pendants au Sud (Dora Maira et Val de Suse) font l'objet de recherches actuelles de P. VIALON. Les premiers résultats de cet auteur sont publiés (P. VIALON, 1960, 1961, 1962, 1963 a), 1963 b).

Quant à la série des Schistes lustrés, dont les faciès sont intimement associés aux Roches vertes sur le terrain, son étude est d'une telle complexité que je ne pouvais prétendre la développer en même temps que celle des Roches vertes. Il ne nous sera possible de la mener à bien, en l'absence de repères paléontologiques ou stratigraphiques, qu'en multipliant les levés sédimentologiques minutieux, tout en sachant que leur interprétation sera toujours hypothéquée par le maquillage métamorphique et les effets de la tectonique. Dans cet esprit, je présenterai trois coupes détaillées autorisant déjà quelques conclusions importantes.

## CHAPITRE I - LES FORMATIONS PALEOZOIQUES \*

### EXTENSION

Les formations paléozoïques du Grand Paradis limitent au Nord la région étudiée. Des faciès comparables se retrouvent immédiatement à l'Est, au-delà de la bande mésozoïque de Viù-Locana, dans la région de Lanzo où elles constituent la terminaison Sud de l'unité structurale de Sesia-Lanzo. Remontées au sein de la bande tectonique de Viù-Locana, elles affleurent, vers le Sud, jusqu'à Viù. Les mêmes faciès appartenant au massif de Dora-Maïra, bordent au Sud notre région. Leur limite suit le Val de Suse, à part une avancée vers le Nord dans la zone de Bussoleno.

La Carte géologique d'Italie au 1/100.000<sup>e</sup> (feuille Susa), celle de F. HERMANN au 1/200.000<sup>e</sup> (1937), ainsi que les publications de cet auteur (1930), mentionnent la présence de gneiss minuti à l'intérieur de la masse mésozoïque sous forme de nombreuses lentilles dont une, particulièrement importante, affleure dans la région de Lemie-Usseglio. Sur la carte italienne les gneiss sont prudemment représentés en tant que faciès, sans indication d'âge. F. HERMANN les considère comme des éléments de socle, pincés tectoniquement dans les Schistes lustrés.

Le levé détaillé m'a permis de découvrir, sous la Punta Lunella, une fenêtre de socle (faciès micaschiste quartzitique grenatifère). C'est le seul affleurement indiscutable dans la masse mésozoïque. Les nombreuses intercalations mentionnées plus haut sont, le plus souvent, des niveaux quartzitiques et albitiques de la série des Schistes lustrés\*\*. Leur origine sera discutée plus loin.

---

\* J'utilise le mot " paléozoïque " pour désigner toutes les formations des socles cristallins. Il se pourrait que certaines représentent déjà le Trias, sous un faciès différent de celui qui est décrit plus loin.

\*\* La grosse lentille de Lemie-Usseglio figurant sur les diverses cartes, n'existe pas. On observe des prasinites à pistacite (faciès lité, voir p. 234 ), cartographiés par A. STELLA comme gneiss prasinitiques et ensuite mal interprétés par F. HERMANN sans doute par suite de l'ambiguïté du figuré.

## PRINCIPAUX FACIES PETROGRAPHIQUES

### BORDURE DU GRAND PARADIS ET DE LA DORA - MAÏRA

L'étude des faciès pétrographiques des socles cristallins sort du cadre de cette étude. Remarquons simplement qu'une succession identique semble s'observer, à la limite des formations mésozoïques, dans le Grand Paradis au Nord, et dans la Dora Maïra au Sud :

- d'abord des gneiss ocellés (gneiss glanduleux de la Carte géologique d'Italie au 1/100.000<sup>e</sup>) ;

- au-dessus des gneiss albitiques fins : gneiss minuti "de Sparone" de R. MICHEL (1953) dans le Grand Paradis, gneiss "à faciès Clapier" ou "Luserna" de P. VIALON (1961) en Dora Maïra. Cet auteur leur attribue une origine détritique (arkoses et tufs volcaniques acides) et un âge permien s.l.

- La série paléozoïques pourrait se terminer par des micaschistes quartzitiques, pauvres ou dépourvus d'albite, parfois grenatifères. P. VIALON (communication orale) connaît de tels faciès en Dora Maïra. Il les rattache à l'ensemble stratigraphiquement le plus élevé dans le cristallin (ensemble de Sampeyre) correspondant aux niveaux les plus élevés du Permien (1962) et pouvant passer aux quartzites de la base du Trias. Pour ma part, je les ai observés sous le Trias du Val de Suse. J.M.L. BERTRAND (1965) arrive aux mêmes conclusions dans la partie occidentale du Grand Paradis : les gneiss minuti passent progressivement aux quartzites triasiques par augmentation de la teneur en quartz. G. ELTER (1960) signale sur la bordure Nord du Grand Paradis des faciès comparables, qu'il considère comme permo-éotriasiques ou éotriasiques. Toutefois, il envisage qu'ils puissent ne pas être solidaires du socle paléozoïque. Il est enfin possible que l'"unité II" (quartzites phylliteux et schistes verts) de M. GAY (1963), dans le massif d'Ambin, corresponde aussi à ce faciès. Elle est, en effet, rapportée au Permien et coiffe des gneiss albitiques.

### BORDURE DE LA ZONE DE SESIA - LANZO

J'ai rapidement parcouru la bordure Sud de la zone de Sesia-Lanzo (Messenile, Pessineto, Ceres, Monastero, Lanzo) pour étudier ses relations avec les formations mésozoïques. Le faciès dominant est un gneiss albitique fin à phengite et biotite en reliques décrit comme gneiss minuti sur la Carte géologique d'Italie au 1/100.000<sup>e</sup>. R. MICHEL (1953, p. 28) l'a baptisé "gneiss de Pessineto", du nom de cette localité de la Stura du Lanzo ; il le considère aussi comme un faciès de gneiss minuti (analyse chimique, planche X, N° 5).

Il existe, dans cette région, des intercalations de nombreux autres faciès, décrits par R. MICHEL (1953, p. 178) et par A. BIANCHI, G.B. DAL PIAZ et C. VITERBO (1965). Ces derniers ont plus spécialement étudié les masses d'amphibolites gabbroïques affleurant immédiatement au Nord. Ils concluent à une origine éruptive, de nature basique, et au polymétamorphisme dont une phase, au moins, est antéalpine.

Je me contenterai de signaler la découverte, dans le gneiss minuti, au-dessus de Gisola, d'un niveau probablement conglomératique : galets à allure leptynitique, pouvant dépasser 10 cm, dans une matrice amphibolique largement cristallisée. Si l'étude de ce niveau devait confirmer ce diagnostic rapide, il faudrait voir là l'indice d'une origine

détritique. Cette hypothèse trouverait confirmation dans la présence, au sein d'un faciès leucocrate à chlorite de la région de Viù, de petites plages de microcline albitisées sur leur pourtour. Or, je ne connais pas ce feldspath dans les formations mésozoïques métamorphiques. Toutefois, avant de lui attribuer une origine détritique, il faudrait écarter l'éventualité d'une origine éruptive directe (la roche n'étant pas alors initialement un sédiment, mais une roche éruptive, ou un tuf) ou celle d'une cristallisation lors d'un métamorphisme plus ancien.

En vue d'éviter toute confusion avec leurs équivalents mésozoïques, il convient de signaler la présence, dans ces formations, de niveaux prasinitiques répétés, sans qu'il soit possible de préciser si la répétition est ou non tectonique. Le faciès le plus courant s'apparente aux ovardites des Roches vertes mésozoïques, avec un grand développement de la chlorite et de l'albite ocellée. Il passe, par apparition de la phengite et résorption de la chlorite, au gneiss albitique clair. Doit-on rapprocher ce faciès des amphibolites mentionnées ci-dessus et lui attribuer une origine directement éruptive ? C'est assurément le cas pour certaines prasinites mélanocrates, très chargées en pistacite et parfois en glaucophane. Il n'existe, d'ailleurs, aucune roche comparable dans la série mésozoïque.

Enfin, un fait se dégage dans la région de Viù à Pessinetto que j'ai plus spécialement étudiée : le développement des micaschistes quartzitiques, au détriment des faciès albitiques, au voisinage des Schistes lustrés. Dans la boutonnière de Trave, un contact qui pourrait être naturel juxtapose ces micaschistes quartzitiques à ces marbres phylliteux de la série des Schistes lustrés, par l'intermédiaire d'un niveau décimétrique de quartzite d'un blanc pur, très peu micacé.

Le développement de micaschistes quartzitiques pose, d'ailleurs, un problème dans le levé géologique de la région de Viù ; là aussi, en effet, les Schistes lustrés sont représentés par des micaschistes quartzitiques alternant avec des marbres phylliteux en bancs parfois épais. La distinction entre les divers micaschistes devient impossible, même sous le microscope, quand l'affleurement ne montre pas l'association avec les marbres.

#### RELATION AVEC LES FORMATIONS MESOZOIQUES

Les formations paléozoïques sont surmontées dans le Val de Suse par le Trias. Celui-ci n'existe pas, ou n'apparaît pas en bordure du Grand Paradis et de Sesia-Lanzo. Le socle est donc ici directement en contact avec la série des Schistes lustrés ou avec les ophiolites. Les relations entre ces unités sont toujours difficiles à apprécier en raison de la nature tectonique de la plupart des contacts.

### CONCLUSIONS

Je n'ai étudié que les formations paléozoïques immédiatement en contact avec ma série mésozoïque en bordure du Grand Paradis, de Sesia-Lanzo et de Dora Maïra. Encore ne l'ai-je fait que sommairement et d'un point de vue " extérieur ". Aussi les conclusions avancées ne prétendent-elles pas être plus que des hypothèses provisoires.

- A s'en tenir aux gneiss minuti et aux faciès quartzitiques sus-jacents, il faut souligner la ressemblance des séries Grand Paradis, Sesia-Lanzo et Dora Maïra. Ces trois socles pourraient avoir reçu, sans présumer de leurs positions originelles relatives, la même couverture\* sédimentaire détritique, de nature principalement arkosique, devenant progressivement gréseuse (au Permien, Permi-Eotrias ?).

- Comme en Dora Maïra et sur la bordure du Grand Paradis, il semble, dans la partie Sud de Sesia-Lanzo au moins, (région de Viù) que les gneiss minuti puissent ainsi passer, sans discontinuité, aux formations mésozoïques, par enrichissement progressif en quartz et appauvrissement en albite. En Dora Maïra et dans le Grand Paradis, ils passeraient aux quartzites triasiques et, en bordure de Sesia-Lanzo, directement aux marbres phylliteux à niveaux quartzitiques de la série des Schistes lustrés, en l'absence du Trias (série compréhensive ?)

---

\* R. MICHEL (1953, p. 205) l'admet déjà pour le Grand Paradis et Sesia-Lanzo.



## CHAPITRE II - LE TRIAS

### EXTENSION

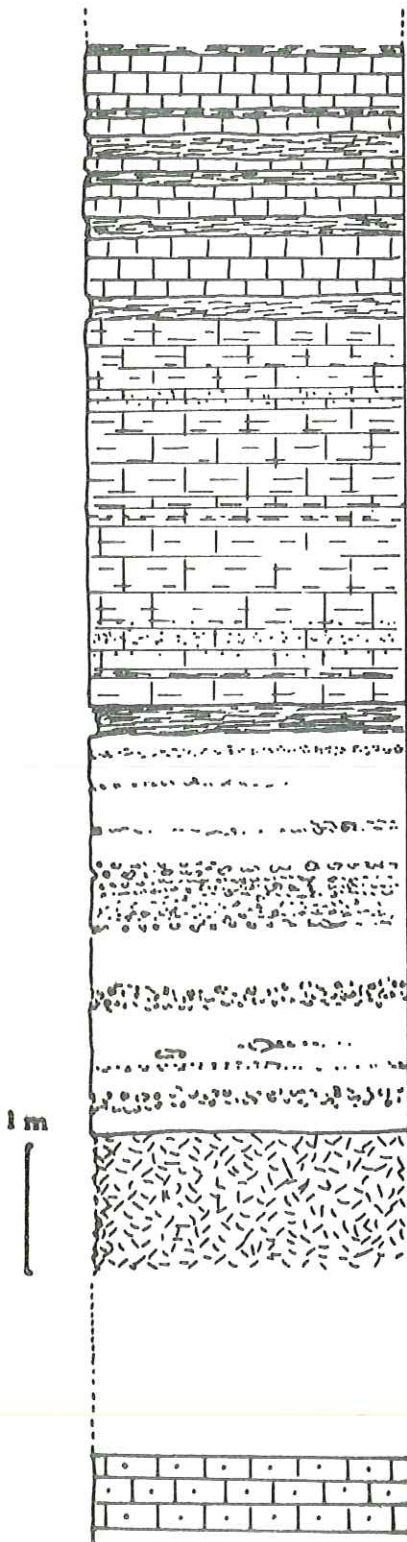
Les affleurements triasiques ne se rencontrent qu'à la limite S - O de la région étudiée, dans le Val de Suse, associés aux formations cristallophylliennes de Dora Mafra. La feuille Susa de la Carte géologique d'Italie signale, en outre, trois petites lentilles à Usseglio, en plein coeur de la série des Schistes lustrés ophiolitifères. Malgré des recherches attentives, je ne les ai pas retrouvées et suppose qu'il y a eu confusion avec les marbres et quartzites phylliteux de la série des Schistes lustrés, relativement purs en ce lieu (voir planche 8).

Au-delà des affleurements du Val de Suse vers l'Est et le Nord, il n'y a plus trace de Trias et les Schistes lustrés ou Roches vertes reposent directement sur le socle, ainsi que l'avait déjà observé R. MICHEL (1953, p. 247).

### RELATIONS AVEC LES FORMATIONS PALEOZOIQUES ET LES SCHISTES LUSTRES

Les relations du Trias avec les formations paléozoïques et les Schistes lustrés dans le Val de Suse ont été étudiées en détail par S. FRANCHI (1897, 1898). Cet auteur décrit, au-dessus des gneiss ocellés et des micaschistes quartzitiques du socle de Dora Mafra, des calcaires marmoréens dolomitiques affleurant verticalement sur 700 m. La découverte d'Encrines lui a permis de les attribuer au Trias. Il conclut à leur passage stratigraphique normal aux calcschistes sus-jacents. Dans plusieurs notes successives il insiste sur les passages progressifs des formations de socles de Dora Mafra et l'Ambrin au Trias et, par l'intermédiaire de celui-ci, aux Schistes lustrés (1904, 1925), sur ce dernier point en accord avec M. BERTRAND (1894) mais en opposition avec D. ZACCAGNA (1901, 1902, 1903), puis avec P. TERMIER et W. KILIAN (1920).

Je me garderai de chercher à ranimer ces vieilles querelles, d'autant plus que mon propos est ailleurs. Toutefois, les coupes effectuées au-dessus du Val de Suse, en vue d'étudier le passage du Trias aux Schistes lustrés m'ont montré à deux reprises, près des villages de Pavaglione et de Maffiotto, des contacts apparemment normaux indiquant un passage progressif du Trias aux termes inférieurs de la série des Schistes lustrés (voir p. 205 ). Le levé détaillé du second contact est reproduit fig. N° 38.



Nombreuses alternances décimétriques de marbres gris, très faiblement phengitiques, exempts de quartz, et de micaschistes quartzitiques grenatiferes, bien cristallisés, de teinte blanc-verdâtre pure.

Marbre homogène à part un litage fruste et discret souligné par une abondance variable du quartz et de la phengite. Présence de grenats et de tourmaline. Patine et cassure fraîche de teinte rousse. L'homogénéité distingue clairement ce niveau des voisins.

Lit de micaschiste quartzitique très riche en phengite.

Marbre quartzitique et un peu phengitique (ancien calcaire gréseux et argileux), microcaverneux. Les cavités s'alignent grossièrement. Elles sont occupées, par place, par des "galets" de quartz et de schistes graphitiques. Il existe des niveaux plus riches en quartz. Traces de tourmaline. La teinte est rousse, le grain subsaccharoïde.

Au contact précis, la roche est plus massive et plus phengitique.

Calcaire dolomitique (?) caverneux (allure de carogneule). Quelques cavités sont occupés par du quartz. Teinte beige virant au roux, au contact. Cassure saccharoïde.

(observé sous ce faciès dans l'autre contact : marbre dolomitique (?) blanc très pur et très peu micacé constituant la masse du Trias et où S. FRANCHI découvrit des Encrines).

Fig. N° 38 - Levé détaillé d'un contact Schistes lustrés - Trias.

### CHAPITRE III - LA SERIE DES SCHISTES LUSTRES

#### EXTENSION

Les Schistes lustrés s'étendent largement au-delà de la frontière, en territoire français, où ils constituent la "Nappe des Schistes lustrés". Les intercalations de Roches vertes y sont relativement modestes. Passée la frontière, leur abondance décroît progressivement au profit des Roches vertes. En toute rigueur, leur régression ne se fait pas d'Ouest en Est, mais de l'O. S. O. à l'E. N. E. Ainsi la région s'étendant d'Usseglio au Val de Suse montre encore une dominance des Schistes lustrés, tandis qu'au Nord on pénètre dans le pays des Roches vertes.

En allant vers l'Est, si l'on néglige de modestes intercalations dans les Roches vertes, il faut atteindre, pour retrouver les Schistes lustrés, la zone des écailles de Viù, qu'ils soulignent sur toute sa longueur dans la région étudiée, c'est-à-dire depuis la Stura di Vallegrande au Nord, jusqu'au Val de Suse. Au-delà vers l'Est, ils s'observent encore à la faveur de deux fenêtres dans les serpentinites (Trave et Bertesseno) avec leur faciès de base, puis disparaissent. Dans la région de Lanzo, les Roches vertes sont immédiatement en contact avec le cristallin.

Cette disparition n'est pas un trait local. On ne connaît pas davantage de Schistes lustrés plus au Nord, en couverture de la zone de Sesia-Lanzo ; par contre, des Roches vertes mésozoïques y affleurent (voir p. 223 ) Quant à la zone du Canavese, plus interne encore, les formations mésozoïques y sont représentées, dans la région de Cuorgne, par une série Tithonique - Crétacé de caractère bathial évoquant une sédimentation de talus continental (P. BAGGIO, 1963) et n'ayant plus rien à voir avec les Schistes lustrés. Plus au Sud, l'étude des formations détritiques tertiaires des collines de Turin a conduit successivement L. PERETTI (1928) et P. GABERT (1962, p. 16-18) aux conclusions suivantes. Les zones d'Ivrée-Canavese se prolongeaient jusqu'à la fin du Miocène, aussi loin vers le Sud que ces collines, s'étendant aussi en direction des Alpes. Elles supportaient une couverture de calcaires "alberese" déposés pendant le Crétacé et l'Eocène\*. Dans l'ouvrage de P. GABERT (p. 15 à 26), on ne trouve nulle indication

---

\* Si cette conclusion reçoit toutes les confirmations nécessaires, une conséquence capitale en découle : les zones d'Ivrée et du Canavese ne peuvent être séparées tectoniquement par la coupure majeure qu'est la ligne dinarique.

explicite d'un apport détritique de Schistes lustrés à partir de la zone de Sesia Lanzo et de son prolongement méridional, situés directement à l'Ouest des zones précédentes. Les éléments originaires de ces zones seraient composés exclusivement de Roches vertes ou de fragments de socle.

Il semble donc que l'on puisse déjà conclure à une diminution progressive de l'épaisseur des Schistes lustrés vers l'Est et à leur disparition dans la zone de Sesia Lanzo, au profit des Roches vertes. Nous préciserons ces résultats ultérieurement.

#### AGE DE LA SERIE DES SCHISTES LUSTRES

Reconnaissons que, pour l'instant, leur âge n'est pas déterminé de façon sûre. Les découvertes paléontologiques de S. FRANCHI (1896, a, b, 1898) en Val Grana, en Val Maïra et dans la haute vallée de Suse permettent d'attribuer au Rhétien la base de la série des Schistes lustrés et au Jurassique moyen et supérieur ses termes supérieurs, par continuité. Depuis, F. ELLENBERGER, A. MICHARD et C. STURANI (1964) ont découvert dans les Alpes cottiennes un gisement situé plus haut stratigraphiquement et caractérisant le Sinémurien terminal. Malheureusement il n'est pas certain que ces résultats soient applicables à notre série qui pourrait correspondre, dans la terminologie quelque peu confuse de A. MICHARD (1961) à l' " unité IV " : Schistes lustrés non fossilifères, riches en ophiolites, sans niveaux bréchiqes. Il semble, en effet, que les faciès fossilifères sinémuriens et rhétiens appartiennent à l'unité III de cet auteur (Schistes lustrés fossilifères à la base, absence d'ophiolites, niveaux bréchiqes), qui fut à un moment considérée comme " prépiémontaise " (A. MICHARD, 1961) (M. LEMOINE et A. MICHARD, 1963), l' " unité IV " étant d'origine probablement plus interne. Depuis, peut-être à la suite de la découverte d'éléments de Roches vertes au sommet de cette " unité III ", A. MICHARD et C. STURANI (1964) s'accordent à lui attribuer une origine également interne ; en même temps, un nouveau nom apparaît, pour désigner, semble-t-il, la même unité : " Nappe piémontaise inférieure " (F. ELLENBERGER, A. MICHARD et C. STURANI, 1964)\*. Les Schistes lustrés étudiés ici et dont la définition est jusqu'à maintenant en accord avec celle des faciès de l' " unité IV " (" Nappe piémontaise supérieure " ?), sont-ils ou non concernés par ces découvertes ? La comparaison entre les deux séries ne fait pas apparaître d'affinités très nettes. Il est vrai que géographiquement, la distance qui les sépare est importante. Retenons simplement, pour l'instant un âge probable Jurassique à Eocrétacé.

---

\* Une mise au point claire serait, comme on le voit, utile. Elle devrait éviter les renvois à des définitions antérieures, partiellement caduques.

## PRINCIPAUX FACIES PETROGRAPHIQUES

L'étude des Schistes lustrés est rendue complexe par l'absence de repères lithologiques ou paléontologiques, l'apparente monotonie de la série, enfin les effets du métamorphisme et de la tectonique de style souple. Celle-ci, lors des plissements d'axe E - O, a tout particulièrement affecté la série, provoquant des répétitions multiples et difficilement décelables. Je me contenterai donc d'une étude générale, " statistique", en m'efforçant de reconnaître les principales unités et leur distribution dans la région, complétée, toutefois, par l'interprétation de levés " sédimentologiques". J'insiste sur le caractère hypothétique des résultats.

Ainsi considérés, les Schistes lustrés peuvent se diviser en trois faciès lithologiques principaux :

- A - Les marbres phylliteux alternant avec des niveaux de quartzites phylliteux,
- B - les calcaires phylliteux roux, habituellement en plaquettes,
- C - les calcschistes très phylliteux, souvent à chloritoïde.

Ces divers faciès sont affectés par le métamorphisme épizonal alpin dont le principal effet a été d'oblitérer toutes les microstructures. L'examen en lame mince ne permet donc que de confirmer et de préciser le diagnostic minéralogique. Par contre, au moins dans les marbres et quartzites phylliteux, où la tectonique n'a engendré que des plis souples, des structures fines liées à des différences de composition, sont encore parfaitement visibles sur échantillon (voir levés " sédimentologiques", planche N° 8). Dans les calcschistes phylliteux, de nature plus souple, les déformations sont intimes et masquent d'éventuelles structures sédimentaires. Ainsi, on y observe communément un débit cylindrique, résultat d'un enroulement des feuillets suivant l'axe de plissement, ainsi que des nodules phylliteux provenant du nourrissage de charnières de micropli (J. GROLIER et P. VIALON, 1964).

## CARACTERES PETROGRAPHIQUES DES PRINCIPAUX FACIES

Cherchons à préciser les traits propres à chacun de ces faciès et permettant de les distinguer sur le terrain.

### A - LES MARBRES ET QUARTZITES PHYLLITEUX.

(Analyses chimiques, planche X, N° 1 et 2, description p. 167)

C'est une série à dominance calcaire mais riche en quartz. Les bancs calcaires sont peu micacés (voir analyse modale d'un échantillon-type, p. 177). La phengite y est répartie dans la masse ou forme des petits lits millimétriques. Parfois blanche, la teinte est habituellement grise par suite d'une imprégnation de la calcite et de la phengite par des matières organiques. Enfin, la présence de petits nodules pyriteux, mesurant au plus quelques cm. de long et dont il ne reste souvent, après dissolution, que le

logement.

Les niveaux siliceux, relativement pauvres en phengite, sont plutôt des quartzites phylliteux que des micaschistes quartzitiques. Exceptionnellement, on peut y voir de la fuchsite. Ils contiennent habituellement un peu de chlorite. J'ai pu constater, en un point, que celle-ci provenait d'une biotite ancienne, dont les reliques se distinguent assez bien des néoformations métamorphiques. L'origine détritique semble prouvée puisque ces formations n'ont subi que le métamorphisme alpin. L'albite y est rare, tandis qu'elle est exceptionnelle dans les faciès calcaires.

#### B - LES CALCAIRES PHYLLITEUX

Ces calcaires se caractérisent par leur homogénéité. Ainsi, sur le versant Sud de la Stura di Viù, à hauteur d'Usseglio où ils s'appuient sur les prasinites, ils forment des massifs épais de deux à trois cents mètres (puissance apparente). Aucun changement de faciès ne s'y note. C'est ce que confirme un levé qui sera examiné plus loin.

La roche doit une foliation nette à l'abondance et à la disposition régulière de la phengite. Elle se débite en dalles à l'affleurement et en plaquettes sur échantillon. Elle perd cette propriété lorsque les micas se concentrent en lentilles étirées. La teinte est habituellement rousse, parfois grise (présence de matières organiques). Il y a, par rapport aux marbres précédents, enrichissement en phengite, quartz, chlorite, tourmaline et oxydes de fer sous forme diffuse. En moyenne, la teneur en calcite est de l'ordre de 50 %.

#### C - LES CALCSCHISTES ET FACIES ASSOCIES

(analyse chimique, planche X, N° 3 et 4, description p. 113)

Ce groupe est moins clairement défini que les précédents. On peut, en première approximation, y ranger tous les faciès dont la teneur en carbonate est sensiblement inférieure à 50 %. Ils sont variés et vont du calcschiste proche des calcaires phylliteux au micaschiste presque exclusivement composé de phengite et d'ailleurs souvent graphiteux, en passant par des faciès quartzitiques ou riches en minéraux divers : chlorite, grenat, tourmaline, albite, chloritoïde. Ce dernier minéral, parfois en quantité notable, ne se rencontre que dans cette unité lithologique qu'il caractérise à mon avis.

On voit se dégager un type moyen, proche de l'échantillon-type 535 E (p. 113) : calcschiste à 35 % de calcite, riche en phengite et en quartz, à chloritoïde, chlorite et traces de tourmaline. Il faut pourtant insister sur le développement local des faciès de micaschistes quartzitiques, particulièrement au contact des prasinites (anciennes radioarites ?)

#### SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE

Si la distinction des faciès lithologiques est relativement facile, il reste à savoir si elle présente une valeur stratigraphique. La carte établie d'après ces faciès montre une répartition en zones assez bien définies (fig. N° 45). On peut y voir un indice de réponse positive, confirmée dans ses grandes lignes par un levé dans les Schistes lustrés, continu sur plus de 500 m. (voir plus loin). On peut donc considérer que les trois principaux faciès

étudiés plus haut correspondent aux grandes unités de la série des Schistes lustrés dans notre région.

La succession stratigraphique serait :

- à la base, les marbres et quartzites phylliteux,
- puis les calcaires phylliteux,
- enfin, les calcschistes.

Cette interprétation repose sur les considérations suivantes :

- succession dans ce même ordre sur le terrain (voir plus loin),
- présence des marbres et quartzites surtout à la base des séries, et à proximité des socles (position périphérique dans la région étudiée (voir fig. N° 45),
- passages progressifs (?) des marbres et quartzites phylliteux au Trias (p. 200) et aux faciès quartzitiques des gneiss minuti (p. 198)
- inversement, les calcschistes occupent les positions élevées et prennent un grand développement dans la région des sommets frontaliers.

R. MICHEL (1953, p. 66) considère aussi que " les marbres phylliteux établissent un passage transitionnel entre les marbres dolomitiques triasiques et les calcschistes proprement dits ". Dans son étude récente de la bordure Nord du Grand Paradis, G. ELTER (1960, p. 57) rejoint cette conclusion.

#### LEVES SEDIMENTOLOGIQUES : PROBLEME DES CALCSCHISTES ALBITIQUES

Comme je l'ai déjà dit dans l'introduction, je suis persuadé qu'une bonne connaissance de cette série ne pourra provenir que de la comparaison de multiples levés aussi minutieux que ceux que l'on effectue en série sédimentaire. Je présente en fin d'ouvrage (planches 7 et 8) trois levés dont le principal correspond à 540 m de coupe continue dans la série des Schistes lustrés. Les deux autres sont des coupes de détail dans l'unité A. Nous allons voir qu'une analyse rapide du levé principal (planche 8) est riche d'enseignement.

Ce levé provient du versant Nord de la Stura di Viù, au-dessus d'Usseglio. Un fond de torrent poli par l'écoulement m'a procuré des conditions d'observations parfaites et continues, depuis l'altitude 1.390 m jusqu'à la masse des prasinites de la Torre d'Ovarda à 1.750 m.\*

#### REDOUBLEMENTS TECTONIQUES

Une première constatation lève l'hypothèque de complications tectoniques graves : il n'y a pas de redoublement majeur dans la coupe. En effet, la transformation des faciès se suit de façon progressive d'un bout à l'autre du levé. On ne saurait considérer la récurrence de type A, venant après le type B (cote 160), comme étant d'origine tectonique; la comparaison avec le type A de la base montre en effet de sérieuses différences quant à l'épaisseur relative des couches (qu'il faudrait expliquer par des étirements différentiels) et surtout quant à leur disposition et à leur nature (plus calcaire, moins gréseuse\*\*

---

\* Un pendage moyen de 50° à contre-pente a permis d'étudier une épaisseur de 540 m de Schistes lustrés pour un dénivelé de 360 m seulement.

\*\* Afin de faciliter l'interprétation, je désigne ici les faciès en termes sédimentaires et non métamorphiques. Cette substitution me semble légitime. Toutefois, pour garder aux levés leur complète objectivité, je les décris sous leur aspect métamorphique actuel.

et montrant une première apparition de l'albite). Le seul redoublement tectonique important qu'on ne puisse exclure, est marqué, à la cote 422, par la réapparition au sein des calcschistes et après la séquence d'abord calcaréo-gréseuse, puis marneuse, qui débute à la cote 372, d'une séquence semblable (à la cote 422). Il pourrait y avoir superposition par écaïlle. Le contact tectonique étant indécélable, il y aurait eu cicatrisation métamorphique, ce qui n'a rien d'invraisemblable.

Il ne faut cependant pas exclure des redoublements mineurs ou des réductions partielles par failles. Ainsi, les intercalations prasinitiques aux cotes 305 et 480 correspondent vraisemblablement à des écaïlles tectoniques, comme nous le verrons plus loin. Leurs effets seraient de faire varier les épaisseurs relatives des diverses unités. Quoiqu'il en soit, les étirements de couches accompagnant le métamorphisme syntectonique interdisent toute investigation sérieuse dans cette direction.

#### INTERPRETATION SEDIMENTOLOGIQUE \*

En laissant de côté le problème des intercalations prasinitiques dont il sera question plus loin, trois unités se distinguent, correspondant précisément à celles que l'étude générale a mis en évidence. Elles se succèdent dans le même ordre avec cependant des récurrences. Les critères de polarité indiquent que la coupe est normale.

UNITE A - (planche 8 ; cote\*\* 0 à 30)

C'est le terme inférieur de la série. Elle correspond à l'unité des marbres et quartzites phylliteux. La sédimentation se caractérise par un apport calcaréo-marneux rythmé. La portion de coupe initiale montre ainsi sept séquences en trente mètres. Chaque séquence débute par des calcaires presque purs pour se terminer par des marnes. A ce fond continu se superpose un apport détritique (grès et grès argileux), suivant un nouveau rythme de nature accidentelle. On peut juger de son indépendance par rapport au premier en remarquant que les trois arrivées détritiques (à la partie inférieure du levé, cotes 0, 12 et 30) se mêlent indifféremment aux calcaires ou aux marnes. Ces apports détritiques se réorganisent en fines séquences.

UNITE B - (planche 8 ; cotes 30 à 160)

Elle succède directement à la précédente et correspond à l'unité des calcaires phylliteux. Son épaisseur atteint ici 130 m, ce qui pourrait être une approximation de la puissance réelle. La sédimentation est homogène ; toutefois, dans les 20 derniers mètres, le calcaire marneux tend à se purifier en même temps que l'apport micacé se distribue suivant un rythme fin et régulier. Contrairement à ce qui a lieu pour l'unité sous-jacente, il n'y a pas d'arrivées détritiques brutales et massives (la présence d'un certain pourcentage de quartz est le signe d'un apport détritique continu). Cette unité pourrait avoir une valeur stratigraphique et représenter un étage.

---

\* J'ai été guidé dans le levé de cette coupe et dans son interprétation par mon ami Cl. GAGNY. C'est lui qui m'a suggéré d'appliquer ces méthodes à la série des Schistes lus-trés en dépit du métamorphisme et de la tectonique. Je fus convaincu de leur intérêt après avoir apprécié les résultats obtenus dans le Dévero-Dinantien et le Culm des Vosges que je connaissais, les ayant étudiés, sans grand succès par les méthodes pétrographiques habituelles.

\*\* Les cotes sont en mètres, le zéro étant le bas de la coupe.



#### RECURRENCE DE TYPE A - (cotes 160 à 195)

Avant le passage aux calcschistes, on assiste à une récurrence de type A (calcaires et grès), entre les cotes 160 et 195. Le fond continu montre une évolution d'ensemble depuis des calcaires peu micacés jusqu'à des marnes. Ces deux faciès alternent dans le détail suivant un rythme fin. L'apport accidentel détritique se distribue en trois séquences principales. Dès la seconde, l'albite, la chlorite et du sphène en granules se mêlent au quartz. L'albite déborde les niveaux détritiques et envahit en bordure les calcaires sur quelques centimètres, y cristallisant en grosses ocelles poeciloblastiques ou " spongieuses " à bords lobés. Nous verrons plus loin l'interprétation qu'il convient de donner à l'apparition de ce minéral.

#### UNITE C - (planche 8 , cote 195 à 535)

C'est l'unité des calcschistes. Son analyse est rendue délicate par la tectonisation. Retenons les séquences principales suivantes en négligeant les épisodes albitiques et prasinitiques et en ne perdant pas de vue la possibilité de complications tectoniques. De bas en haut :

- marne calcaire (cote 195 à 240),
- marne argileuse et gréseuse, riche en fer, (chloritoïde) (cote 240 à 280),
- marne calcaire devenant plus argileuse et plus gréseuse vers le haut (cote 280 à 372),
- marne gréseuse à épisodes calcaires, devenant rapidement argileuse (cote 372 à 422),
- même séquence (répétition tectonique ?) compliquée, dans sa partie terminale, par des déformations liées à la superposition de la masse prasinitique, charriée, de la Torre d'Ovarda (800 m de Roches vertes) (cote 422 à 535).

#### ORIGINE DES GNEISS ALBITIQUES ET DES PRASINITES INTERSTRATIFIEES

Le problème est important, l'existence de gneiss albitiques (gneiss du Charbonnel) dans la série des Schistes lustrés étant un puissant argument en faveur de l'hypothèse d'une métasomatose sodique liée au métamorphisme alpin (R. MICHEL, 1953).

Trois types de roches contenant de l'albite sont interstratifiés dans l'unité des calcschistes :

- des micaschistes et gneiss albitiques,
- des ovardites annoncées par les faciès précédents,
- des prasinites s. s. ou à pistacite et amphiboles sodiques, aux contacts tranchés avec les calcschistes encaissants.

#### 1) PRASINITES A CONTACTS NETS

Ce type se rencontre aux cotes 305 et 480, abstraction faite des dernières dizaines de mètres du levé, en raison des complications tectoniques. Ces prasinites correspondent elles-mêmes vraisemblablement à des écailles insérées tectoniquement dans la série : stratifications et contacts non toujours concordants avec les calcschistes, absence de zones transitionnelles.

#### 2) MICASCHISTES ET GNEISS ALBITIQUES

Les micaschistes et gneiss albitiques forment un grand nombre d'horizons aux contacts parfois irréguliers par rapport au plan de stratification des calcschistes. Pour les micaschistes, citons les niveaux des cotes 200, 223, 283, 294, 312 ; pour les gneiss, les niveaux des cotes 239, 283, 320. La différence entre ces deux faciès tient à une meilleure cohésion dans le cas des gneiss. Leur intercalation dans la série marneuse pré-

sente le même caractère accidentel que celle des niveaux de quartzites phylliteux de l'unité de base : indépendance par rapport au fond continu, épaisseur très variable mais habituellement faible (quelques décimètres). En outre, l'albite n'apparaît que dans les horizons gréseux et, le plus souvent, associée à la chlorite. On peut interpréter ces observations, dans l'hypothèse d'une métasomatose sodique liée au métamorphisme, en admettant que l'albite se formera de préférence dans les niveaux siliceux. On peut aussi penser que ce minéral, ainsi que la chlorite, ont une origine éruptive et qu'ils sont remaniés dans ces niveaux détritiques, à moins qu'ils ne résultent d'un processus volcano-sédimentaire. Les discordances légères sur la stratification pourraient provenir d'un ravinement(?) Une partie du quartz pourrait avoir la même origine. Je penche pour cette seconde hypothèse, déjà proposée par F. ELLENBERGER (1958, p. 345), qui marquait une certaine réserve vis-à-vis du recours à la métasomatose sodique. De fait, rien ne permet de l'envisager dans mes séries (p. 135).

Il faut cependant remarquer que l'albite, la chlorite et le quartz de ces niveaux détritiques sont des minéraux incontestablement métamorphiques. On peut même préciser, à propos de l'albite, qu'elle a cristallisé entre deux phases de déformation, car elle contient des phyllites ou des lignes d'inclusions charbonneuses déjà plissées, tout en étant elle-même fracturée. Sa génération relativement tardive est attestée, en outre, par ses formes de poeciloblastes géants (dépassant le 1/2 cm) disséminés dans le schiste.

Dans l'hypothèse d'une origine détritique ou volcano-sédimentaire (voir plus loin), le matériel éruptif était constitué par un feldspath quelconque dont la démolition métamorphique aurait fourni le sodium nécessaire à la cristallisation (ou à la néogenèse) d'albite (l'aluminium et le calcium passant soit dans la phengite et la calcite, soit dans l'épidote, souvent présente). De même, la chlorite peut provenir aussi bien d'une chlorite plus ancienne que d'une biotite (le potassium passant dans la phengite). Si la roche éruptive originelle est de nature spilitique (albite et chlorite), les transformations métamorphiques se limitent à une simple recristallisation.

### 3) OVARDITES A BORDS DIFFUS

Les deux intercalations principales sont épaisses de 5 m et entourées de micaschistes albitiques sur des distances de 5 à 15 m (cotes 212 et 338). Plusieurs niveaux moins épais, comme ceux de la cote 365, sont associés à des bancs métriques de calcschistes et de gneiss albitiques. Ces derniers ne diffèrent en rien de ceux que nous venons d'étudier.

Le passage du micaschiste à l'ovardite est progressif, mais rapide. Il s'opère par enrichissement en chlorite et en albite et, corrélativement, par perte de la trame micaschisteuse au profit d'une texture plus massive. L'ovardite se rapproche de celles que nous avons décrites (p. 105). Elle est plus riche en pistacite et actinote. On y observe la transformation métamorphique de chlorite en biotite, alors que les micaschistes voisins ne contiennent que de la chlorite. Il semble que la transformation n'ait pu s'y réaliser par manque de magnésium. En effet, chimiquement, la différence la plus importante entre les calcschistes albitiques et les ovardites tient à la teneur en magnésium : de l'ordre de 1 à 2 % dans le faciès d'origine sédimentaire, contre de 7 à 10 % dans l'ovardite. Ceci confirme les remarques de la page 121 : l'apparition de biotite à partir d'une autre phyllite (ici chlorite ou phengite) est, en partie, déterminée par les disponibilités chimiques du milieu.

Ces ovardites sont des prasinites ayant subi une cristallisation métamorphique en présence de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O (p. 113). Comme les prasinites, ce sont donc d'anciennes roches éruptives basiques et probablement des basaltes, peut-être même de nature spilitique (p. 235). On ne peut préciser le mode de mise en place (coulées ou projections ?) V. NOVARESE (1894) a proposé une origine pyroclastique pour des faciès de prasinites gneis-

siques riches en quartz et en phengite. Dans l'hypothèse d'une mise en place par projection, les horizons albitiques auraient une origine volcano-sédimentaire directe. Chaque niveau serait le témoin d'une émission indépendante, son épaisseur étant fonction de l'ampleur de celle-ci et de la proximité de la source volcanique. De telles projections sous-marines ne sont toutefois possibles qu'à des profondeurs inférieures à 2.000 m. (A. RITTMAN, 1963, p. 95) ; or, nous ignorons tout des conditions bathymétriques de dépôt des Schistes lustrés. Dans l'hypothèse d'une mise en place par coulées, (avec ou sans pillows-lavas) les horizons albitiques correspondraient à des remaniements détritiques de coulées sous-jacentes ou voisines, et peut-être aussi, à la fixation directe d'émanations acides liées aux émissions\*. Il est possible que l'activité volcanique se soit accompagnée de déformations ayant favorisé le remaniement détritique.

L'identité des niveaux sédimentaires albitiques au contact des ovardites avec les calc-schistes témoigne d'une même origine. Dans l'hypothèse d'une origine éruptive avec remaniement, ou volcano-sédimentaire avec projections, il est aisé de rendre compte des niveaux sus-jacents ; ainsi, les fins horizons surmontant directement les masses principales aux cotes 222 et 355 ont été manifestement engendrés par remaniement direct. Il est, par contre, plus difficile d'expliquer la présence de ces mêmes niveaux sous l'ovardite.

On peut imaginer un processus volcanique, annoncé par des émissions ou émanations acides, ou bien dont le déclenchement aurait été précédé par des mouvements favorisant les remaniements. Il ne faut pas non plus exclure l'hypothèse de diffusions métamorphiques. Elle me paraît pourtant difficile à retenir pour deux raisons :

- l'étude pétrochimique m'a montré le faible rôle joué par les phénomènes de diffusion dans les contacts (voir 2e partie de cette étude). On peut aussi observer que les intercalations de prasinites s. s. probablement tectoniques, mais alors liées à la phase qui s'accompagne de métamorphisme, ne présentent aucune diffusion. Il est vrai que celle-ci semble gouvernée par des lois encore bien mystérieuses, faisant intervenir les natures du contact, du métamorphisme, des roches en présence etc....

- c'est pourquoi j'attache plus de prix à l'objection suivante. On conçoit mal qu'un niveau prasinitique épais de 5 m et possédant une teneur en sodium normale (à en juger par l'abondance de l'albite) puisse enrichir de façon notable en cet élément (pour ne considérer que lui), une bordure atteignant une dizaine de mètres de part et d'autre.

Il est certain que l'hypothèse d'une métasomatose sodique écarte cette difficulté.

---

\* Lors d'une tournée commune dans le Montgenèvre, où affleurent des ophiolites non touchées par le métamorphisme, M. VUAGNAT et L. PUSZTASZERI n'ont montré un contact normal entre des pillows-lavas spilitiques et des schistes avec, entre ces formations, développement sur 1 m environ de brèches à ciment schisteux et éléments d'albitite à grain fin. L'albitite semble provenir d'un enrichissement fréquemment observé en bordure des pillows-lavas.

## CONCLUSIONS

### ECHELLE STRATIGRAPHIQUE

Il semble que la succession stratigraphique normale soit la suivante :

- marbres phylliteux gris, en bancs métriques, alternant avec des quartzites phylliteux moins épais ; l'épaisseur de cette unité de base pourrait être de l'ordre de 50 m ;
- calcaires phylliteux homogènes, roux, au débit en plaquettes ; épaisseur de l'ordre de 100 à 200 m ?
- calcschistes aux nombreux faciès déterminés par la teneur en calcite (passage aux calcaires précédents), en quartz, en matières charbonneuses, en phyllites, en minéraux divers. Le chloritoïde, largement répandu, caractérise assez bien cette unité. L'épaisseur est difficile à apprécier, la série étant intimement plissée, mais dépasse probablement 200 m.

### RELATION AVEC LES ROCHES VERTES ; LE PROBLEME DES GNEISS ALBITIQUES

Le levé sédimentologique détaillé apporte de fortes présomptions en faveur des hypothèses suivantes :

- des formations volcaniques basiques (spilitiques ?) se seraient mises en place dans les calcschistes, sous forme de minces coulées ou de projections sous-marines (fig.48) ;
- que ce soit à la suite de remaniements détritiques des coulées (peut-être liés à des mouvements du fond au moment des éruptions) ou directement (dans l'hypothèse de projections ou d'émanations volcaniques), du matériel éruptif se serait trouvé mêlé aux apports sédimentaires, l'ensemble donnant, après métamorphisme, les calcschistes et gneiss albitiques.

L'étude pétrogénétique (p. 135) permet d'écarter l'hypothèse d'une origine par métasomatose sodique due au métamorphisme alpin.

Dans notre interprétation, l'intervention des premiers niveaux albitiques après le dépôt des calcaires phylliteux (unité B) permet de dater les premières manifestations volcaniques du début de la sédimentation des calcschistes. Elles se poursuivent avec une intensité et une fréquence croissante pendant une grande partie de la période de dépôt de ces formations\*. Cette interprétation nous permettra d'apporter, dans les conclusions générales, des précisions quant à l'âge des termes supérieurs des Schistes lustrés.

---

\* G. ELTER (1960, p. 57) remarque, en Val d'Aoste, que la quantité de Roches Vertes incluses dans les Schistes lustrés s'accroît vers le haut de la série.

**DEUXIEME PARTIE**

**LES ROCHES VERTES**

## INTRODUCTION

Le but de cette deuxième partie est de dégager les traits dominants des grandes unités pétrographiques et de préciser leurs relations telles qu'elles apparaissent sur le terrain. Elle complète ainsi l'étude minéralogique et peut même en préparer la lecture (voir l'avertissement en tête du mémoire). En raison de son caractère synthétique, elle coordonne les conclusions partielles échelonnées dans cette étude.

Les trois chapitres correspondent aux trois principales unités de la série des Roches vertes :

- les ultrabasites, elles-mêmes constituées de péridotites et de leurs divers produits de transformation : péridotites laminées, serpentinites et roches associées ;
- les gabbros métamorphiques ;
- enfin, les prasinites et ces faciès exceptionnels que sont les éclogites, schistes à glaucophane et pyroxénites.

## CHAPITRE I -- LES ULTRABASITES

### INTRODUCTION

Ce chapitre se divise en deux parties correspondant aux principaux faciès d'ultrabasites : les lherzolites feldspathiques et les serpentinites. Nous rattacherons aux premières les lherzolites laminées créant une transition sur le terrain aux serpentinites. A la suite de ces dernières, nous étudierons les divers types de chloritoschistes qui leur sont associés.

### I - LES LHERZOLITES FELDSPATHIQUES

#### EXTENSION

Enveloppées de toutes parts par les lherzolites laminées et les serpentinites, les lherzolites feldspathiques affleurent, dans le massif ultrabasique de Lanzo, sur 80 km<sup>2</sup> environ pour une superficie totale de l'ordre de 150 km<sup>2</sup>. Ce massif est coupé obliquement par une grande faille cisailante au tracé rectiligne sur 10 km environ. Elle est responsable de la profonde échancrure du Val della Torre. Le compartiment Sud, traduit vers le N. N. O. d'environ 3 km, présente une structure complexe avec de grands plis à axes subverticaux (voir p. 254 )

Il n'existe pas de lherzolite fraîche en dehors du massif de Lanzo, du moins dans le secteur prospecté, car, plus au Sud, au-delà du Val de Suse, elles réapparaissent dans son prolongement pour s'envoyer rapidement sous la plaine du Pô. Au Nord, plusieurs petits affleurements de péridotites plus ou moins serpentinisées sont accolés, comme notre

massif d'ailleurs, à des unités de socle internes, Sesia-Lanzo, Cavanese ou Ivrée. Nous y reviendrons, le problème de leurs relations avec les lherzolites de Lanzo n'étant pas clair.

#### TRAVAUX ANTERIEURS

Les ultrabasites du massif de Lanzo sont les seules ophiolites de la région ayant fait l'objet de descriptions modernes et détaillées : E. SANERO (1932), pour les affleurements du Monte Musine à la pointe Sud du massif et plus récemment G. RIGALT (1958), pour ceux de Germagnano, à proximité de Lanzo. On trouve dans ces travaux plusieurs analyses chimiques complétées par des dosages de traces\* (planche I, N° 4 et 5 ; planche II, N° 4 et 5). E. SANERO signale quatre pyroxènes différents dans la lherzolite. Il semble avoir cherché à distinguer des espèces à clivage supplémentaire (100) d'autres qui en seraient dépourvues. Ces dernières correspondent simplement à des sections peu favorables à cette observation.

Dans le cadre d'une étude des gisements de magnésite ( $Mg CO_3$ ) des Préalpes piémontaises, M. FENOGLIO et E. SANERO (1941) consacrent plusieurs pages aux anciennes exploitations qui jalonnent la bordure S.E. du massif. S'opposant aux hypothèses génétiques "per descensum" précédemment soutenues, ils envisagent une origine hydrothermale liée aux stades magmatiques tardifs et contemporaine de la serpentinitisation.

Enfin, E. SANERO (1931) et M. FENOGLIO (1933, 1956) donnent des descriptions détaillées des petits massifs péridotiques de Pesmonte, Castellamonte et Baldissero affleurant au Nord de notre région (voir plus loin).

#### DESCRIPTION

Ce sont des lherzolites feldspathiques composées d'environ 60 % de forstérite, 15 à 20 % d'enstatite, 6 à 10 % d'endiopside, 6 à 8 % de labrador et 2 % de spinelles chromifères (voir étude pétrochimique p. 15 et suivantes). La grande ressemblance des échantillons étudiés n'est pas un hasard. Des prélèvements effectués en tous points, sur des faciès non rubanés, montrent toujours la même lherzolite. Compte tenu de l'extension et de la puissance considérable du massif, une telle homogénéité est remarquable. En particulier, aucune variation de composition chimique ne ressort de l'examen des diagrammes (fig. N° 14). On peut conclure à l'absence d'évolution magmatique à l'intérieur de cet ensemble.

---

\* Le dosage du sodium est suspect dans ces analyses. La teneur est sensiblement supérieure à la normale et à celle de mes analyses pour lesquelles je dispose du contrôle des bilans minéralogiques.



### RUBANEMENT

A l'échelle de l'échantillon ou de l'affleurement, le stock feldspathique et pyroxénitique n'est pas toujours uniformément réparti. Tantôt les plagioclases se disposent au sein de la lherzolite, en lentilles plates allongées parallèlement, conférant à la roche une orientation nette (p. 15, 18 et 21). Tantôt ils se rassemblent pour constituer avec les pyroxènes et un peu d'olivine des lits bien individualisés, troctolitiques ou pyroxénitiques quand dominant l'enstatite et le diopside. Ces lits sont parallèles et limités par des surfaces parfaitement planes (planche N° 5). J'utiliserai le terme de "rubanement" pour désigner cette disposition. La régularité de leur tracé sur le terrain est plus frappante encore à l'échelle du massif qu'à celle de l'affleurement. Dans la partie Est du massif de Lanzo, moins tectonisée que la bordure occidentale et surtout que la lentille satellite au Sud du cisaillement du Val della Torre, ils se relaient sur 8 km, sans variation de direction ou de pendage dépassant 15°.

L'épaisseur et la fréquence des rubanements varient, comme le montre la figure N° 39

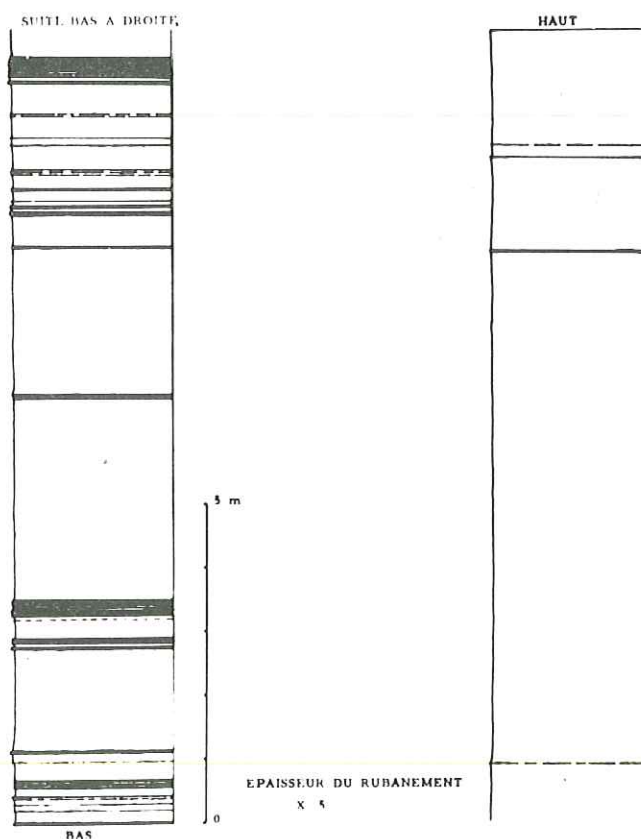


Fig. N° 39 - levé du rubanement dans la lherzolite feldspathique.(25 m).

Je n'ai pas observé de lits excédant 30 à 40 cm. de puissance. Qu'ils soient épais ou ténus (monominéraux), le plagioclase, l'olivine et les pyroxènes y sont les mêmes que dans la péridotite massive (p. 16). Le passage à celle-ci est tranché sur le terrain

par suite d'une altération différentielle ; en lame mince, il est au contraire, insensible. Dans les lits gabbroïques, le plagioclase, souvent malgachitique, forme un fond isogranulaire fin, mosaïqué, supportant de petites plages arrondies d'olivine ou de spinelle chromifère. Les pyroxènes et spécialement le diopside constituent souvent, sur quelques millimètres, une zone de transition avec la lherzolite. La structure de cette zone, identique à celle des gros rubanements pyroxénitiques, évoque une juxtaposition de pièces de puzzle, surtout frappante pour les plages de plagioclase. Leur allure amiboïde et envahissante pourrait être le résultat d'une corrosion des autres minéraux. Des réactions de ce type ont eu lieu, si on juge par des cristallisations d'enstatite le long des clivages du diopside.

Même dans les lits les plus épais, je n'ai pas réussi à mettre en évidence une répartition stratifiée des minéraux sauf, en bordure, un éventuel double liseré pyroxénitique. Je n'ai pas davantage observé de microstructures facilement interprétables. Cet échec interdit toute conclusion trop nette à propos de l'origine du rubanement et, dans l'immédiat, prive de précieux critères de polarité. L'enjeu vaudrait que l'étude de ce phénomène soit reprise de façon très détaillée.

Des filons secondaires au tracé irrégulier recoupent parfois ces lits (p. 16). Ils se distinguent aisément du rubanement primaire, par leur gisement et par la présence d'un plagioclase plus acide, quand il n'est pas complètement saussuritisé (andésine malgachitique dans l'échantillon décrit). Ils possèdent enfin des structures à gros grain, se rapprochant ainsi des lentilles de pegmatite de troctolite (chapitre III de l'étude pétrochimique).

#### ORIGINE DES RUBANEMENTS

Nous allons passer en revue les trois hypothèses habituellement avancées pour expliquer la fréquence du rubanement dans les péridotites. La première s'élimine rapidement. Les deux autres ont une large portée. Elles proposent une origine des complexes basiques et ultrabasiques et, en particulier, des stratifications observées à toutes les échelles.

Ces hypothèses doivent expliquer les principaux faits ressortant de l'étude précédente et concernant le rubanement :

- extension à tout le massif de lherzolite, bien que parfois remplacé par des lentilles feldspathiques disséminées dans la roche,
- régularité parfaite et parallélisme des lits,
- absence d'organisation interne,
- identité minéralogique avec la lherzolite encaissante,
- passage à celle-ci rapide mais progressive sous le microscope,
- structures étirées.

#### 1) HYPOTHESE D'INTRUSIONS FILONIENNES

Soutenue par E. SANERO (1932), qui avait reconnu la présence de lits gabbroïques\*

---

\* Cet auteur décrit au même endroit dans la lherzolite (p. 103) des filons éclogitiques semblables en tous points à ceux des Roches vertes métamorphiques (p. 45, 85, 105 et suivantes). Je n'ai pas retrouvé leurs gisements. Par contre, j'ai fréquemment observé de tels faciès en dépôt morainiques sur les lherzolites. Ils sont, en effet, plus abondants à proximité de la plaine en raison de leur résistance extraordinaire à l'érosion. On voit mal, par ailleurs, comment des faciès présentant les paragenèses du métamorphisme alpin pourraient avoir leur gisement initial dans les roches qui en sont exemptes. Il faut cependant signaler l'existence d'un petit massif au-dessus d'Almese, à proximité des lherzolites, mais dans les serpentinites et les prasinites.

dans la lherzolite du Monte Musine (extrémité S. E. du massif de Lanzo), elle est difficilement conciliable avec les faits mentionnés ci-dessus. Elle ne s'applique qu'aux filons secondaires plus acides.

## 2) HYPOTHESE D'UNE DIFFERENCIATION MAGMATIQUE

Fort ancienne, elle est retenue par J. H. BRUNN (1956, p. 313 à 315) dans le cas du complexe ophiolitique du Pinde pour expliquer des alternances d'allure comparable aux nôtres, mettant en jeu d'abord des dunites et des péridotites à pyroxènes, puis des péridotites serpentinisées et des troctolites. En raison de la qualité de son argumentation, je me permets un large emprunt à cet auteur.

" Le caractère le plus constant des stratifications dans les roches éruptives est, ... le parallélisme entre elles et la base du complexe éruptif. Cette concordance se retrouve, ... dans tous les massifs éruptifs stratifiés - Duluth, Stillwater, ophiolites de Syrie, etc. Le fait que la masse magmatique ait été limitée vers le bas par un fond solide joue donc un rôle déterminant dans la genèse des alternances. Une seconde condition apparaît comme nécessaire à savoir que la consolidation totale du magma se soit propagée de bas en haut, ce qui paraît inévitable dans une masse de la dimension supposée (qui est en outre mauvaise conductrice de la chaleur et de grande chaleur spécifique, cas des roches basiques) lorsque les matériaux consolidés sont plus denses que la phase fluide dont ils émanent. Une troisième exigence ... est que la masse solide ne résulte pas de l'accumulation de cristaux préformés, mais se trouve dans un rapport génétique actif avec la phase fluide qui la surmonte. La quatrième condition, qui est réalisée à coup sûr, est que la phase fluide présente un degré de viscosité susceptible de ralentir les échanges. Une dernière condition est que la phase fluide représente un mélange de minéraux possibles et non un seul minéral potentiel ; nous avons vu au paragraphe précédent que cette condition offre d'autant plus de probabilités de réalisation qu'on s'éloigne de la base de la masse magmatique.

Ces conditions particulières étant réalisées, les alternances doivent résulter du jeu des lois générales qui gouvernent la cristallisation, à savoir : 1), que la cristallisation est un phénomène doué d'une certaine inertie qui se manifeste par le retard à la fusion et à la cristallisation (surfusion) ; or, l'inertie est à l'origine de tout phénomène périodique ; 2), que les possibilités de groupement de la matière en cristaux sont discontinues ; 3), que dans un mélange fondu de deux corps non miscibles à l'état solide, celui des deux qui est en excès sur la proportion eutectique cristallise d'abord. Ainsi, le processus étant déclenché et la surface de la phase solide jouant le rôle de centre de cristallisation pour le minéral en excès, les régions immédiatement supérieures vont s'enrichir des composants de l'autre minéral possible (ou des autres minéraux possibles) et la viscosité empêchera que cet enrichissement ne soit aussi rapidement compensé. Cependant, en raison de l'inertie, le point d'eutexie sera dépassé et la cristallisation de l'autre minéral ne commencera que lorsque celui-ci sera à son tour en excès.

On voit que le phénomène sera normalement périodique, si aucun facteur de trouble n'intervient - un brassage excessif, par exemple. On peut même prévoir certaines des lois qui le régiront. Par exemple, que plus les minéraux possibles seront de compositions voisines, plus l'amplitude des périodes sera grande : c'est le cas de l'olivine et de l'enstatite dans les alternances de dunitite et de harzburgite du Vourinos; au contraire plus on se rapprochera des conditions de formation de minéraux fixant des ions différents, plus les alternances seront rapides ; c'est ce que l'on constate

dans les gabbros\*. Pour une même composition chimique, on peut prévoir que les fréquences se trouveront accélérées en fonction soit de la viscosité, soit de la vitesse de cristallisation, pour finalement disparaître ".

L. R. WAGER (1953, 1963) et H. H. HESS (1960, p. 133) suggèrent à propos des grands complexes basiques (Skaergaard, Bushveld, Stillwater) une origine par différenciation par gravité, le rythme étant créé par des courants de convection circulant dans la masse en cours de cristallisation. A. POLDERVAART, V. H. TAUBENECK (1960), dans une revue des différents processus générateurs de rubanement, concluent de façon proche pour les complexes ultrabasiques épais.

### 3) HYPOTHESE D'UNE ORIGINE TECTONIQUE AVEC ECOULEMENT LAMINAIRE ("FLOW LAYERING").

Les faciès présentant des alternances de nature différente sont les produits d'une première différenciation sous-crustale, intimement mêlés lors de la montée tectonique vers leur gisement actuel. Les stratifications fines et régulières proviennent de mouvements et d'écoulements laminaires des faciès les plus fluides, favorisés par une montée à l'état semi-cristallin ou par une mobilisation partielle contemporaine. BHATTACHARJI, SOMDEV et C. H. SMITH (1964) décrivent une expérience illustrant cette hypothèse dans le cas de conduits allongés (dykes)

Cet exposé, sommaire car les spécialistes sont divisés sur le rôle à attribuer à chacun des facteurs, correspond au point de vue de T. P. THAYER (1960), l'un des plus ardents défenseurs de cette hypothèse. F. ROST (1959) et W. P. DE ROEVER (1957, 1961) estiment que les rubanements sont essentiellement tectoniques ou hérités de différenciations datant d'un stade précoce de la montée, celle-ci s'effectuant à l'état solide. Au contraire, P. DE WIJKERSLOOTH (1942), H. H. HESS (1955), J. F. G. WILKINSON (1953), J. A. NOBLE et H. P. TAYLOR (1960) défendent des conceptions plus proches de celle de J. H. BRUNN : ascension d'un magma non cristallisé mais contenant déjà des parties cristallines. Les rubanements ont une origine mixte par "flow layering" lors de la montée et différenciation tardive.

Cette revue très superficielle montre que la question est discutée.\*\* Elle l'est d'autant plus qu'elle constitue un des aspects les plus importants du problème de la mise en place des complexes basiques et ultrabasiques.

Il serait imprudent de ma part de prendre fermement position. En raison des transformations subies par les ophiolites piémontaises, je ne dispose, en effet, que d'une vue très limitée sur l'ensemble du problème : celle que m'offre précisément, avec ses rubanements, la lherzolite de Lanzo exempte de métamorphisme et peu touchée par la tectonique.

L'hypothèse d'une origine par différenciation magmatique lors d'une cristallisation in situ me semble mieux adaptée. Elle explique correctement la régularité, le rythme et le passage progressif des rubanements à la lherzolite encaissante (rappelons, par exemple, que ces rubanements sont souvent remplacés par des filets feldspathiques dans la lherzolite).

---

\* Et dans les lherzolites feldspathiques

\*\* On trouvera dans les comptes-rendus d'un séminaire tenu à Athènes en 1962 sur les méthodes de prospection de la chromite (C. R. coordonné par R. WOODTLI, publ. O. C. D. E., Paris, 1963), ainsi que dans le special paper N° 1 de la Mineralogical Society of America (1963) de nombreuses mises au point sur le sujet.

Il est vrai que des étirements tectoniques primaires sont la règle dans la lherzolite (p. 15 et 18). J'ai observé, exceptionnellement, des plis couchés d'ordre métrique affectant des rubanements. Mais, dans notre cas au moins, les généralisations de T. P. THAYER (1963) ne sont pas admissibles. Ces déformations peuvent s'expliquer par des mouvements accompagnant la cristallisation et peut-être provoqués par les déséquilibres mécaniques accompagnant une telle transformation.\*

#### DISPOSITION EN EVENTAIL DES RUBANEMENTS DANS LE MASSIF DE LANZO. PUISSANCE DES PERIDOTITES

Quelle que soit son origine, "flow layering" ou produit d'une cristallisation fractionnée, le rubanement primaire est habituellement considéré comme parallèle aux surfaces des roches encaissantes (J. H. BRUNN, 1956) (L. R. WAGER, 1953) (H. BORCHERT, 1963) (W. E. PETRASCHECK, 1959) (M. K. WELLS, 1962). En raison de la forme aplatie de tous ces complexes, on peut admettre qu'après la mise en place, le rubanement était parallèle au socle sous-jacent. Du levé de ces plans à travers le massif de Lanzo, ressort une remarquable disposition en éventail, illustrée par la coupe de la figure N° 40, perpendiculaire à la direction du rubanement en surface (voir aussi planche hors texte, profil a)

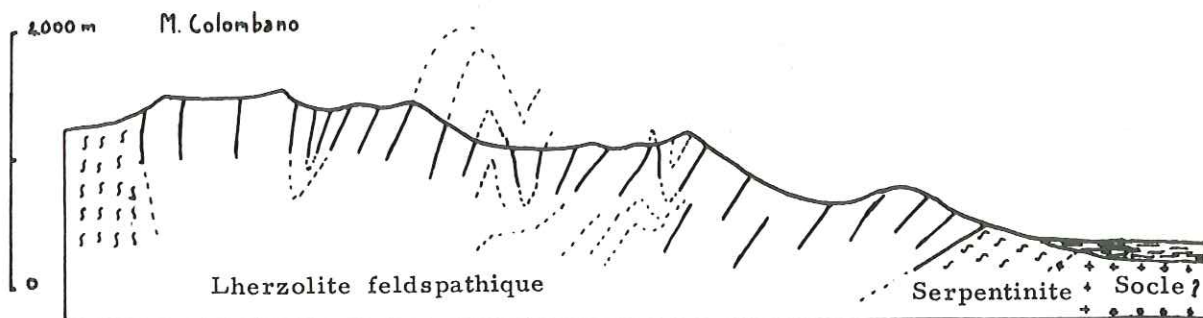


Fig. N° 40 - Coupe dans le massif de Lanzo, depuis Givoletto jusque sous le Monte Colombano.

Nous verrons, après l'étude structurale, les hypothèses que l'on peut avancer pour expliquer cette disposition (p. 273). Essayons, dans l'immédiat, d'en obtenir une appréciation de la puissance des lherzolites non serpentinisées.

Même en tenant compte du repli supposé (fig. N° 40), cette puissance reste considérable : de l'ordre de 2.000 à 3.000 m. C'est une épaisseur normale dans un complexe ophiolitique alpin (G. ROSSELLO, 1964).

---

\* Cette hypothèse est développée par E. KÜNDIG (1956)

#### ORIGINE DE LA LHERZOLITE FELDSPATHIQUE

La lherzolite de Lanzo se distingue des péridotites d'autres complexes alpins à plus d'un titre. Elle présente à l'échelle du massif une homogénéité remarquable, contrastant avec la disposition stratifiée des diverses ultrabasites dans ces complexes : dunites, hartzburgites, lherzolites, pyroxénites. Leur succession s'établit généralement dans cet ordre, évoquant une origine par différenciation magmatique. Elle est toutefois plus ou moins complète et perturbée par des récurrences. Rien de tel n'apparaît dans le massif de Lanzo, en dépit d'une puissance comparable. Il semble que cette particularité soit liée à celle de son chimisme et surtout à celle de sa composition minéralogique. La présence d'un plagioclase comme constituant primaire dispersé est rare dans une péridotite. Ainsi, la lherzolite de l'étang de Lherz (A. LACROIX, 1917) de chimisme proche sinon plus alumineux, ne contient pas de plagioclase. Le diopside, ainsi que le spinelle et le grenat dans les ariégites associées à ces roches, y fixent l'aluminium, le calcium et probablement aussi le sodium. Dans notre roche, ces éléments sont mobilisés par le feldspath. Notons au passage que les péridotites du manteau, soumises à des pressions extrêmes, contiendraient à la place, du pyrope\*.

La présence du feldspath au lieu des édifices minéralogiques habituels peut être le signe d'une cristallisation du magma ultrabasique dans des conditions relativement superficielles (pressions plus basses). J. H. BRUNN (1956, p. 316) retient cette interprétation pour les troctolites associées aux péridotites du Pinde (voir page 7). L'absence de différenciation aurait deux causes possibles :

- si le chimisme de la lherzolite de Lanzo correspond à celui des péridotites du manteau, on peut imaginer une montée directe dans une zone superficielle, suivie d'une cristallisation, ou recristallisation rapide interdisant d'importantes réorganisations. Les seuls effets de différenciation seraient internes à la masse sous forme de ségrégation de lits gabbroïques et pyroxénitiques (à moins qu'ils ne soient d'origine tectonique : " flow layering ").

- si le chimisme de la lherzolite n'est pas celui de la péridotite-mère, on peut envisager qu'elle représente déjà un terme relativement supérieur (plus acide) d'une différenciation ayant eu lieu dans une zone profonde de l'écorce.

Le chimisme des lherzolites correspond assez bien à l'image que l'on se fait actuellement de la péridotite à grenat du manteau, ce qui vient à l'appui de la première hypothèse.

---

\* Ces considérations soulignent l'intérêt de l'aluminium comme élément-index des conditions de pression ayant contrôlé la cristallisation (voir pages 145 et 156).

## RELATION AVEC LE MASSIF DE CASTELLAMONTE - BALDISSERO

Ce massif de taille modeste, affleurant à une vingtaine de kilomètres au N. E. de Lanzo, est l'un des jalons ultrabasiques des unités de socle internes, en l'occurrence la zone du Canavese. E. SANERO (1931) et M. FENOGLIO (1956) l'ont étudié en détail. Ils y ont reconnu une lherzolite en tous points semblable, y compris le chimisme, à celle du Monte Musine, (extrémité Sud du Massif de Lanzo), déjà étudiée par E. SANERO. Néanmoins, ils leur attribuent des origines distinctes : celle de Lanzo, associée aux Schistes lustrés, est mésozoïque ; celle de Castellamonte - Baldissero, liée selon eux à la série basique d'Ivrée, pré-carbonifère. M. FENOGLIO (1933) considère comme mésozoïque un petit relais de lherzolite serpentinisée situé à Pesmonte entre le massif de Lanzo et Castellamonte. L'argumentation avancée est pauvre\*, pour ne pas dire inexistante. En attendant une démonstration plus convaincante, je considère, au vu des descriptions et des analyses de ces auteurs, que ces massifs appartiennent à la même venue magmatique que la lherzolite de Lanzo et qu'ils sont des témoins épargnés par l'érosion d'une même couverture péridotique, à moins qu'ils ne jalonnent la zone de montée ophiolitique. On ne saurait les rapprocher, pétrographiquement, de la péridotite micacée de Finero (Zone d'Ivrée) dont l'âge paléozoïque a été établi (D. KRUMMENACHER, J. F. EVERNEDEN et M. VUAGNAT, 1960).

## LES PERIDOTITES LAMINEES

### EXTENSION

Les péridotites laminées couvrent environ 30 km<sup>2</sup> dans la région étudiée, soit associées aux lherzolites de Lanzo, soit en massifs indépendants au-delà de la zone de Viù.

---

\* Ainsi pour démontrer ce dernier point, les arguments sont :

- le gisement de l'affleurement de Pesmonte dans les formations sédimentaires mésozoïques du Canavese. Aucune indication n'est donnée sur les relations entre la roche ultrabasique et les sédiments, de sorte que le gisement pourrait aussi bien être tectonique ;
- l'échantillon choisi se rapproche chimiquement plus de la lherzolite du Monte Musine (massif de Lanzo) que de celle de Baldissero. Or les échantillons de Pesmonte et du Monte Musine sont tous deux serpentinisés (6 % d'eau), tandis que celui de Baldissero est frais. Un rapide calcul de pourcentage éliminant l'eau dans les trois analyses convainc de leur similitude. D'ailleurs, dans d'autres publications, cet auteur admettra cette similitude entre la lherzolite du Monte Musine et de Baldissero, tout en niant leur parenté.

Dans le massif de Lanzo, elles ménagent la transition aux serpentinites. Leur épaisseur est de l'ordre de la centaine de mètres, mais avec des développements plus importants. Ainsi, dans le prolongement de la Stura di Lanzo, suivant une direction NNO - SSE, coupent-elles le massif de part en part sur une largeur de 300 m à 1 km.

A l'ouest de la zone de Viù, les péridotites laminées constituent plusieurs massifs indépendants, confondus jusqu'ici avec des serpentinites. Leur superficie est de l'ordre de 22 km<sup>2</sup>. La résistance de la roche à l'érosion leur donne une allure altière avec des crêtes aigües qui font la joie des alpinistes : Rosso d'Ala, Uja di Mondrone, Rocca Moross, Curbassera ... Ces massifs reposent sur un coussin de serpentinites, souvent lui-même frangé à la base de chloritoschistes et de talcschistes à divers minéraux. Quand ils possèdent une couverture, une gaine peu épaisse et même discontinue de serpentinites les en sépare.

#### DESCRIPTION

Les péridotites laminées ont un aspect typique qui se retrouve d'un massif à l'autre : roches denses très bien foliées, se débitant en dalles régulières, de couleur gris-brun sur cassure fraîche et rousse sur les surfaces patinées. Cette patine rappelle celles des lherzolites et permet de distinguer immédiatement ces faciès des serpentinites vraies dont la teinte, sur l'affleurement, est un gris terne.

Les massifs de péridotites laminées ont un aspect très caractéristique. De loin, le regard saisit d'immenses dalles rouges\* aux surfaces parfaitement parallèles (voir, par exemple le profil b, planche hors-texte). Le comportement mécanique confirme cette impression visuelle. Quand ils ne sont plus emboutis dans d'autres formations, dégagés par le travail de l'érosion, ils semblent capables de déplacements propres sous l'effet de leur poids, à la façon d'un radeau ayant largué ses amarres.\*\* Ces déplacements sont favorisés par le contraste entre leur rigidité et la plasticité de leur semelle serpentineuse.

Sous le microscope, les effets du laminage sont remarquables ; des fibres de serpentine allongées parallèlement, parfois de grande taille, découpent à l'emporte-pièce les plages d'olivine et de pyroxène (planche N° 1). Il n'en reste que des fuseaux très étirés, prolongés par un sillage de débris. Ce sont ces reliques de minéraux qui confèrent sa rigidité à la roche.

L'étude à la platine universelle de l'olivine, de l'enstatite et du diopside montre sans ambiguïté que ces minéraux sont identiques à ceux de la lherzolite de Lanzo. Dans le cas des massifs isolés, situés au-delà de la zone de Viù, ce résultat est intéressant. L'analogie entre la péridotite laminée de ces massifs et celle qui entoure la lherzolite de Lanzo est déjà un argument pour les rapprocher. L'identité des minéraux constitutifs permet de les considérer comme des lambeaux détachés du massif lherzolitique principal. Leur association intime avec les Roches vertes métamorphiques

---

\* C'est à cette teinte que plusieurs massifs doivent leur nom : Monte Rosso, Rosso d'Ala, Cima Rossa, Punta Rossa, Rocca Moross.

\*\* ce qui rend compte de la dissymétrie de la gaine serpentineuse



témoigne indirectement de l'appartenance à la série ophiolitique mésozoïque\* des lherzolites de Lanzo, pourtant coupées des Roches vertes sur le terrain par la zone de Viù.

## II - LES SERPENTINITES

### EXTENSION

Les serpentinites couvrent environ 130 km<sup>2</sup> dans la région étudiée. Elles sont associées sur le terrain aux lherzolites fraîches et laminées qu'elles enveloppent, comme nous l'avons vu. Elles constituent, en outre, d'importants massifs et d'innombrables lentilles de taille réduite où il n'y a plus trace de péridotite. Les deux principaux massifs sont celui de la Punta Lunella (environ 11 km<sup>2</sup>) et celui de Lemie-Monte Civrari (environ 25 km<sup>2</sup>) étudié en détail dans le voisinage de Lemie (étude pétrochimique, 1<sup>o</sup> partie, chap. IV ; 2<sup>o</sup> partie, chap. 1). Ce dernier est particulièrement dilaté.

### DESCRIPTION

Pour compléter les descriptions des pages 33, 34 et 91, signalons dans les massifs relativement importants, la fréquence des faciès à reliques de pyroxènes, de diopside surtout, car l'enstatite est remplacé par de grandes lames de bastite. Ces serpentinites possèdent une structure maillée, disparaissant dans les échantillons plus transformés. Sur la roche, les pyroxènes se signalent par l'éclat de leur clivage ou simplement par des taches blanches, suivant l'avancement du remplacement. Leur alignement évoque parfois le rubanement de la lherzolite originelle.

### ORIGINE DES SERPENTINITES

Les serpentinites proviennent incontestablement des lherzolites comme le montrent de nombreuses preuves de remplacement. Le mécanisme de la transformation a fait l'objet d'une étude particulière (p. 171). De graves questions restent posées : la serpentinisation est-elle contemporaine de la mise en place du complexe, plus ancienne, ou

---

\* Confirmant ce résultat, j'ai trouvé, dans le massif de serpentinites du Civrari, un bloc de lherzolite comparable en tous points à celle de Lanzo. Je n'ai malheureusement pu repérer le gisement précis.

due au métamorphisme dynamique alpin ? Quel est le rôle des déformations dans ce processus ?

Les auteurs traitant de complexes ophiolitiques alpinotypes tendent à considérer la serpentinitisation comme liée au métamorphisme dynamique alpin, même dans des régions où celui-ci ne dépasse pas l'épizone supérieure, mettant alors l'accent sur le caractère tectonique de la transformation. Loin de nier la relation entre les déformations et l'apparition des serpentinites au dépens de péridotites, je me demande si leur rôle n'est pas exagéré, si parfois celles-ci ne sont pas plus effet que cause (voir p. 177); la tectonique alpine en est-elle seule responsable ?

Comme l'indiquent quelques présomptions, l'essentiel de la serpentinitisation pourrait être indépendant du métamorphisme alpin et contemporain de l'épisode magmatique (p. 31 et 177). Nous avons, par ailleurs, conclu à l'issue de l'étude de cette transformation à une augmentation de volume de l'ordre de 30 % par rapport à la lherzolite originelle (p. 177). L'énergie mécanique ainsi libérée aurait favorisé la montée des ultrabasites, dans l'hypothèse d'une mise en place par intrusion. Dans l'hypothèse d'un épanchement sous-marin et d'une serpentinitisation en fin de cristallisation, l'énergie se serait dissipée sur place, l'expansion étant facilitée par une pression hydrostatique modérée\*. Une partie des déformations pourrait donc provenir de l'énergie libérée par la serpentinitisation.

La déformation dans les péridotites laminées étant incontestablement alpine, il est vraisemblable que la serpentinitisation associée est elle-même due au métamorphisme alpin (pl. N° 1). Celui-ci est par ailleurs responsable d'une recristallisation des serpentinites\*\*, avec disparition de la structure maillée, homogénéisation du grain, tendance à la foliation allant jusqu'à l'acquisition d'une texture schisteuse et enfin expulsion et concentration de la magnétite dans des plans particuliers.

Les conditions réglant le processus de la serpentinitisation sont peu sévères : température inférieure à 400°, présence d'eau, déformations mécaniques. Elles se seraient réalisées dans des circonstances diverses, principalement lors de la montée du complexe ophiolitique ou à la fin de sa cristallisation, accessoirement lors du métamorphisme alpin.

## LES FACIES ASSOCIES AUX SERPENTINITES

L'étude pétrochimique (p. 34 et suivantes) fournit les descriptions des principaux faciès associés aux serpentinites : chloritites, trémolitites, chloritoschistes à actinote, talcschistes à minéraux. Il est utile de rassembler et de compléter les conclusions par-

\* Pour la masse principale des serpentinites située au toit des lherzolites, la pression aurait été créée par 1.000 à 1.500 m d'ophiolites sus-jacentes et une lame d'eau probablement peu épaisse (voir conclusions générales). Elle serait donc nettement plus faible que celle qui a présidé au métamorphisme (p. 262 ).

\*\* S'accompagnant dans les contacts, à la suite d'échanges, du développement de chloritoschistes à divers minéraux.

tielles émises à propos de leur origine.

Ces faciès proviennent de transformations des serpentinites, suivant l'opinion courante fondée sur leur passage progressif à ces roches et certainement guidée par la ressemblance extérieure des chloritoschistes et des serpentinites schisteuses. L'association à ce dernier faciès et le développement en bordure des massifs ou des écailles de serpentinites s'interprètent comme des témoignages de la nature "dynamo-métamorphique" de la transformation. Telle quelle, cette hypothèse est inadmissible. Il ressort de l'étude pétrochimique que les divers chloritoschistes et talcschistes sont chimiquement très différents les uns des autres et, en particulier, des serpentinites. Ils ne peuvent, tous, dériver de serpentinites par une simple transformation métamorphique (voir p. 36 ).

Tournant cette difficulté, H. H. HESS (1933) propose une hypothèse génétique par transformation hydrothermale, toujours à partir des serpentinites, dans un stade antérieur au métamorphisme. Reprise par J. J. GUILLOU et L. PRIMEL (1964) pour des ophiolites tout à fait comparables aux nôtres, affleurant dans le Cap Corse, elle ne paraît pas davantage acceptable. Les écarts chimiques s'expliqueraient par des apports et des départs dus aux solutions hydrothermales. Outre que leurs effets ne s'observent pas dans les roches encaissantes, comment expliquer les faciès divers des chloritoschistes. La succession paragénétique proposée, serpentinite → actinotite → chloritite → talcschiste à carbonates, ne simplifie pas le problème ; au contraire, car les venues hydrothermales successives à température décroissante devraient modifier, plusieurs fois consécutives, le chimisme de la roche. Enfin, il ne faut pas oublier que les espèces minérales observées sont métamorphiques comme le montre clairement l'étude pétrochimique.

Une première conclusion est donc que la transformation conduisant aux faciès observés est effectivement métamorphique. D'ailleurs, oublions l'existence de paragenèses métamorphiques et supposons une seconde qu'elle soit plus ancienne. Le métamorphisme étant lui-même contemporain de la tectonique, les circulations hydrothermales auraient dû envahir le complexe avant sa déformation. Pourquoi en observerait-on actuellement les effets aux contacts précis des serpentinites avec d'autres formations spécialement dans les zones tectonisées ?

Il semble que les difficultés tiennent surtout au fait que l'on cherche une même roche d'origine pour les divers faciès. Renonçant à ce préalable, il faut distinguer :

#### a) ZONES REACTIONNELLES

En raison du fort gradient chimique qui a dû exister au moment du métamorphisme entre les serpentinites et les roches au contact, des échanges ont pu se réaliser conduisant, du côté serpentinites, éventuellement à des talcschistes à minéraux et, du côté roche basique, à des chloritites pures incolores à clinochlore magnésien (voir par exemple les contacts des pages 35, 44 et 91). On peut considérer ces faciès comme des zones réactionnelles. Cette conclusion est en plein accord avec celle de A. H. CHIDESTER (1962) qui a réétudié, après H. H. HESS, les gisements de stéatite du Vermont.

#### b) TRANSFORMATION DE PYROXENITES

Différent semble le cas de chloritites et chloritoschistes à clinochlore vert-bouteille ferrique et divers minéraux (grenat, épidote, actinote, diopside, talc, calcite) ainsi, peut-être, que celui des actinotites ou trémolitites (p. 37, 38 et 39). Contrairement aux précédents, ces faciès se rencontrent parfois au sein des serpentinites. Ils se rapprochent chimiquement, parfois de façon frappante, des pyroxénites dont ils semblent provenir.

(comparer, par exemple, les analyses des pl. III, an. 3 et pl. V, an. 4). Celles-ci, incluses dans les serpentinites, auraient résisté à la serpentinitisation ; n'oublions pas que l'endiopside est relativement réfractaire. L'observation de pyroxénites passant à des chloritoschistes par démolition de la salite (p. 102) confirme cette hypothèse. Des différences originelles amplifiées par des transformations minéralogiques et des échanges chimiques, dépendant de conditions locales, expliquent la variété des faciès observés. La recristallisation (ou la cristallisation ?) métamorphique de la serpentinite en est responsable.

Des niveaux de pyroxénites sont connus dans les complexes ophiolitiques où ils semblent se disposer dans la partie supérieure des ultrabasites, près du contact avec les gabbros\* (L. DUBERTRET, 1953, p. 83) (J.H. BRUNN, 1956, p. 304). De fait, dans notre région, les contacts serpentinites-gabbros métamorphiques sont fréquemment soulignés par la présence de pyroxénites chloritisées (p. 102). Le passage serpentinites-gabbros dans le complexe originel devait donc être marqué par le développement d'horizons pyroxénitiques. Cette zone particulière, peut-être déjà partiellement chloritisée avant les mouvements tectoniques, a pu servir de niveau de décollement ; ainsi s'expliquerait la fréquence des chloritoschistes dans les zones tectonisées (rappelons qu'ils se rencontrent aussi à l'intérieur des masses de serpentinites)

#### c) CHLORITITES PRIMAIRES

Enfin, il ne faut pas écarter l'éventualité de chloritites primaires dans les ultrabasites (M. VUAGNAT, communication orale) (J. ORCEL, 1927, p. 224).

Elles proviendraient de transformations hydrothermales tardi-magmatiques et pourraient conduire à certains faciès observés par recristallisations métamorphiques.

---

\* la coupe du Chenaillet dans le massif du Montgenèvre, où affleurent des ophiolites frais, montre dans les euphotides des ségragations chloriteuses riches en pyroxènes. M. VUAGNAT les interprète comme d'anciennes pyroxénites. Elles se disposent près du contact avec les serpentinites. On ne peut, malheureusement assurer qu'il soit normal.

## CHAPITRE II - LES GABBROS METAMORPHIQUES

### EXTENSION

En dehors des innombrables petites écailles tectoniques insérées dans les zones de plissements intenses, les gabbros métamorphiques constituent deux grands massifs, celui d'Ala di Stura (35 km<sup>2</sup> environ) et celui de Chiavrie (10 km<sup>2</sup> environ) au-dessus du Val de Suse. Entre eux, plusieurs jalons allongés dont la lentille de Forno qui a fourni des échantillons-types. La surface totale d'affleurement des gabbros est de l'ordre de 55 à 60 km<sup>2</sup>\*. C'est peu en comparaison des 180 km<sup>2</sup> de prasinites. Comme nous le verrons plus loin, les roches basiques à grain fin, dont sont issues les prasinites, devaient couvrir initialement une superficie plus importante que les gabbros et elles étaient plus épaisses.

La carte géologique montre une répartition approximative suivant une bande N. S., limitée à l'Est par la zone des écailles de Viù et à l'Ouest par le méridien de Lemie. Entre la Stura di Viù et la Stura d'Ala, ils se prolongent vers l'Ouest, sous les serpentines et les prasinites, au-delà de cette dernière ligne comme l'indiquent les deux fenêtres de Balme et de la Torre d'Ovarda, sans dépasser de beaucoup le méridien d'Usseglio.

Le découpage actuel en deux massifs principaux entourés de satellites est un effet des tectoniques successives et principalement du plissement d'axe E. O., dont une charnière majeure suit le tracé de la Stura di Viù. Les jalons intermédiaires entre ces deux massifs témoignent de leur unité initiale (planche hors texte, profil c).

---

\* La carte géologique d'Italie au 1/100.000° (feuille Susa) ne mentionne qu'un petit massif sous le Civrari. A la suite des définitions de V. NOVARESE (1894) et de S. FRANCHI (1894, 1902), les auteurs n'ont cartographié comme gabbros (euphotides) que les faciès présentant encore des reliques de pyroxène, groupant les gabbros complètement recristallisés avec les prasinites.

## DESCRIPTION

Je me contenterai ici d'aperçus généraux sur les divers types de gabbros et de rappels sur les résultats saillants de l'étude pétrochimique.

### LES GABBROS METAMORPHIQUES

Cinq échantillons-types sont décrits dans l'étude pétrochimique. Deux proviennent du massif d'Ala (p. 55 et 60), deux de la lentille de Forno (p. 65), un du massif de Chiavrie (p. 69). Il faut ajouter les faciès prélevés au contact entre les serpentinites de Lemie et la lentille de Forno.

Ces roches sont homogènes à l'échelle du massif, mais variées sur l'affleurement ; parfois se reconnaît encore un ancien litage fruste (planches N° 2 et 5), facile à distinguer de la foliation métamorphique. La recristallisation métamorphique y est complète, puisque le pyroxène en reliques est lui-même le produit d'un premier épisode de métamorphisme (voir p. 141). Néanmoins, les structures gabbroïques sont bien conservées et la confusion avec les prasinites est impossible\*. On regrette d'autant plus que les grands géologues italiens V. NOVARESE, S. FRANCHI et A. STELLA n'aient pas cherché à faire cette distinction sur le terrain (voir remarque infrapaginale de la page 229). Il y a, toutefois, deux cas où elle est difficile ; dans les zones de passage dont nous parlerons plus loin et dans les régions où le premier épisode de métamorphisme a uniformément transformé les roches en mylonites éclo-gitiques.

Les gabbros métamorphiques contiennent parfois des nodules ferro-magnésiens à tré-molite, chlorite et fuchsite représentant d'anciennes pyroxénites composées probablement de bronzite et de diopside chromifère (voir p. 73 et suivantes).

Chimiquement les gabbros sont homogènes et s'apparentent à des variétés à olivine (p. 135). C'est ce que confirment les calculs pétrochimiques destinés à connaître quantitativement la paragenèse originelle (p. 58, 64 et 71) : labrador à 60 % An, constituant environ 50 % de la roche, olivine, salite ou augite et hornblende alumi-neuse.

### LES GABBROS RODINGITIQUES EN ENCLAVES DANS LES SERPENTINITES

L'étude de plusieurs échantillons, provenant surtout de lentilles et de filons dans les serpentinites de Lemie (p. 41 et suivantes), montre qu'il est possible de discerner d'anciens gabbros sous les maquillages variés qu'adoptent les roches en enclaves, jusque dans le cas des grenatites massives. Les transformations subies, surtout caractérisées par un enrichissement en calcium, sont dues à la serpentinitisation (p. 171). Le remplacement des endiopsides magmatiques s'opère suivant un processus ori-ginal (p. 100 et 144).

---

\* Par boutade, on pourrait dire que les gabbros métamorphiques présentent des taches vertes dans un fond blanc et la prasinite des taches blanches dans un fond vert. Lors-que la mobilisation métamorphique est entière, les gabbros acquièrent une texture ocellée comme les prasinites. Ils s'en distinguent encore à leur teinte nettement plus claire.

Compte tenu d'éventuelles migrations métamorphiques, incontestables dans le cas des filons de grenatites, les faciès gabbroïques semblent résulter d'une ségrégation magmatique originelle dans les lherzolites. La taille souvent exceptionnelle des pyroxènes est un argument dans ce sens, car elle autorise le rapprochement avec les lentilles de pegmatoïdes incluses dans les lherzolites.

#### LES PEGMATOÏDES DE TROCTOLITE DANS LES LHERZOLITES

Ces faciès sont décrits page 25 et suivantes. J'ai envisagé à leur propos l'hypothèse d'intrusions dans la lherzolite en fin de cycle magmatique (p. 32).

Pour terminer cette revue, il faudrait mentionner les rubanements troctolitiques et les filons gabbroïques intimement liés aux lherzolites (p. 16 et 217).

Enfin, l'absence de diorites ou de roches plus acides est remarquable car ce sont des constituants habituels, bien que mineurs, des complexes ophiolitiques. Cette lacune tient peut-être à la pauvreté en silicium de nos roches basiques comparées à celles d'autres complexes (p. 132).

#### RELATION AVEC LES ULTRABASITES

Ce problème ne se pose que pour la masse principale des gabbros métamorphiques, les gabbros rodingitiques et les pegmatoïdes ayant un gisement primaire dans les ultrabasites. Comme nous l'avons vu dans le cas des roches d'origine sédimentaire, les relations entre unités distinctes sont difficiles à appréhender correctement par suite des déformations intenses et du métamorphisme. Il convient de ne pas attacher de signification définitive à un contact, aussi beau soit-il, mais de considérer sa fréquence relative.

A cet égard, les gabbros métamorphiques ne sont pratiquement juxtaposés sur le terrain qu'à deux faciès pétrographiques : les prasinites et les serpentinites. Nous étudierons les relations avec les prasinites dans le prochain chapitre. L'association actuelle gabbros métamorphiques - serpentinites correspond à une association originelle gabbros-lherzolites comme le montre l'étude pétrochimique d'un contact (p. 99)

L'étude pétrochimique décrit les divers termes du passage serpentinites-gabbros métamorphiques tel qu'il s'observe " statistiquement " (p. 91, 102, 103) :

- partant des serpentinites, transition progressive à une zone de pyroxénites à salite brune en cristaux pouvant atteindre 15 cm de longueur, partiellement transformée en chloritoschiste à minéraux ;
- au contact, gabbros à pyroxènes magmatiques frais, souvent de grande taille (effet d'écran des serpentinites, voir p. 100) ;
- en s'éloignant de quelques dizaines de mètres, remplacement du pyroxène par trémolite et chlorite et acquisition du faciès habituel des gabbros métamorphiques.

Nous avons vu dans le chapitre précédent qu'une telle disposition est commune dans les complexes ophiolitiques au passage des ultrabasites aux gabbros. J. H. BRUNN (1956, p. 320) note également la présence de gros pyroxènes à la base de l'unité des gabbros.

Sans exclure la possibilité de décollements au niveau des pyroxénites chloritisées et de déplacements relatifs, il semble que ces contacts soient souvent naturels (ou peu déplacés) et qu'ils attestent d'un passage rapide mais progressif des ultrabasites aux gabbros, dans le complexe originel.

---



## CHAPITRE III - LES PRASINITES ET LES FACIES ASSOCIES

### 1 - LES PRASINITES

#### *EXTENSION*

Les prasinites couvrent environ 180 km<sup>2</sup> dans la région étudiée, moins que l'ensemble des ultrabasites (240 km<sup>2</sup>), mais sensiblement plus que les gabbros métamorphiques (60 km<sup>2</sup>). Outre les innombrables petites écailles des zones très tectonisées, elles constituent plusieurs gros massifs dont celui de la Torre d'Ovarda qui dépasse 50 km<sup>2</sup>. Ces massifs aux formes dilacérées sont presque tous reliés entre eux par des pédoncules. Il est donc vraisemblable qu'ils représentent les restes d'une même couverture déchirée par la tectonique.

Leur répartition actuelle dessine une ceinture autour des autres formations de Roches vertes.

#### *DESCRIPTION*

L'étude pétrochimique nous a donné l'occasion de décrire trois faciès principaux de prasinites, correspondant à peu près aux types définis par V. NOVARESE (1894) et excellentement décrits par S. FRANCHI (1894, 1902)\*.

LES PRASINITES s. s. (p. 79 et 82)

Ce faciès forme l'essentiel des prasinites de la région. On peut marcher des heures

---

\* Je rappelle que pour ces auteurs les gabbros complètement recristallisés sont considérés comme des prasinites.

sur ces roches sans noter de changement. Les seules variations concernent la présence et la répartition de ségrégations pyroxénitiques, ainsi que de structures métamorphiques particulières étudiées plus loin (p. 236 ).

#### LES OVARDITES (p. 105)

Les ovardites tirent leur nom d'un sommet de la région, la Torre d'Ovarda. Elles ont été baptisées par STRUVER, en 1872, comme contenant un feldspath, une épidote et de la chlorite. L. BUCCA (1886) reprenant le même échantillon pour un examen sous le microscope, identifie de l'amphibole. L'ovardite de la Torre d'Ovarda est donc une prasinite s. s. ; c'est ce que m'a confirmé l'étude de ce massif. Le terme cependant est resté et dans sa mise au point, V. NOVARESE (1894) retient comme constituants l'albite, la chlorite et l'épidote. On en donne actuellement une définition plus restrictive : albite et chlorite, sans calcium (J. JUNG, 1958). Mais là ne s'arrêtent pas les vicissitudes de ce nom, comme nous allons le voir.

Les ovardites sont rares dans la région. Elles ne se rencontrent guère que dans les intercalations prasinitiques des Schistes lustrés (p. 208 ) ou dans leur contact avec de gros massifs de prasinites s. s. . Les échantillons-types décrits proviennent d'un de ces contacts. Je rappelle que ce sont des roches à structure ocellée très nette, composées d'albite en édifices maclés à contour automorphe de formesphérique, sertis dans une matrice chloriteuse. L'épidote et surtout l'actinote sont rares. Par contre, il y a toujours une quantité appréciable de calcite. La définition actuelle ne leur convient pas. Il n'existe pas, dans la région, de roches répondant à cette définition. Je propose donc de revenir à celle de NOVARESE : les ovardites sont des prasinites riches en chlorite et pauvres en amphibole.

L'association avec les Schistes lustrés et l'abondance de calcite dans la roche s'expliquent par le processus génétique : ce sont des prasinites ayant cristallisé en présence d'eau et de gaz carbonique, fournis précisément par les calcaires voisins (p. 113).

#### LES PRASINITES A GLAUCOPHANE ET PISTACITE (p. 113)

Ce sont des faciès particuliers des prasinites s. s. se développant dans les massifs et surtout le long de leur bordure, suivant d'étroites bandes, souvent associées à des écailles de Schistes lustrés. C'est en bordure d'une telle écaille qu'ont été prélevés les échantillons-types de prasinite à glaucophane décrits. Ces faciès font souvent le passage entre les prasinites s. s. et les éclogites ou schistes à glaucophane. Ils possèdent un aspect gneissique caractéristique, avec des alternances, parfois très fines, de lits riches en pistacite de teinte jaune et d'autres composés uniquement d'amphiboles sodiques, glaucophane et quelquefois édénite (planche n° 5 ). Un plissement spectaculaire les affecte souvent.

Leur origine est longuement discutée dans l'étude pétrochimique (p. 121 et 122).

#### ORIGINE

La cristallisation métamorphique interdit toute reconnaissance de structures antérieures dans les prasinites. Nous verrons que les découvertes de reliques volcaniques (brèches et pillows-lavas) doivent être considérées avec prudence ; je me refuse actuel-

lement à en tirer argument. Enfin, les pyroxènes des niveaux pyroxénitiques ou en reliques dans les prasinites n'ont pas davantage de signification génétique directe, car ils résultent d'une cristallisation métamorphique ancienne. Néanmoins, l'origine éruptive semble incontestable pour les raisons suivantes :

- les prasinites montrent, comme nous allons le voir, des liens originels avec les gabbros ;
- leur homogénéité remarquable est incompatible avec une origine sédimentaire. Ainsi, sur une épaisseur dépassant 500 m (p. 256), aucune différence minéralogique ou chimique n'apparaît, sinon celle due aux niveaux pyroxénitiques ;
- S. FRANCHI (1894) décrit en Val Grana et Maïra le passage diabase ou porphyrite diabasique à des prasinites. Personnellement j'ai trouvé, dans le lit d'un torrent, sous les prasinites du sommet du Monte Lera, des blocs de prasinite peu cristalline ayant une texture de labradorite typique ;
- enfin, chimiquement, les prasinites correspondent parfaitement à des dolérites et basaltes et montrent une filiation avec les gabbros (voir étude pétrochimique, 3<sup>e</sup> partie, chap. I).

Il semble probable que les prasinites représentent une convergence métamorphique de divers faciès éruptifs basiques, tous à grain fin ce qui explique l'absence de structures magmatiques en reliques, à la différence des gabbros métamorphiques. La relative constance du chimisme des prasinites, en négligeant la faible différenciation mise en évidence (fig. N° 14), indique que les éventuelles variations des roches éruptives originelles ne devraient provenir que du mode de mise en place. Comme on l'observe encore au Montgenèvre, accompagnant des basaltes en pillows-lavas, en coulées ou en projections sous-marines, il y eut probablement des spilites, ainsi que des intrusions doléritiques.

#### RELATIONS AVEC LES FORMATIONS VOISINES

En appliquant les remarques de la page 231, nous devons nous intéresser aux relations des prasinites avec deux formations : les Schistes lustrés et les gabbros. Ils ne sont en contact, pratiquement, qu'avec eux. Il est ainsi remarquable d'observer que la limite entre prasinites et serpentinites est habituellement soulignée par un liseré de gabbros métamorphiques. L'inverse, liseré de prasinite entre serpentinites et gabbros, ne se présente jamais.

#### PRASINITES - SCHISTES LUSTRES

Nous avons étudié les relations prasinites - Schistes lustrés, que ce soit à propos des contacts de nature présumée tectonique (p. 105 et 113) ou originelle (p. 207).

#### PRASINITES - GABBROS METAMORPHIQUES

Le passage prasinites-gabbros métamorphiques s'opère de façon progressive mais rapide sur échantillon (planche N° 2) et tranchée sur le terrain. Il est cependant prolongé dans les gabbros par des récurrences de prasinites et parfois des pyroxénites que nous allons décrire. Elles se disposent en bandes grossièrement parallèles (pl. N° 5). L'origine magmatique est vraisemblable. En effet, les limites sont irrégulières dans le

détail, le passage progressif et enfin ces alternances ne s'observent que du côté gabbro du contact, ce qui n'aurait pas lieu d'être si la tectonique en était responsable. Il est impossible de préciser s'il s'agit d'anciens lits ou d'intrusions de roche basique à grain fin (dolérite) dans le gabbro.

## II - LES SEGREGATIONS PYROXENITIQUES DANS LES PRASINITES

Ces ségrégations se rencontrent dans les prasinites s. s. , exceptionnellement dans le gabbro métamorphique. Un échantillon-type est décrit page 84. La " prasinitisation " débutante, signalée dans cette roche, est bien souvent complète ; la structure reste néanmoins fine et enchevêtrée.

Les pyroxénites se présentent d'ordinaire sous forme de lits-lentilles centimétriques, interstratifiés dans une prasinite orientée. Souvent, elles forment des ovoïdes de taille variable mais ne dépassant guère quelques décimètres (pl. N° 4 ). Ils sont irrégulièrement répartis dans la prasinite. En raison de leur dureté extraordinaire, contrastant avec une bordure plus tendre de prasinite largement cristalline et riche en chlorite, ils font saillie à l'affleurement ou, par déchaussement, déterminent des cavités arrondies. Certains grands massifs prasinitiques offrent ainsi des parois verticales à allure cavernuse (pl. N° 4 ).

L'interprétation consistant à voir dans ces ovoïdes des éléments de brèches volcaniques et des pillows-lavas, quand leur forme et leur abondance l'évoquent (P. BEARTH, 1959), (R. MICHEL et A. NICOLAS, 1961) vient immédiatement à l'esprit. Elle doit être envisagée avec une prudence extrême. Dominé par des parois prasinitiques piquées de cavités, sous le hameau de Monavie (Stura d'Ala), le lit d'un petit torrent parfaitement poli par le ruissellement m'a permis de faire des observations, répétées par la suite, prouvant de façon indiscutable l'origine tectonique de certains blocs.

### OVOÏDES D'ORIGINE TECTONIQUE

Les prasinites contenant les ovoïdes montrent, au lieu d'une foliation régulière avec de petites ocelles millimétriques, un assemblage de cellules claires atteignant 2 à 3 cm dans la longueur, séparées par de minces lits ferro-magnésiens. Les cellules contiennent elles-mêmes de petites cloisons ferro-magnésiennes. En suivant le passage de la structure foliée à cette dernière, on s'aperçoit qu'elle apparaît en même temps qu'un microplissement " en accordéon ". C'est lui qui en est responsable en déplaçant les minéraux leucocrates (albite et clinozoisite), d'habitus isométrique, vers les zones de détente que sont les charnières des microplis et les ferro-magnésiens (actinote et chlorite), d'habitus aciculaire ou planaire, vers les zones de pression que sont les flancs de plis (pl. N° 3 ). Un étirement, suivi d'une recristallisation des minéraux, complète souvent la transformation, accusant l'aspect lenticulaire des cellules et l'empreinte d'une nouvelle foliation, indépendante d'un éventuel litage originel. Ces observations et leur

interprétation sont conformes aux conclusions de J. GROLIER et P. VIALON (1964), en particulier en ce qui concerne " le nourrissage " des charnières. Toutefois, le "nourrissage" décrit dans des micaschistes en Dora Mafra conduit à la concentration du mica dans les têtes de microplis.

Ce mécanisme se répète dans le cas des lits-lentilles pyroxénitiques. Pris dans le plissement isoclinal, ils se boudinent et, en raison de leur dureté supérieure à celle de la prasinite encaissante, " bourrent " dans les têtes de plis (pl. N° 3 ). Partant d'un lit centimétrique au plus décimétrique, se crée ainsi un fuseau épais ou des ovoïdes, quand le plan axial du plissement ne coïncide pas avec le " litage " pyroxénitique initial ou que l'étirement boudine les fuseaux. Comme autour des cellules claires de la prasinite, le plissement favorise une concentration chloriteuse en bordure de ces noyaux durs (pl. N° 4 ). Lors de la relaxation terminale, de grosses albites pourront y bourgeonner, évoquant de façon frappante une structure de pillow-lava.

Dans ces conditions, la prudence la plus grande s'impose avant d'interpréter comme des structures volcaniques primaires les ovoïdes ou les lentilles pyroxénitiques des prasinites.

#### ORIGINE

En écartant les effets de la seconde phase tectonique-métamorphique (acquisition de structures pseudo-magmatiques et " prasinitisation " ), ces faciès apparaissent comme des omphacites à grain relativement grossier (p. 85) dont la cristallisation relève du premier épisode métamorphique (p. 144). Elles forment des lits-lentilles mesurant quelques centimètres de puissance pour une longueur de l'ordre du mètre, de répartition irrégulière au sein des prasinites. Chimiquement, l'écart avec les prasinites est insignifiant : un peu plus de silicium et un peu moins d'aluminium (comparer l'analyse N° 3, pl. IX à celles de la pl. VII). Je propose deux hypothèses :

- lors du premier épisode métamorphique (p. 144), les cristallisations liées à des déformations étroitement localisées (p. 264 ) auraient engendré, par place, ces pyroxénites à partir des roches basiques originelles ;

- ou bien ce serait d'anciennes ségrégations volcaniques (bombes, pillows-lavas ?) peut-être déjà composées essentiellement de pyroxènes sodiques. Leur structure et leur minéralogie particulière auraient déterminé, après un étirement considérable, une cristallisation en omphacite lors du premier épisode métamorphique. Leurs structures actuelles pseudo-magmatiques seraient héritées d'authentiques structures magmatiques.

## MI - LES FACIES ECLOGITIQUES

### EXTENSION

Souvent associés aux prasinites à glaucophane, les faciès éclogitiques et les schistes à glaucophane constituent, dans les régions hautement tectoniques, des bandes étroites et allongées. Soulignant la limite entre les formations mésozoïques et les gneiss sous-jacents du Grand-Paradis, ils prennent au-dessus d'Ala di Stura un développement considérable sous un faciès de mylonites éclogitiques.

### DESCRIPTION

Les éclogites et schistes à glaucophane ont fait l'objet de plusieurs études dans leurs divers gisements des Alpes internes (S. FRANCHI, 1902)(G. B. DAL PIAZ, 1928) (P. BEARTH, 1959). Un schiste à glaucophane est décrit page 85, aussi je me bornerai ici à situer les principaux types les uns par rapport aux autres.

Laissons de côté les faciès éclogitiques inclus dans les serpentinites que P. BEARTH caractérise par la présence de chloromélanite (diopside aegyrinique, description d'un tel faciès p. 47), les opposant ainsi aux éclogites de gabbros et prasinites, à omphacite. Ces dernières sont de belles roches massives et denses à omphacite et almandin, riches en minéraux titanés. Elles affleurent, au sein des prasinites et des gabbros, en reliques partiellement remplacées par des schistes à glaucophane passant à leur tour à des prasinites gneissiques à glaucophane et pistacite (pl. N° 2) ou à des gabbros à pistacite et actinote sodique sombre au litage métamorphique marqué. Dans les masses éclogitiques, une ancienne structure gabbroïque ou pyroxénitique se reconnaît parfois à de grands pyroxènes pseudomorphosés. Les faciès éclogitiques semblent très fréquents dans la zone du passage des gabbros métamorphiques aux prasinites. Des schistes à glaucophane s'observent aussi dans les prasinites, près du contact avec les Schistes lustrés.

Sont probablement à classer à part les mylonites éclogitiques de la bordure du Grand Paradis. Leur extension est sans commune mesure avec les éclogites précédentes. Contrairement à celles-ci, elles semblent chimiquement l'équivalent des gabbros et des prasinites dont elles proviennent. Les minéraux éclogitiques, la glaucophane et le grenat surtout, s'y développent dans un fond finement laminé et mylonitisé.

## ORIGINE

La cristallisation des faciès éclogitiques relève d'un premier épisode métamorphique (P. BEARTH, 1959, p. 87), s'opérant dans le cas des mylonites éclogitiques, à partir de gabbros et de roches basiques à grain fin. L'origine des autres faciès éclogitiques est plus mystérieuse en raison des particularités de leur chimisme. On peut envisager soit un processus d'échanges métagénétiques affectant des roches basiques lors du métamorphisme (voir p. 113), soit un chimisme magmatique original (intrusions tardi-magmatiques sodiques et minéralisées, enclaves profondes ?). Le problème nécessite une étude pétrochimique spéciale.

---

TROISIEME PARTIE

TECTONIQUE ET METAMORPHISME

ALPINS



## INTRODUCTION

Nous allons maintenant étudier les phases tectoniques successives, mises en évidence par l'analyse structurale et par des profils suivant différentes directions. Puis, une fois rappelés et coordonnés les résultats acquis sur le métamorphisme alpin, dans l'étude pétrochimique, nous préciserons la relation entre les phases tectoniques et les épisodes métamorphiques.

## CHAPITRE I - LA STRUCTURE

### ÉTAT DES CONNAISSANCES

Les régions internes de la chaîne alpine tout autour de la zone étudiée ont fait l'objet d'études structurologiques dont les résultats convergent remarquablement ; en Vanoise, F. ELLENBERGER (1958) ; dans le massif de Dora Maira, P. VIALON (1962) ; dans le massif d'Ambin, M. GAY (1964) ; en bordure occidentale du Grand Paradis, J. M. L. BERTRAND et P. SALIOT (1966). Enfin, N. D. CHATTERJEE (1963), dans une étude détaillée sur la partie Nord de Dora Maira, donne la première carte structurale de notre région.

C'est à ma connaissance à F. ELLENBERGER que revient le mérite d'avoir le premier, dans ces régions, dégagé les traits de la structure et de la microstructure et déterminé la succession des diverses phases tectoniques. Il distingue en particulier :

- la mise en place de la Nappe des Schistes lustrés progressant vers l'Ouest ou le N. O. et atteignant la Vanoise au Priabonien ou au début de l'Oligocène (op. cit., p. 459) ; engendrant le microplissement d'axe E. O. et le métamorphisme principal. Une étude très récente (P. COLLOMB et F. ELLENBERGER, 1966) met en relief l'indépendance entre la linéation née de cette phase tectonique et les grands mouvements tangentiels, insistant, par contre, sur la liaison avec le métamorphisme.

- le rétro-écoulement vers l'Est, suivant presque immédiatement le flux initial vers l'Ouest. Bien que notant la postériorité de l'empreinte microtectonique due à ce plissement (N. 65° E.) par rapport à la linéation E. O. (p. 392), l'auteur ne sépare pas nettement ce rétro-écoulement du plissement d'axe E. O. (p. 396). Le style est isoclinal avec déversement vers l'Est et le S. E., le métamorphisme de caractère terminal.

P. VIALON, M. GAY, J. M. L. BERTRAND et P. SALIOT, tout en faisant état de particularités propres aux massifs respectivement étudiés, distinguent deux phases de plissement successives de directions approximatives E. O. et N. S. (N. N. O. et S. S. O. en bordure occidentale du Grand Paradis) et qui s'accompagnent d'épisodes de métamorphisme. Ils ne notent pas trace d'une phase plus ancienne d'écoulement vers l'Ouest. Par contre, R. CABY (1964) en admet l'existence tandis que N. D. CHATTERJEE lui attribue certaines linéations, dans la zone de Cesana-Bardonecchia ; il considère que son absence vers l'Est tient à l'autochtonie des séries mésozoïques ne devenant progressivement allochtones que dans les zones relativement externes. A cette tectonique

pourrait être attribué un métamorphisme de caractère local et précédant de peu la cristallisation principale. L'étude pétrogénétique des minéraux me conduit à des conclusions identiques (voir p. 264).

#### METHODE

L'analyse structurologique entreprise n'a pas le caractère raffiné de certaines études. Elle correspond à une reconnaissance détaillée dans une région où tout ou presque était à faire. Elle valide une extension à notre région des résultats acquis dans les massifs périphériques et constitue un canevas structural suffisamment serré pour guider des recherches plus fines, nécessitées par une tectonique complexe. Les résultats analytiques sont rassemblés sur une carte hors texte, superposable à la carte géologique.

J'ai levé chaque fois que possible les linéations gravées dans les roches. Ce sont surtout des gaufrages et des microplis ; les linéations engendrées par alignement des minéraux sont plus rares. L'axe des plis décamétriques ou hectométriques, déterminé par visées ou par construction dans les cas favorables, s'avère dans toutes mes mesures, parallèle à ces linéations. Leur signification semble donc dépasser celle de la tectonique à l'échelle de l'affleurement. J'ai naturellement apporté un soin particulier à l'étude des cas favorables où plusieurs linéations se superposent.

L'analyse structurale montre la superposition certaine de deux phases de plissement et laisse supposer l'existence d'une troisième plus ancienne. Nous allons les examiner en commençant par la plus récente.

#### †) *PLISSEMENT D'AXE N.S TARDIF*

Le plissement tardif d'axe N.S. se matérialise à l'échelle de l'échantillon par des microplis légèrement déversés vers l'Est ou par des flexures en marches d'escalier, souvent cisailées. Les minéraux sont déformés par ce plissement. A grande échelle, ses conséquences semblent modestes, ainsi que le note déjà N.D. CHATTERJEE, (1963). J'ai pu les apprécier dans les meilleures conditions dans le gros massif prasinitique de la Torre d'Ovarda, grâce à une disposition d'ensemble relativement calme et régulière où les prasinites présentent une foliation presque horizontale. Ce trait, exceptionnel dans la région, résulte de la dimension du massif et de l'homogénéité du matériel constitutif. Le plissement N.S. y imprime quelques plis à plan axial vertical ou faiblement déversés vers l'Est, d'amplitude hectométrique et se suivant dans une direction N.N.E., sur un ou deux kilomètres. L'érosion glaciaire a dû tenir compte de ces froncements comme le montre le beau cirque s'étagant sous le Servin, au-dessus de la Stura d'Ala. La figure N° 41 illustre l'effet de cette déformation sur une écaille de Schistes lustrés pincée dans les prasinites par le plissement d'axe E.O.

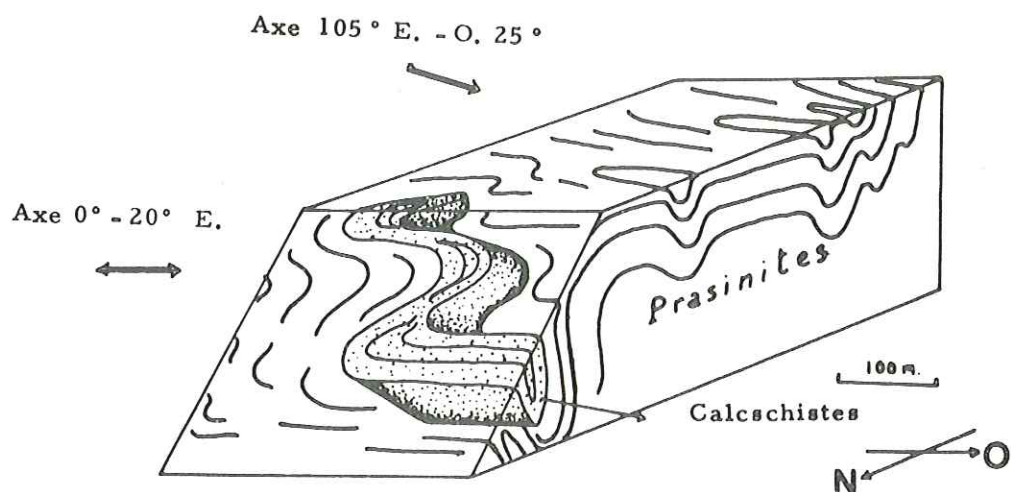


Fig. N° 41 - Superposition de la tectonique d'axe N. S. tardive à la tectonique d'axe E. O.

Elle constitue à cette échelle une démonstration de la postériorité du plissement d'axe N. S. par rapport à celui d'axe E. O. Ce caractère tardif est encore confirmé par la constance en direction et la faible inclinaison des linéations (fig. N° 42). La direction moyenne est de 10° E, la pente n'excède pas 20°.

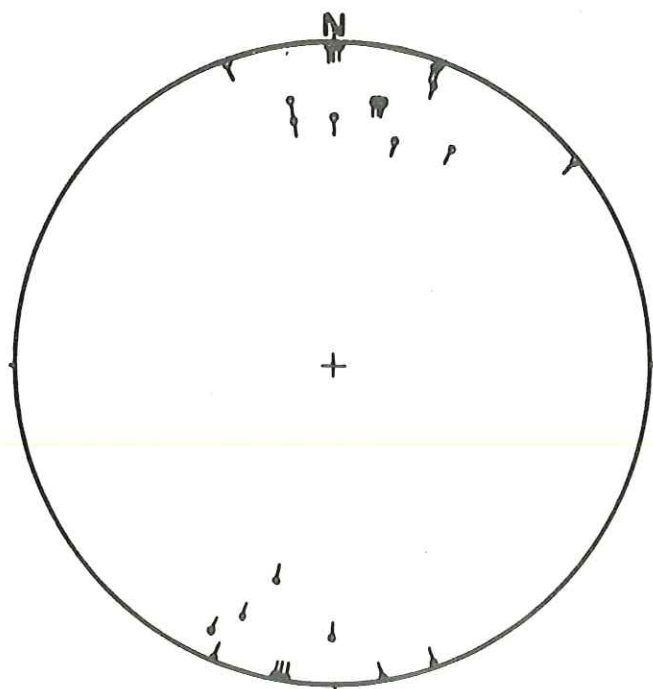


Fig. N° 42 - Linéations et axes N. S. tardifs.  
Canevas de Wülf - hémisphère supérieur.

## 2) PLISSEMENT D'AXE E.O.

Le plissement d'axe E. O. est omniprésent dans la région et son empreinte est telle qu'il est difficile et souvent hasardeux de prétendre reconnaître des structures plus anciennes. L'intensité des déformations et surtout le développement généralisé des recristallisations métamorphiques qui l'accompagnent en sont responsables. Ses effets dans les prasinites constituent une excellente illustration (p. 236 ).

### STYLE DU PLISSEMENT

Le plissement d'axe E. O. conserve à peu près le même style aux diverses échelles. L'étude dans les prasinites permet de l'apprécier au niveau de la lame mince et de l'affleurement, la figure N° 43 au niveau d'une falaise et enfin les profils b et c de la planche hors texte, au niveau de la chafne. C'est un empilement de plis couchés isoclinaux, à foliation de plan axial (J. GROLIER et P. VIALON, 1964). Ses effets sont spectaculaires sur l'affleurement, dans certaines zones qui correspondent probablement aux charnières de plis plus vastes. A l'échelle régionale, ce plissement ne semble pas avoir provoqué de déplacements tangentiels considérables, à la différence du charriage initial dont nous parlerons plus loin. Ainsi, le massif de la Torre d'Ovarda déjà mentionné pour la tranquillité apparente de ses affleurements, présente pourtant un microplissement intense.

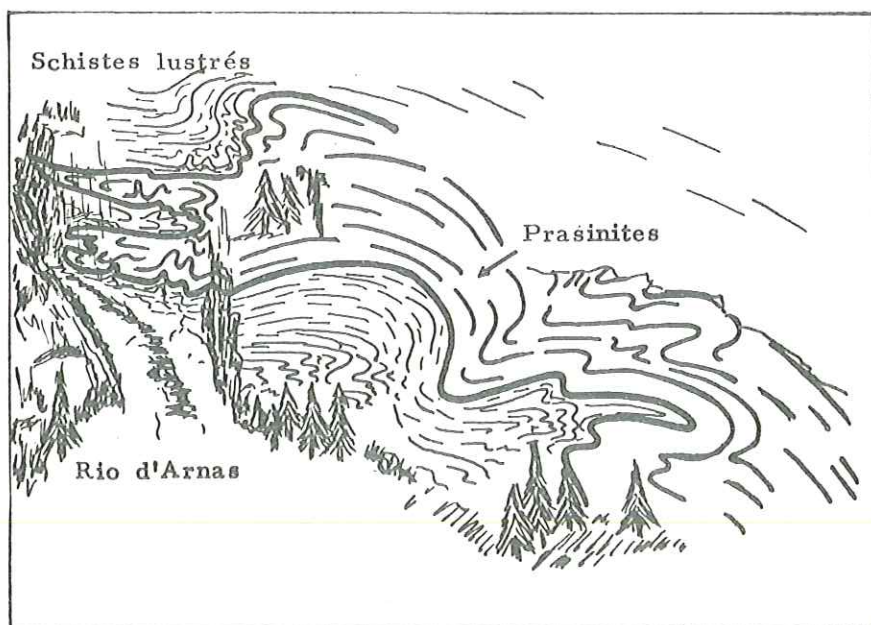


Fig. N° 43 - Plissement d'axe E. O. dans une falaise à l'Ouest du Rio d'Arnas (Pian della Mussa).

## DISPOSITION DES PLANS AXIAUX

Matérialisés par la foliation, les plans axiaux sont régulièrement inclinés vers le Nord de 20° à 30° depuis le Val de Suse jusqu'à la Stura d'Ala. Au-delà vers le Nord, ils présentent un pendage Sud de 30 à 40°. Cette disposition est nette surtout dans les régions occidentales où le plissement d'axe E. O. a laissé une profonde empreinte (planche hors texte, profil b). Vers l'Est, elle reste bien visible de part et d'autre de la Stura d'Ala (profil c). Le torrent a d'ailleurs profité de cet ensoleillement. Il ne commence à se creuser en remontant la vallée qu'après avoir quitté la zone de Sesia-Lanzo et traversé celle des écailles de Viù, s'encasturant progressivement tandis que diminue la distance entre les coupes du Grand Paradis et de Dora Maïra. L'enracinement le plus profond, à hauteur de Balme, coïncide avec la plus faible distance entre ces massifs. Dans le Pian della Mussa, immédiatement à l'Ouest, cette disposition s'efface ; la distance entre les coupes du Grand Paradis et de Dora Maïra augmente de nouveau.

## INTERPRETATION DU STRUCTUROGRAMME

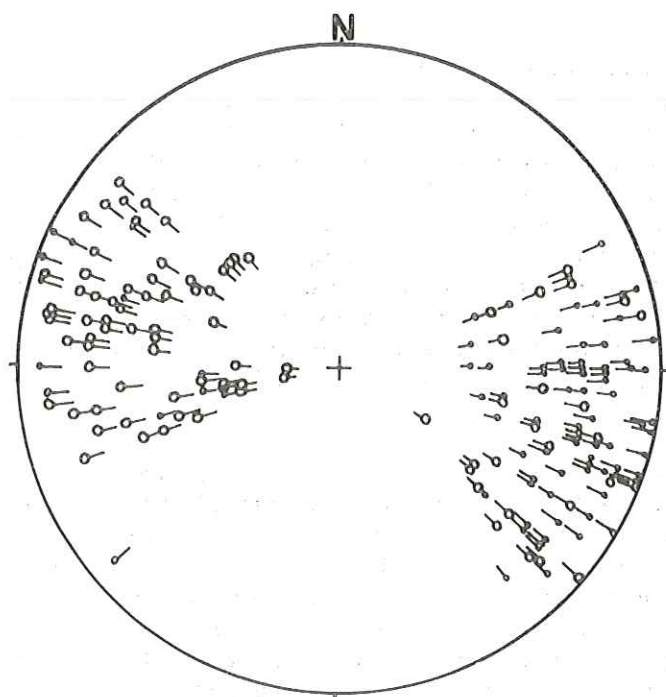


Fig. N° 44 - Linéations et axes E. O.

- Oest du méridien en aval d'Usseglio
- ← Est de ce méridien

Canevas de Wülf - hémisphère supérieur.

Le structurogramme de la figure N° 44 éclaire sur la répartition d'ensemble, dans la région étudiée, des linéations et axes du plissement E. O. Leur direction moyenne est de 100° E. Les cercles noirs représentent des axes levés à l'Ouest d'un méridien passant à un kilomètre en aval d'Usseglio et les blancs des axes levés à l'Est de ce méridien. La séparation est presque parfaite : à l'Ouest de ce méridien les axes plongent vers l'Ouest ; à l'Est, ils plongent de plus en plus fortement vers l'Est en se dirigeant vers la plaine (voir la carte structurale). La dispersion des axes en direction et en plongement tient à deux causes : la déformation par la tectonique tardive d'axe

N. S. et leur modelé sur les coupoles cristallines. Nous discuterons plus loin cet effet de socle dans son influence sur la direction plane du plissement, ainsi que dans ses relations génétiques avec cette phase tectonique.

#### RELATION ENTRE LE PLISSEMENT E. O. ET LES MOUVEMENTS DU SOCLE

En réalité, plus que du rapprochement des deux coupoles cristallines du Grand Paradis et de Dora Maïra dont il est question plus haut, il convient de parler de leur bombement ; le rapprochement n'étant qu'une apparence due au jeu de l'érosion (fig. N° 45\*). Ce bombement est le plus accentué sur le méridien de Balme-Usseglio précisément là où s'opère le changement de pendage des linéations et où l'enracinement de la couverture est maximum.

Comme on ne manque pas de l'observer dans les contacts entre cristallin et mésozoïque, et surtout dans les fenêtres, le plissement de couverture se moule sur la surface ancienne. L'enracinement décrit plus haut est incontestablement un tel effet de socle. Il permet de considérer que le bombement des coupoles du Grand Paradis et de Dora Maïra correspond en profondeur à un affrontement de ces deux masses avec ennoyage transversal suivant le tracé de la Stura d'Ala (fig. N° 45). Ainsi vues, les formations mésozoïques reposent en majeure partie sur le cristallin de Dora Maïra.

L'examen des cartes géologique et structurale permet de prévoir un autre effet de socle d'influence déterminante sur la tectonique de couverture. Le plissement E. O. se moule en arc de cercle autour de la remontée axiale de Dora Maïra sous la Punta Lunella. En allant vers le Nord, le plissement prend sa direction habituelle 100° E. qu'il conserve vers l'Ouest d'une façon très régulière (en carte, les coudes brutaux vers le Sud des limites de couches, observés en amont d'Usseglio, sont simplement dus au changement de direction des surfaces topographiques au voisinage des sommets). Vers l'Est, au contraire, toutes les lignes et surfaces structurales présentent une inflexion brutale vers le Sud, les directions passant de 110° à 200° E. Très accentuée à proximité de la coupole cristalline, la rotation s'amortit progressivement en s'en éloignant. Elle se suit néanmoins vers le N. E. jusqu'à la Stura di Viù, soit sur 7 km.

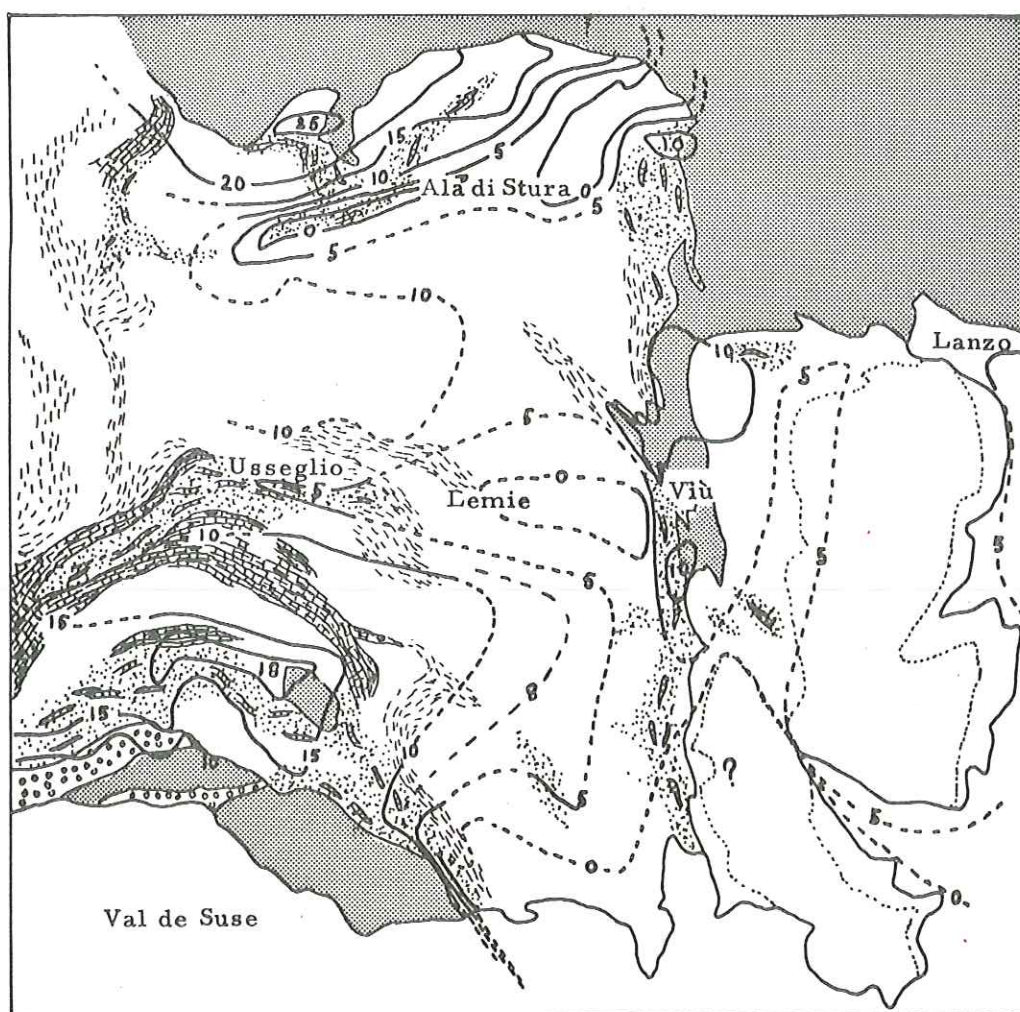
Ce modelé de la superstructure me semble dû à une cassure ou une flexure du socle, elle-même dirigée vers le N. E. et dont le compartiment occidental serait relevé. L'amortissement vers le N. E. provient d'un raccordement progressif des deux lèvres ou simplement de l'ennoyage de la série mésozoïque (fig. 45). Cette disposition pourrait être ancienne, simplement ensuite accentuée par le bombement tardif des coupoles cristallines. Les linéations N. N. E. à fort plongement vers le Nord seraient à attribuer à la première phase tectonique d'écoulement vers l'Ouest (p. 252). Dans ce mouvement, les formations auraient buté contre ce môle et se seraient froncées en un bourrelet.

#### ORIGINE DU PLISSEMENT D'AXE E. O.

Nous avons vu que les directions structurales se moulent sur les socles sous-jacents, s'enracinant quand ceux-ci s'affrontent. Il est tentant de chercher dans un serrage entre les môles du Grand Paradis et de Dora Maïra l'explication des plis d'axe E. O. L'examen de la carte géologique et le profil b de la planche hors texte y invitent.

---

\* Cette figure représente les isobathes de la surface séparant les socles cristallins des formations mésozoïques. C'est une tentative faite à partir des profils tectoniques et en supposant une liaison profonde entre les déformations de la couverture et celle de son support (voir plus loin). Il semble inutile d'insister sur son aspect spéculatif.








-  Calcschistes
-  Marbres phylliteux
-  Marbres et quartzites phylliteux
-  Trias
-  Socles

Fig. N° 45 - Isobathes supposées de la surface séparant les socles cristallins des formations mésozoïques.  
- Répartition des faciès de Schistes lustrés.



C'est l'interprétation retenue en Vanoise par F. ELLENBERGER (1958, p. 400). Une grande prudence s'impose cependant pour les raisons suivantes :

- le bombement des coupoles cristallines qui aurait entraîné le serrage maximum est probablement tardif et en relation avec le soulèvement définitif de la chaîne au Miocène. Or, le plissement E. O. semble dater de l'Oligocène (F. ELLENBERGER, 1958, p. 459) ;

- le plissement d'axe E. O. est connu dans toutes les zones internes des Alpes occidentales jusque dans les socles cristallins, sans qu'une liaison n'apparaisse en tout lieu avec un tel serrage.

- Enfin, la ligne axiale du bombement des socles (méridien de Balme-Usseglio) correspond avec le changement de plongement des linéations. Elle semble responsable de leur déformation, ce qui confirme sa postériorité. Il est intéressant de noter que la culmination axiale ainsi précisée pourrait coïncider avec la ligne de crête des Alpes à cette époque.

On ne doit pas cependant exclure que le bombement tardif n'ait fait qu'amplifier des dispositions préexistantes comme nous l'avons déjà supposé.

La cause du plissement d'axe E. O. reste mystérieuse. La déformation généralisée et intime, ainsi que le caractère relativement " thermique " du métamorphisme consécutif (p. 264 ) m'incitent à penser que les roches possédaient au moment de ce plissement une grande plasticité. Des facteurs dynamiques modestes auraient pu, dans ces conditions, laisser une empreinte aussi profonde. Demeure l'énigme de la constance de ces facteurs à travers toutes ces régions alpines internes. Il ne faut cependant pas oublier que la chaîne alpine vue à l'échelle mondiale s'allonge suivant la direction E. O. et que l'arc occidental N. S. n'en est qu'un accident. J. GOGUEL (1963) propose une interprétation selon laquelle le déplacement essentiel y serait du Sud vers le Nord. Peut-être existe-t-il une liaison profonde entre le plissement d'axe E. W. et la dynamique fondamentale de la chaîne.

### 3) LE PLISSEMENT D'AXE N.S. PRECOCE ( ECOULEMENT VERS L'OUEST )

Démontrée en Vanoise par F. ELLENBERGER (1958), une tectonique d'écoulement vers l'Ouest, provoquant un plissement d'axe N. S. plus ancien que la phase d'axe E. O., reste conjecturale dans le cadre limité de la région étudiée, en raison de l'intensité de la déformation et du métamorphisme accompagnant cette phase d'axe E. O. Nous allons examiner les faits qui militent en sa faveur.

#### FAITS D'ORDRE " STRATIGRAPHIQUE "

La disposition stratifiée du complexe ophiolitique, après sa mise en place, est maintenant bien établie. Or, l'examen de la carte nous montre une succession, non plus sur une même verticale, mais suivant une horizontale d'Est en Ouest. Ainsi, les ultrabasites couvrent principalement la région de Lanzo ; vers l'Ouest, au-delà de la zone de Viù, les gabbros métamorphiques forment une bande méridienne (p. 229 ), ceinturée plus à l'Ouest encore par les massifs principaux de prasinites, dont les plus gros affleurent à la limite du pays des Schistes lustrés. Cette disposition est le résultat d'un étalement horizontal d'Est en Ouest (voir p. ).

Le levé sédimentologique permet de considérer les niveaux de prasinites interstratifiés dans les Schistes lustrés au-dessus d'Usseglio comme le témoignage d'une activité volcanique qu'il est raisonnable de lier à l'épanchement ophiolitique principal dans des zones plus orientales. Or, nous observons actuellement la masse formidable de ces ophiolites au-dessus des affleurements d'Usseglio (planche hors texte, profil a) : il y a charriage différentiel si ces présomptions sont elles-mêmes fondées.

## FAITS D'ORDRE STRUCTURAL

### TTECTONIQUE

Le tracé de profils tectoniques discuté plus loin (p. 255) apporte de puissants arguments pour admettre l'existence de la tectonique d'écoulement N. S. (planche hors texte, profil a).

### MICROTECTONIQUE

Le stéréogramme de la figure N° 46 met en évidence une direction de plissement d'axe N. S. au plongement élevé dont semble responsable la déformation d'axe E. O.\*. La distinction avec cette dernière, malgré les critères cités, est parfois difficile quand le plongement est important. C'est le cas de la zone de Viù, où les axes du plissement E. O. prennent un fort pendage vers l'Est.

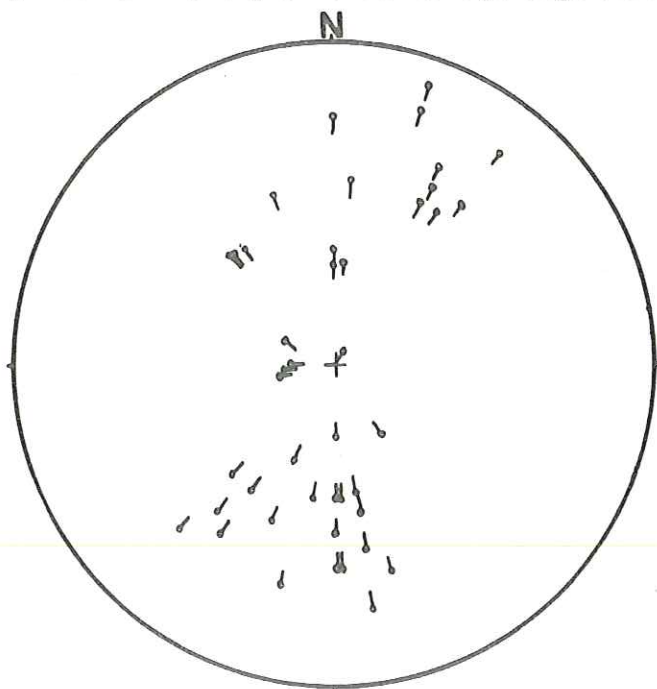


Fig. N° 46 - Linéations et axe N. S. précoces.  
Canevas de Wülf - hémisphère supérieure.

\* La distinction sur le terrain entre le plissement N. S. ancien et les suivants n'est pas aisée. Voici les critères utilisés :

- présence de structures déversées vers l'Ouest, alors qu'elles sont déversées vers l'Est par le plissement tardif d'axe N. S.
- impression des axes dans des faciès appartenant à l'épisode métamorphique ancien, de foliation orientée N. S.
- superposition du plissement d'axe E. O. à cette linéation N. S. Toutefois, l'observation est exceptionnelle.

N. D. CHATTERJEE (1963) considère que, dans cette région au moins, le plissement N. S. ancien est une déformation hercynienne et que tous les axes à forte inclinaison sont à rapporter au plissement E. O. quand ils affectent des roches mésozoïques, quelle que soit leur direction plane. Le bombement des coupoles cristallines en serait responsable. Cette interprétation trouve un appui dans l'observation du plongement progressif des axes E. O. vers l'Est. Elle attire cependant les remarques suivantes :

- le plissement, mésozoïque, ancien d'axe N. S. existe dans la région à l'Ouest de la zone de Viù, indépendamment du plissement E. O. Il peut donc fort bien coexister dans la zone de Viù avec celui-ci, comme je crois l'avoir reconnu malgré les difficultés dues aux plongements importants et aux déformations complexes de cette zone (voir plus loin).

- un simple bombement des coupoles cristallines ne suffit pas à expliquer les plongements des axes, car ceux-ci dépassent bien souvent la verticale et prennent un pendage vers l'Ouest. Il est nécessaire d'imaginer un basculement de la bordure de ces coupoles au contact de la zone de Sesia-Lanzo, dans la zone de Viù, avec serrage et enracinement de la couverture mésozoïque. Le rétrocharriage tardif d'axe N. S. en serait responsable. Or, la figure N° 45 montre sans ambiguïté qu'un tel enracinement n'est concevable que dans une bande plus occidentale où les linéations E. O. sont encore peu inclinées.

Sans rejeter définitivement cette interprétation, je préfère considérer la zone de Viù comme une cicatrice de la tectonique ancienne d'axe N. S. Cela s'accorde mieux avec son style tectonique marqué par une succession, sur parfois 3 km, d'écaillés serrées à pendage moyen de 50° E. Nous avons constaté partout ailleurs les effets modestes de la déformation tardive d'axe N. S. dont, en outre, le plan axial est vertical ou penté vers l'Ouest. Le rejeu de la zone de Viù, lors de la montée des massifs cristallins et de l'affaissement padan, provoque un simple gauchissement des plis d'axe E. W. Ce rejeu est facilité et guidé par les innombrables plans listriques pentés vers l'Est résultant de l'écaillage ancien. De fait, le plongement maximum que j'ai pu mesurer

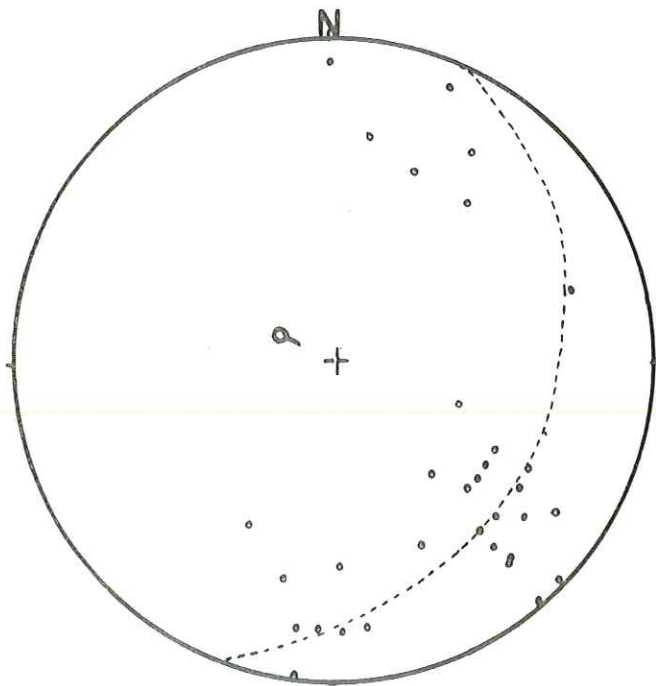


Fig. N° 47 - Levé des plans de rubanement dans la lherzolite du massif satellite de Lanzo. Mise en évidence d'un axe subvertical.

dans les axes E. O. ne dépasse qu'exceptionnellement 45° vers l'Est. J'attribue à la tectonique ancienne des déformations à axes subverticaux affectant des prasinites à glaucophane éclogitique (épisode ancien, p. 264 ) (voir pl. N° 3 ) ou le rubanement des lherzolites dans le massif satellite de Lanzo, au Sud du cisaillement du Val della Torre (stéréogramme, fig. N° 47)

#### TECTONIQUE DE CISAILLEMENT

De grandes fractures cisailantes suivant un plan très penté (fig. N° 45) avec déplacement vers le N. N. O. du compartiment occidental découpent le massif de Lanzo (p. 215 ). P. VIALON (1966) en signale une limitant le socle de Dora Maira des formations mésozoïques, de part et d'autre du Val de Suse. On ne peut actuellement exclure que les plis à axe subvertical attribués au plissement N. S. ancien (fig. N° 47 et pl. N° 5 ) ne soient une autre manifestation de cette déformation, due à une poussée suivant un plan vertical.

#### " PLIS DE DIACLASES "

Dans les roches compétentes (prasinites et surtout lherzolites), s'observent fréquemment des " plis de diaclases " décimétriques, d' "axe" habituellement peu penté et orienté grossièrement N. S. Dans la lherzolite, le rubanement n'est pas dérangé de part et d'autre d'une de ces diaclases courbes, tapissées par de la serpentinite. Il ne s'agit donc pas d'un plissement véritable, mais probablement d'un décrochement avec translation le long de surfaces courbes, dans la direction de leur génératrice ("axe des plis") (comm. or. de J. GOGUEL).

Cette déformation est tardive, puisqu'elle découpe toutes les structures. Elle s'est produite en profondeur en raison de son style relativement souple et de la serpentinitisation induite.

#### PROFILS TECTONIQUES

Le levé géologique détaillé au 1/25.000° et la construction d'une maquette régionale en relief au 1/50.000°\* m'ont fourni d'excellents outils pour tenter de démêler la

---

\* J'ai décrit, dans une petite note, en raison de ses avantages incontestables, la méthode retenue pour la réalisation de cette maquette (A. NICOLAS, 1965).

structure complexe de la région. Celle-ci est telle qu'à priori un profil local peut recevoir des interprétations opposées, malgré l'amorce de coupe constituée par de magnifiques parois verticales, hautes de plusieurs centaines de mètres.

Cependant, dans des coupes à l'échelle régionale, certaines interprétations, localement plausibles s'éliminent d'elles-mêmes, et celle qui est proposée sur la planche hors texte s'est finalement imposée. Le profil a) orienté E.O. nous montre les résultats de la tectonique ancienne d'axe N.S., les suivants la reprise de cette disposition par le plissement d'axe E.O. (leur tracé en plan est porté sur la carte structurale hors texte).

Le profil a) est tracé dans une zone privilégiée ayant peu souffert du plissement d'axe E.O. ; celui-ci étant, en outre, parallèle à la direction de coupe, ses effets sont inappréciables. La disposition en pli couché avec flanc inverse conservé sur une portée de plus de 12 km peut paraître surprenante. Avant de l'admettre, j'avais envisagé l'hypothèse d'un simple étalement vers l'Ouest à la façon d'un jeu de cartes ; les prasinites, représentant l'ancienne couverture du complexe, glissant le plus loin, les niveaux gabbroïques sous-jacents restant en retrait (A. NICOLAS, 1966). Malheureusement, cette interprétation, plus satisfaisante pour l'esprit, est incompatible avec l'interstratification des gabbros entre deux masses de prasinites vérifiée tout au long d'un profil E.O. et se terminant, vers l'Ouest, par un encapuchonnement incontestable. De plus, dans la région des crêtes entre Ala di Stura et Lemie, où la superposition de la tectonique d'axe E.O. est discrète, s'observe, de bas en haut, en série inverse, le passage des prasinites aux gabbros, puis des gabbros aux serpentinites et péridotites laminées. Ces divers passages me semblent naturels (voir p. 235 , 231 , et 224 ), ce qui impose une interprétation en pli couché. J. J. GUILLOU et L. PRIMEL (1964), dans des conditions analogues réalisées dans le Cap Corse, arrivent à des conclusions exactement semblables concernant le style du pli, sa portée, le comportement des serpentinites, etc...

Il est possible que les serpentinites au coeur du pli aient facilité, par l'effet de mouvements laminaires, un développement régulier de ce grand pli, absorbant les déformations dont le résultat habituel est l'étirement et la disparition du flanc inverse. Leur répartition actuelle désordonnée s'explique par leur mobilité. Elles ont pu fuser à travers les dislocations de cette structure et surtout se disperser lors du plissement isoclinal d'axe E.O. (p. 248 ). La limite serpentinites-gabbros, avec son liseré pyroxénitique transformé en chloritoschiste, constitue une excellente surface de clivage (p. 227 ). Ce plissement a presque partout effacé les traces du grand pli couché, sauf dans la dorsale entre les Stura di Viù et d'Ala. Encore dans cette zone privilégiée n'en observons-nous guère que le flanc inverse, l'érosion ayant enlevé les parties supérieures.

La racine de ce pli couché semble la zone de Viù. En effet, nous le voyons se développer plus à l'Ouest tandis qu'à l'Est, les prasinites et les gabbros n'affleurent pratiquement plus et les ultrabasites reposent directement sur le socle.

#### EPAISSEUR DU COMPLEXE OPHIOLITIQUE

Les profils tectoniques permettent de donner un ordre de grandeur de la puissance des divers termes du complexe ophiolitique :

- lherzolites feldspathiques, 2.000 à 3.000 m (p. 221 ) ;
- ensemble des ultrabasites (lherzolites + serpentinites), 3.000 m ;
- gabbros métamorphiques, 300 à 400 m ;
- prasinites, 500 à 700 m .

L'épaisseur totale serait donc d'environ 4.000 m. Elle est conforme à celle des complexes alpins (G. ROSSELLO, 1964).

## CONCLUSION

Après mes reconnaissances préliminaires, une étude structurologique de détail s'impose; surtout dans la zone des écailles de Viù. Il est, en effet, de première importance pour les thèses tectoniques de bien connaître l'histoire de cette zone-clé.

Avec la part d'incertitude découlant de la conclusion précédente, on peut proposer l'histoire tectonique suivante :

- charriages différentiels de la couverture vers l'Ouest (plissement d'axe N. S. ), datés en Vanoise de la base de l'Oligocène (F. ELLENBERGER, 1958). La zone des écailles de Viù en est la charnière (voir p. 254 ) ;
  - plissement en plis couchés d'axe E. O. , d'extension très générale mais ne s'accompagnant pas de mouvements tangentiels importants ;
  - plissement en retour d'axe N. S. (rétro-charriage des zones méridionales et plus externes, d'âge Oligocène en Vanoise). Ses effets seraient ici modestes : "froncements " de plan axial vertical ou légèrement déversé vers l'Est ;
  - bombement des coupoles cristallines de Dora Maïra et du Grand Paradis concomitant, au Miocène, de l'effondrement padan. L'ensellement transversal, existant peut-être déjà, s'exagère avec enracinement sur la ligne de la culmination axiale de ce bombement.
  - enfin, sans pouvoir situer leur âge relatif par rapport aux évènements précédents, grandes fractures cisailantes suivant un plan probablement subvertical, dont le compartiment occidental s'est déplacé vers le N. N. O. Elles sont peut-être liées à une déformation tardive, provoquant dans les roches compétentes des décrochements suivant des surfaces courbes (" plis de diaclases ").
-

## CHAPITRE II - LE METAMORPHISME

### ETAT DES CONNAISSANCES

Le caractère syntectonique du métamorphisme alpin est connu depuis longtemps (voir notamment S. FRANCHI, 1902). Après des avatars nombreux, cette notion est définitivement démontrée en Vanoise par F. ELLENBERGER (1958, p. 396) qui associe la cristallisation métamorphique au serrage, cause de la tectonique d'axe E. O. et accessoirement au rétro-charriage. La pluralité des phases de cristallisation ne lui échappe pas : le faciès à glaucophane plus ancien subit une rétomorphose dans le faciès schiste vert (p. 363) ; plus récemment (1960), il signale la présence de pseudomorphoses de lawsonite dans la paragenèse précoce.

M. L. VAN DER PLAS (1959) a clairement analysé la succession des épisodes métamorphiques dans l'Adula. Utilisant les amphiboles comme minéral-index, il distingue trois phases :

- la phase à glaucophane, la plus ancienne,
- la phase à amphibole bleu-vert\*,
- la phase à trémolite-actinote, la plus récente.

A la même époque, P. BEARTH (1959), dans une étude sur les éclogites des zones internes des Alpes occidentales, arrive à des conclusions proches. Il attribue l'omphacite à un épisode éclogitique précédant celui des schistes à glaucophane et des prasinites, alors que VAN DER PLAS la range dans l'épisode à glaucophane.

---

\* Nous avons vu que cette amphibole bleu-vert est une édénite (p. 150 ).

#### LES DIVERSES PARAGENESES ET LEUR SUCCESSION

L'étude pétrochimique nous a montré qu'une succession de paragenèses assez proches s'observe dans la région étudiée\*. Dans les Roches vertes, cette association semble être :

I - PARAGENESE A OMPHACITE-GLAUCOPHANE. Omphacite\*\*, glaucothane, almandin, apatite, phengite, allanite, rutile, quartz ;

II - PARAGENESE A EDENITE. Crossite, édénite, albite, pistacite, (glaucothane)\*\*, phengite, (chlorite), quartz, (grenat), sphène, apatite ;

III - PARAGENESE A TREMOLITE - ACTINOTE. Trémolite - actinote, albite, chlorite, clinozoïsite, phengite, quartz, chlorobiotite, sphène, apatite, (hornblende).

IV - PARAGENESE FILONNIENNE TARDIVE. Albite, chlorite, quartz, pistacite, glaucophane, trémolite, sphène.

Ce sont là les paragenèses successives les plus courantes (prasinites et gabbros métamorphiques). Elles diffèrent dans les faciès exceptionnels comme les enclaves des serpentinites : l'épisode I semble engendrer, comme espèces typiques, la diopside aegyrienne (chloromélanite) ou la jadéite, accompagnés d'almandin-grossulaire ; les épisodes suivants, du diopside s. s. et du grossulaire-andradite (planche N° 1). Cette superposition métamorphique de deux variétés de grenat pourrait être l'explication de l'hétérogénéité mises en évidence par les R. X. (p. 46, 49, 51, 86).

#### APPORTS DE L'ETUDE PETROCHIMIQUE

##### ABSENCE D'ECHANGES CHIMIQUES

La comparaison entre les Roches vertes piémontaises et des complexes ophiolitiques alpins non métamorphiques permet de conclure à l'absence de métasomatose générale dans notre série (p. 128 et suivantes). Les écarts avec les complexes de référence sont faibles et imputables à une certaine originalité dans la différenciation magmatique, déjà mise en évidence par l'étude pétrographique (p. 222 ).

La recherche des paragenèses originelles dans les gabbros métamorphiques et les prasinites démontre le rôle négligeable tenu, dans la cristallisation métamorphique de ces roches, par les échanges chimiques interminéraux : le plagioclase basique se transforme en un mélange d'albite et de clinozoïsite, les ferro-magnésiens en actinote, chlorite et minéraux opaques, sans que les échanges chimiques entre les deux phases magma -

---

\* Se reporter aux pages 85, 87, 119, 156, 161, 167

\*\* Sont soulignées les principales espèces de chaque paragenèse. Celles mises entre parenthèses sont, soit métastables, soit en voie de formation.



tiques en voie de recristallisation ne dépassent 5 % de l'ensemble. (p. 58 , 64 , 71 et 81 ). On peut même montrer que si la cristallisation s'effectuait directement dans le faciès schistes verts, les échanges seraient pratiquement nuls. L'intervention, limitée, du premier épisode métamorphique dérange cette économie. En effet, elle détourne, entre autres, vers le pyroxène sodique la soude et une partie de l'aluminium destinés à l'albite (p. 63 ).

La précision des calculs menés dans le cas des faciès ayant perdu toute texture magmatique au profit d'assemblages typiquement métamorphiques (ocellés, gneissiques) entraîne une conclusion importante. Terminée la cristallisation principale, les effets du métamorphisme se limitent à une nouvelle distribution des espèces engendrées. Le transport est essentiellement mécanique et rhéomorphique, facilité par les déformations concomitantes (p. 236 ). Les échanges chimiques sont nuls ou cantonnés aux minéraux de même nature, les uns dépérissant au profit d'autres mieux orientés par rapport au champ des contraintes.

Les seuls échanges chimiques dus au métamorphisme se produisent au contact entre roches de chimisme très différent. Notables quand la cristallisation intervient lors de l'épisode métamorphique des schistes à glaucophane (p. 119), ils deviennent négligeables dans le cas de l'épisode des schistes verts (p. 111 et 122).

L'absence de migrations chimiques m'a conduit à réexaminer le problème posé par les niveaux albitiques interstratifiés dans les Schistes lustrés et interprétés par R. MICHEL (1953) comme témoins d'une métasomatose sodique. Grâce à des levés " sédimentologiques " détaillés, je crois avoir montré leur caractère détritique et leurs relations avec le volcanisme ophiolitique sous-marin (p. 210 ), revenant ainsi aux hypothèses de S. FRANCHI (1902).

#### APPORT DE L'ETUDE PETROGENETIQUE DES AMPHIBOLES

Le diagramme  $Al^{IV} / Al^{VI}$  établi pour les amphiboles (fig. N° 26) semble correspondre à la représentation des conditions température-pression réalisées lors du métamorphisme (p. 156 )\*. Comme nous l'avons vu, il met en évidence le caractère de basse température et haute pression de la paragenèse à glaucophane (épisode I) puis, une chute de pression allant de pair avec une montée en température, conduisant à la paragenèse à trémolite-actinote (épisode III). L'association minéralogique à édénite (épisode II) crée une transition, ce qui s'accorde bien avec sa complexité et l'aspect changeant et parfois ambigu de ses minéraux. Enfin, avec la chute définitive de la température, nous entrons dans le domaine des minéraux filoniens.

Un autre enseignement tiré de ce diagramme est une impression de continuité dans le phénomène, confirmée par l'examen microscopique (p. 157). Cette impression naît de l'étirement des points figuratifs, dans chaque groupe, le long de la courbe moyenne.

#### CRITIQUE DE LA NOTION DE METAMORPHISME " GEOSYNCLINAL " DE " HAUTE PRESSION "

A l'heure actuelle, prévaut la tendance à considérer le métamorphisme à glaucophane

---

\* Le diagramme  $\frac{Al^{IV}}{Al^{total}} / Al^{total}$  (fig. N° 19) des pyroxènes semble avoir la même si-

gnification. Je n'ose l'interpréter dans le même sens en raison du comportement très particulier de ce minéral lors du métamorphisme (p. 144). Retenons simplement qu'il conduit à une répartition des espèces entre les épisodes métamorphiques successifs, conforme aux observations pétrographiques. De son côté, l'étude des épidotes apporte une confirmation des hypothèses avancées (voir p. 167, 168).

et jadéite comme de type abyssal. Ainsi, H. G. F. WINKLER (1965) estime que ces minéraux, associés à la lawsonite qui serait l'espèce typique de ces conditions de formation (p. 144),\* cristalliseraient, en l'absence de déformation, au fond d'un géosynclinal profond de 30 à 35 km., sous l'effet de pressions hydrostatiques considérables (9 à 11 kb.) et de températures modérées (350° à 450°), dues à un gradient géothermique faible. Deux arguments sont avancés :

- nécessité de réaliser des pressions aussi élevées pour permettre la cristallisation de ces espèces,
- absence fréquente de structures tectoniques contemporaines de la cristallisation dans ces minéraux.

La clé du problème posé par cette hypothèse en contradiction avec des concepts géologiques solides, tient dans le rôle à attribuer aux pressions tectoniques. H. G. F. WINKLER en fait peu de cas, d'autant plus que l'absence de structures tectoniques lui semble un signe d'une cristallisation sous la seule influence des facteurs "hydrostatiques".

Il me semble que ce dernier point repose, au moins partiellement\*\* sur la confusion déjà dénoncée (p. 30 ) entre contrainte et déformation : une contrainte orientée peut se développer sans engendrer de déformation notable, celle-ci n'apparaît qu'à partir d'un seuil et provoque souvent une relâche de la contrainte (voir les courbes de D. T. GRIGGS, F. J. TURNER et H. C. HEARD, 1960). Enfin, D. T. GRIGGS et al. montrent que, sous une pression hydrostatique de 5 kb, le seuil de déformation n'est atteint que sous des pressions orientées très élevées : de 2 à 15 kb., respectivement à 800° et 25°, pour un granite et une dunite. Il est vrai que dans ces expériences la déformation est de l'ordre de  $10^{12}$  fois trop rapide, ce qui interdit leur application directe. Une conclusion s'en tire néanmoins : la résistance à la déformation augmente considérablement quand la température baisse. Il est donc possible, en raison des conditions de température modérée du métamorphisme à glaucophane-jadéite\*\*\*, que des contraintes tectoniques élevées aient pu se maintenir (plusieurs kilobars\*\*\*\*). La pression hydrostatique serait ramenée à environ 5 kb. ou moins, correspondant à un enfouissement de l'ordre de 10 à 20 km. C'est encore considérable, mais concevable car le phénomène se produirait rapidement à l'occasion d'une éventuelle plongée dans les zones radicales de l'orogène lors du paroxysme et non de façon permanente au fond d'une fosse géosynclinale se creusant jusqu'au sima. Cette conclusion rejoint celle de S. P. CLARK (1961) qui insiste sur le rôle des surpressions tectoniques et, par ailleurs, sur la difficulté de leur évaluation. Ce point me semble essentiel et, dans l'état actuel de nos connaissances, il incite à la prudence en face d'interprétations fondées sur des considérations théoriques et contredisant des notions

---

\* Cette signification précise donnée à la lawsonite semble remise en cause, dans nos régions, par les conclusions de F. ELLENBERGER (1958, p. 396 ; 1960-1963). Cet auteur signale la formation de ce minéral, dans une série géanticlinale, lors d'un épisode précoce et éphémère du métamorphisme alpin.

\*\* Partiellement, parce que des structures évoquant un remplissage par des minéraux "stress" sont difficilement conciliables avec une contrainte, comme d'ailleurs avec une pression hydrostatique extrême (R. W. R. RUTLAND, 1965).

\*\*\* limite inférieure : 150° à 300° pour E. J. ESSENE, W. S. FYFE et F. J. TURNER (1965); 200° pour W. P. DE ROEVER (1965); entre 200° et 300° pour W. H. BROWN, W. S. FYFE et F. J. TURNER (1962); 300° pour F. J. TURNER et J. VERHOOGEN (1960); enfin, 350° pour H. G. F. WINKLER (1965).

\*\*\*\* 3 kb pour W. P. DE ROEVER, 4 kb pour R. G. COLEMAN et D. E. LEE (1962), 5 kb pour R. W. R. RUTLAND (1965). Ce dernier propose ce chiffre élevé, considérant que dans le cas du faciès à glaucophane, le taux de déformation est lui-même relativement élevé.

bien établies. R. W. R. RUTLAND (1965) conclut, au terme d'une étude critique, que ni l'enfouissement, ni les surpressions tectoniques ne peuvent expliquer correctement les hautes pressions apparemment nécessaires à la cristallisation des minéraux " stress". Il propose, pour ces espèces, l'hypothèse séduisante d'une croissance métastable.

En conclusion, l'hypothèse d'un métamorphisme géosynclinal tel qu'il nous est présenté me semble une image simpliste. Elle ne s'applique pas, en particulier, aux faciès à jadeite et glaucophane de la région étudiée. Il faudrait, en effet, séparer leur histoire de celle des métamorphites de faciès schistes verts dont la cristallisation est syntectonique. Les arguments présentés page 157 ainsi que les relations avec la tectonique que je vais développer, s'y opposent\*. Nous devons donc les considérer comme les formes de hautes pressions du métamorphisme épizonal, génétiquement liées aux schistes verts.

#### RELATION ENTRE LES EPISODES METAMORPHIQUES ET LES PHASES TECTONIQUES

La liaison entre l'épisode III de faciès schistes verts et la tectonique d'axe E. O. n'est plus à démontrer. Il est probable que la cristallisation s'est poursuivie après la phase de relaxation des contraintes (minéraux orientés, mais peu déformés). Comme le montrent les travaux régionaux, la cristallisation accompagnant la phase de rétro-charriage (tectonique d'axe N. S. tardive) est modeste.

Un certain nombre de présomptions conduisent à rapprocher l'épisode I des éclogites et schistes à glaucophane de la tectonique d'écoulement vers l'Ouest d'axe N. S. :

- Chronologiquement, ces deux phénomènes sont antérieurs à la tectonique d'axe E. O. et à son métamorphisme ;
- les linéations rapportées à cette tectonique précoce sont surtout imprimées dans des roches possédant le faciès éclogitique ou schiste à glaucophane (p. 253 ) ;
- enfin, ces roches présentent, sur le terrain, une foliation et un allongement en bandes parallèles aux lignes de pression de cette tectonique (carte géologique hors-texte). Cette disposition se retrouve parfois sur l'échantillon (pl. N° 2). Il semble qu'en dehors de ces bandes, les effets de cet épisode de métamorphisme soient modestes (reliques rares).

---

\* En Vanoise également, comme nous l'avons vu, l'épisode à glaucophane est indubitablement lié, dans le temps, à la tectonique alpine.

01 SEP. 2003

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.  
MAISON DES SCIENCES  
DOCUMENTATION  
B.P. 53  
F. 38041 GRENOBLE CEDEX  
Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58  
Mail: ptalour@ujf-grenoble.fr

## HISTOIRE DU METAMORPHISME

En admettant l'existence d'un lien entre la tectonique d'écoulement vers l'Ouest et le métamorphisme éclogitique et à amphiboles sodiques, l'histoire pourrait être la suivante :

### EPISODE DES ECLOGITES ET SCHISTES A GLAUCOPHANE

Les formations étudiées devaient se situer dans des parties profondes de la superstructure lorsque la tectonique d'écoulement vers l'Ouest y a engendré, localement, des surpressions considérables (plusieurs kb.). Elles sont rendues possibles sans que la déformation ne les dissipe, grâce à leur caractère éphémère et à une température relativement basse (200° à 300°). S'ajoutant à la pression hydrostatique, elle-même élevée par suite de l'empilement sus-jacent de nappes ("géosynclinal de nappes"), les contraintes provoquent la cristallisation le long de leurs surfaces de force : niveaux de dysharmonie mécanique comme les surfaces de contact avec les socles ou la bordure du massif de lherzolite de Lanzo (voir p. 31) et peut-être points d'inflexion des plis, suivant l'hypothèse de J. C. JAMIESON (1963). Le début du métamorphisme a un caractère anhydre (éclogites). L'envahissement progressif par l'eau explique probablement la superposition de paragenèses hydratées (amphiboles sodiques, puis pistacite). En dehors de ces zones particulières, la cristallisation métamorphique aurait été négligeable\* Cette conception s'accorde avec une présomption de N. D. CHATTERJEE (1963) sur le caractère local du métamorphisme accompagnant cette tectonique, ainsi qu'avec la remarque de P. BEARTH (1962) qu'à l'échelle des Alpes occidentales la distribution des minéraux typiques de l'épisode de haute pression semble suivre les grandes directions tectoniques.

### EPISODES DES SCHISTES VERTS

Après ce mouvement de nappes, soit par l'effet de la décharge, soit par suite d'une montée du bâti, la pression hydrostatique se relâche quelque peu\*\* ; tandis que la température s'élève. Cette hypothèse s'impose en raison de la température de cristallisation plus élevée dans le faciès schiste vert, confirmée par l'interprétation de la figure N°26. Une situation plus profonde dans l'écorce terrestre ne pouvant être invoquée, la montée d'une vague thermique et un envahissement probable par l'eau, semblent en être responsables. C'est l'hypothèse retenue par de nombreux auteurs (W. S. FYFE et J. VERHOOGEN, 1962, réimpr. p. 192) (H. G. F. WINKLER, 1965, p. 65) (J. SUTTON, 1965). E. NIGGLI (1960) et E. WENK (1962) l'envisagent dans les Alpes suisses. Ce dernier, s'appuyant sur l'étude des plagioclases, parvient à dessiner des isothermes en auréoles autour d'un dôme situé dans le Tessin. Dans ce "climat", sous l'effet de contraintes, peut-être modestes, engendrant le plissement d'axe E. O., se déclenche la cristallisation métamorphique principale dans le faciès schistes verts. Elle se poursuit après la relaxation des pressions mais est, dans l'ensemble, terminée lorsque survient la vague de plissements tardifs d'axe N. S.

\* Deux arguments : la répartition en bandes de ces faciès, dont nous venons de parler et la répercussion normalement négligeable de cet épisode métamorphique sur la transformation roche éruptive-schiste vert.

\*\* Pour permettre la cristallisation dans le faciès schistes verts, la pression minimale doit être de 1 kb. Si elle est de nature essentiellement hydrostatique, ce qui semble être le cas, elle suppose une surcharge minimale de 3,5 à 4 km., cette fois en l'absence de nappes. R. TRUMPY (1960), de fait, estime à plusieurs km. l'épaisseur ôtée par l'érosion.

L'expression d'une " tempête moléculaire " de F. ELLENBERGER (1958) est heureuse pour évoquer la rapidité, l'intensité et l'ampleur de la cristallisation.

- Rapidité\*, attestée par la relative conservation de structures magmatiques et de minéraux datant de l'épisode éclogitique, comme nous l'avons vu à maintes reprises dans l'étude minéralogique.

- Intensité, en raison de l'empreinte profonde et intime laissée par la recristallisation et surtout par la déformation concomitante. Le caractère de cette dernière m'engage à penser qu'elle a été favorisée par la grande plasticité du milieu soumis à la cristallisation métamorphique (p. 236 ). J. SUTTON (1965, p. 39) aboutit à une conclusion proche, quand il suggère que le plissement et l'étirement caractérisant ce type tectonique sont liés aux changements d'états physiques des roches subissant le métamorphisme. Le lien entre métamorphisme et tectonique serait encore plus étroit qu'on ne l'admet : la contrainte déclenche la cristallisation, celle-ci, à son tour, facilite la déformation et, en dissipant la contrainte, provoque peut-être son propre arrêt.

- Ampleur : pour rester dans le cadre géographique fixé, l'emprise de cet épisode de métamorphisme est générale. Il faut noter que ses effets sont les mêmes que l'on se déplace d'un bout à l'autre de la région ou que, partant de la plaine à 300 m d'altitude, on gravière les sommets dépassant 3.000 m.

#### LES SERPENTINITES : ECRAN VIS-A-VIS DU METAMORPHISME

Curieusement, certaines formations ont échappé, au moins en partie, à la recristallisation. Ces faciès privilégiés se trouvaient pourtant placés dans la zone soumise au métamorphisme, puisque les formations voisines en portent tous les stigmates. L'exception la plus remarquable est le gros massif lherzolitique de Lanzo ; c'est aussi le seul à être complètement exempt de métamorphisme\*\*. Ces faciès ont en commun d'être des formations compétentes enveloppées de toutes parts par des serpentinites, ce qui m'a conduit à proposer l'hypothèse d'un effet d'écran des serpentinites vis-à-vis du métamorphisme. Leurs propriétés mécaniques particulières en seraient responsables par amortissement de la contrainte génératrice de recristallisation (A. NICOLAS, 1966). Citons à l'appui de cette hypothèse, l'observation rapportée par F. ELLENBERGER (1958, p. 202) de flores et de faunes remarquablement conservées dans les gypses de Vanoise hautement tectonisées. L'étude pétrochimique permet de préciser ce mécanisme dans le cas des pyroxènes, en montrant la part prise par le milieu chimique (p. 100 et 144).

#### PROBLEME DE L'ESPACEMENT CHRONOLOGIQUE ENTRE LES EPISODES METAMORPHIQUES

Les épisodes métamorphiques, surtout quand on les considère à travers les variations chimiques dans le groupe des amphiboles, apparaissent comme le résultat de clichés

\* toute relative car le phénomène pourrait avoir duré de l'ordre du million d'années (p.266 ).

\*\* Cette constatation met en relief le rôle d'un autre facteur, la taille, et souligne l'imperfection de l'écran réalisé par les serpentinites. Dans son cas, le métamorphisme, atténué par l'écran des serpentinites, n'a pas eu le temps d'imposer son empreinte.

instantanés, au plus comme des étapes, dans un processus de nature continue dans le temps. En raison de la relation établie ou pressentie, les phases tectoniques devraient également se suivre sans discontinuité. En Vanoise, F. ELLENBERGER (1958, p. 459) conclut effectivement à un reflux (tectonique d'axe N. S. tardif), suivant immédiatement l'arrivée de la Nappe des Schistes lustrés (tectonique d'axe N. S. précoce). Ces deux manifestations encadrent la " phase de serrage " transversale responsable du métamorphisme principal de faciès schistes verts. L'ensemble se déroule entre le début et le milieu de l'Oligocène. R. H. STEIGER (1964) à partir de datations en âge absolu sur des hornblendes du massif du Gothard, propose la succession chronologique suivante :

- mise en place des nappes et premier métamorphisme, équivalent de notre épisode I (?) - 46 M. A. (Eocène supérieur dans l'échelle chronologique de W. B. HARLAND, A. G. SMITH et B. WILCOK (1964));
- métamorphisme thermique, équivalent de notre épisode III (?) - 23 à 30 M. A. (Miocène inférieur, Oligocène supérieur) ;
- s'accompagnant d'un métamorphisme tectonique de serrage E. O. du massif du Gothard, équivalent du rétro-charriage N. S. dans nos régions (?) - 16 M. A. (Miocène moyen).

Cette succession d'évènements tectoniques et métamorphiques est compatible avec les conclusions présentées. Par contre, leur chronologie n'est pas rigoureusement applicable à notre secteur de l'arc alpin où le phénomène global semble s'être déroulé dans un intervalle de temps plus restreint (5 à 10 M. A., au lieu de 30), si l'on peut étendre à notre région les conclusions de F. ELLENBERGER. Ces durées sont en accord avec les évaluations de N. RAST (1965), qui conclut à des épisodes durant environ 1 M. A.

#### CAUSE DU METAMORPHISME

La conservation de masses intactes au sein d'une série métamorphique, grâce à l'amortissement des contraintes par les serpentinites, montre clairement l'importance de ces contraintes dans l'apparition du métamorphisme alpin. Il nécessite, pour se développer, la conjonction de deux facteurs :

- un " climat " favorable créé par les conditions hydrostatiques et géothermiques (enfouissement) et par un flux thermique et chimique ( $H_2O$ ). Ce climat, du moins dans l'épizone, rend métastables les équilibres minéralogiques préexistants sans parvenir cependant à les déplacer. Son caractère essentiel est d'avoir une extension régionale et une certaine stabilité dans le temps ;

- une contrainte tectonique s'exerçant momentanément sur des roches soumises au " climat " précédent. Elle déclenche suivant son point d'application, sa durée et son intensité, des cristallisations métamorphiques plus ou moins complètes et caractérisées par des paragenèses diverses. Avec son caractère itératif, local, plus ou moins éphémère et variable en intensité, la mise sous contrainte, considérée comme condition du métamorphisme alpin, rend bien compte des " caprices " de celui-ci. Comme nous l'avons envisagé, le déclenchement du métamorphisme peut préparer son propre arrêt par l'intermédiaire d'un changement dans le comportement mécanique des roches qu'il affecte, ayant pour effet de faciliter les déformations et par conséquent de dissiper la contrainte.

Le tableau de la page suivante regroupe les principaux résultats de l'étude du métamorphisme et rappelle ses relations avec les phases tectoniques.

Episodes métamorphiques	Faciès minéralogique mét. de type barrovien	Paragenèses réalisées dans les Roches vertes	Roches métamorphiques	Textures	Phase tectonique associée	Conditions physiques réalisées	Conditions chimiques
I	Faciès éclogites du métamorphisme alpin (ou d'ophio- ( lites ) ----- Faciès Schistes à glaucophane ou "Schistes bleus"	- omphacite (diops. aegyrienne) - almandin - apatite ----- - glaucophane - phengite - allanite - rutile - quartz	- Eclogites - Jadéite - Omphacite ----- - Schistes à glaucophane - mylonites - éclogitiques	équantes ----- foliées	Tectonique d'écoulement d'axe N. S. précoce <u>contraintes le long de surfaces particulières</u>	- Basses temp. (200° à 300°) - Hautes pressions (8 - 10 Kb.) .hydrostatiques (5Kb. ?, profondeur 18 Km. ?), .orientées (3 à 5 Kb. ?)	anhydre ----- H <sub>2</sub> O
II	Sous-faciès épidote-glaucophane	- crossite - <u>édénite</u> - pistacite - albite - phengite - sphène	- péridotites laminées (?) - prasinites et gabbros métamorphiques à allure gneissique	litées et laminées	Tectonique d'axe N. S. précoce <u>mouvements laminaires (?)</u>	- début de la montée de la vague thermique ? - pressions hydrostatiques seules (5 Kb. ?)	H <sub>2</sub> O
III	Faciès Schistes verts (limite du sous-faciès à biotite)	- <u>trémolite-actinote</u> - albite - chlorite - clinozoisite - phengite - chlorobiotite - sphène	- prasinites s. s. - gabbros mét. - chloritites, chloritoschistes - serpentinites(?) (ou simple recristallisation) ----- - ovardites	microplis en "accordéon" tendance à acquérir une tecture foliée et ocellée	Tectonique d'axe E. O. plissement isoclinal et <u>microplissement</u>	- max. de température (≠ 400°) - pressions modérées (1 à 2 Kb.) surtout hydrostatiques (?) (3, 5 à 7 Km.)	H <sub>2</sub> O ----- H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub>
IV		- albite - chlorite - quartz - pistacite - glaucophane - trémolite - sphène	filons ou placages	texture de placage et de remplissage filonien	- Tectonique d'axe N. S. tardive (?) - cassures tardives et mouvements listriques	- Chute de température et de la pression	H <sub>2</sub> O + migrations chimiques

**QUATRIEME PARTIE**

**CONCLUSIONS GENERALES**



## CHAPITRE I - RESULTATS DE L' ETUDE REGIONALE

### INTRODUCTION

Les résultats de l'étude des Schistes lustrés ont été précédemment exposés page 210. Je me bornerai donc ici à rassembler ceux de l'étude des Roches vertes et à en tirer les conclusions qui s'imposent sur le complexe originel. Celles-ci nous aideront dans la recherche des traits paléogéographiques régionaux au moment de la mise en place des ophiolites, ainsi que dans la reconstitution tectogénique, objets de la seconde partie de ce chapitre.

### LES ROCHES VERTES

Les Roches vertes soumises au métamorphisme alpin proviennent de roches éruptives basiques et ultrabasiques d'âge vraisemblablement crétacé inférieur. L'étude pétrochimique précise la nature de ces roches originelles.

### PRASINITES

Les prasinites résultent d'anciens basaltes, spilites ou dolérites, peut-être les trois ensemble qui seraient autant d'expressions du même magma, déterminées par les circonstances de la mise en place. Le calcul de la paragenèse originelle, mené dans un cas (p. 80), donne l'image d'une roche contenant 48 % d'andésine à 45 % An., 46 % d'augite subcalciqne et 6 % de minéraux opaques ferro-titanés.

### GABBROS

Les gabbros originels possédaient un litage fruste souligné par des différences dans la répartition des minéraux et surtout dans le grain. Spécialement grossier dans la zone

de contact avec les serpentinites où les pyroxènes peuvent atteindre 15 cm, il serait plus fin près du passage aux prasinites, avec souvent un agencement subdoléritique. Le calcul de la paragenèse originelle réalisé sur trois échantillons (p. 57, 63 et 71) conduit de façon concordante à un labrador à 60 % An, représentant 50 à 55 % de la roche, le reste revenant aux ferro-magnésiens. Ceux-ci comprendraient de l'olivine, une salite et probablement aussi une hornblende alumineuse. La présence d'olivine dans les trois cas traités peut surprendre ; elle semble pourtant avoir été un constituant habituel dans les gabbros, si l'on se fie à leur chimisme actuel qui les apparente à des gabbros à olivine.

Il est difficile de se prononcer sur la nature des contacts originels entre les gabbros et les roches basiques à grain fin. Le passage aurait pu être rapide mais progressif, annoncé dans le gabbro par des strates ou des dykes doléritiques parallèles entre eux (pl. N° 2 et N° 5). La consanguinité des magmas est mieux établie, à juger par les courbes chimiques tracées (fig. N° 14). Les roches basiques à grain fin correspondraient à l'aboutissement d'une différenciation magmatique.

Une situation inverse caractérise la relation entre gabbros et ultrabasites. Chimiquement, un hiatus sépare ces deux groupes de roches. Pétrographiquement, les liens sont étroits : le passage par l'intermédiaire de pyroxénites est incontestable et, d'autre part, les serpentinites contiennent de nombreuses ségrégations gabbroïques de gisement magmatique probable (p. 25 et 53).

Les niveaux de pyroxénites soulignant le passage des gabbros métamorphiques aux serpentinites sont fréquemment transformés en chloritoschistes à divers minéraux. Rappelons que des nodules d'origine pyroxénitique s'observent dans les gabbros métamorphiques. Quant aux gabbros en enclaves dans les serpentinites, outre le métamorphisme, ils ont subi une métasomatose liée à la serpentinitisation des lherzolites encaissantes. Transformés en rodingites, ils sont parfois difficiles à reconnaître.

#### ULTRABASITES

Si les serpentinites proviennent sans aucun doute des péridotites, il est plus difficile de savoir quand s'est déroulée la serpentinitisation. Elle pourrait être contemporaine de la mise en place, l'effet du métamorphisme alpin consistant surtout en une recristallisation. Une serpentinitisation métamorphique peut, toutefois, s'envisager dans le cas des péridotites laminées, la tectonique alpine étant cause de la déformation de ces roches.

Le passage des serpentinites aux lherzolites feldspathiques s'effectue par l'intermédiaire de ces faciès laminés. Remarquablement homogènes, ces dernières ne diffèrent que par la répartition du stock feldspathique qui, accompagné ou non par les pyroxènes, détermine habituellement un rubanement. La disposition planaire ainsi définie est très régulière. Dans des complexes ophiolitiques moins tectonisés que le nôtre, se vérifie le parallélisme entre ces strates et la surface de contact des péridotites avec l'encaissant. Le levé de ces plans dans le massif de Lanzo où affleurent les lherzolites feldspathiques, donne par conséquent une indication sur la position actuelle de cette limite et contribue à rejeter l'interprétation communément admise que les ultrabasites s'enfoncent sous le socle cristallin (voir, par exemple, G. ELTER, 1960, p. 71)\*. Les modèles géophysiques, se fiant à cette interprétation, méritent d'être revus (H. CLOSS et Y. LABROUSTE, 1963). A ne considérer que l'ellipse principale du massif, car au-delà de la faille du Val della Torre la disposition

---

\* Un autre argument dans ce sens vient du gisement synclinal des intercalations de serpentinites dans le socle. L'observation est particulièrement probante à l'entrée de Pessinetto.

est fort complexe (p. 254), ce levé fait ressortir un déploiement des plans en éventail : les affleurements les plus orientaux présentent un rubanement horizontal ou faiblement incliné vers l'Ouest, tandis qu'en bordure occidentale du massif, le pendage est vertical ou même tourné vers l'Est (fig N° 40 et planche hors texte, profil a). Il semble donc que la surface péridotite-soubassement, horizontale à l'Est, s'incline progressivement vers l'Ouest pour atteindre et dépasser la verticale le long de la zone de Viù\*.

Deux hypothèses peuvent rendre compte de cette disposition :

- l'incurvation du soubassement est originelle ; c'est la limite de la cheminée de montée des ophiolites. Le rubanement s'est modelé sur cette surface ;
- cette incurvation provient de la courbure tectonique d'une surface initialement horizontale.

C. H. SMITH et H. E. KAPP (1964) ont étudié le complexe ultrabasique stratifié de Muskox (Canada) où, par suite d'un basculement tectonique, affleure une section normalement verticale et, en particulier, la cheminée de montée des ultrabasites. La coupe établie montre que le rubanement était horizontal, même dans des parties profondes et relativement resserrées ; il ne se moule sur la surface limite du complexe que dans une zone étroite. L'hypothèse d'une incurvation originelle du rubanement dans notre complexe semble à écarter. La courbure du rubanement et par conséquent celle du socle sous-jacent sont liées à la tectonique alpine. L'allongement N. S. des directions, le sens de la courbure et l'association avec la zone des écaillés de Viù, permettent de penser que la tectonique précoce de charriage vers l'Ouest en est responsable. Cette conclusion sera reprise dans l'étude de la tectogenèse (p. 277 ).

## LE COMPLEXE OPHIOLITIQUE ORIGINEL

### DISPOSITION

Dans le complexe originel, la succession s'établissait ainsi : à la base des ultrabasites, lherzolites feldspathiques et serpentinites (?), puis les gabbros à olivine, enfin des roches basiques à grain fin. La découverte de structures parfaitement planaires et généralisées dans les lherzolites, plus frustes et seulement locales dans les gabbros, est le témoignage d'une disposition d'ensemble stratifiée parallèlement au " plancher horizontal " sur lequel s'est mis en place le complexe. Les termes supérieurs (actuellement prasinitiques) s'interstratifient superficiellement et en bordure du complexe, dans les Schistes lustrés (p. 210). Ce complexe devait, avant les déformations tectoniques, se présenter schématiquement comme une énorme lentille stratifiée, elle-même intercalée dans les Schistes lustrés (sauf pour une partie du " plancher " comme nous le verrons plus loin). Il est probable que, vue de plus près, la disposition devait être moins simple. Dans ses grandes lignes, elle est toutefois conforme à celle qui s'observe dans des complexes ophiolitiques moins tourmentés.

---

\*On peut s'étonner que le rubanement soit aussi régulier dans le massif (p. 217) et desine encore de tels mouvements en dépit de la tectonique alpine d'axe E. O. qui laisse une empreinte profonde dans les serpentinites et les roches encaissantes. Ces faits d'observation semblent explicables par la compétence des lherzolites par rapport à celle de leur gaine de serpentinites. Lors du plissement, ces dernières amortissent la déformation. J'ai évoqué ce mécanisme, par ailleurs, pour rendre compte de l'absence de métamorphisme dans la lherzolite (effet d' "écran" des serpentinites, p. 265).

#### AGE ET MODE DE MISE EN PLACE

L'âge de la mise en place du complexe ophiolitique n'est pas connu avec précision. Par analogie avec l'Apennin septentrional, on peut proposer un âge crétacé inférieur\* (B. LABESSE, 1962), déjà envisagé par P. ROUTHIER (1944) dans le Queyras et par G. STEINMANN (1927) pour l'ensemble des ophiolites méditerranéennes. Une datation récente en âge absolu dans les ophiolites du Montgenèvre conduit à deux résultats, 105 et 140 M.A. situant la mise en place entre le Jurassique supérieur et le début du Crétacé supérieur (R. CHESSEX, M. DELALOYE, D. KRUMMENACHER, M. VUAGNAT, 1964).

En raison des conditions dans lesquelles se présentent les ophiolites piémontaises, il n'est guère possible de préciser leur mode de mise en place. L'étude de l'origine du rubanement dans les lherzolites a été une occasion pour dresser un rapide tableau des théories génétiques concernant les complexes ophiolitiques alpinotypes (p. 219). En schématisant à l'extrême, on peut opposer l'hypothèse par intrusion tectonique des roches grenues basiques et ultrabasiques dont la principale difficulté est de mal expliquer l'association et la consanguinité avec des faciès volcaniques et, d'autre part, l'hypothèse d'un volcano-pluton par épanchement sous-marin à partir de fissures de distension et cristallisation s'accompagnant d'une différenciation sur place sous une croûte lavique figée. N'ayant pas à juger ici des difficultés graves qu'on lui oppose (M. VUAGNAT, 1963, G. VAN DER KAADEN, 1964), je penche pour cette seconde hypothèse qui intègre mieux les résultats de mon étude.

#### TRAITS PALEO GEOGRAPHIQUES ET TECTOGENESE

##### LES GRANDS DEPLACEMENTS DE SOCLE

Dans les synthèses classiques, les dômes cristallins de Dora Mafra, Grand Paradis et Mont Rose correspondent à une même unité de socle charriée, la Nappe du Mont Rose, emboutie dans les Schistes lustrés ophiolitifères, eux-mêmes surmontés par la Nappe de la Dent Blanche. Cette dernière prend racine dans la zone de Sessia Lanzo et les Schistes lustrés immédiatement à l'extérieur, dans la zone de Locana-Viù. F. HERMANN (1938) groupe ces dernières unités sous le terme de Nappe du Piémont.

A des retouches près, cette disposition prévaut encore au Nord du Grand Paradis (P. BEARTH, 1956) (G. ELTER, 1960). En bordure occidentale de ce massif, F. ELLENBERGER (1958, 1960-63, 1965), R. BARBIER, J. P. BLOCH, J. DEBELMAS, F. ELLENBERGER, J. FABRE, R. FEYS, M. GIDON, J. GOGUEL, Y. GUBLER, M. LANTEAUME, M. LATREILLE et M. LEMOINE (1960-63) montrent la nécessité d'admettre soit un charriage vers l'Ouest du Grand Paradis, par cisaillement subhorizontal, soit une allochtonie générale des Schistes lustrés sur ce massif et une

---

\* L'apparition des premiers indices de la mise en place des ophiolites, dans le levé sédimentologique des Schistes lustrés, à la base de l'unité C (calcschistes) pourrait en dater les premiers dépôts.

substitution de couverture (c'est la Nappe des Schistes lustrés " généralisée " de F. HERMANN (1938) par opposition à la Nappe " restreinte "). A. MICHARD (1965) suppose en Dora Mafra l'existence d'une telle nappe de socle, superposant à un cristallin autochtone un cristallin plus interne dont la couverture ne serait autre que les Schistes lustrés.

Ces interprétations ne sont pas admises par R. MICHEL (1953) qui, à la suite de S. FRANCHI, conclut à l'enracinement sur place du Grand Paradis et de Sesia Lanzo qu'on ne peut, selon cet auteur, séparer. Les Schistes lustrés forment la couverture normale de ces massifs, localement déplacée (Nappe des Schistes lustrés " restreinte "). S. CONTI (1955) arrive aux mêmes conclusions plus au Sud de la chafne.

Mes résultats me permettent de suivre R. MICHEL sur deux points, au moins.

- Il ne semble pas que l'on puisse séparer, dans notre région, l'histoire post-hercynienne du Grand Paradis, de Sesia Lanzo et, ajouterai-je de Dora Mafra septentrionale. En effet, au-dessus de dépôts pré-triasiques ou éo-triasiques semblables, indices de l'appartenance à un même bassin sédimentaire (p. 198), vient une couverture d'ophiolites et de Schistes lustrés unique. En admettant que celle-ci soit entièrement allochtone, il faudrait envisager une substitution de couverture intervenant après d'hypothétiques grands mouvements de socle et avant le plissement d'axe E. O. C'est compliquer, sans aucune preuve, une histoire tectonique déjà chargée.

- Toujours dans le cadre géographique de mon étude, plusieurs présomptions encouragent à considérer les Schistes lustrés comme autochtones, partiellement au moins, car nous avons distingué au-dessus de la couverture en place, une masse riche en ophiolites, charriée vers l'Ouest (voir p. 256 et planche hors texte, profil a). Voici les arguments en faveur de l'autochtonie de la série " inférieure " :

- passages apparemment continus Schistes lustrés - Trias - socle (p. 200) ;  
- dans les régions orientales en l'absence de Trias, continuité pétrographique et association sur le terrain entre gneiss minuti et les termes inférieurs des Schistes lustrés par l'intermédiaire de faciès quartzitiques (p. 197) ;  
- disposition générale de ces termes inférieurs au contact des socles (fig. N° 45),  
- difficulté rencontrée par les tenants de l'allochtonie, bien sentie par G. ELTER (1960, p. 45), devant l'absence dans les Alpes internes de traces d'une couverture autre que les Schistes lustrés. Imaginer une dénudation tectonique complète me semble osé. Enfin, le manque de Roches vertes dans le socle de Grand Paradis et, au contraire, leur abondance dans Sesia Lanzo, contribuant à démontrer selon F. ELLENBERGER (1958, p. 349) l'indépendance Grand Paradis - Schistes lustrés ophiolifères, s'expliquent aisément si l'on situe le lieu de leur montée dans la zone de Viù (p. 277). Notons que tout récemment N. D. CHATTERJEE (1963), au terme d'une étude structurale en Dora Mafra, se rallie à la thèse " autochtoniste ".

Ayant admis l'autochtonie des Schistes lustrés sur le socle sous-jacent, le choix apparemment irréductible devant lequel nous placent R. BARBIER et al. (1960 - 1963) (voir plus haut) contraint à choisir la première alternative : le massif du Grand Paradis aurait subi un charriage vers l'Ouest et, si l'on veut bien me suivre, avec lui le socle de Sesia Lanzo. Aussi mes conclusions concernant l'autochtonie de la couverture ou la paléogéographie régionale sont-elles uniquement relatives à ces socles.\*\*

---

\* Ces termes sont de F. ELLENBERGER (1958, p. 46)

\*\* En admettant l'existence de la nappe de socle d'ELLENBERGER, elles deviendront " absolues " en revenant quelques dizaines de km. vers l'Est.

Le recouvrement de la zone de Sesia Lanzo par les formations mésozoïques\* montre qu'il est difficile d'étendre à notre région un charriage, indiscutable plus au Nord (Nappe de la Dent-Blanche). C'est un fait important qui, comme le remarque M. LEMOINE -obs. com. de J. GOGUEL, 1963), s'accorde très bien avec l'interprétation d'un déplacement relatif des masses orientales vers le N.N.O. récemment développée dans notre secteur de l'arc alpin par G. GOGUEL (1963). Le coulissement des socles se produirait entre les zones internes de Canavese - Ivrée\*\* et celle de Sesia Lanzo. Cette dernière prise obliquement subirait un gauchissement déjà sensible dans notre région (p. 273), se transformant plus au Nord en un renversement, puis en un véritable charriage (Nappe de la Dent-Blanche).

Je suis sensible à la séduction de cette interprétation dont un mérite supplémentaire est de résoudre l'irritant problème de l'origine du plissement d'axe E. O. (voir p. 250). Elle est néanmoins en contradiction avec la nécessité soutenue par F. ELLENBERGER de charriage vers l'Ouest ne s'amortissant pas au Sud de la Vanoise (obs. com. J. GOGUEL, 1963). Je ne souhaite pas prendre parti sur ces problèmes directement liés à la dynamique fondamentale de la chaîne et, comme je l'ai indiqué plus haut, je me bornerai à examiner les relations couverture-socle sans me soucier des déplacements de ces derniers.

#### TRAITS PALEOGEOGRAPHIQUES

Ainsi que nous l'avons vu page 199, dans la région étudiée et même plus au Nord, les affleurements du Trias ne dépassent pas vers l'Est la zone de Suse. Quant aux Schistes lustrés, ils diminuent d'abondance dans cette direction et sont, semble-t-il, seulement représentés par leurs termes stratigraphiques inférieurs (voir p. 201). Leur limite approximative est la bande de Viù. Au-delà, à part quelques petits affleurements dans les boutonnières de Trave et de Bertesseno où ils pourraient passer aux quartzites phylliteux coiffant les gneiss minuti du socle, il n'y en a plus trace et les péridotites reposent sur le cristallin de Sesia Lanzo, par l'intermédiaire d'un coussin de serpentinites. En l'absence de grands mouvements tangentiels avec laminage d'une éventuelle couverture sédimentaire, cette disposition est primaire. Dans la région de Lanzo, une partie des ultrabasites s'est mise en place directement sur le socle de Sesia Lanzo, à la limite précise de la zone de sédimentation des Schistes lustrés\*\*\*. Plus à l'Ouest nous avons vu que les ophiolites s'interstratifiaient dans la série des Schistes lustrés, peut-être même à un niveau relativement élevé si l'on prête quelque crédit aux levés dans cette série (p. 207). Dans la région de Lanzo, il y a donc eu lacune totale de sédimentation due à l'existence d'un haut-fond ou d'une zone émergée (fig. N° 48). Si la surrection de ce relief précède de peu la mise en place des ophiolites, la lacune des formations sédimentaires provient d'une érosion. Mais il est également possible que ce trait paléogéographique soit ancien et l'absence de dépôts, originelle.

\* Le recouvrement est confirmé par l'étude des formations conglomératiques des Collines de Turin (P. GABERT, 1962). Les premières arrivées détritiques en provenance de notre façade des Alpes, au Bartonien, sont riches en Roches vertes, ce qui n'aurait lieu si une nappe de socle les recouvrait.

\*\* L'étude des Collines de Turin conclut encore au prolongement vers le Sud des zones d'Ivrée et du Canavèse, supportant une couverture de calcaires "alberese" bien connus en bordure de l'Apennin (L. PERETTI, 1928) (P. GABERT, 1962).

\*\*\* Pour surprenante qu'elle paraisse, cette disposition est admise ou envisagée par plusieurs auteurs (L. DUBERTRET, 1952) (E. KUNDIG, 1956) (J. J. GUILLOU et L. PRIMEL, 1964) (J. AUBOIN, comm. or.)

D'après l'allongement du massif de Lanzo, la répartition des ophiolites dans les Alpes occidentales et la disposition des zones isopiques dans l'extérieur de la chaîne, il est probable que le haut-fond ait dessiné une ride ou une flexure orientée N. S. Les ophiolites seraient montées le long de cette rupture de pente, mécaniquement fragile. Cette conclusion rejoint celle de la plupart des auteurs traitant de complexes ophiolitiques.

Il est encore trop tôt pour préciser la nature de cette limite paléogéographique. Est-ce une cordillère sous-marine ou émergée coupant la grande fosse eugéosynclinale piémontaise ? Est-ce la bordure E. de cette fosse ? Dans une étude des formations conglomératiques aquitaniennes des collines de Turin, dont le résultat est confirmé par P. GABERT (1962, p. 16 et suivantes), L. PERETTI (1928) conclut :

"..... au début du Miocène ..... la série du Canavese se prolongeait vers le S. O. formant, sous une couverture de calcaires "alberese" déposés pendant le Crétacé et l'Eocène, la ligne de rivage de la mer du Pô, dont émergeaient probablement des pointements rocheux de la série basique d'Ivrée et de la série diorite-kinzigitique".

Il n'existerait donc pas, dans ces régions très internes, de formations de la série des Schistes lustrés entre le socle constitué par les zones du Canavese et d'Ivrée, et les calcaires "alberese". De plus, P. BAGGIO (1963) décrit récemment, dans le Canavese de Cuorgne, une série réduite Tithonique-Crétacé, interprétée comme le résultat de conditions bathiales caractéristiques d'un talus géosynclinal.

On est tenté de considérer la flexure évoquée plus haut comme la limite orientale de la grande fosse piémontaise, les zones de Sesia-Lanzo, du Canavese et d'Ivrée étant alors les témoins de l'ancien domaine du talus continental.

Dans l'hypothèse de J. GOGUEL envisagée page 276, la conciliation avec ces résultats est encore possible en plaçant au bord interne de Sesia-Lanzo, la limite entre l'autochtone et les masses déplacées vers le Nord. Les zones du Canavese et d'Ivrée et leur couverture "alberese" appartiendraient au bouclier Apennin - Dinaride, dont l'avancée aurait oblitéré ou repoussé l'autochtone, en l'occurrence le prolongement vers l'Est de la zone de Sesia-Lanzo. La flexure reconnue plus haut pourrait n'être que la pente occidentale d'une cordillère coupant, à l'époque de la mise en place des ophiolites, le bassin de sédimentation des Schistes lustrés. Cette interprétation élargit le domaine d'origine des Schistes lustrés, autrement limité vers l'Est à la zone de Sesia-Lanzo puisqu'au-delà les calcaires "alberese" constituent la couverture directe des socles. Elle rend mieux compte de la superficie couverte actuellement encore dans les régions plus externes, par la Nappe des Schistes lustrés. Le schéma paléogéographique se dessinant ainsi coïncide mieux avec celui que nous propose R. TRÜMPY (1960), à partir de considérations surtout sédimentologiques : au Lias, sur l'emplacement de notre cordillère, zone néritique, localement émergée ; au Crétacé inférieur, disparition de ce relief et extension du domaine pélagique.

#### TECTOGENESE

Quelle que soit l'hypothèse à retenir à propos de cette ligne paléogéographique, remarquons qu'elle coïncide avec la zone des écaillés de Viù dont l'étude structurale a déjà montré la singularité (p. 254). Au début de l'Oligocène, lors des premières manifestations tectoniques alpines, la flexure sédimentaire, encore affaiblie mécaniquement par la montée des ophiolites, aurait cédé sous l'effet des contraintes. On peut s'interroger sur leur nature : poussée tangentielle d'E. en O. faisant chevaucher Sesia-Lanzo sur les socles Grand Paradis - Dora Maïra et leur couverture ? décrochement à forte composante verticale, déprimant le compartiment occidental par rap-

port à Sesia Lanzo ? déformation cisailante le long de cette flexure par suite de déplacements plus internes vers le Nord ?

En tout état de cause, il semble qu'à la suite des premières déformations, Sesia Lanzo (et probablement les unités de socle plus internes) se soit trouvé en position élevée par rapport aux socles occidentaux et à leurs couvertures, la zone de Viù-Locana étant la limite entre ces deux domaines.

L'existence d'une importante flexure liée à la tectonique alpine (se superposant à la flexure plus ancienne) est attestée par le mouvement en éventail du rubanement dans les lherzolites feldspathiques, signe d'une voûture du socle sous-jacent (p. 273 et pl. hors texte, profil a).

Cette disposition provoque un glissement de couverture vers l'Ouest engendrant dans les ophiolites un magnifique pli couché dont le développement régulier est peut-être facilité par la présence d'un niveau central de péridotites serpentinisées (p. 256). La portée horizontale de ce pli superposé aux Schistes lustrés autochtones de la région d'Usseglio, pourrait être d'une dizaine de kilomètres. Le contact entre les couvertures autochtone et charriée est probablement oblitéré par le plissement d'axe E. O. et cicatrisé par le métamorphisme concomitant. Leur raccord s'effectue dans la zone de Viù-Locana, racine du pli couché. Dans l'hypothèse où la zone de Sesia-Lanzo est la bordure interne de la fosse piémontaise, on doit rechercher la patrie des Schistes lustrés de la Nappe de Vanoise au-dessus des ophiolites. Ils constitueraient une série supérieure, clivée au niveau du contact avec les ophiolites et glissant de façon autonome vers l'Ouest. Dans l'autre hypothèse, ils pourraient être l'équivalent plus interne de nos Schistes lustrés, passant sur ceux-ci dans leur progression par écoulement vers l'Ouest.

Seule cette dernière hypothèse explique le plissement d'axe E. O., qui est alors le résultat de la poursuite et de l'extension à l'ensemble du bâti alpin des poussées dirigées vers le Nord. Enfin le rétro-charriage vers l'Est, clôturant le cycle des grandes déformations, est peut-être lié au début de l'affaissement de la plaine du Pô et à une tentative d'écoulement de la couverture vers cette dépression. S'interrogeant sur les causes de l'affaissement, on peut y voir, au moins au départ, un rétablissement de l'équilibre isostatique compromis par le relèvement du socle de Sesia Lanzo, le plan listrique formé par la zone des écailles de Viù-Locana facilitant les mouvements relatifs.

Un schéma très grossier illustre les principales étapes de l'histoire régionale (fig. N° 48).



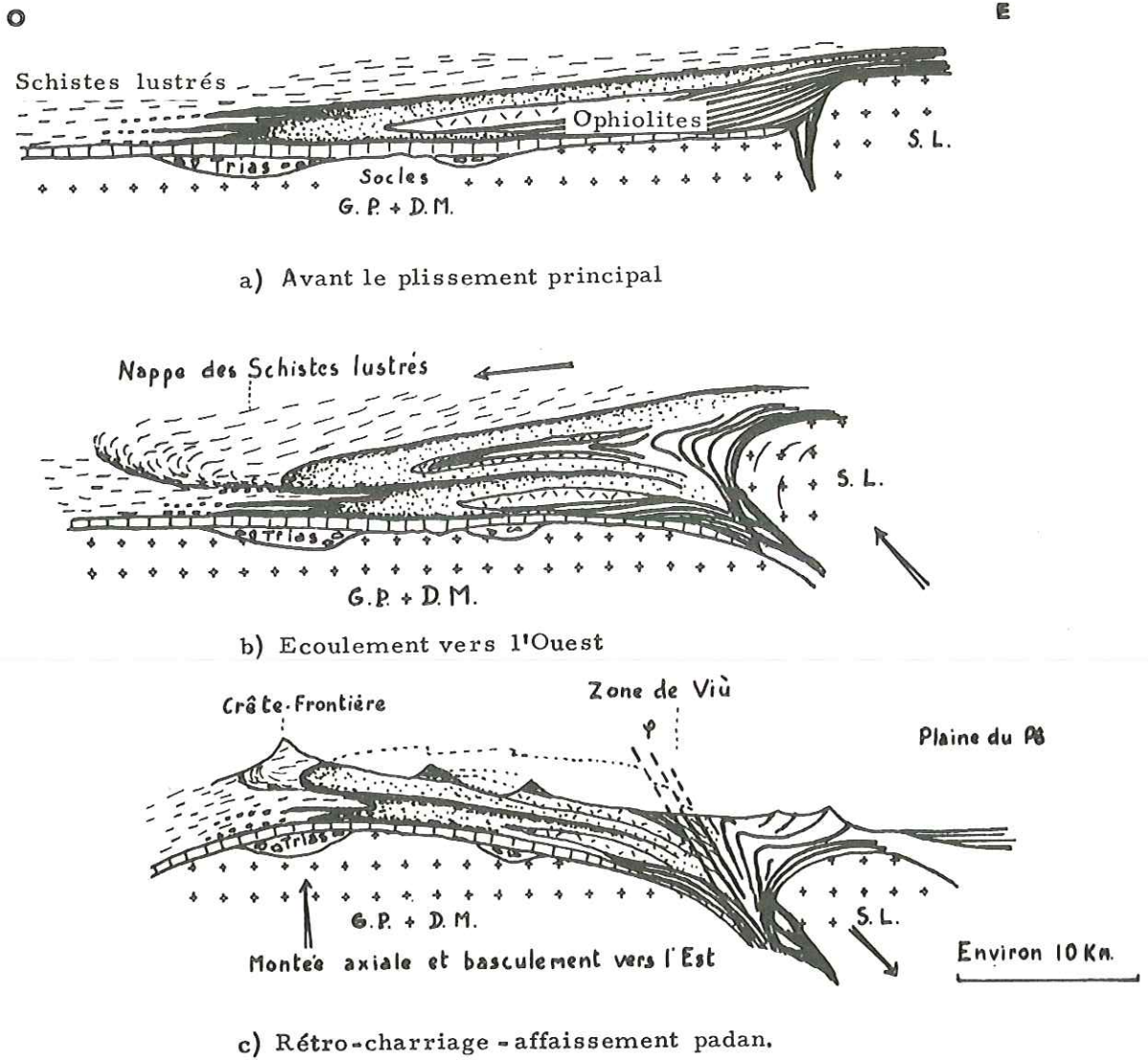


Fig. N° 48 — Reconstitution schématique de la tectogenèse.

## CHAPITRE II - RESULTATS GENERAUX - METHODOLOGIE

### INTRODUCTION

Après avoir rappelé les résultats acquis dans la connaissance du métamorphisme alpin en grande partie grâce à l'étude pétrochimique, je rassemblerai les conclusions d'ordre général dispersées dans cette étude. J'insisterai sur celles qui éclairent certains procédés méthodologiques.

Auparavant, je voudrais rappeler une mise en garde, présentée par ailleurs (C. GAGNY et A. NICOLAS, 1966), à propos d'études de ce genre. Nécessitant de nombreuses séparations de minéraux, analyses chimiques et physiques, elles méritent, avant l'entreprise, une définition claire des problèmes à résoudre. Il faut savoir, en particulier, que le traitement appliqué\* ne peut que confirmer un processus pétrographique et en préciser les étapes. Il est incapable d'en prévoir l'existence, ni même d'en fixer le sens.

### TECTONIQUE ET METAMORPHISME

L'étude pétrochimique et celle du métamorphisme permettent de conclure au caractère polyphasé du métamorphisme alpin. Nous avons ainsi distingué, dans l'ordre de leur succession :

- la paragenèse à omphacite-glaucophane, réalisée dans les éclogites et les schistes à glaucophane,
- la paragenèse à édénite et pistacite des prasinites et gabbros gneissiques,
- la paragenèse à trémolite-actinote des prasinites et gabbros métamorphiques banaux,

---

\* Il en serait probablement autrement dans le cas d'un traitement mécanographique ou par calculatrice électronique, se justifiant pour un programme très important.

- enfin, la paragenèse filonienne tardive.

Ce découpage pourrait correspondre à une série de clichés dans un processus continu. C'est au moins l'impression qui se dégage de l'étude du métamorphisme (voir en particulier la figure N° 26). Dans ce processus, les paragenèses à omphacite - glaucophane (éclogites) et trémolite-actinote (schistes verts) correspondraient aux deux étapes principales.

Il est possible de les mettre en parallèle avec les phases tectoniques distinguées par l'étude structurale. La paragenèse éclogitique se développerait, localement, suivant les surfaces de force de la tectonique de charriage vers l'Ouest (axes N.S. précoces) ; la paragenèse prasinitique, en association avec la tectonique de plissement isoclinal d'axe E.O. Comme celle-ci, son extension est générale. La tectonique tardive des plis-flexures déversés vers l'Est a des effets modestes et ne s'accompagne d'aucun métamorphisme notable (axes N.S. tardifs). Une vue d'ensemble des épisodes métamorphiques et de leurs relations avec les phases tectoniques est présentée sur le tableau de la page 267.

Le lien entre le métamorphisme et la tectonique est donc étroit. Il est renforcé par la découverte du rôle d'écran vis-à-vis du métamorphisme tenu par les serpentinites (p. 265). Leurs propriétés mécaniques particulières favorisent une rapide dissipation des contraintes génératrices de recristallisation et assurent ainsi la pérennité de minéraux magmatiques\* dans les roches en enclaves. A une échelle imposante, la conservation de lherzolites feldspathiques fraîches dans le massif de Lanzo en est une excellente illustration.

Ces considérations m'ont conduit à la conception d'un métamorphisme conditionné par la conjonction de deux facteurs :

- un "climat" favorable. Créé par l'enfouissement et par un flux thermique dont le vecteur peut être l'eau, ce climat rend métastables les équilibres minéralogiques sans parvenir à les déplacer. Son extension dans l'espace est régionale ; dans le temps, elle suit les fluctuations de l'orogénèse.

- une contrainte tectonique. S'exerçant sur des roches soumises au "climat" précédent, elle déclenche suivant son point d'application, sa durée et son intensité, la cristallisation capricieuse et éphémère du métamorphisme alpin. La superposition des phases tectoniques, dans un climat lui-même modifié par les événements orogéniques, rend compte de la diversité des paragenèses alpines.

Cette conception met en avant le rôle capital des contraintes tectoniques, suivies ou non de déformations. Elle admet que celles-ci ont pu atteindre des valeurs élevées (plusieurs kb.) aux températures relativement basses et pendant la période relativement brève de la cristallisation alpine, prétendant ainsi concilier les points de vue contradictoires des pétrographes théoriciens et de terrain (voir p. 262).

#### MÉTAMORPHISME ET ECHANGES CHIMIQUES

Par comparaison des Roches vertes piémontaises avec des complexes ophiolitiques non métamorphiques, l'absence de métagénèse générale liée au métamorphisme

---

\* facilitée également par le milieu chimique très particulier (p. 100 et 144).

alpin semble établie. Les calculs pétrochimiques permettent d'aller beaucoup plus loin en prouvant que, dans le faciès des schistes verts, le métamorphisme de gabbro ou de roche basique à grain fin ne s'exprime que par des échanges chimiques insignifiants entre le plagioclase et les ferro-magnésiens : la recristallisation est presque rigoureusement topochimique (p. 59), localement perturbée dans son économie par les effets du premier épisode métamorphique éclogitique.

Menés avec succès dans des roches ayant perdu toute structure magmatique, ces calculs montrent que la cristallisation principale terminée, la texture métamorphique s'acquiert par un déplacement des minéraux, essentiellement mécanique et rhéomorphique, assuré par les déformations concomitantes. Les échanges chimiques se limitent entre minéraux de même nature.

#### *CALCUL DES REPRESENTATIONS MODALES PONDERALES*

Disposant de l'analyse chimique pondérale de la roche et de ses principaux minéraux, il est facile de calculer le pourcentage modal pondéral de chacun (p. 9). En respectant les précautions indiquées (p. 10) et compte tenu de certaines limites (p. 95), cette méthode est d'une précision incomparable. Au passage, elle permet de montrer le peu de crédit dont est digne l'analyse modale volumique établie au compteur de points, au moins dans le cas des roches métamorphiques. La réorganisation de la structure lors du métamorphisme syntectonique avec déplacement local des minéraux (p. 59 et 236), crée une hétérogénéité à l'échelle de la lame mince, responsable de l'échec de la mesure. Cette hétérogénéité n'est pas toujours directement perceptible. Elle me conduit à une certaine réserve vis-à-vis de la signification du mode établi au compteur de points dans le cas de nombreuses roches éruptives.

#### *UTILISATION DU MODE PONDERAL CALCULE*

Outre son intérêt documentaire, le mode pondéral calculé autorise, grâce à sa précision, de nombreuses applications. Je l'ai mis à profit dans deux cas principaux.

##### *1) ETUDE D'UNE TRANSFORMATION*

S'appuyant sur les données de l'étude pétrographique, il devient possible de préciser numériquement un état antérieur d'une roche donnée (chimisme des minéraux et mode). Ainsi, en l'absence de métasomatose générale et présumant que dans les gabbros métamorphiques, puis dans les prasinites, la phase claire (albite et clinozoisite) correspond à l'ancien plagioclase et la phase sombre (actinote et chlorite) aux anciens ferro-magnésiens, j'ai pu calculer à plusieurs reprises le chimisme du plagioclase originel et son pourcentage modal. Il aurait été imprudent de pousser le calcul des ferro-magnésiens au-delà de celui de leur chimisme

et pourcentage modal global, par manque d'indications pétrographiques sûres. Je me suis borné à des prévisions qualitatives. Dans les roches soumises au calcul, l'accord des divers résultats entre eux et avec ceux des études pétrographique et pétrogénétique (p. 72 et 169), avale empiriquement la méthode et autorise les conclusions que nous avons vues sur le métamorphisme.

Dans le cas d'une roche partiellement transformée, il est facile de reconstituer les deux stades en présence et de mesurer quantitativement les échanges chimiques liés à la transformation, à condition de disposer des minéraux caractéristiques de chaque état. Toutefois, si le remplacement s'effectue dans un système chimiquement ouvert, un problème ardu se pose : celui de la recherche d'un élément de référence servant de base aux calculs. L'étude pétrographique de la serpentinisation d'une lherzolite feldspathique nous a appris que, dans ce cas, cette base semblait être la conservation des tétraèdres ( $\text{SiO}_4$ ), à l'exclusion des tétraèdres ( $\text{AlO}_4$ ) ce qui est une retouche à l'hypothèse générale de la conservation des tétraèdres (A. POLDERVAART, 1953). J'ai ainsi suivi quantitativement dans cette transformation les échanges interminéraux et avec le milieu (p. 176).

Le rapprochement\* de l'analyse globale de la roche et de celle qui se recalcule à partir des analyses chimiques des minéraux et du mode pondéral a révélé, dans trois cas, des différences inattendues (p. 17, 22 et 76). Les roches en cause présentent le point commun d'être partiellement transformées (deux lherzolites serpentinisées et un chloritoschiste soumis à un lessivage par le ruissellement). Lors de la séparation des minéraux, les méthodes mises en oeuvre ont sélectionné des espèces fraîches, par exemple une olivine indemne de serpentine ou une chlorite non lessivée. L'image obtenue en recalculant le chimisme global correspond donc, à des retouches près,\*\* à celle de la roche intacte, ce qui rend compte des écarts avec le chimisme de l'échantillon altéré. Des applications sont possibles, en particulier dans le domaine de la pédologie.

## 2) ETUDE DES ECHANGES CHIMIQUES DANS UN CONTACT

Dans certains contacts entre roches de chimisme très différent, le métamorphisme déclenche des échanges chimiques, attestés par le développement local d'espèces chimiques ou la modification chimique des espèces normales (p. 95 et 119). La représentation modale exacte permet de connaître, pour chaque élément chimique, la répartition quantitative entre les diverses espèces minérales, tenant ainsi compte simultanément de leurs variations chimiques et modales (voir par exemple fig. 5). Cette représentation précise des remplacements paragénétiques (voir sur cette même figure, par exemple, le remplacement des pyroxènes par le grenat et la chlorite).

## ETUDE DES CORRELATIONS ENTRE LE CHIMISME DE LA ROCHE ET CELUI DES MINERAUX

Illustrée par une comparaison, la méthode est décrite page 149.

---

\* naturellement entre les seuls oxydes non sollicités pour calculer le mode.

\*\* réduites par un choix heureux des paramètres servant à calculer la représentation modale.

Il existe toujours une étroite relation entre le chimisme du minéral et celui de la roche d'origine. Elle s'illustre en traçant pour un élément chimique le diagramme des variations de l'espèce considérée, par rapport aux variations dans les roches d'origine. Les corrélations sont positives et souvent linéaires dans les roches métamorphiques étudiées. Dans le cas d'une série minérale comme la trémolite-actinote où le chimisme particulier est déterminé par deux éléments, le fer et le magnésium, la corrélation de l'un avec le chimisme de la roche est perturbée par la distribution de l'autre. Il convient alors de considérer leur rapport (p. 151, fig. 20, 21 et 22).

L'étude des corrélations est fructueuse. Il existe, en effet, bien des cas où la loi de variation présente des anomalies inexplicables par une simple interaction chimique comme ci-dessus (fig. 23, 24, 34). Elles sont le signe d'un changement du milieu chimique au moment de la cristallisation de l'espèce considérée. Ce changement peut, souvent, être attribué à une rupture de l'équilibre paragénétique, c'est-à-dire en définitif à une modification des conditions physiques de la cristallisation. Ainsi, l'instabilité de l'albite se traduira par la disponibilité, dans le milieu, du sodium et de l'aluminium, répercutée dans le chimisme des amphiboles par la formation de glaucophane au lieu d'actinote. En ne retenant prudemment que les cas de corrélation négative, on peut conclure à la superposition de deux ou plusieurs milieux physiques différents et successifs. Grâce aux amphiboles et accessoirement aux épidotes, j'ai ainsi mis en évidence des épisodes métamorphiques distincts, d'une façon absolument indépendante de l'étude pétrographique.

## AUTRES RESULTATS

### HOMOGENEITE D'UN MINERAL

A maintes reprises, la séparation des minéraux a abouti à deux ou plusieurs lots apparemment aussi purs, dans une roche où l'espèce considérée semblait homogène. Deux trémolites obtenues dans ces conditions ont été analysées (p. 65, fiches 21, 22). Elles présentent des propriétés légèrement différentes, bien que sous le microscope n'apparaisse qu'une seule espèce parfaitement homogène. Il semblerait qu'un minéral donné ne possède pas de propriétés "ponctuelles" mais étalées dans un certain champ (Cl. GAGNY et A. NICOLAS, 1966). La technique de séparation par densité a permis de faire une coupure dans ce champ en raison de sa précision (op. cit.). L'examen optique sous le microscope ne le permet pas. La notion d'homogénéité d'un silicate, reposant sur cet examen optique, mérite d'être réexaminée : un minéral d'aspect homogène, ne l'est peut-être pas, même à cette échelle relativement grossière.

### " ADAPTATION " DES PYROXENES

La transformation des clinopyroxènes magmatiques en diopside s. s. lors de la serpentinisation (p. 100) et en omphacite lors du métamorphisme (p. 145) semble pouvoir s'opérer sans destruction, par adaptation progressive au nouveau milieu. Cette adaptation ne pourrait se réaliser qu'exceptionnellement dans des milieux chimiques favorables. La transformation en diopside, lors de la serpentinisation, est conditionnée par deux facteurs chimiques :

- disponibilité du calcium,
- teneur du milieu en silicium fixée dans des limites précises,

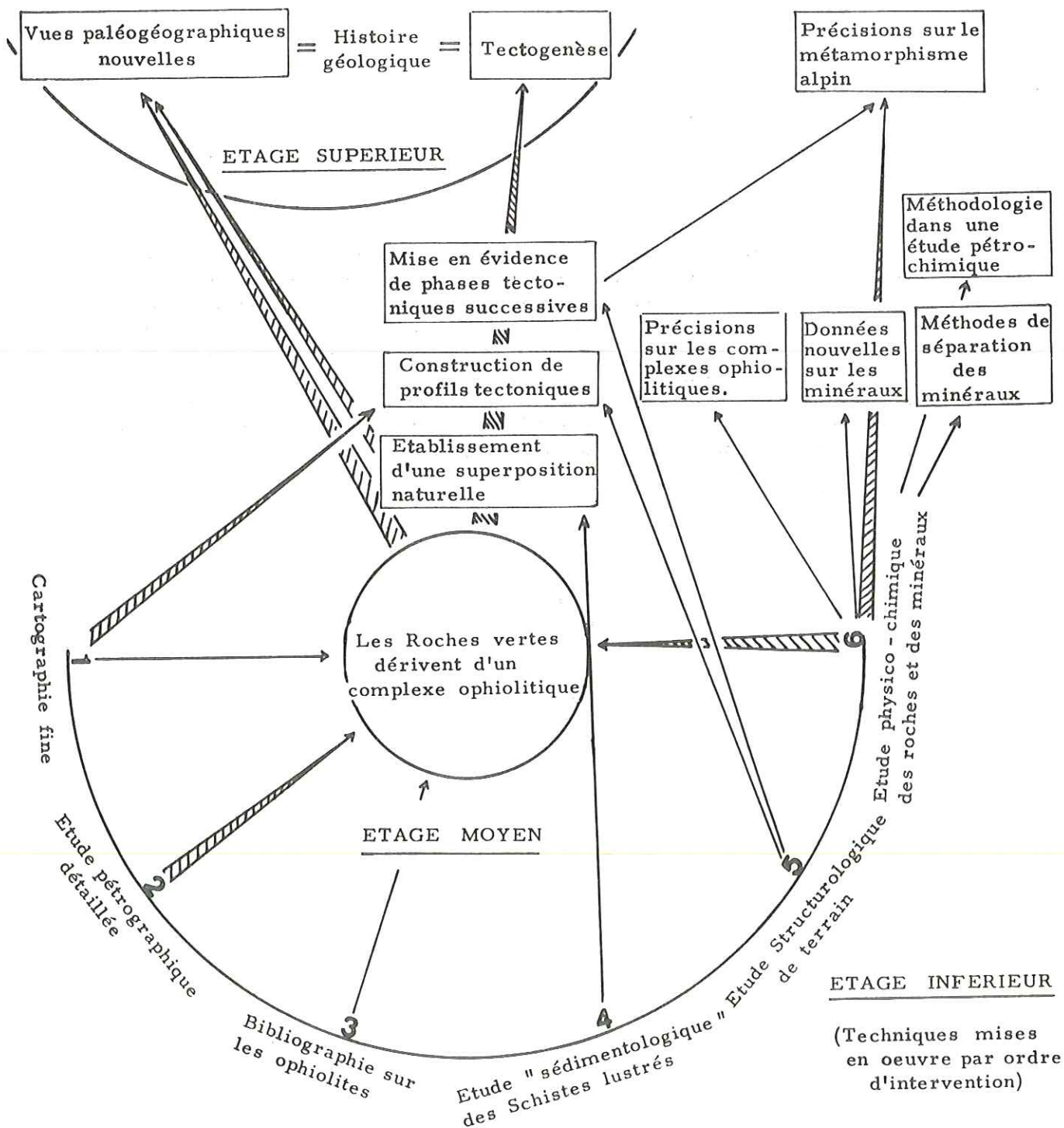
évitant une atteinte de la charpente tétraédrique dont la cohésion assure la pérennité de l'espèce. Des échanges se produisent alors entre les sites X et Y et le milieu ; à leur terme, le pyroxène magmatique s'est muté en une espèce mieux adaptée aux conditions physiques nouvelles. La transformation en omphacite, lors du métamorphisme de haute pression, serait facilitée, dans un milieu par ailleurs anhydre, par l'instabilité de l'albite qui mobilise ordinairement le sodium et une partie de l'aluminium.

### LA SERPENTINISATION

Les études pétrographique et pétrogénétique montrent que les enclaves rodingitiques des serpentinites sont d'anciennes ségrégations gabbroïques ayant subi une mé-tasomatose de nature essentiellement calcique lors de la serpentinisation des lherzolites feldspathiques (p. 53 et 171). Ces résultats indiquent, sans ambiguïté, les échanges qui se sont produits lors de ce processus. On ne peut donc écrire, comme c'est souvent le cas, n'importe quelle équation de serpentinisation ; celle-ci doit tenir compte des échanges réels. C'est ainsi qu'après avoir éliminé l'hypothèse d'une transformation à volume constant, nous sommes arrivés à celle de la conservation des tétraèdres à coeur de silicium, mentionnée il y a quelques pages. Il devient alors possible de chiffrer les apports et les départs et de présenter le bilan détaillé de la serpentinisation dans une lherzolite feldspathique. Cette hypothèse suppose une augmentation de volume de l'ordre de 30 % lors de la serpentinisation. L'énergie mécanique ainsi libérée pourrait avoir facilité la montée de ces roches et sa dissipation est peut-être partiellement responsable des déformations intenses qui les caractérisent.

ARCHITECTURE DE L'ETUDE

Par sa disposition en étages successifs, le tableau ci-dessous montre l'étagement des connaissances et des hypothèses. Tout en donnant un aperçu de l'organisation et des résultats de l'étude, il permet d'apprécier le degré d'incertitude de chaque hypothèse. Sa structure peut se comparer à celle d'un mât vertical porté par une bille (proposition encadrée) et équilibré par des étais (techniques 1, 4, 5).





Au moment de quitter mon étude, j'y vois trois résultats saillants : la connaissance précise d'un complexe ophiolitique touché par le métamorphisme épizonal, une vue encore brumeuse de l'histoire de cette région, et enfin le développement de nouvelles voies de recherches par exploitation rationnelle d'analyses systématiques de minéraux et de roches. A considérer l'aide encore modeste apportée par ces nouveaux outils dans la connaissance géologique, notre but ultime, je me prends à espérer des prolongements fructueux. Puisse l'assurance que procure leur forme chiffrée servir de lisse pour les audacieux qui s'aventureront après moi au-dessus du gouffre piémontais.

\*  
\*   \*  
\*

## LISTE DES OUVRAGES CITES

### PRINCIPALES ABREVIATIONS :

- B. G. S. A. : Bulletin of the Geological Society of America  
 B. R. C. G. I. : Bolletino del R. Comitato Geologico d'Italia, Roma.  
 B. S. F. M. C. : Bulletin de la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie - Paris -  
 B. S. G. F. : Bulletin de la Société Géologique de France, Paris -  
 B. S. M. P. : Bulletin Suisse de Minéralogie et de Pétrographie, Zurich.  
 C. R. A. S. : Comptes -rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Paris.  
 C. R. S. S. G. F. : Compte-rendu sommaire des Séances de la Société Géologique de France, Paris.

- 
- AUTRAN M. A. (1964) - Description de l'association minérale métamorphique Jadéite + quartz, découverte à San Andréa di Cotone dans les "Schistes lustrés" à glaucophane de Corse - B. S. F. M. C. Communication orale 16 Avril 1964.
- BAGGIO P. (1963) - Sulla presenza di una serie titanico-cretacea nel Canavese (Prealpi piemontese) - Atti. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti., Cl. Sc. mat. nat. t. 121, p. 215.
- BARBIER R., BLOCH J. P., DEBELMAS J., ELLENBERGER F., FABRE J., FEYS R., GIDON M., GOGUEL J., GUBLER Y., LANTEAUME M., LATREILLE M., LEMOINE M. (1960 - 1963) - Problèmes paléogéographiques et structuraux dans les zones internes des Alpes occidentales entre Savoie et Méditerranée - Livre à la mémoire du Prof. P. FALLOT t. II., p. 331-375
- BARTH T. F. W. (1948) - Oxygen in rocks : a basis for petrographic calculations - Jour. Geology, vol. 56, no. 1, p. 50-60.
- BEARTH P. (1956) - Geologische Beobachtungen in Grenzgebiet der lepontinischen und penninischen Alpen Ecl. Geol. Helv., 49, p. 279-290.
- BEARTH P. (1958) - Uber einen Wechsel der Mineralfazies in der Wurzelzone des Penninikums - B. S. M. P., Band 38, Heft 1/2, p. 363.
- BEARTH P. (1959) - Uber Eklogite, Glaukophanschiefer und metamorphe Pillowlaven - B. S. M. P., Band 39, Heft 1/2, p. 267 - 286.
- BEARTH P. (1965) - Zur Entstehung alpinotyper Eklogite - B. S. M. P. Band 45, Heft. I., p. 179.
- BERTRAND M. (1894) - Etudes dans les Alpes françaises - B. S. G. F. 3° sér., t. XXII, p. 69.
- BERTRAND J. M. L. (1965) - Données nouvelles sur la géologie de la partie française du massif du Grand Paradis (Haute Maurienne) - C. R. A. S., t. 260, N° 24, p. 6405.
- BERTRAND J. M. L. et P. SALIOT (1966) - Données nouvelles sur l'âge et la nature du gneiss du Grand Paradis (Alpes Graies) - C. R. A. S. t. 262, p. 1669;
- BHATTACHARJI, SOMDEV et C. H. SMITH (1964) - Flowage differentiation - Science, v. 145, p. 150-153.
- BIANCHI A. et DAL PIAZ G. B. (1959) - La memoria geologico-petrografica di R. Michel sul massiccio del Gran Paradiso et regioni limitrofe - R. C. Soc. Min. Ital. 1959, 15, p. 21-24.
- BIANCHI A., DAL PIAZ G. B. et VITERBO C. (1965) - Le masse di anfiboliti gabbriche et gabbro-dite di Corio e Monastero e di altre localita della zona Sesia Lanzo - Mem. della Acad. Sc. di Torino, Ser. 4, N° 3, p. 1-36.

- BLANCHARD R. (1952) - Les Alpes occidentales. T. VI : Le Versant piémontais - V. I, Arthaud, Grenoble-Paris.
- BORCHERT H. (1963) - Principles of the genesis and enrichment of chromite ore deposits - C. R. séminaire O. C. D. E. PARIS -
- BORG I. Y. (1956) - Glaucophane-schists and eclogites near Healdsburg, California - B. G. S. A. p. 1563-1584.
- BOWEN N. L. et TUTTLE O. F. (1949) - The system  $MgO - SiO - H_2O$  - B. G. S. A. v. 60, p. 439 - 460.
- BROWN W. H., FYFE W. S. and TURNER F. J. (1962) - Aragonite in California glaucophane schists and the kinetics of the aragonite-calcite transformation - J. Petrology, 3, p. 566.
- BRUNN J. H. (1956) - Contribution à l'étude géologique du Pindé septentrional et d'une partie de la Macédoine occidentale - Ann. géol. des Pays Helléniques, 1° Ser. t. VII.
- BUCCA L. (1886) - Appunti petrografici sul gruppo del Gran Paradiso - B. R. C. G. I., 11-12, p. 455.
- BUTLER B. C. M. (1965) - Compositions of micas in metamorphic rocks - Controls of metamorphism, Oliver & Boyd, London, p. 291-298.
- CABY R. (1964) - Etude géologique du bord interne de la zone briançonnaise et de la bordure des schistes lustrés entre Modane et la Vallée Etroite (Savoie, haut Val de Suse) - Tr. lab. géol. Fac. Sc. Grenoble, p. 131-187.
- CALLEGARI E. et MONESE A. (1959-1960) - La distribuzione del sodio et del potassio nelle rocce del massiccio del Gran Paradiso - Atti. Accad. Nazion. Lincei, R. C. Cl. Sc. fis. mat. nat. t. 27, N° 1-2, p. 60-70. et 28, N° 6, p. 883-888.
- CHALLIS G. A. (1965) - High temperature contact metamorphism of the Red Hills ultramafic intrusion, Wairan Valley, New Zealand - Journ. Petrology, vol. 6, N 3, p. 395.
- CHATTERJEE N. D. (1963) - Zur Tektonik der penninischen Zone in der weiteren Umrahmung des nördlichen Dora Mafra - Massivs, italienisch Westalpen - Geol. Rundschau, Band 53, p. 536.
- CHESSEX R., DELANOYE M., KRUMMENACHER D., VUAGNAT M. (1964) - Sur l'âge de la syénite du Montgenèvre (Htes Alpes) - Arch. des Sciences Genève. Vol. 17, fasc. 3, p. 342-346.
- CHIDESTER A. H. (1962) - Petrology and geochemistry of selected talc-bearing ultramafic rocks and adjacent country rocks in north-central Vermont - Geol. survey prof. paper 345.
- CLARK S. P. (1961) - A redetermination of equilibrium relations between kyanite and sillimanite - Am. J. Sci. 259, p. 641.
- COGULU E. et VUAGNAT M. (1965) - Sur l'existence de rodingites dans les serpentinites des environs de Mihaliççik (Vilay et d'Eskisehir, Turquie) - B. S. M. P., Band 45, Heft 1, p. 17.
- COLÉMAN R. G., LEE D. E., BEATTY L. B., BRANNOCK W. W. (1965) - Eclogites and eclogites : their differences and similarities - B. G. S. A. vol. 76, N 5, p. 483-508.
- COLEMAN R. G. et LEE D. E., (1962) - Metamorphic aragonite in the glaucophane schists of Cazadero, California - Am. J. Sci. 260, 577.
- CLOSS H. ET LABROUSTE Y. (1963) - Recherches seismologiques dans les Alpes occidentales au moyen de grandes explosions en 1956, 1958, et 1960 - C. N. R. S. Sér. XII, Fas. 2.
- COLLOMB P. et ELLENBERGER F. (1966) - La grille des linéations : un phénomène tectonique régional autonome - C. R. A. S. t. 262, p. 1832.
- COLLOMB P. et ELLENBERGER F. (1966) - Signification tectonique de la linéation régionale - C. R. A. S. t. 262, p. 1921.
- CONTI S. (1954) - Considerazione preliminari sulla genesi delle oficalciti nelle Alpi liguri e cozie - Publ. Ist. Geol. Univ. Genova.
- CONTI S. (1955) - Studi geologici sulle Alpi occidentali. La formazione dei calcescisti nei suoi rapporti stratigrafici e tettonici con i complessi basali e marginali delle Alpi liguri, maritimi e cozie - Boll. Serv. Geol. d'Italia, 77, p. 275-326.
- CONTI S. (1964) - Rassegna casistica delle ofiolite italiane - Atti. Ist. Geol. Univ. Genova, V. II, Fasc. 1, p. 1-95.
- DEER W. A., HOWIE R. A. et ZUSSMAN J. (1963) - Rock forming minerals - Longmans, London.
- DUBERTRET L. (1953) - Géologie des Roches vertes du Nord-Ouest de la Syrie et du Hatay (Turquie) - Notes et mém. sur le Moyen-Orient, Paris, t. VI.
- ELLENBERGER F. (1958) - Etude géologique du pays de Vanoise - Thèse Paris.
- ELLENBERGER F. (1960) - Sur une paragenèse éphémère à lawsonite et glaucophane dans le métamorphisme alpin en Haute Maurienne (Savoie) - B. S. G. F. t. 2, p. 190-194.
- ELLENBERGER F. (1960-1963) - La Vanoise, un géanticlinal métamorphique - Livre à la mémoire du Prof. P. FALLOT, t. 2, p. 383-393.

- ELLENBERGER F. (1965) - Le " style pennique " : rhéomorphisme ou cisaillements ? Application au Grand Paradis - C.R.A.S. t.260, p. 4008-4011.
- ELLENBERGER F., MICHARD A., et STURANI C. (1964) - Découvertes d'Ammonites et observations stratigraphiques dans les " Schistes lustrés " du Val Grana - C.R.A.S. t. 259, p. 3047-3050.
- ELTER G. (1960) - La zona pennidica dell'alta e media valle d'Aosta e le unità limitrofe - Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova. 22. p. 113.
- ERNST W.G. (1963) - Petrogenesis of glaucophane schists - Journ. Petrology, 4, p. 1-30.
- ESKOLA P. (1939) - Die metamorphen Gesteine - In Die Entstehung der Gesteine, Berlin, p. 263.
- ESSENE E.J., FYFE W.S., et TURNER F.J. (1965) - Petrogenesis of Franciscan glaucophane schists and associated metamorphic rocks, California - Beit. Miner. und petrog. Band 2, Heft 7, p. 695.
- FAWCETT J.J. (1962-1964) - The upper stability limit of magnesian chlorites to 10kb PH<sub>2</sub>O - Carnegie Instit. Ann. Report. 1962-63, p. 140, 1963-64, p. 136.
- FENOGLIO M. (1930) - Sulla presenza della nesquehonite nella serpentina di Viù in Val di Lanzo - Accad. Naz. dei Lincei, Rend, II, p. 310-316.
- FENOGLIO M. (1933) - Studi petrografici sulla zona del Canavese, Gabbri anfibolici, lherzoliti et serpentini - Period. di Miner. 4, p. 42.
- FENOGLIO M. (1956) - La massa peridotico-serpentinosa di Castellamonte e il suo significato geologico-Rend. Soc. Min. Ital. 12. p. 130.
- FENOGLIO M. et SANERO E. (1941) - I giacimenti di magnesite delle Prealpi piemontesi - Period. di Miner. 12, p. 83.
- FONTEILLES M. (1965) - L'équilibre chimique dans le métamorphisme - B.S.G.F. t. VII, N° 1, p. 136-146.
- FORESTIER F.H. (1962) - Les péridotites serpentinisées en France - Bull. du B.R.C.G.M. - N° 2.
- FORESTIER F.H. (1963) - Métamorphisme hercynien et antéhercynien dans le bassin du Haut-Allier (Massif central français) - Bull. Service de la Carte géologique de la France - N° 271, t. LIX
- FRANCHI S. (1894) - Notizie sopra alcune metamorfosi di eufotide e diabase nelle Alpi occidentali. B.R.C.G.I., t. 25, p. 181-204.
- FRANCHI S. (1896) - Prasiniti ed amfiboliti sodiche provenienti dalla metamorfosi di rocce diabasiche presso Pogli, nelle isole Giglio e Gorgona, ed al Capo Argentario - Boll. Soc. Geol. Ital., Roma, 15, p. 169-181.
- FRANCHI S. (1898) - Sull'età mesozoica della zona delle pietre verdi nelle Alpi occidentali - B.R.C.G.I., 29, p. 173-247, 325-482.
- FRANCHI S. (1902) - Contribuzione allo studio delle rocce a glaucofane e del metamorfismo onde ebbero origine nelle regione liguro-alpine occidentale - B.R.C.G.I., t. 33, p. 255-318.
- FRANCHI S. (1904) - Ancora sull'età mesozoica della zona delle pietre verdi - B.R.C.G.I. 35, p. 125-179.
- FRANCHI S. (1909) - Bibliografia regionata dei principali lavori concernenti la geologia e cronologia dei terreni a facies piemontese (zona delle pietre verdi, schistes lustrés) - B.R.C.G.I. 40, p. 552-591.
- FRANCHI S. (1925) - I dati stratigrafici e paleontologici fondamentali per l'età secondaria dei Calcescisti e l'ipotesi di un grande careggiamento della massa di questi nelle Alpi franco-italiane - Rend. R. Accad. Naz. Lincei, (6), 1, p. 283-291.
- FYFE W.S. et VERHOOGEN J. (1962) - Water and heat in metamorphism - Geol. Soc. Amer., Mem. 73, 1958, réim. 1962, p. 192.
- GABERT P. (1962) - Les plaines occidentales du Pô et leurs piedmonts - Louis-Jean, Gap. p. 531.
- GAGNY C. et NICOLAS A. (1966) - La séparation des minéraux dans les roches - Pub. lab. géol. Nantes (sous presse)
- GAY M. (1963) - Présence de discontinuités dans la série siliceuse du massif d'Ambin (Alpes franco-italiennes) - C.R.A.S. t. 256, p. 4936-4938.
- GAY M. (1964) - A propos de certaines écailles du massif d'Ambin (Alpes franco-italiennes) - C.R.S.S.G.F. fasc. 5, p. 183.
- GOGUEL J. (1963) - L'interprétation de l'arc des Alpes occidentales - B.S.G.F. t. V, NI, p. 20-29.
- GRIGGS D.T., TURNER et HEARD H.C. (1960) - Deformation of rocks at 500° to 800°. Rock deformation - The Geol. Soc. Amer. Memoir 79, p. 39.
- GROLIER J. et VIALON P. (1964) - La foliation des schistes cristallins. Etude de sa genèse à l'aide de quelques exemples - B.S.G.F. t. VI, N° 3, p. 309.
- GUILLOU J.J. et PRIMEL L. (1964) - Etude géologique et métallogénique du Cap Corse - Thèses 3° cycle. Geol. Appl. Paris, inéd.

- HAGNER A. F., LEUNG S.S., et DENNISON J. M. (1965) - Optical and chemical variations in minerals from a single rock specimen - *Amer. Min.* V. 50, N3-4, p. 341-355
- HARLAND W. B., SMITH A. G. et WILCOCK B. (1964) - The phanerozoic time scale, a symposium dedicated to Prof. A. Holmes - *Quat. Journ. Geol. London.* vol. 120S
- HARRY W. T. (1950) - Aluminium replacing silicon in some silicate lattices - *Min. Mag.* V. 29, p. 142.
- HERMANN F. (1930) - Il ricoprimento dei calcescisti fra i massici d'Ambin e del Grand Paradiso - *Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova*, 8, p. II-55.
- HERMANN F. (1937-1938) - Carta geologica delle Alpi Nord-occidentali e note illustrative - Milano.
- HESS H. H. (1933) - The problem of serpentinitisation and the origin of certain chrysotile asbeter, talc and soapstone deposits - *Econ. Geol.* V. XXVIII, p. 634-657.
- HESS H. H. (1955) - Serpentine, orogenesis and epeirogeny - *Symp. "The crust of the earth"* Am. Geol. Soc., Baltimore.
- HESS H. H. (1960) - Stillwater igneous complex Montana - a quantitative mineralogical study - *Geol. Soc. of Amer. mem.* 80, p. I à 230.
- HEY M. H. (1954) - A new review of the chlorites - *Min. Mag.* V. 30, p. 277.
- HOSTETLER P. B., COLEMAN R. G., MUMPTON F. A. et EVANS B. (1966) - Brucite in Alpine serpentinites - *Amer. Min.* V. 51, p. 75.
- IWASAKI M. (1962-1963) - Metamorphic rocks of the Kôtu-Bizan area, eastern Sikoku - *Journ. Fac. Sc. Univ. Tokyo, Sec. II*, V. XIV, part. I, p. 1-90.
- JAFFE F. C. (1955) - Les ophiolites et les roches connexes de la région du Col des Gets - *B. S. M. P.* 35, p. I-II6.
- JAMIESON J. C. (1963) - Possible occurrence of exceedingly high pressures in geological processes - *B. G. S. A.*, 74, p. 1067.
- JOHANNSEN A. (1931) - A descriptive petrography of the igneous rocks - The Univ. of Chicago press, réimpr. 1962, p. 222.
- JUNG J. (1958) - *Précis de Pétrographie* - Masson éd. Paris.
- JUNG J. et BROUSSE R. (1959) - Classification modale des roches éruptives utilisant les données fournies par le compteur de points - Masson, éd. Paris.
- KAADEN Van Der G. (1964) - The different concepts of the genesis of Alpine-type emplaced ultrabasic rocks - *Méthodes de prospection de la chromite*, C. R. séminaire O. C. D. E. Paris p. 79-97.
- KRETZ R. (1961) - Co-existing pyroxenes - *Geol. mag.* GB 98, N4, p. 344-345.
- KRUMMENACHER D., EVERNDEN J. F., VUAGNAT M. (1960) - Sur l'âge absolu de la péridotite micacée de Finero (zone d'Ivrée) - *Arch. Sci. Suisse* 1960, 13, N3, p. 369-373.
- KÜNDIG E. (1956) - The position in time and space of the ophiolites with relation orogenic metamorphism - *Geol. en Mijnbouw* 18/4.
- LABESSE B. (1962) - Sur les ophiolites et les brèches associées dans l'Appenin septentrional - *B. S. G. F.* 7<sup>e</sup> série, t. IV, N6, p. 867-871.
- LACROIX A. (1893-1913) - *Minéralogie de la France* - 5 vol. (réed. 1962) A. Blanchard, Paris.
- LACROIX A. (1917) - Les péridotites des Pyrénées et les autres roches intrusives non feldspathiques qui les accompagnent - *C. R. A. S.*, t. 165, p. 381-387.
- LACY A. D. (1965) - Factors in the study of metamorphic reaction rates - *Controls of Metamorphism*, Oliver & Boyd, London, p. 140-154.
- LEAKE B. E. (1965) - The relationship between composition of calciferous amphibole and grade of metamorphism - *Controls of metamorphism*, Oliver & Boyd, London, p. 299-316.
- LEFEVRE A. et MICHARD A. (1965) - La jadéite dans le métamorphisme alpin, à propos des gisements de type nouveau, de la bande d'Acceglio (Alpes cottiennes, Italie) - *B. S. F. M. C.* LXXXVIII, p. 664-677.
- LEMOINE M. (1955) - Note préliminaire sur le mode de gisement de certains ophiolites des Schistes lustrés du Queyras (Htes Alpes) - *C. R. S. S. G. F.* N° 5-6, p. 94.
- LEMOINE M. et MICHARD A. (1963) - Sur le problème stratigraphique et tectonique des Schistes lustrés dans les Alpes cottiennes - *C. R. A. S.* t. 256, p. 4050 - 4053.
- MATTHES S. (1951) - Die Kontakt metamorphe Überprägung basischer Kristalliner schiefer im Kontakthof des Steinwalgranit nördlich von Erbdorf in der bayrischen Oberpfalz - *Neues. Jb. für Miner.* V. 82, Fasc. 1-2.
- MICHARD A. (1961) - Schéma structural du massif triasico-liasique Maïra-Grana dans ses rapports avec les schistes lustrés et le massif de Dora Maïra (Alpes cottiennes) - *C. R. A. S.* 253, N23, p. 2726, 2828.
- MICHARD A. (1965) - Une nappe de socle dans les Alpes cottiennes internes ? Implications paléogéographiques et rôle éventuel des mouvements crétacés - *C. R. A. S.* t. 260, p. 4012-4015.

- MICHARD A. et STURANI C. (1964) - La zone piémontaise dans les Alpes cottiennes du Cuneese : nouveaux résultats et nouvelles questions - C.R.S.S.G.F. Fasc. 9, p. 382.
- MICHEL R. (1953) - Les schistes cristallins des massifs du Grand Paradis et de Sesia-Lanzo (Alpes franco-italiennes) - Sciences de la Terre, Nancy, t. I, N° 3-4.
- MICHEL R. et NICOLAS A. (1961) - Textures et débits en coussins (pillows-lavas) dans les prasinites de la Stura di Viù (Alpes piémontaises) - C.R.S.S.G.F. N8, p. 227.
- MIYASHIRO A. (1957) - Chemistry, optics and genesis of the alkali-amphiboles - Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo, sec. II, V. II, p. 57.
- MIYASHIRO A. (1961) - Evolution of metamorphic belts. Jour. Petrology. 2, p. 277.
- MIYASHIRO A. et SEKI Y. (1958) - Mineral assemblages and subfacies of the glaucophane schist facies - Jap. Journ. Geol. Geogr. V. 29, p. 199.
- NICOLAS A. (1965) - Confection de modèles en relief à l'aide de polystyrène expansé - Chron. des Mines N° 341 ; p. 131-132.
- NICOLAS A. (1966) - Interprétation des ophiolites entre le Grand Paradis et la Dora Maira - Sous presse, B. S. M. P.
- NICOLAS A. et GAGNY Cl. (1964) - Données minéralogiques sur l'omphacite et la glaucophane d'un schiste à glaucophane des Alpes piémontaises - B. S. F. M. C. LXXXVII, p. 105-108.
- NIGGLI E. (1960) - Mineral Zonen des Alpenen Metamorphose in der Schweizer Alpen - Inter. Geol. Congr. Rep. 21st Sess-Norden XIII, p. 132-138.
- NOBLE D. C. (1962) - Plagioclase unmixing and the lower boundary of the amphibolite facies - J. Geol. 70, N2, p. 234 - 240.
- NOBLE J. A. et TAYLOR H. P. (1960) - Origin of the ultramafic complexes in southeastern Alaska. - Inter. Geol. Congr. Rep. 21st. Norden, Copenhagen, p. 175-57.
- NOVARESE V. (1894) - Nomenclature e sistematica delle rocce verdi delle Alpi occidentali - B. R. C. G. I., t. 25, p. 164-181.
- ONUKE H. (1963) - Petrology of the Hayachine ultramafic complex in the Kitakawi Mountain land, Northern Japon - Sc. rep. of the Tohoku Univ. 3° série, v. VIII, N2, p. 241-295.
- ORCEL J. (1927) - Sur la composition chimique des chlorites - B. S. F. M. t. 50, p. 75-448.
- PERETTI L. (1928) - La formazione conglomeratiche aquitaniane dei Colli di Superga - Bull. Soc. Geol. Ital. 47, p. 159.
- PETRASCHECK W. E. (1959) - Intrusiver und Extrusiver Peridotitmagnetismus im alpinotypen Bereich - Geol. Rorschach, Band 48, p. 205-217.
- PIAZ DAL G. B. (1928) - Sulle ofioliti alpine della zona della Grivola - Atti Accad. Sc. trent. Istr. Ser. 3, V. XVIII, p. 71-82.
- PITCHER W. S. (1965) - The aluminium silicate polymorphs - Controls of metamorphism, Oliver & Boyd, London, p. 327-340.
- PLAS VAN DER L. (1959) - Petrology of the Northern Adula region, Switzerland (with particular reference to the glaucophane bearing rocks) - Leidse geol. Meded. 24, N2, p. 415-598.
- PLAS VAN DER L. et HUGIT (1961) - A ferrian sodium-amphibole from Vals, Switzerland - B. S. M. P. Band 41, N2, p. 371-393.
- POLDERVAART A. (1953) - Petrological calculations in metasomatic processus - Amer. J. Sc. V. 251, p. 481.
- POLDERVAART A. et TAUBENECK W. H. (1960) - Layered intrusions - Intern. Geol. Congr. Rep. 21st Sess. Norden 1960 XIII, p. 59-67.
- RAMBERG H. (1952) - Chemical bonds and distributions of cations in silicates - Journ. of Geol. t. 60, p. 331-335.
- RAST N. (1965) - Nucleation and growth of metamorphic minerals - Controls of metamorphism, Oliver & Boyd, London, p. 73-97.
- RIGAULT G. (1958) - Ricerche sulla massa peridotitico-serpentinosa di Germagnano in Val di Lanzo - Period. Min. Ital. 27, N° 2-3, p. 247-264.
- RITTMAN A. (1963) - Les volcans et leur activité - Masson éd., Paris.
- ROEVER De W. P. (1957) - Sind die Alpinotypen Peridotitmassen vielleicht tektonisch verfrachtete Bruchstücke der Peridotitschale ? - Geol. Rdsch. Dtsch. Band 46, Heft I, p. 137-146.
- ROEVER De W. P. (1965) - On the cause of the preferential distribution of cation metamorphic minerals in orogenic belts of different age - Geol. Rdsch. Band 54, Heft 2, p. 933-943.
- ROSSELLO G. (1964) - Guides pétrographiques et structuraux applicables à la recherche des gisements de chromite de type "Alpin" - Chr. des Mines N333, p. 219-222.
- ROST F. (1959) - Probleme ultrabasischer Gesteine und ihrer Lagerstätten - Freiburger Forschungshefte, C 58, p. 28-64.
- ROUTHIER P. (1944) - Essai sur la chronologie des Roches vertes mésozoïques des Alpes occidentales - B. S. G. F. (5), 14, p. 117-143.

- RUTLAND R. W. R. (1965) - Tectonic overpressures - Controls of metamorphism Oliver & Boyd, Edinburgh and London, p. 119.
- SALIMI F. (1965) - Etude pétrographique des roches ophiolitiques des Préalpes romandes - B. S. M. P. Band 45, Heft 1, p. 189-280.
- SANERO E. (1931) - Sulla lherzolite di Baldissero (Piemonte) - Period. di Miner. N° 1, p. 35.
- SANERO E. (1932) - Sopra alcune roccie del Monte Musine (Valle di Sura) - Period. di Miner. N° 2, p. 87-123.
- SCHULLER A. (1960) - Das jadeit problem vom petrogenetischen und mineralfazichlen Standpunkt - Neues Jb. Miner. Abh. Dtsch. Band 94, Heft 2, p. 1295-1308.
- SHAW D. M. (1964) - Interprétation géochimique des éléments en traces dans les roches cristallines - Masson éd., Paris.
- SISMONDA A. (1838) - Osservazioni mineralogiche e geologiche per servire alla formazione della carte geologica del Piemonte - Mem. R. Accad. Sc. Torino (2), 2, p. 1-40.
- SISMONDA A. (1866) - Carta geologica di Savoia, Piemonte e Liguria alla scala di 1/500.000° (Torino)
- SMITH C. H. et KAPP H. E. (1963) - The Muskox intrusion, a recently discovered layered intrusion in the Coppermine River area, Northwest Territories, Canada - Min. Soc. Amer. spec. paper NI, p. 30-35.
- SMULIKOWSKI K. (1964) - An attempt at eclogite classification - Bull. Acad. Polon. Sci., sér. Sci. géol. géogr. V. 12, NI, p. 27-33.
- SMULIKOWSKI K. (1965) - Chemical differentiation of Garnets and Clinopyroxenes in eclogites - Bull. Ac. Polon. Sc., Sér. Sc. géol. et géog. V. XIII, NI, p. II-18.
- STEIGER R. H. (1964) - Dating orogenic phases in the Central Alps with K-Ar ages on hornblende - Carnegie Instit. Ann. report. p. 247.
- STEINMANN G. (1927) - Die Ophiolithischen Zonen in den mediterranen Kettengebirgen - C. R. XIV° Congrès géol. intern. Madrid, fasc. 2, p. 637.
- STELLA R. (1890-1910) - Carta geologica d'Italia 1/100.000°, f. Susa, réimpr. 1959 -
- SUNDIUS N. (1946) - The classification of the hornblendes and the solid solution relations in the amphibole group - Arsbok Sveriges Geol. Undersök., V40, N4.
- SUTTON J. (1965) - Some recent advances in our understanding of the controls of metamorphism - Controls of metamorphism, Oliver & Boyd, London, p. 22-43.
- TERMIER P. et KILIAN W. (1920) - Sur l'âge des Schistes lustrés dans les Alpes occidentales - C. R. A. S. t. 171, p. 1348.
- THAYER T. P. (1960) - Some critical differences between alpine-type and stratiform peridotite-gabbro complexes - Intern. Geol. Congr. Rep. 21st Sess. N orden, Copenhagen, p. 247-259.
- THAYER T. P. (1963) - Flow-layering in alpine peridotite-gabbro complexes - Min. Soc. Amer. Spec. paper NI, p. 55-61.
- THOMPSON J. B. (1947) - Role of aluminium in the rock-forming silicates - B. G. S. A. - 58, p. 1232.
- TROGER W. E. (1952) - Tabellen zur optischen Bestimmung der Gesteinbilden den Minerale - Stuttgart.
- TRUMPY R. (1960) - Paleotectonic evolution of the central and western Alps - B. G. S. A. 71, N6, p. 843-907.
- TURNER F. J. et VERHOOGEN J. (1960) - Igneous and metamorphic petrology - McGraw-Hill, N. Y.
- VALLET M. et VUAGNAT M. (1949) - Remarques sur quelques chlorites des "schistes de Casanna" Arch. des Sciences Genève. C. R. du 5 Nov. 1949, p. 540-544.
- VIALON P. (1960) - Existence de formations détritiques dans les schistes cristallins du massif de la Dora-Maïra (Alpes cottiennes piémontaises) - C. R. A. S. t. 251, p. 1886-1888.
- VIALON P. (1961) - Présence d'une discordance à affinités saaliennes dans le massif de Dora-Maïra (Alpes cottiennes piémontaises) - C. R. A. S. t. 253, p. 1820 - 1822.
- VIALON P. (1962) - Tectoniques et métamorphisme dans le massif de Dora-Maïra (Alpes cottiennes) - C. R. S. S. G. F. N° 4, p. 127.
- VIALON P. (1962) - Sur le Permien dans le massif Dora-Maïra (Alpes cottiennes) - C. R. S. S. G. F. N° 7, p. 210.
- VIALON P. (1966) - Carte géologique du massif de Dora-Maïra - Grenoble.
- VITERBO N. (1959) - La composizione chimica-petrografica di alcune roccie tipiche del Gran Paradiso - R. C. Soc. Min. ital. 15, p. 255-283.
- VUAGNAT M. et PUSZTASZERI L. (1964) - Sur la présence des hyaloclastites dans le massif du Montgenèvre (Hautes Alpes) - Archives des Sciences Genève. Vol. 18, fas. 1, p. 120-123.
- VUAGNAT M. (1963) - Remarques sur la trilogie serpentinites-gabbros-diabases dans le bassin de la Méditerranée occidentale - Geol. Rdsch, 53, 1, p. 336.

- WAGER L. R. (1953) - Layered intrusions - Medd. Dansk. Geol. Foren. XII, p. 335-349.
- WAGER L. R. (1963) - The mechanism of adcumulus growth in the layered series of the Skaergaard intrusion - Min. Soc. Amer. spec. paper NI,
- WELLS M. K. (1962) - Structure and petrology of the Freetown layered Basic complex of Sierra Leone - Geol. Surv. Dept. Sierra Leone, London, Short paper, N9, p. 115 and Overseas Geol. Min. Res. London 1961, Bull. Sup. N° 4.
- WENK E. (1962) - (1962) - Plagioklas als Indexmineral in den Zentralalpen. Die paragenese Calcit - Plagioklas.
- WICKMAN F. E. (1943) - Some aspects of the geochemistry of igneous rocks and of differentiation by cristallisation - Geol. Fören. Stockh. Förh. 65, p. 371.
- WILKINSON J. F. G. (1953) - Geol. Mag. 90.
- WILKINSON J. F. G. (1957) - The clinopyroxenes of a differentiated teschenite sill near Gunnedah, New South Wales - Geol. Mag. V. 94, p. 123.
- WIJKERSLOOTH de P (1942) - Metamorphose des Chromspinnells in den türkischen Erzlagerstätten - M. T. A. Mecm. N° 2/27, p. 277-289.
- WIN CHELL H. (1958) - The composition and physical properties of garnet. Amer. Min. V. 43, p. 595.
- WINCHELL A. N. (1927) - Elements of optical mineralogy - John Wiley & Sons, inc. N. Y., réimpr. en 1964.
- WINKLER H. G. F. (1965) - Petrogenesis of metamorphic rocks - Springer - Verlag, Berlin.
- WISEMAN J. D. H. (1934) - The central and south-west Highland epidiorites : a study in progressive metamorphism - Quart. Jour. geol. Soc. Lond. 90, p. 354.
- ZACCAGNA D. (1901-1902-1903) - Alcune osservazioni sugli ultimi lavori geologici intorno alle Alpi occidentali - Boll. R. Con. geol. 1901 - p. 4-75 et 129-151 ; 1902, p. 149-161 ; 1903, p. 297-333.
-



## NOTE A PROPOS DES FICHES MINERALOGIQUES ET DES PLANCHES CHIMIQUES DE ROCHES

### SEPARATION DES MINERAUX

Les techniques améliorées et l'organisation mises au point pour séparer les minéraux sont décrites avec le plus grand détail dans un mémoire spécial (Cl. GAGNY et A. NICOLAS, 1966).

### PURETE DES MINERAUX - REPRESENTATIVITE DES POUDRES DE ROCHES

Quand le minéral obtenu à l'issue de la séparation n'est pas parfaitement pur, le pourcentage des impuretés est mesuré par comptage de quelques centaines de grains (op. cit., p. 57 ) Les diffractogrammes de R. X. contribuent à cette évaluation.

Sauf cas exceptionnels signalés dans le texte, la représentativité de la poudre de roche analysée est assurée par les prises très importantes (jusqu'à 10 kg.), nécessitées par la séparation des minéraux.

### ANALYSES CHIMIQUES

Les analyses par voie humide des minéraux et d'une partie des roches furent réalisées au Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de Nancy, par M. L. BLANCHET et son équipe (F. DREUX, S. MANZON, F. REITHLER, M. F. VERNET). Une vingtaine d'analyses de roches effectuées au quantomètre sont dues à K. GOVINDARAJU. Les techniques de ce Laboratoire décrites par D. M. SHAW (1964, p. 33 et 37) conduisent à une précision ressortant de l'examen du tableau de la page suivante.

EVALUATION DES ECARTS ANALYTIQUES EN ANALYSE DE ROUTINE

EXPRIMES PAR L' ECART TYPE  $\sigma$

-  $\sigma$  -

SiO <sub>2</sub> .....	$\pm$ 0.70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	$\pm$ 0.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	$\pm$ 0.20

..... il existe vraisemblablement une faible erreur systématique par excès par suite d'une oxydation partielle du fer ferreux au cours de l'attaque ou même dès le stade du broyage. Cette erreur peut être de l'ordre de 5 % en valeur relative.

FeO .....	$\pm$ 0.10
-----------	------------

remarque importante : en raison du dosage de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> par différence entre le fer total et le fer ferreux, il existe une compensation habituelle des erreurs sur Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et de FeO. D'où l'intérêt de considérer l'erreur sur le fer total exprimé sous forme Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (total).....	$\pm$ 0.10
MnO .....	$\pm$ 0.015
MgO .....	$\pm$ 0.30
CaO .....	$\pm$ 0.25
Na <sub>2</sub> O .....	$\pm$ 0.20
K <sub>2</sub> O .....	$\pm$ 0.15
TiO <sub>2</sub> .....	$\pm$ 0.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	$\pm$ 0.05
H <sub>2</sub> O totale .....	$\pm$ 0.12

REMARQUE IMPORTANTE : on notera que l'élimination et la mise en contre-essai des analyses pour lesquelles la somme des oxydes majeurs est en dehors de l'intervalle 99-101 (Chimie) ou 98,75-101,25 (Quantomètre) ajoute une donnée supplémentaire.

$$- 1 < \sum \text{ des erreurs} < + 1 \quad \dots \quad \text{Chimie}$$

$$- 1,25 < \sum \text{ des erreurs} < + 1,25 \quad \dots \quad \text{Quantomètre}$$

Cette donnée est valable chaque fois que les éléments non dosés (éléments considérés comme traces) ne représentent qu'une fraction très faible du poids de la roche (par ex.  $\sum$  éléments de traces < 0,2 %). Elle ne l'est plus si les éléments de traces représentent un pourcentage négligeable. D'où une formulation plus générale :

$$\begin{aligned} \text{Total vrai} &= 100 - \sum \text{traces} \\ 100 - 1 &< \text{Totaux admis} < 100 + 1 \\ - 1 + \text{traces} &< \sum \text{erreurs} < + 1 + \sum \text{traces} \end{aligned}$$

## MESURE DES PARAMETRES PHYSIQUES

- Densité : Les méthodes, différentes suivant les roches et les minéraux, sont décrites dans le mémoire sur la séparation (Cl. GAGNY et A. NICOLAS, 1966, p. 15 et 57 ) Un calcul d'erreurs complet, confirmé par de nombreux contre-essais, garantit la précision des résultats dans la fourchette d'erreur indiquée.
- Indices de réfraction : Mesurés à l'aide de liqueurs calibrées, la méthode est encore décrite dans ce mémoire (p. 67 ). La marge d'erreur donnée provient de mesures répétées.
- Angles des axes optiques : Leur détermination fut réalisée à l'aide d'une platine universelle à six axes par la méthode directe (A.N. WINCHELL, 1961 réépr., part I, p. 246). Une moyenne de quatre mesures fixe la fourchette d'erreur par individu.
- Diagramme de poudres au R. X. : Ils sont établis par diffractographie sur un banc Siemens avec anodicathode de cuivre (raies  $K\alpha_1$ ,  $K\alpha_2$ ), à l'exception des clichés de phylites réalisés avec une chambre Nonius de 360 mm. (Voir plus loin pour les conventions utilisées sur les fiches).
- Susceptibilité magnétique : J. BOLFA, J. BABKINE, J.C. REITHLER et C. ZELLER, de l'Institut de Minéralogie de Nancy se sont chargés de cette mesure. Ils se proposent de reprendre dans une étude plus générale, le problème de la susceptibilité magnétique de ces minéraux.

## CONVENTIONS CONCERNANT LES FICHES MINERALOGIQUES

L'ouvrage de W.A. DEER, R.A. HOWIE et J. ZUSSMAN (1962) est la principale référence utilisée pour déterminer le nom précis de l'espèce.

Sous la rubrique " Oxydes " de l'analyse chimique, la perte au feu (P.F.) est la somme de  $CO_2$ ,  $H_2O$  total et d'autres éventuels produits volatils. Elle intervient seule quand elle est donnée dans le total pondéral de l'analyse chimique.

"  $\Sigma$  oxygène " correspond au nombre d'anions d'oxygène pour 100 cations.

" 2V calculé " est obtenu à partir des résultats de la mesure des indices de réfraction en appliquant les formules :

$$\sin^2 V = \frac{N_y - N_x}{N_z - N_x} \quad (2V \text{ positif})$$

$$\sin^2 V = \frac{N_z - N_y}{N_z - N_x} \quad (2V \text{ négatif})$$

Le polychroïsme n'est mentionné que lorsqu'il est spécialement significatif.

Voici enfin les conventions choisies pour évaluer l'intensité relative des raies X. :

FF	>20
F	10-20
Fm	7-10
m	4-7
mf	2-4
f	1-2
ff	< 1

Minéral :  ENSTATITE	Roche d'origine : LHERZOLITE	N° : 368 /1
	Localisation : Route de la Stura di Ala, km 39,9 Coordonnées (fond 1/25000° italien) : 772 x 120	Réf. texte : p. 16

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	54,10	Si	46,92	base oxygène : 6							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,10	Al	3,16	Si	1,886	} 2,000			21		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,75	Fe <sup>III</sup>	1,14	Al <sup>IV</sup>	0,114				22		
Fe O	5,13	Fe <sup>II</sup>	3,59	Al <sup>VI</sup>	0,013				23		
Mn O	0,14	Mn	0,10	Ti	0,008			24			
Mg O	33,42	Mg	43,47	Fe <sup>III</sup>	0,046			25			
Ca O	1,44	Ca	1,34	Fe <sup>II</sup>	0,144	} 2,021		26			
Na <sub>2</sub> O	0,04	Na	0,07	Mn	0,004				27		
K <sub>2</sub> O	traces	K		Mg	1,748				28		
Ti O <sub>2</sub>	0,30	Ti	0,19	Ca	0,054				29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	Na	0,003				30		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,001				31		
P. F.	0,41	Totaux 100,00		P	0,001			32			
CO <sub>2</sub>	0,10	Σoxygène 149,25			4,021			33			
H <sub>2</sub> O total	0,21			Mg =	87,8			34			
TOTAL	99,86			ΣFe+Mn =	9,5			35			
				Ca =	2,5			36			
					100,0 %			37			
				$\frac{Mg}{Mg+Fe+Mn} =$	90,0%			38			
								39			
								40			

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p>Clivage (100) bien développé orthorhombique.</p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V<sub>Z</sub> mesuré = 86° ± 1°      Plan axes optiques : (010)</p> <p>2V<sub>Z</sub> calculé = ±      Z A c = 0° ±</p> <p>Polychroïsme :</p> <p>N<sub>z</sub> = 1,682 ± 0,001</p> <p>N<sub>y</sub> = ±</p> <p>N<sub>x</sub> = 1,672 ± 0,001</p> <p>N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,010 ± 0,002</p>	<p><b>DENSITE</b>      3,301 ± 0,004</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p><math>\chi = 10,9 \times 10^{-6}</math> u. e. m. c. g. s.</p> <p><b>OBSERVATIONS :</b> Pure. Quelques placages dans les clivages ; pas de mixtes.</p> <p><b>COULEURS EN GRAINS :</b> jaune miel</p>
---	---

Minéral :  ENSTATITE	Roche d'origine : Lherzolite	N°: 534 F <span style="float: right;"><u>/2</u></span>
	Localisation : Route de la Stura di Viù, km 42,6	Réf. texte : p. 21
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 764 x 108		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 6							
Si O <sub>2</sub>	54,08	Si	46,70	Si 1,886	} 2,000	1	6,37	f	21	2,02	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,54	Al	2,58	Al <sup>IV</sup> 0,104		2	4,41	m̄f	22	1,984	m
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,25	Fe <sup>III</sup>	0,81	Fe <sup>III</sup> 0,010		3	3,51	f	23	1,958	m
Fe O	5,58	Fe <sup>II</sup>	3,89	Ti 0,007	} 2,038	4	3,31	m̄f	24	1,788	m̄f
Mn O	0,14	Mn	0,10	Fe <sup>III</sup> 0,023		5	<u>3,17</u>	FF	25	1,732	m̄f
Mg O	33,98	Mg	44,02	Fe <sup>II</sup> 0,157		6	2,98	f	26	1,727	f
Ca O	1,76	Ca	1,63	Mn 0,004		7	2,94	Fm	27	1,704	f
Na <sub>2</sub> O	0,04	Na	0,07	Mg 1,778		8	2,88	FF	28	1,699	f
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Ca 0,066		9	2,83	m̄f	29	1,605	f
Ti O <sub>2</sub>	0,27	Ti	0,17	Na 0,003		10	2,77	f	30	1,588	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,03	K traces		11	2,71	m̄f	31	1,523	m
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,53	Fm	32	1,486	m
P. F.	0,72	Totaux 100,00		4,038		13	2,52	m	33	1,470	m
CO <sub>2</sub>	0,07	Σoxygène : 148,58			14	2,50	m	34	1,392	m	
H <sub>2</sub> O total	0,22				15	2,47	Fm	35	1,390	m̄f	
				Mg = 87,3	16	2,36	f	36	1,307	f	
				ΣFe+Mn = 9,5	17	2,11	m	37	1,267	f	
				Ca = 3,2	18	2,09	m̄f	38	1,252	ff	
				Mg / (Mg+Fe+Mn) = 90,1	19	2,06	f	39	1,082	ff	
TOTAL	100,40			Ca = 3,2 / 100,0	20	2,03	f	40	1,049	f	

### CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES

Orthorhombique. Clivage (100) très bien marqué.

### DONNEES OPTIQUES

2V<sub>Z</sub> mesuré = 84° ± 1° Plan axes optiques : (010)

2V<sub>Z</sub> calculé = 63° ± Z Λ c = 0° ±

Polychroïsme :

N<sub>z</sub> = 1,681 ± 0,001

N<sub>y</sub> = 1,673 ± 0,002

N<sub>x</sub> = 1,670 ± 0,001

N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,011 ± 0,002

DENSITE 3,295 ± 0,003

### SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE

$$\chi = 10,6 \times 10^{-6} \text{ u.e.m.c.g.s.}$$

OBSERVATIONS: Pureté 98 %.

Très peu de mixtes, mais salissures dans les clivages.

COULEURS EN GRAINS : jaune miel.

Minéral :  ENDIOPSIDE	Roche d'origine : Lherzolite	N°: 534 F / 3
	Localisation : Route de la Stura di Viù, km 42,6 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 764 x 108	Réf. texte : p. 21

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES						
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	50,70	Si	46,30	base oxygène : 6						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,17	Al	4,48	Si 1,858	} 2			21		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,47	Fe <sup>III</sup>	1,01	Al <sup>IV</sup> 0,142		1			22	
Fe O	2,11	Fe <sup>II</sup>	1,55	Al <sup>VI</sup> 0,037		2			23	
Mn O	0,08	Mn	0,06	Ti 0,011	} 2,014			24		
Mg O	17,31	Mg	23,71	Fe <sup>III</sup> 0,040		3			25	
Ca O	21,74	Ca	21,27	Fe <sup>II</sup> 0,062		4			26	
Na <sub>2</sub> O	0,50	Na	0,88	Mn 0,002	} 2,014			27		
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg 0,951		5			28	
Ti O <sub>2</sub>	0,66	Ti	0,45	Ca 0,853		6			29	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,37	P	0,28	Na 0,035	} 2,014			30		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K traces		7			31	
P. F.	0,59	Totaux	100,00			8			32	
CO <sub>2</sub>		Σoxygène :	149,47					33		
H <sub>2</sub> O total	0,20			Mg = 49,9				34		
				Σ Fe+Mn = 5,4				35		
TOTAL	99,70			Ca = 44,7				36		
								37		
								38		
								39		
								40		

### CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES

Monoclinique - Clivage supplémentaire (100) bien marqué.

### DONNEES OPTIQUES

2V<sub>Z</sub> mesuré = 54° ± 1° Plan axes optiques : (010)

2V<sub>Z</sub> calculé = 53° ± Z Λ c = ±

Polychroïsme :

N<sub>z</sub> = 1,706 ± }  
 N<sub>y</sub> = 1,682 ± } 0,002  
 N<sub>x</sub> = 1,676 ± }  
 N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,030 ± 0,004

DENSITE 3,309 ± 0,006

### SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE

$$\chi = 5,5 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

OBSERVATIONS :

Pure - Sale le long des clivages. Pas de mixtes.

COULEURS EN GRAINS : Vert soutenu vif

Minéral : <b>ENDIOPSIDE</b>	Roche d'origine : Gabbro dans lherzolite serpentinisée.	N°: 538 /4
	Localisation : Givoletto - Massif de Lanzo Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 812 x 017	Réf. texte : p.

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	50,80	Si	47,16	Si	1,890	} 2,000	1	4,73	ff	21	1,610	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,10	Al	5,57	Al <sup>IV</sup>	0,110		2	4,50	f	22	1,580	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,55	Fe <sup>III</sup>	0,39	Al <sup>VI</sup>	0,113		3	3,22	F	23	1,557	F
Fe O	3,76	Fe <sup>II</sup>	2,89	Ti	0,011	} 2,007	4	3,00	FF	24	1,542	f
Mn O	0,10	Mn	0,05	Fe <sup>III</sup>	0,016		5	2,94	FF	25	1,521	mf
Mg O	16,32	Mg	22,72	Fe <sup>II</sup>	0,116		6	2,89	m	26	1,518	mf
Ca O	19,62	Ca	19,49	Mn	0,002	7	2,56	mf	27	1,505	f	
Na <sub>2</sub> O	0,80	Na	1,45	Mg	0,910	8	2,53	m	28	1,480	f	
K <sub>2</sub> O	néant	K		Ca	0,781	9	2,51	Fm	29	1,417	m	
Ti O <sub>2</sub>	0,40	Ti	0,28	Na	0,058	10	2,30	m	30	1,330	ff	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P		K		11	2,15	m	31	1,320	mf	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,13	m	32	1,278	f	
P. F.	1,63	Totaux	100,00		4,007	13	2,10	f	33	1,243	mf	
CO <sub>2</sub>	0,16	Σoxygène :	149,72			14	2,03	m	34	1,168	mf	
H <sub>2</sub> O total	1,12			Mg =	49,9	15	2,02	mf	35	1,072	ff	
				Ca =	42,8	16	1,967	f	36	1,069	ff	
TOTAL	99,11			Σ Fe+Mn =	7,3	17	1,828	F	37	1,067	f	
					100,0	18	1,745	m	38	1,064	f	
						19	1,661	ff	39			
						20	1,621	m	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,25 ± 0,01
Clivage (100) fin et régulier	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	$\chi = 6,9 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>Z</sub> mesuré = 57° ± 2° Plan axes optiques : (010)	OBSERVATIONS: Pureté 100 %.
2V calculé = ± Z Λ c = 47° ±	Salissure dans les clivages.
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,701 ± 0,002	
N <sub>y</sub> = 1,675 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,671 ± 0,002	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,030 ± 0,003	
	<b>COULEURS EN GRAINS</b> : vert pâle grisé.

Minéral :  ENDIOPSIDE	Roche d'origine : Lherzolite	N°: 368 /5
	Localisation : Route de la Stura di Ala, km 39,9 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 772 x 120	Réf. texte : p. 16

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	50,70	Si	46,18	base oxygène : 6							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,15	Al	5,52	Si	1,853	} 2			21		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,38	Fe <sup>III</sup>	0,94	Al <sup>IV</sup>	0,147				22		
Fe O	2,50	Fe <sup>II</sup>	1,84	Al <sup>VI</sup>	0,075				23		
Mn O	0,09	Mn	0,07	Ti	0,023			24			
Mg O	16,90	Mg	23,09	Fe <sup>III</sup>	0,038	} 2,015			25		
Ca O	21,16	Ca	20,65	Fe <sup>II</sup>	0,074				26		
Na <sub>2</sub> O	0,62	Na	1,09	Mn	0,003				27		
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg	0,927				28		
Ti O <sub>2</sub>	0,86	Ti	0,58	Ca	0,829				29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	P	0,04	Na	0,044				30		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	traces				31		
P. F.	0,47	Totaux	100,00	P	0,002			32			
CO <sub>2</sub>	0,10	Σoxygène :	149,50		4,015			33			
H <sub>2</sub> O total	0,18			Mg =	49,6			34			
				Ca =	44,4			35			
				Σ Fe+Mn =	6,0			36			
TOTAL	99,98				100,0			37			
								38			
								39			
								40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,321 ± 0,0025
Clivage (100) marqué monoclinique	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	$\chi = 6,5 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>Z</sub> mesuré = 51° ± 2° Plan axes optiques : (010)	OBSERVATIONS: Pureté 100 %
2V <sub>Z</sub> calculé = 53° ± Z Λ c = 43° ± 1°	
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,704	
N <sub>y</sub> = 1,680	
N <sub>x</sub> = 1,674	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,030 ± 0,003	
	<b>COULEURS EN GRAINS</b> : vert assez vif et soutenu.



Minéral :  ENDIOPSIDE	Roche d'origine : Lherzolite	N° : 524 <span style="float: right;">/6</span>
	Localisation : route de la Stura di Viù, km 38,1	Réf. texte : p. 18
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 777 x 136		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	50,65	Si	46,13	base oxygène : 6								
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,89	Al	5,25	Si	1,854	} 2,000			21			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,17	Fe <sup>III</sup>	0,80	Al <sup>IV</sup>	0,146		2			22		
Fe O	2,64	Fe <sup>II</sup>	1,94	Al <sup>VI</sup>	0,065		3			23		
Mn O	0,09	Mn	0,07	Ti	0,027	} 2,020			24			
Mg O	16,85	Mg	23,02	Fe <sup>III</sup>	0,032		4			25		
Ca O	21,45	Ca	20,93	Fe <sup>II</sup>	0,078		5			26		
Na <sub>2</sub> O	0,66	Na	1,16	Mn	0,003		6			27		
K <sub>2</sub> O	traces	K		Mg	0,925		7			28		
Ti O <sub>2</sub>	0,97	Ti	0,66	Ca	0,841		8			29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	P	0,04	Na	0,047	9			30			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,002	10			31			
P. F.	0,61	Totaux 100,00				11			32			
CO <sub>2</sub>	0,24	Σ oxygène : 149,31			4,020	12			33			
H <sub>2</sub> O total	0,21			Mg	49	13			34			
				Ca	45	14			35			
				Σ Fe+Mn	6	15			36			
TOTAL	100,04				100	16			37			
						17			38			
						18			39			
						19			40			
						20						

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p>Monoclinique. Clivage (100) très bien marqué.</p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V<sub>Z</sub> mesuré = 52° ± 1°      Plan axes optiques : (010)</p> <p>2V<sub>Z</sub> calculé = 50° ±              Z Λ c = ±</p> <p>Polychroïsme :</p> <p>N<sub>z</sub> = 1,706 ± 0,002</p> <p>N<sub>y</sub> = 1,683 ± 0,002</p> <p>N<sub>x</sub> = 1,678 ± 0,002</p> <p>N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,28 ± 0,003</p>	<p><b>DENSITE</b> 3,301 ± 0,005</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p><math>\chi = 6,1 \times 10^{-6}</math> u. e. m. c. g. s.</p> <p><b>OBSERVATIONS :</b> Pure. Quelques placages dans les clivages.- Pas de mixtes.</p> <p><b>COULEURS EN GRAINS :</b> Vert soutenu vif.</p>
--	--

Minéral : <b>ENDIOPSIDE</b>	Roche d'origine : Gabbro métamorphique à pyroxènes résiduels, contact serpentinite	N°: 224 B / 7
	Localisation : Stura di Viù - 500 m E de Forno, hameau Truc Salir Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 686 x 090	Réf. texte : p. 93

DONNEES CHIMIQUES *				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
				base oxygène : 6							
Si O <sub>2</sub>	49,94	Si	45,91	Si	1,865	} 2,035			21		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,87	Al	4,19	Al <sup>IV</sup>	0,170				22		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	/	Fe <sup>III</sup>	/	Al <sup>VI</sup>					23		
Fe O	5,32	Fe <sup>II</sup>	3,96	Ti	0,010	} 2,026	4		24		
Mn O	0,15	Mn	0,12	Fe <sup>III</sup>	/			5		25	
Mg O	16,68	Mg	23,00	Fe <sup>II</sup>	0,161			6		26	
Ca O	21,53	Ca	21,21	Mn	0,005			7		27	
Na <sub>2</sub> O	0,73	Na	1,30	Mg	0,935			8		28	
K <sub>2</sub> O	traces	K		Ca	0,862			9		29	
Ti O <sub>2</sub>	0,38	Ti	0,26	Na	0,053			10		30	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	P	0,05	K				11		31	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								12		32	
P. F.	1,33	Totaux	100,00		4,061			13		33	
CO <sub>2</sub>	0,19	Σoxygène	147,64	Mg =	47,6		14		34		
H <sub>2</sub> O total	0,36			Ca =	43,9		15		35		
				Σ Fe+Mn =	8,5		16		36		
TOTAL	100,00				100,0		17		37		
							18		38		
							19		39		
							20		40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b> Clivage (100) peu distinct	<b>DENSITE *</b> 3,294 ± 0,006
<b>DONNEES OPTIQUES</b> 2V <sub>Z</sub> mesuré = 56° ± 1°      Plan axes optiques : (010) 2V <sub>Z</sub> calculé = 53° ±              Z A c = ± Polychroïsme : Nz = 1,707 ± 0,002 Ny = 1,683 ± 0,002 Nx = 1,677 ± 0,002 Nz - Nx = 0,030 ± 0,003	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE *</b> $\chi = 8,4 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
	<b>OBSERVATIONS :</b> * Données corrigées pour éliminer une contamination par la clinozoisite
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert pâle

Minéral:  <b>DIOPSIDE</b>	Roche d'origine: Bordure à diopside et chlorite d'une lentille de grenatite	N°: 26 /8
	Localisation: route de la Stura di Viù, km 55,35 (ancienne carrière)	Réf. texte: p. 51
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): 669 x 098		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	53,56	Si	49,23	base oxygène: 6		1	4,47	f	21	1,674	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49	Al	0,53	Si	1,974	2	3,31	ff	22	1,626	Fm
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,91	Fe <sup>III</sup>	0,63	Al <sup>IV</sup>	0,021	3	3,24	FF	23	1,621	m
Fe O	3,56	Fe <sup>II</sup>	2,65	Al <sup>VI</sup>		4	2,99	FF	24	1,590	ff
Mn O	0,09	Mn	0,07	Ti	0,004	5	2,96	FF	25	1,566	f
Mg O	15,76	Mg	21,73	Fe <sup>III</sup>	0,025	6	2,90	Fm	26	1,553	mf
Ca O	24,78	Ca	24,41	Fe <sup>II</sup>	0,106	7	2,57	Fm	27	1,528	mf
Na <sub>2</sub> O	0,36	Na	0,64	Mn	0,003	8	2,52	FF	28	1,504	f
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg	0,871	9	2,31	m	29	1,489	f
Ti O <sub>2</sub>	0,16	Ti	0,11	Ca	0,979	10	2,22	f	30	1,425	m
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	P	traces	Na	0,026	11	2,20	f	31	1,410	mf
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K		12	2,16	Fm	32	1,329	f
P. F.	1,14	Totaux	100,00		4,009	13	2,14	F	33	1,287	ff
CO <sub>2</sub>	0,74	Σoxygène:	149,63	Ca	47,3	14	2,11	mF	34	1,283	mf
H <sub>2</sub> O total	0,27			Mg	43,9	15	2,08	ff	35	1,263	ff
TOTAL	100,81			Σ Fe+Mn	6,8	16	2,04	m	36	1,250	ff
					100,0	17	2,01	mf	37	1,076	mf
						18	1,971	ff	38	1,073	m
						19	1,838	mf	39	1,071	f
						20	1,756	Fm	40	1,067	f

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  Clivage (100)	<b>DENSITE</b> 3,289 ± 0,006
<b>DONNEES OPTIQUES</b>  2V <sub>Z</sub> mesuré = 58° 5 ± 0° 5      Plan axes optiques: (010) 2V <sub>Z</sub> calculé = 62° ±                      Z Λ c# 45° ±  Polychroïsme:	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>  $\chi = 8,8 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
Nz = 1,703 ± 0,001 Ny = 1,681 ± 0,001 Nx = 1,673 ± 0,001 Nz - Nx = 0,030 ± 0,002	<b>OBSERVATIONS:</b> 0,08% de magnétite en inclusions. Séparation 100% pure, non altérée - fines inclusions opaques.
	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> vert très pâle

Minéral :  DIOPSIDE	Roche d'origine : Lentille de gabbro, contact avec serpentinite.	N°: 224 C /9
	Localisation : Stura di Viù - 500 m E de Forno Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : Hameau Truc Sàlir. 686 x 090	Réf. texte : p. 94

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	52,10	Si	47,50	base oxygène : 6								
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,35	Al	3,59	Si	1,908	} 2,000			21			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,35	Fe <sup>III</sup>	0,92	Al <sup>IV</sup>	0,092		2			22		
Fe O	1,30	Fe <sup>II</sup>	0,95	Al <sup>VI</sup>	0,052		3			23		
Mn O	0,19	Mn	0,14	Ti	0,002	} 2,017			24			
Mg O	16,29	Mg	22,28	Fe <sup>III</sup>	0,037		4			25		
Ca O	24,17	Ca	23,61	Fe <sup>II</sup>	0,038		5			26		
Na <sub>2</sub> O	0,54	Na	0,95	Mn	0,006		6			27		
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg	0,895		7			28		
Ti O <sub>2</sub>	0,06	Ti	0,04	Ca	0,948		8			29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	Na	0,038	9			30			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	traces	10			31			
P. F.	0,86			P	0,001	11			32			
CO <sub>2</sub>	0,26	Totaux	100,00		4,017	12			33			
H <sub>2</sub> O total	0,34	Σoxygène :	149,32			13			34			
				Mg =	46,5	14			35			
				Ca =	49,3	15			36			
				Σ Fe+Mn =	4,2	16			37			
TOTAL	100,24				100,0	17			38			
						18			39			
						19			40			
						20						

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p>Clivage (100) discret monoclinique</p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V<sub>Z</sub> mesuré = 58° ± 2°      Plan axes optiques : (010)</p> <p>2V<sub>Z</sub> calculé = 61° ±              Z Λ c = ±</p> <p>Polychroïsme :</p> <p>Nz = 1,699 ± 0,002</p> <p>Ny = 1,676 ± 0,001</p> <p>Nx = 1,668 ± 0,002</p> <p>Nz - Nx = 0,031 ± 0,003</p>	<p><b>DENSITE</b> 3,269 ± 0,005</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p><math>\chi = 4,2 \times 10^{-6}</math> u. e. m. c. g. s.</p> <p><b>OBSERVATIONS:</b> pur, mais sale le long des clivages. Pas de mixtes.</p> <p><b>COULEURS EN GRAINS:</b> Incolore à vert très pâle</p>
---	---

Minéral:  DIOPSIDE	Roche d'origine: Filon dans serpentinites	N°: 363 / 10
	Localisation: Alpe della Rossa - Pian della Mussa Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): 579 x 194	Réf. texte: p. 53

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	54,02	Si	49,15	base oxygène : 6 Si 1,971	} 2,000	1	4,47	f	21	1,625	Fm
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,51	Al	0,55	Al <sup>IV</sup> 0,022		2	3,23	FF	22	1,621	m
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,89	Fe <sup>III</sup>	0,60	Fe <sup>III</sup> 0,007		3	2,99	FF	23	1,587	f
Fe O	1,00	Fe <sup>II</sup>	0,77	Ti		4	2,95	FF	24	1,564	f
Mn O	0,13	Mn	0,11	Fe <sup>III</sup> 0,014	} 2,007	5	2,90	F	25	1,550	mf
Mg O	16,73	Mg	22,83	Fe <sup>II</sup> 0,031		6	2,84	ff	26	1,548	mf
Ca O	26,37	Ca	25,72	Mn 0,004		7	2,57	Fm	27	1,526	f
Na <sub>2</sub> O	0,16	Na	0,27	Mg 0,915		8	2,52	F	28	1,505	ff
K <sub>2</sub> O	néant	K		Ca 1,031	9	2,30	mf	29	1,488	f	
Ti O <sub>2</sub>	néant	Ti		Na 0,011	10	2,22	f	30	1,424	m	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	néant	P		K	11	2,20	f	31	1,409	mf	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					12	2,16	F	32	1,328	mf	
P. F.		Totaux	100,00	4,007	13	2,13	Fm	33	1,283	f	
CO <sub>2</sub>	0,23	Σoxygène	:149,65	Mg = 45,5	14	2,11	mf	34	1,262	f	
H <sub>2</sub> O total	0,39			Ca = 51,5	15	2,04	mf	35	1,249	f	
TOTAL	100,43			Σ Fe+Mn = 3	16	2,01	mf	36	1,075	f	
				100,0	17	1,969	f	37	1,072	m	
					18	1,836	m	38	1,070	f	
					19	1,754	Fm	39	1,066	f	
					20	1,674	ff	40			

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V<sub>z</sub> mesuré = 59° ± 2°      Plan axes optiques : (010)</p> <p>2V calculé = ±      Z Λ c # 45° ±</p> <p>Polychroïsme :</p> <p>N<sub>z</sub> = 1,698 ± }  N<sub>y</sub> = 1,675 ± } 0,001  N<sub>x</sub> = 1,669 ± }  N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,031 ± 0,002</p>	<p><b>DENSITE</b> 3,29 ± 0,01</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p><math>\chi = 2,1 \times 10^{-6}</math> u. e. m. c. g. s.</p> <p><b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 100 %  Inclusions opaques rares et très fines.</p> <p><b>COULEURS EN GRAINS:</b> blanc pur</p>
--	---

Minéral :  DIOPSIDE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique dans serpentinite	N°: 489 E / 11
	Localisation : Carrière de Brachiello, Stura di Ala	Réf. texte : p. 42
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 713 x 204		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 6								
Si O <sub>2</sub>	50,39	Si	47,08	Si	1,890	} 2,000	1	4,47	mf	21	1,616	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,10	Al	4,48	Al <sup>IV</sup>	0,110		2	3,55	ff	22	1,614	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,06	Fe <sup>III</sup>	0,73	Al <sup>VI</sup>	0,070		3	3,23	FF	23	1,585	f
Fe O	3,30	Fe <sup>II</sup>	2,58	Ti	0,011	} 2,013	4	3,00	FF	24	1,561	mf
Mn O	0,09	Mn	0,06	Fe <sup>III</sup>	0,029		5	2,95	FF	25	1,548	f
Mg O	14,36	Mg	20,12	Fe <sup>II</sup>	0,103		6	2,90	mf	26	1,529	ff
Ca O	23,56	Ca	23,60	Mn	0,002	7	2,57	mf	27	1,523	ff	
Na <sub>2</sub> O	0,60	Na	1,07	Mg	0,808	8	2,525	mf	28	1,504	ff	
K <sub>2</sub> O	néant	K		Ca	0,947	9	2,52	mf	29	1,485	f	
Ti O <sub>2</sub>	0,38	Ti	0,28	Na	0,043	10	2,30	mf	30	1,420	m	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P		K		11	2,22	f	31	1,409	f	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,20	f	32	1,331	f	
P. F.						13	2,15	m	33	1,327	f	
CO <sub>2</sub>	0,53	Totaux	100,00		4,013	14	2,13	mf	34	1,323	f	
H <sub>2</sub> O total	1,25	Σ oxygène :	149,50	Mg =	42,7	15	2,11	mf	35	1,281	f	
				Ca =	50,0	16	2,04	m	36	1,073	f	
TOTAL	99,65			Σ Fe+Mn =	7,3	17	2,02	f	37	1,070	f	
					100,0	18	1,834	mf	38	1,069	f	
						19	1,751	mf	39	1,066	f	
						20	1,624	mf	40	1,065	f	

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b> Clivage (100) fin, bien développé.	<b>DENSITE</b> 3,286 ± 0,01
<b>DONNEES OPTIQUES</b> 2V <sub>Z</sub> mesuré = 58° ± 1°      Plan axes optiques : 2V <sub>Z</sub> calculé = 59° ±              Z Λ c = 45° ±  Polychroïsme : Nz = 1,704 ± 0,001 Ny = 1,680 ± 0,001 Nx = 1,673 ± 0,001 Nz - Nx = 0,031 ± 0,002	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 6,3 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
	<b>OBSERVATIONS :</b> Pureté 100 %
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> Vert très pâle.

Minéral:  SALITE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique dans lherzolite serpentini <sup>sée</sup> .	N°: 534 B /12
	Localisation : Route Stura di Viù, km 42,7 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 765 x 107	Réf. texte : p. 27

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 6								
Si O <sub>2</sub>	52,34	Si	48,42	Si	1,930	} 2,000	1	4,69	ff	21	1,617	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,54	Al	3,83	Al <sup>IV</sup>	0,070		2	4,47	ff	22	1,584	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,77	Fe <sup>III</sup>	1,22	Al <sup>VI</sup>	0,083		3	3,24	F	23	1,563	m
Fe O	4,85	Fe <sup>II</sup>	3,78	Ti	0,020	} 1,986	4	3,00	F	24	1,560	mf
Mn O	0,15	Mn	0,11	Fe <sup>III</sup>	0,049		5	2,95	FF	25	1,504	f
Mg O	14,42	Mg	20,04	Fe <sup>II</sup>	0,150		6	2,90	m	26	1,486	f
Ca O	20,52	Ca	20,32	Mn	0,004		7	2,83	ff	27	1,422	mf
Na <sub>2</sub> O	1,00	Na	1,78	Mg	0,799		8	2,57	mf	28	1,326	f
K <sub>2</sub> O	néant	K		Ca	0,810		9	2,53	m	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,75	Ti	0,50	Na	0,071		10	2,52	m	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P		K			11	2,34	mf	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							12	2,31	mf	32		
P. F.		Totaux	100,00		3,986		13	2,30	mf	33		
CO <sub>2</sub>	0,20	Σoxygène :	150,58			14	2,16	m	34			
H <sub>2</sub> O total	1,09			Mg =	44,1	15	2,14	mf	35			
				Ca =	44,7	16	2,04	mf	36			
TOTAL	100,65			Σ Fe+Mn =	11,2	17	2,02	mf	37			
					100,0	18	1,831	m	38			
						19	1,751	m	39			
						20	1,626	mf	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,213 ± 0,01
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V mesuré = ±	χ = 10,7 × 10 <sup>-6</sup> u.e.m.c.g.s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b>
Plan axes optiques : (010)	Partiellement remplacé par
Z Λ c = ±	de la trémolite.
Polychroïsme :	
Nz = 1,704 ±	
Ny = 1,682 ± } 0,002	
Nx = 1,672 ±	
Nz - Nx = 0,032 ± 0,004	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> brun-bronzé.

Minéral :  <b>SALITE</b>	Roche d'origine : <b>Pyroxénites au contact serpentinites</b>	N°: 416 / 13
	Localisation : <b>versant S de la Stura di Ala - Lago Scuro</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>659 x 152</b>	Réf. texte : p.102

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	49,50	Si	46,14	base oxygène : 6		1	4,734	ff	21	1,834	m
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,15	Al	4,53	Si	1,865	2	4,47	f	22	1,753	m
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	néant	Fe <sup>III</sup>	néant	Al <sup>IV</sup>	0,135	3	3,32	ff	23	1,625	m
Fe O	6,69	Fe <sup>II</sup>	5,20	Al <sup>VI</sup>	0,048	4	3,24	FF	24	1,614	mf
Mn O	0,20	Mn	0,17	Ti	0,027	5	3,00	FF	25	1,584	ff
Mg O	14,31	Mg	20,02	Fe <sup>III</sup>	néant	6	2,95	FF	26	1,561	mf
Ca O	21,82	Ca	21,76	Fe <sup>II</sup>	0,210	7	2,90	mF	27	1,549	f
Na <sub>2</sub> O	0,80	Na	1,45	Mn	0,007	8	2,57	m	28	1,528	f
K <sub>2</sub> O	néant	K	0,67	Mg	0,809	9	2,53	m	29	1,522	f
Ti O <sub>2</sub>	0,96	Ti	0,06	Ca	0,879	10	2,52	mF	30	1,505	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P		Na	0,059	11	2,30	mf	31	1,486	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K		12	2,22	ff	32	1,421	m
P. F.		Totaux	100,00		4,039	13	2,21	ff	33	1,410	f
CO <sub>2</sub>	0,19	Σoxygène :	148,43	Mg =	42,3	14	2,15	m	34	1,332	f
H <sub>2</sub> O total	1,68			Ca =	46,2	15	2,13	m	35	1,328	ff
TOTAL	100,34			Σ Fe+Mn =	11,5	16	2,11	mf	36	1,324	f
					100,0	17	2,07	ff	37	1,282	f
						18	2,04	mf	38	1,172	ff
						19	2,02	mf	39	1,075	f
						20	2,01	ff	40	1,070	f
									41	1,068	f
									42	1,065	f

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,30 ± 0,01
Clivage (100) bien développé monoclinique	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 11,1 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	OBSERVATIONS : Contamination en magné- tite = 0,005 %.
2V <sub>Z</sub> mesuré = 56°,5 ± 0°,5    Plan axes optiques : (010)	Pureté 100 % - légère altération le long du clivage (100).
2V <sub>Z</sub> calculé = 55°,5 ±    Z Λ c = 44° ± 1°	
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,704 ± 0,002	
N <sub>y</sub> = 1,682 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,676 ± 0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,028 ± 0,003	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> brun sombre



Minéral :  DIOPSIDE JADEITIQUE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique dans lherzolite serpentinisée	N°: 369 B / 14
	Localisation : Route de la Stura di Viù, km 42,7. Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 765 x 107	Réf. texte : p.27

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	51,27	Si	48,28	base oxygène : 6							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,73	Al	6,33	Si 1,920	} 2,000	1	4,52	f	21	1,504	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,38	Fe <sup>III</sup>	0,28	Al <sup>IV</sup> 0,080		2	3,23	F	22	1,422	mf
Fe O	6,87	Fe <sup>II</sup>	5,37	Al <sup>VI</sup> 0,171		3	3,00	Fm	23	1,324	ff
Mn O	0,15	Mn	0,11	Ti 0,022	} 1,974	4	2,95	FF	24	1,172	ff
Mg O	13,87	Mg	19,59	Fe <sup>III</sup> 0,011		5	2,90	mf	25	1,170	ff
Ca O	16,74	Ca	16,88	Fe <sup>II</sup> 0,213		6	2,56	mf	26	1,074	ff
Na <sub>2</sub> O	1,44	Na	2,60	Mn 0,004		7	2,53	m	27	1,070	ff
K <sub>2</sub> O	néant	K		Mg 0,779		8	2,52	m	28		
Ti O <sub>2</sub>	0,76	Ti	0,56	Ca 0,671		9	2,30	mf	29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P		Na 0,103	10	2,14	mf	30			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	11	2,11	ff	31			
P. F.		Totaux	100,00		12	2,04	ff	32			
CO <sub>2</sub>	0,48	Σoxygène :	150,88		13	2,02	f	33			
H <sub>2</sub> O total	1,50			Diops. Héden. = 87%	14	1,834	m	34			
				Aégyrine = 0 %	15	1,751	mf	35			
				Jadéite = 13 %	16	1,626	mf	36			
TOTAL	99,22			100 %	17	1,619	f	37			
					18	1,586	f	38			
					19	1,562	m	39			
					20	1,548	ff	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,20 ± 0,01
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 12,0 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V mesuré = ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Partiellement remplacé par une trémolite.
2V calculé = ±	
Plan axes optiques :	
Z A c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = 1,692 ±	
Ny = 1,674 ±	} 0,003
Nx = 1,666 ±	
Nz - Nx = 0,026 ±	} 0,006
	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> brun bronzé.

Minéral: <b>OMPHACITE</b>	Roche d'origine: Gabbro métamorphique à reliques de pyroxènes.	N°: 479 / 15
	Localisation: Arrivée du premier tronçon du télé-siège d'Ala di Stura. Coordonnées (fond 1/25000 italien): 676 x 182	Réf. texte: p. 61

DONNEES CHIMIQUES*				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	49,65	Si	45,71	base oxygène : 6		1	6,42	ff	21	1,620	f	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,96	Al	12,95	Si	1,831	} 2,000	2	4,42	f	22	1,589	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,82	Fe <sup>III</sup>	1,26	Al <sup>IV</sup>	0,169		3	3,32	ff	23		
Fe O	2,19	Fe <sup>II</sup>	1,63	Al <sup>VI</sup>	0,350		4	3,28	mf	24		
Mn O	0,06	Mn	0,05	Ti	0,018	} 2,000	5	2,99	Fm	25		
Mg O	9,64	Mg	13,31	Fe <sup>III</sup>	0,050		6	2,97	F	26		
Ca O	18,11	Ca	17,86	Fe <sup>II</sup>	0,065		7	2,94	m	27		
Na <sub>2</sub> O	3,69	Na	6,57	Mn	0,002		8	2,90	F	28		
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,09	Mg	0,533		9	2,54	m	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,65	Ti	0,45	Ca	0,715		10	2,53	mf	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	P	0,12	Na	0,263		11	2,52	mf	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,004		12	2,30	ff	32		
P. F.	1,95	Totaux 100,00		4,000			13	2,20	ff	33		
CO <sub>2</sub>		Σoxygène : 149,8					14	2,19	ff	34		
H <sub>2</sub> O total				Diops. Héden. = 69 %		15	2,12	mf	35			
TOTAL	99,95			Aegyrine = 4 %		16	2,07	ff	36			
				Jadéite = 27 %		17	2,04	ff	37			
				100 %		18	2,02	mf	38			
						19	1,988	ff	39			
						20	1,748	ff	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  monoclinique  <b>DONNEES OPTIQUES</b> 2V <sub>Z</sub> mesuré = 68° ± 2°      Plan axes optiques : (010) 2V <sub>Z</sub> calculé = 73° ±              Z Λ c = 49° ± 2°  Polychroïsme : Nz//      1,692 ±              vert très pâle Ny =      1,681 ± 0,002      " Nx =      1,675 ± 0,002      " Nz - Nx = 0,017 ± 0,002	<b>DENSITE *</b> 3,29 ± 0,01  <b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE *</b> $\chi = 6,6 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.  <b>OBSERVATIONS :</b> * Données recalculées compte tenu de 15 % de trémolite  <b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert pistache tendre
--	--

Minéral :  DIOPSIDE JADEITIQUE	Roche d'origine : Gabbro à tendance éclogitique	N°: 484 / 16
	Localisation : Pian Comune, au-dessus Ala di Stura Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 644 x 213	Réf. texte : p. 72

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub> 54,70	Si 50,08	base oxygène : 6							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 9,54	Al 10,27	Si 1,986	} 2,000	1	4,39	m	21	1,394	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1,79	Fe <sup>III</sup> 1,21	Al <sup>IV</sup> 0,014		2	3,18	F	22	1,391	mf
Fe O 4,70	Fe <sup>II</sup> 3,57	Al <sup>VI</sup> 0,393	} 1,964	3	2,97	F	23	1,296	ff
Mn O 0,12	Mn 0,11	Ti 0,013		4	2,89	FF	24	1,051	f
Mg O 9,79	Mg 13,45	Fe <sup>III</sup> 0,048		5	2,54	m	25	1,049	f
Ca O 11,35	Ca 11,15	Fe <sup>II</sup> 0,142		6	2,52	mf	26		
Na <sub>2</sub> O 5,40	Na 9,56	Mn 0,004		7	2,47	mf	27		
K <sub>2</sub> O 0,18	K 0,22	Mg 0,534		8	2,25	ff	28		
Ti O <sub>2</sub> 0,50	Ti 0,33	Ca 0,442		9	2,19	f	29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,05	P 0,05	Na 0,379		10	2,11	m	30		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		K 0,009		11	2,01	mf	31		
P. F.				12	1,798	f	32		
CO <sub>2</sub> 0,54	Totaux 100,00		13	1,729	mf	33			
H <sub>2</sub> O total 1,05	Σoxygène : 151,29		14	1,724	mf	34			
TOTAL 99,71		Diops <sup>e</sup> Héden. = 54 %	15	1,599	mf	35			
		Aégyrine = 5 %	16	1,585	mf	36			
		Jadéite = 41 %	17	1,529	ff	37			
		100 %	18	1,523	f	38			
			19	1,499	ff	39			
			20	1,460	ff	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,237 ± 0,015
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré = 78° ± 2°	$\chi = 10,1 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>Z</sub> calculé = 57°	<b>OBSERVATIONS:</b> En partie remplacé par une trémolite.
Plan axes optiques : (010)	
Z Λ c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = ± Incolore	
Ny = ± Vert pâle	
Nx = ± Vert pâle	
Nz - Nx // 0,015 ±	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> vert vif à nuance olive.

Minéral : <b>OMPHACITE</b>	Roche d'origine : Schiste éclogitique à glaucophane	N°: 515 /17
	Localisation : Pian della Mussa - Pente de l'Uja di Ciamarella Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 651 x 205	Réf. texte : p. 86

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
				base oxygène : 6							
Si O <sub>2</sub>	54,75	Si	50,25	Si	1,983	} 2,000	1	4,36	m	21	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,40	Al	10,15	Al <sup>IV</sup>	0,017		2	3,16	m	22	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,00	Fe <sup>III</sup>	2,75	Al <sup>VI</sup>	0,383		3	2,95	FF	23	
Fe O	4,64	Fe <sup>II</sup>	3,45	Ti	0,052	} 1,943	4	2,87	FF	24	
Mn O	0,01	Mn	0,01	Fe <sup>III</sup>	0,109		5	2,68	f	25	
Mg O	6,47	Mg	8,91	Fe <sup>II</sup>	0,139		6	2,52	m	26	
Ca O	10,95	Ca	10,77	Mn			7	2,46	m	27	
Na <sub>2</sub> O	6,92	Na	12,29	Mg	0,352		8	2,10	m	28	
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Ca	0,424		9	2,00	f	29	
Ti O <sub>2</sub>	1,95	Ti	1,34	Na	0,484		10	1,72	f	30	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10	P	0,08	K			11	1,59	f	31	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							12	1,39	m	32	
P. F.	0,30	Totaux	100,00		3,943		13			33	
CO <sub>2</sub>		Σoxygène :				14			34		
H <sub>2</sub> O total	0,14			Diopse. Héden.	46	15			35		
TOTAL	99,49			Aegyriine	12	16			36		
				Jadéite	42	17			37		
					100	18			38		
						19			39		
						20			40		

**CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES**

DENSITE 3,315 ± 0,002

**DONNEES OPTIQUES**

**SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE**

$$\chi = 15 \times 10^{-6} \text{u. e. m. c. g. s.}$$

2V<sub>Z</sub> mesuré = 84° ± 1° Plan axes optiques : (010)

OBSERVATIONS :

2V calculé = ± Z Λ c = 64° ±

Polychroïsme :

N<sub>z</sub> = 1,680 ± }  
 N<sub>y</sub> = 1,670 ± } 0,002  
 N<sub>x</sub> = 1,662 ± }  
 N<sub>z</sub> · N<sub>x</sub> = 0,018 ±

COULEURS EN GRAINS : vert vif

Minéral :  <b>JADEÏTE</b>	Roche d'origine : gabbros métamorphiques dans lherzolite serpentinisée	N°: 369 A / 18
	Localisation : route de la Stura di Viù, km 42,9 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 763 x 108	Réf. texte : p. 27

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES										
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l			
Si O <sub>2</sub>	55,80	Si	48,87	Si	1,945	}	0,941	}	1	6,22	mf	21	1,612	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,46	Al	23,12	Al <sup>IV</sup>					2	3,92	F	22	1,572	Fm
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,72	Fe <sup>III</sup>	0,47	Al <sup>VI</sup>	0,920				3	3,25	m	23	1,552	mf
Fe O	0,51	Fe <sup>II</sup>	0,37	Ti	0,002	}	1,090	}	4	3,11	Fm	24	1,499	mf
Mn O	0,01	Mn		Fe <sup>III</sup>	0,019				5	2,92	FF	25	1,488	f
Mg O	0,97	Mg	1,26	Fe <sup>II</sup>	0,015	}	1,090	}	6	2,83	FF	26	1,463	ff
Ca O	5,87	Ca	5,52	Mn					7	2,65	m	27	1,428	f
Na <sub>2</sub> O	11,60	Na	19,65	Mg	0,050	}	1,090	}	8	2,49	F	28	1,386	ff
K <sub>2</sub> O	0,54	K	0,58	Ca	0,220				9	2,33	ff	29	1,362	m
Ti O <sub>2</sub>	0,06	Ti	0,05	Na	0,782	}	1,090	}	10	2,21	m	30	1,300	mf
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	P	0,11	K	0,023				11	2,16	m	31	1,270	ff
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,07	F	32					
P. F.		Totaux	100,00		3,976	13	2,05	f	33					
CO <sub>2</sub>	0,23	Σoxygène :	150,8			14	1,993	ff	34					
H <sub>2</sub> O total	0,72					15	1,968	m	35					
TOTAL	99,62			Diopside-Hédenbergite =	8	16	1,889	f	36					
				Aegyrine =	2	17	1,838	ff	37					
				Jadéite =	<u>90</u>	18	1,760	m	38					
					100	19	1,685	mf	39					
						20	1,624	f	40					

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,292 ±
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V mesuré = ±	$\chi = 1,7 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	
Plan axes optiques :	<b>OBSERVATIONS :</b> Pure à part des traces de clinzoïsite (décelables aux RX). En raison de la finesse du grain il n'a pas été possible de mesurer les propriétés optiques. Teneur en magnétite : 0,02 %
Z A c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = ±	
Ny = ±	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> blanc pur.
Nx = ±	
Nz - Nx = ±	

Minéral : <b>PYROXENE REMPLECE</b>	Roche d'origine : Gabbros métamorphiques dans une lherzolite serpentinisée	N°: 369 A / 19
	Localisation : route de la Stura di Viù, km 42,9 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 763 x 108	Réf. texte : p. 27

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 6								
Si O <sub>2</sub>	46,10	Si	42,34	Si	1,730	} 2,000			21			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,19	Al	9,92	Al <sup>IV</sup>	0,270		1			22		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,05	Fe <sup>III</sup>	0,72	Al <sup>VI</sup>	0,136		2			23		
Fe O	10,39	Fe <sup>II</sup>	7,94	Ti	0,106	} 2,085	3			24		
Mn O	0,14	Mn	0,11	Fe <sup>III</sup>	0,029		4			25		
Mg O	14,52	Mg	20,01	Fe <sup>II</sup>	0,324		5			26		
Ca O	9,57	Ca	9,43	Mn	0,005		6			27		
Na <sub>2</sub> O	3,74	Na	6,67	Mg	0,818		7			28		
K <sub>2</sub> O	0,18	K	0,22	Ca	0,385		8			29		
Ti O <sub>2</sub>	3,75	Ti	2,59	Na	0,273		9			30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	P	0,05	K	0,009		10			31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							11			32		
P. F.							12			33		
CO <sub>2</sub>	0,04	Totaux	100,00		4,085	13			34			
H <sub>2</sub> O total	1,70	Σ oxygène :				14			35			
TOTAL	100,43					15			36			
						16			37			
						17			38			
						18			39			
						19			40			
						20						

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,214 ± 0,004
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré = 74° ± 2° Plan axes optiques :	$\chi = 21,1 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ± Z Λ c = ±	<b>OBSERVATIONS :</b> Ce pyroxène est presque entièrement remplacé par de la trémo-lite, des grenats, de la clinozoïzite (?) et des minéraux opaques.
Polychroïsme :	Les mesures physiques sont partiellement impossibles.
N <sub>z</sub> = ±	
N <sub>y</sub> = ±	
N <sub>x</sub> = ±	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = ±	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b>

Minéral:  TREMOLITE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique	N°: 24 AL /21
	Localisation : route de la Stura di Viù, km 53,3 Coordonnées (fond 1/25000° italien) : 685 x 094	Réf. texte : p. 66

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l			
			base oxygène : 23									
Si O <sub>2</sub>	56,08	Si	51,09	Si	7,720	} 8,000	1	9,30	f	21	2,04	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,50	Al	3,75	Al <sup>IV</sup>	0,280		2	9,02	mf	22	2,02	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sup>III</sup>		Al <sup>VI</sup>	0,287		3	8,43	FF	23	2,00	f
Fe O	4,24	Fe <sup>II</sup>	3,13	Ti	0,020	} 5,053	4	5,09	f	24	1,890	mf
Mn O	0,08	Mn	0,06	Fe <sup>III</sup>			5	4,78	f	25	1,865	mf
Mg O	20,65	Mg	28,22	Fe <sup>II</sup>	0,473		6	4,53	m	26	1,813	f
Ca O	12,16	Ca	11,87	Mn	0,009	} 2,058	7	4,20	Fm	27	1,649	mf
Na <sub>2</sub> O	0,88	Na	1,55	Mg	4,264		8	3,38	mf	28	1,636	ff
K <sub>2</sub> O	0,17	K	0,20	Ca	1,794		9	3,27	F	29	1,618	ff
Ti O <sub>2</sub>	0,18	Ti	0,13	Na	0,234	10	3,12	FF	30	1,585	mf	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	P		K	0,030	11	2,94	mf	31	1,581	f	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,80	F	32	1,532	ff	
P. F.	1,68	Totaux	100,00		15,111	13	2,73	f	33	1,514	ff	
CO <sub>2</sub>	0,10	Σoxygène :	152,2			14	2,71	f	34	1,502	f	
H <sub>2</sub> O total	0,66					15	2,59	mf	35	1,438	m	
						16	2,54	mf	36	1,364	ff	
TOTAL	99,63					17	2,38	mf	37	1,046	f	
						18	2,34	mf	38	1,044	f	
						19	2,30	ff	39			
						20	2,16	mf	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,032 ± 0,005
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 76° ± 1°	χ = 6,9 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 79°30'	OBSERVATIONS: Pureté proche 100 %, quelques mixtes, 0,02 % magnétite
Plan axes optiques : (010)	
Z Λ c = 18° ± 1°	
Polychroïsme :	
Nz = 1,636 ± 0,001	
Ny = 1,626 ± 0,001	
Nx = 1,611 ± 0,002	
Nz - Nx = 0,025 ± 0,003	
	<b>COULEURS EN GRAINS</b> : Vert pâle à nuance de gris.

Minéral :  TREMOLITE-ACTINOTE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique	N°: 24 A1 / 22
	Localisation : route de la Stura di Viù, km 53,3 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 685 x 094	Réf. texte : p. 66

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub> 56,25	Si 51,60	base oxygène : 23 Si 7,743	1	9,04	mf	21	2,00	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3,40	Al 3,67	Al <sup>IV</sup> 0,257	2	8,40	FF	22	1,891	m
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1,62	Fe <sup>III</sup> 1,12	Al <sup>VI</sup> 0,294	3	5,08	m	23	1,812	mf
Fe O 2,78	Fe <sup>II</sup> 2,07	Ti 0,005	4	4,76	mf	24	1,649	mf
Mn O 0,03	Mn 0,02	Fe <sup>III</sup> 0,168	5	4,51	m	25	1,636	f
Mg O 20,07	Mg 27,62	Fe <sup>II</sup> 0,311	6	4,20	F	26	1,618	f
Ca O 12,51	Ca 12,30	Mn 0,003	7	3,38	mf	27	1,584	mf
Na <sub>2</sub> O 0,82	Na 1,46	Mg 4,144	8	3,27	F	28	1,531	ff
K <sub>2</sub> O 0,08	K 0,09	Ca 1,846	9	3,12	FF	29	1,502	f
Ti O <sub>2</sub> 0,04	Ti 0,03	Na 0,219	10	2,94	m	30	1,437	m
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,03	P 0,02	K 0,014	11	2,80	FF	31	1,046	ff
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			12	2,73	mf	32	1,044	ff
P. F. 2,39	Totaux 100,00	15,202	13	2,71	Fm	33		
CO <sub>2</sub> 0,10	Σoxygène : 153,3		14	2,60	mf	34		
H <sub>2</sub> O total 0,34		$\frac{Mg}{Mg + \Sigma Fe + Mn} = 89,6 \%$	15	2,54	mf	35		
TOTAL 100,02			16	2,38	mf	36		
			17	2,34	mf	37		
			18	2,32	f	38		
			19	2,16	mf	39		
			20	2,01	mf	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  <b>DONNEES OPTIQUES</b> $2V_X$ mesuré = 76° ± 1° Plan axes optiques : (010) $2V_X$ calculé = 76°30' ± Z A c = 17° ± 1° Polychroïsme : Nz = 1,636 ± 0,001 Ny = 1,626 ± 0,001 Nx = 1,610 ± 0,002 Nz - Nx = 0,026 ± 0,003	<b>DENSITE</b> 3,014 ± 0,005  <b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 5,4 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.  <b>OBSERVATIONS :</b> Bonne pureté : quelques mixtes à chlorite.  <b>COULEURS EN GRAINS :</b> Vert pâle à nuance de gris.
--	---



Minéral : <b>TREMOLITE-ACTINOTE</b>	Roche d'origine : <b>Pyroxénite métamorphique</b>	N°: 24 C 1 / 23
	Localisation : <b>Route de la Stura di Viù, km 53,3</b>	Réf. texte : p. 73
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 685 x 094		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	56,71	Si	51,90	base oxygène : 23		1	9,30	mf	21	2,34	m
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,60	Al	2,80	Si	7,815	2	9,04	m	22	2,32	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Fe <sup>III</sup>	—	Al <sup>IV</sup>	0,185	3	8,47	FF	23	2,30	f
Fe O	4,24	Fe <sup>II</sup>	3,14	Al <sup>VI</sup>	0,237	4	5,09	mf	24	2,16	mf
Mn O	0,09	Mn	0,07	Ti	0,044	5	4,89	f	25	2,05	f
Mg O	20,60	Mg	28,28	Fe <sup>III</sup>	—	6	4,75	mf	26	2,02	mf
Ca O	11,90	Ca	11,67	Fe <sup>II</sup>	0,473	7	4,52	m	27	2,00	mf
Na <sub>2</sub> O	0,92	Na	1,63	Mn	0,011	8	4,21	F	28	1,892	m
K <sub>2</sub> O	0,17	K	0,20	Mg	4,258	9	3,88	f	29	1,864	f
Ti O <sub>2</sub>	0,43	Ti	0,29	Ca	1,757	10	3,46	f	30	1,812	mf
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	Na	0,245	11	3,38	m	31	1,649	Fm
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—			K	0,030	12	3,27	FF	32	1,635	mf
P. F.	2,61	Totaux	100,00		15,055	13	3,13	FF	33	1,616	f
CO <sub>2</sub>	0,13	Σoxygène :	152,8			14	2,94	m	34	1,583	mf
H <sub>2</sub> O total	0,46			$\frac{Mg}{Mg + \Sigma Fe + Mn} = 89,8 \%$		15	2,81	F	35	1,533	f
TOTAL	100,30					16	2,73	m	36	1,503	f
						17	2,71	F	37	1,437	m
						18	2,59	mf	38	1,051	ff
						19	2,54	m	39	1,046	mf
						20	2,38	m	40	1,044	f

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  <b>DONNEES OPTIQUES</b> 2V <sub>X</sub> mesuré = 77° ± 2°    Plan axes optiques : (010) 2V <sub>X</sub> calculé = 69°30' ±    Z A c = ± Polychroïsme :  Nz = 1,637 ± 0,001 Ny = 1,628 ± 0,001 Nx = 1,609 ± 0,001 Nz - Nx = 0,028 ± 0,002	<b>DENSITE</b> 3,027 ± 0,004  <b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 7,4 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.  <b>OBSERVATIONS :</b> Pureté <del>100</del> 100 %   <b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert pâle franc
---	---

Minéral : <b>TREMOLITE-ACTINOTE</b>	Roche d'origine : <b>Pyroxénite métamorphique</b>	N°: <b>24 C L / 24</b>
	Localisation : <b>Route de la Stura di Viù, km 53,3</b>	Réf. texte : p. 73
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>685 x 094</b>		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	55,50	Si	51,09	base oxygène : 23								
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,22	Al	3,48	Si	7,682	} 8,000	1	9,30	f	21	2,34	m
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,63	Fe <sup>III</sup>	0,44	Al <sup>IV</sup>	0,318		2	9,05	m	22	2,32	mf
Fe O	3,84	Fe <sup>II</sup>	2,86	Al <sup>VI</sup>	0,205		3	8,45	FF	23	2,16	mf
Mn O	0,10	Mn	0,08	Ti	0,054	} 4,974	4	5,09	mf	24	2,05	f
Mg O	20,26	Mg	27,98	Fe <sup>III</sup>	0,066		5	4,89	f	25	2,02	mf
Ca O	12,09	Ca	11,92	Fe <sup>II</sup>	0,430		6	4,76	f	26	2,00	ff
Na <sub>2</sub> O	0,92	Na	1,64	Mn	0,012		7	4,51	m	27	1,890	mf
K <sub>2</sub> O	0,12	K	0,14	Mg	4,207	} 2,060	8	4,20	m	28	1,865	ff
Ti O <sub>2</sub>	0,52	Ti	0,36	Ca	1,792		9	3,89	f	29	1,812	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	P	0,01	Na	0,247		10	3,46	ff	30	1,650	m
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,021		11	3,33	mf	31	1,637	ff
P. F.	2,45	Totaux 100,00		15,034			12	3,28	F	32	1,617	ff
CO <sub>2</sub>	0,10	Σoxygène : 153,0					13	3,12	FF	33	1,582	f
H <sub>2</sub> O total	0,19						14	2,94	m	34	1,532	f
							15	2,80	m	35	1,502	mf
							16	2,73	mf	36	1,436	m
TOTAL	99,66						17	2,71	Fm	37	1,045	ff
							18	2,59	mf	38	1,044	ff
							19	2,54	mf	39		
							20	2,38	mf	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  <b>DONNEES OPTIQUES</b> 2V <sub>X</sub> mesuré = 77° ± 2°    Plan axes optiques : (010) 2V <sub>X</sub> calculé = 70°30' ±    Z Λ c = ± Polychroïsme :  N <sub>z</sub> = 1,638 ± N <sub>y</sub> = 1,629 ± 0,001 N <sub>x</sub> = 1,611 ± N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,027 ± 0,002	<b>DENSITE</b> 3,039 ± 0,003  <b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 7,6 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.  <b>OBSERVATIONS :</b> Peu de mixtes ; pureté $\neq$ 100 %   <b>COULEURS EN GRAINS :</b> Vert pâle franc. (c'est la plus verte des amphiboles "24").
---	---

Minéral :  ACTINOTE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique	N°: 24 B / 25
	Localisation : route de la Stura di Viù, km 53,3 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 685 x 094	Réf. texte : p. 67

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	55,70	Si	50,79	base oxygène : 23		1	9,34	mf	21	2,32	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,39	Al	3,64	Si	7,671	2	9,04	m	22	2,30	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,96	Fe <sup>III</sup>	0,66	Al <sup>IV</sup>	0,329	3	8,45	FF	23	2,28	ff
Fe O	4,16	Fe <sup>II</sup>	3,07	Al <sup>VI</sup>	0,221	4	5,09	mf	24	2,16	mf
Mn O	0,14	Mn	0,11	Ti	0,009	5	4,90	ff	25	2,02	mf
Mg O	20,52	Mg	28,06	Fe <sup>III</sup>	0,100	6	4,76	f	26	2,00	f
Ca O	12,16	Ca	11,88	Fe <sup>II</sup>	0,464	7	4,52	m	27	1,892	mf
Na <sub>2</sub> O	0,92	Na	1,62	Mn	0,017	8	4,21	F	28	1,864	ff
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,09	Mg	4,238	9	3,88	ff	29	1,813	mf
Ti O <sub>2</sub>	0,09	Ti	0,06	Ca	1,794	10	3,38	m	30	1,650	mf
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	Co	0,245	11	3,27	F	31	1,637	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				Na	0,245	12	3,12	FF	32	1,618	mf
P. F.	2,51	Totaux	100,00	K	0,014	13	2,94	m	33	1,585	f
CO <sub>2</sub>	0,14	Σoxygène :	152,3			14	2,80	F	34	1,548	f
H <sub>2</sub> O total	0,49					15	2,73	mf	35	1,438	m
TOTAL	100,66					16	2,71	Fm	36	1,365	ff
						17	2,59	mf	37	1,047	ff
						18	2,54	mf	38		
						19	2,38	mf	39		
						20	2,34	mf	40		

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V<sub>X</sub> mesuré = 74° ± 2°      Plan axes optiques : (010)</p> <p>2V<sub>X</sub> calculé = 66° ±      Z Λ c = 20° ± 1°</p> <p>Polychroïsme :</p> <p>Nz = 1,639 ± 0,001</p> <p>Ny = 1,631 ± 0,001</p> <p>Nx = 1,611 ± 0,002</p> <p>Nz - Nx = 0,027 ± 0,003</p>	<p><b>DENSITE</b>      3,037 ± 0,005</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p><math>\chi = 8,3 \times 10^{-6}</math> u. e. m. c. g. s.</p> <p><b>OBSERVATIONS :</b> Quelques mixtes. Pureté ≠ 100 %</p> <p><b>COULEURS EN GRAINS :</b> Vert pâle</p>
--	--

Minéral :  <b>ACTINOTE</b>	Roche d'origine : Talcshiste à actinote	N°: 350 /26
	Localisation : Pian della Mussa - Sous l'Alpe della Ciamarella Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 564 x 196	Réf. texte : p. 39

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	57,20	Si	52,21	base oxygène : 23		1	9,34	f	21	2,17	mf	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,07	Al	1,15	Si	7,867	} 8,000	2	9,05	mf	22	2,05	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,04	Fe <sup>III</sup>	0,71	Al <sup>IV</sup>	0,133		3	8,45	FF	23	2,02	mf
Fe O	4,22	Fe <sup>II</sup>	3,12	Al <sup>VI</sup>	0,040		4	5,10	f	24	2,00	f
Mn O	0,11	Mn	0,08	Ti	0,107	} 5,127	5	4,89	F	25	1,894	mf
Mg O	21,80	Mg	29,85	Fe <sup>III</sup>	0,107		6	4,77	f	26	1,867	ff
Ca O	12,10	Ca	11,84	Fe <sup>II</sup>	0,470		7	4,53	mf	27	1,815	mf
Na <sub>2</sub> O	0,58	Na	1,02	Mn	0,012	} 1,938	8	4,22	m	28	1,651	mf
K <sub>2</sub> O	traces	K		Mg	4,498		9	3,39	m	29	1,639	ff
Ti O <sub>2</sub>	traces	Ti		Ca	1,784		10	3,28	Fm	30	1,619	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P	0,02	Na	0,154	11	3,13	FF	31	1,586	f	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K		12	2,95	m	32	1,533	ff	
P. F.	2,61	Totaux	100,00		15,065	13	2,81	Fm	33	1,514	ff	
CO <sub>2</sub>		Σ oxygène :	152,7			14	2,73	mf	34	1,506	f	
H <sub>2</sub> O total	0,35					15	2,71	Fm	35	1,503	f	
						16	2,60	mf	36	1,438	m	
TOTAL	100,75					17	2,54	mf	37	1,435	fm	
						18	2,38	f	38	1,366	ff	
						19	2,34	mf	39	1,048	ff	
						20	2,32	f	40	1,045	ff	

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,024 ± 0,008
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 75° ± 0,5° Plan axes optiques : (010)	$\chi = 8,3 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 80° ± Z A c = 16° ± 1°	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 100 % ; mixtes très rares de talc et de minerais.
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,639 ±	
N <sub>y</sub> = 1,627 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,610 ±	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,029 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert vif

Minéral:  ACTINOTE	Roche d'origine: Pyroxénite métamorphique	N°: 520 B / 27
	Localisation: Val de Susse, route de Lajetto, 500 m avant le village. Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): 679 x 002	Réf. texte: p. 35

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
-------------------	--	--	-----------------------------	--	--	--	--	--

OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	55,78	Si	51,32	base oxygène : 23	1	9,05	mf	21	2,28	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,72	Al	4,02	Si 7,718	} 8,000	8,45	FF	22	2,16	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	Fe <sup>III</sup>	0,31	Al <sup>IV</sup> 0,282				23	2,04	ff
Fe O	4,64	Fe <sup>II</sup>	3,46	Al <sup>VI</sup> 0,323				24	2,02	mf
Mn O	0,14	Mn	0,11	Ti 0,029	} 5,100	4,78	f	25	2,00	ff
Mg O	20,06	Mg	27,69	Fe <sup>III</sup> 0,047				26	1,890	mf
Ca O	11,49	Ca	11,33	Fe <sup>II</sup> 0,520				27	1,812	f
Na <sub>2</sub> O	0,76	Na	1,35	Mn 0,017	} 1,936	3,88	ff	28	1,649	m
K <sub>2</sub> O	0,16	K	0,19	Mg 4,164				29	1,636	f
Ti O <sub>2</sub>	0,27	Ti	0,19	Ca 1,704				30	1,583	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,03	Na 0,203	} 1,936	3,12	FF	31	1,558	ff
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K 0,029				32	1,532	ff
P. F.	2,58	Totaux	100,00					13	2,73	mf
CO <sub>2</sub>	0,20	Σ oxygène:	152,94		14	2,71	Fm	34	1,504	f
H <sub>2</sub> O total	0,57				15	2,59	mf	35	1,501	f
TOTAL	100,09				16	2,54	m	36	1,437	m
					17	2,38	f	37	1,435	mf
					18	2,34	mf	38	1,365	ff
					19	2,32	f	39	1,046	ff
					20	2,30	ff	40	1,044	ff

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,025 ± 0,006
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 75° ± 1°	χ = 8,0 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 76° ±	<b>OBSERVATIONS:</b>
Plan axes optiques: (010)	Nombreuses et fines inclusions
Z Λ c = 20° ± 1°	
Polychroïsme:	
Nz = 1,639 ± 0,001	Gris-beige
Ny = 1,628 ± 0,002	beige clair
Nx = 1,610 ±	incolore
Nz - Nx = 0,029 ± 0,003	
	<b>COULEURS EN GRAINS: vert pâle</b>

Minéral: <b>ACTINOTE</b>	Roche d'origine : Gabbro métamorphique	N°: 520 A / 28
	Localisation : Val de Suse Route de Lajetto, 500 m avant ce village. Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 679 x 002	Réf. texte : p. 69

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES											
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l						
		base oxygène : 23												
Si O <sub>2</sub> 56,30	Si 51,55	Si 7,711	1	9,30	f	21	2,30	f						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3,54	Al 3,81	Al <sup>IV</sup> 0,289							2	9,04	m	22	2,28	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,52	Fe <sup>III</sup> 1,73	Al <sup>VI</sup> 0,281												
Fe O 3,14	Fe <sup>II</sup> 2,33	Ti 0,007	4	5,09	mf	24	2,05	f						
Mn O 0,12	Mn 0,09	Fe <sup>III</sup> 0,259							5	4,89	f	25	2,02	mf
Mg O 19,65	Mg 26,99	Fe <sup>II</sup> 0,349												
Ca O 12,38	Ca 12,15	Mn 0,013	7	4,51	m	27	1,891	mf						
Na <sub>2</sub> O 0,69	Na 1,23	Mg 4,037							8	4,21	Fm	28	1,865	ff
K <sub>2</sub> O 0,04	K 0,05	Ca 1,817												
Ti O <sub>2</sub> 0,08	Ti 0,05	Na 0,184	10	3,27	F	30	1,649	m						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,03	P 0,02	K 0,007							11	3,12	FF	31	1,636	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>														
P. F. 2,30	Totaux 100,00	14,954	13	2,80	Fm	33	1,583	f						
CO <sub>2</sub> 0,14	Σoxygène : 153,76								14	2,73	mf	34	1,557	ff
H <sub>2</sub> O total 0,32														
		$\frac{Mg}{Mg + \sum Fe + Mn} = 86,7 \%$	16	2,59	mf	36	1,511	ff						
									17	2,54	mf	37	1,502	f
			19	2,34	m	39	1,048	f						
									20	2,32	mf	40	1,046	f
TOTAL 100,79														

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,041 ± 0,005
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>χ</sub> mesuré = 76° ± 1°	χ = 8,8 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>χ</sub> calculé = 74° ±	<b>OBSERVATIONS:</b>
Plan axes optiques : (010)	- Pureté 97 % - rares mixtes.
Z Λ c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = 1,637 ±	
Ny = 1,628 ± } 0,001	
Nx = 1,618 ± }	
Nz - Nx = 0,025 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert pâle à nuance de gris.

Minéral :  ACTINOTE	Roche d'origine : gabbro métamorphique	N°: 380 / 29
	Localisation : Stura di Ala - Cresto	Réf. texte : p. 56
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 660 x 195		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 23								
Si O <sub>2</sub>	56,20	Si	51,66	Si	7,761	} 8,000	1	9,04	mf	21	2,28	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,50	Al	3,78	Al <sup>IV</sup>	0,239		2	8,43	FF	22	2,16	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61	Fe <sup>III</sup>	0,42	Al <sup>VI</sup>	0,329		3	5,09	f	23	2,02	mf
Fe O	5,17	Fe <sup>II</sup>	3,85	Ti	0,009	} 5,011	4	4,89	f	24	1,998	ff
Mn O	0,13	Mn	0,10	Fe <sup>III</sup>	0,063		5	4,76	f	25	1,889	mf
Mg O	19,40	Mg	26,75	Fe <sup>II</sup>	0,578		6	4,52	mf	26	1,812	ff
Ca O	12,00	Ca	11,82	Mn	0,015	} 2,011	7	4,21	m	27	1,649	mf
Na <sub>2</sub> O	0,85	Na	1,51	Mg	4,017		8	3,88	f	28	1,635	ff
K <sub>2</sub> O	0,04	K	0,05	Ca	1,776		9	3,38	m	29	1,617	ff
Ti O <sub>2</sub>	0,08	Ti	0,06	Na	0,227	10	3,27	F	30	1,582	f	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	P	0,01	K	0,008	11	3,12	FF	31	1,558	ff	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Totaux 100,00		15,022		12	2,94	m	32	1,531	ff	
P. F.	2,45	Σoxygène : 153,1		$\frac{Mg}{Mg + \sum Fe + Mn} = 86,0 \%$		13	2,80	Fm	33	1,481	ff	
CO <sub>2</sub>	0,14					14	2,73	mf	34	1,478	ff	
H <sub>2</sub> O total	0,18					15	2,71	Fm	35	1,435	m	
TOTAL	100,44					16	2,59	mf	36	1,046	f	
						17	2,54	m	37	1,043	ff	
						18	2,38	mf	38			
						19	2,33	mf	39			
						20	2,32	f	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,048 ± 0,003
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 75° ± 1°	χ = 9,8 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 77° ±	<b>OBSERVATIONS :</b> Pureté 100 %
Plan axes optiques : (010)	
Z Λ c = 20° ± 1°	
Polychroïsme :	
Nz = 1,639 ± 0,002	
Ny = 1,630 ± 0,001	
Nx = 1,616 ± 0,001	
Nz - Nx = 0,023 ± 0,003	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> Gris-vert

Minéral:  ACTINOTE	Roche d'origine: Placages à amphibole dans le gabbro métamorphique.	N°: 520 C /30
	Localisation: Val de Susè - Route de Lajetto, 500 m Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): avant le village 679 x 002	Réf. texte: p. 69

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES									
OXYDES		MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l			
Si O <sub>2</sub>	56,57	Si	51,94	Si	7,797	} 8,000	1	9,04	f	21	2,16	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,10	Al	3,35	Al <sup>IV</sup>	0,203		2	8,40	FF	22	2,02	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,95	Fe <sup>III</sup>	0,66	Al <sup>VI</sup>	0,300		3	5,08	f	23	1,892	mf
Fe O	5,06	Fe <sup>II</sup>	3,76	Ti	0,003	} 4,956	4	4,85	f	24	1,889	mf
Mn O	0,04	Mn	0,04	Fe <sup>III</sup>	0,099		5	4,75	f	25	1,815	f
Mg O	19,27	Mg	26,54	Fe <sup>II</sup>	0,564		6	4,51	mf	26	1,812	f
Ca O	12,29	Ca	12,09	Mn	0,006	} 2,053	7	4,20	m	27	1,649	m
Na <sub>2</sub> O	0,84	Na	1,49	Mg	3,984		8	3,88	f	28	1,637	ff
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,09	Ca	1,815		9	3,38	mf	29	1,616	ff
Ti O <sub>2</sub>	0,03	Ti	0,02	Na	0,224	} 2,053	10	3,27	Fm	30	1,584	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	K	0,014		11	3,12	FF	31	1,504	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,94	m	32	1,437	mf	
P. F.	2,37	Totaux	100,00		15,009	13	2,80	m	33	1,364	ff	
CO <sub>2</sub>	0,07	Σoxygène:	153,21		Mg	} 85,6 %	14	2,71	Fm	34	1,047	ff
H <sub>2</sub> O total	0,58				Mg + Σ Fe + Mn		15	2,59	mf	35	1,044	ff
TOTAL	100,63					16	2,54	mf	36			
						17	2,38	f	37			
						18	2,33	mf	38			
						19	2,32	mf	39			
						20	2,28	ff	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,056 ± 0,001
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>χ</sub> mesuré = 76° ± 1°	χ = 10,4 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>χ</sub> calculé = 74° ±	<b>OBSERVATIONS:</b> pureté 100 %
Plan axes optiques: (010)	
Z A c = ±	
Polychroïsme:	
Nz = 1,637 ± 0,001	
Ny = 1,628 ±	
Nx = 1,612 ± 0,002	
Nz - Nx = 0,025 ± 0,003	
	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> gris perlé



Minéral:  ACTINOTE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique à reliques de pyroxènes.	N°: 479 / 31
	Localisation : Arrivée du premier tronçon du télé-siège d'Ala di Stube	Réf. texte : p. 61
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 676 x 182		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	56,00	Si	51,01	base oxygène : 23		1	9,30	ff	21	2,32	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,93	Al	4,22	Si	7,696	}	0,000				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,00	Fe <sup>III</sup>	0,68	Al <sup>IV</sup>	0,304						
Fe O	4,90	Fe <sup>II</sup>	3,61	Al <sup>VI</sup>	0,333	}	4,975				
Mn O	0,14	Mn	0,11	Ti	0,012						
Mg O	19,23	Mg	26,28	Fe <sup>III</sup>	0,103	}	2,014				
Ca O	12,08	Ca	11,79	Fe <sup>II</sup>	0,545						
Na <sub>2</sub> O	1,21	Na	2,13	Mn	0,017	}	2,014				
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,09	Mg	3,965						
Ti O <sub>2</sub>	0,11	Ti	0,08	Ca	1,779	}	2,014				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	P		Na	0,321						
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,014						
P. F.	1,62	Totaux	100,00	14,989		12	3,12	FF	32	1,502	f
CO <sub>2</sub>	0,14	Σoxygène :	152,4			13	2,94	m	33	1,437	mf
H <sub>2</sub> O total	0,23			$\frac{Mg}{Mg + \Sigma Fe + Mn} = 85,6 \%$		14	2,80	Fm	34	1,365	ff
TOTAL	100,30					15	2,73	mf	35	1,046	ff
						16	2,71	F	36		
						17	2,59	mf	37		
						18	2,54	mf	38		
						19	2,38	f	39		
						20	2,33	mf	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,061 ± 0,003	
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>	
2V <sub>X</sub> mesuré = 76° ± 2°	Plan axes optiques : (010)	
2V <sub>X</sub> calculé = 78°30' ±	Z Λ c = 19° ± 1°	
	Polychroïsme :	
Nz = 1,638 ±	}	0,001
Ny = 1,628 ±		
Nx = 1,613 ±		0,002
Nz - Nx = 0,025 ±		0,003
	<b>OBSERVATIONS :</b> Pureté de 100 %, mais assez nombreux mixtes (chlorite)	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert pâle	

Minéral :  ACTINOTE	Roche d'origine : Chloritoschiste à actinote	N°: 7 /32
	Localisation : Col de Lys	Ref. texte : p. 39
Coordonnées (fond 1/25000° italien) : 727 x 043		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
				base oxygène : 23							
Si O <sub>2</sub>	56,20	Si	51,68	Si	7,806	1	9,05	mf	21	2,32	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,09	Al	1,18	Al <sup>IV</sup>	0,178	2	8,47	FF	22	2,30	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,95	Fe <sup>III</sup>	1,35	Al <sup>VI</sup>		3	5,09	mf	23	2,28	f
Fe O	5,45	Fe <sup>II</sup>	4,06	Ti	0,038	4	4,79	mf	24	2,16	mf
Mn O	0,16	Mn	0,12	Fe <sup>III</sup>	0,204	5	4,57	m	25	2,05	ff
Mg O	20,48	Mg	28,25	Fe <sup>II</sup>	0,613	6	4,21	Fm	26	2,02	mf
Ca O	11,40	Ca	11,23	Mn	0,018	7	3,88	ff	27	2,00	mf
Na <sub>2</sub> O	0,99	Na	1,76	Mg	4,267	8	3,57	ff	28	1,895	m
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,09	Ca	1,696	9	3,46	ff	29	1,866	f
Ti O <sub>2</sub>	0,37	Ti	0,25	Na	0,266	10	3,39	m	30	1,816	mf
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,03	K	0,014	11	3,28	FF	31	1,653	m
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	3,13	FF	32	1,639	m
P. F.	2,64	Totaux	100,00		15,100	13	2,95	m	33	1,619	mf
CO <sub>2</sub>	0,31	Σoxygène :	152,3		Mg	14	2,81	F	34	1,587	mf
H <sub>2</sub> O total	0,61				Mg + ΣFe + Mn	15	2,73	m	35	1,505	mf
						16	2,71	F	36	1,472	ff
						17	2,60	mf	37	1,439	Fm
						18	2,54	m	38	1,367	ff
						19	2,39	m	39	1,048	mf
						20	2,34	m	40	1,045	ff
TOTAL	100,85										

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,050 ± 0,005
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V mesuré = ±	Plan axes optiques : (010)
2V calculé = ±	Z Λ c = 18° ± 2°
	Polychroïsme :
Nz = 1,639 ± 0,001	
Ny = 1,629 ± 0,001	
Nx = ±	
Nz - Nx = ±	
	<b>OBSERVATIONS :</b>
	0,005 % magnétite
	Pureté 99 % - pas de mixtes
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> Vert très vif

Minéral :  ACTINOTE	Roche d'origine : Chloritoschiste à amphibole	N°: 437 (extraction directe)
	Localisation : au-dessus d'Ala di Stura - 500 m sous le Lago Scuro Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 660 x 158	Réf. texte : p. 76

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	55,80	Si	51,27	base oxygène : 23		1			21			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,20	Al	2,38	Si	7,763	} 8,000			22			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,96	Fe <sup>III</sup>	1,35	Al <sup>IV</sup>	0,237		2			23		
Fe O	7,51	Fe <sup>II</sup>	5,58	Al <sup>VI</sup>	0,123		3			24		
Mn O	0,12	Mn	0,09	Ti	0,009	} 5,125	4		25			
Mg O	18,83	Mg	25,96	Fe <sup>III</sup>	0,204		5			26		
Ca O	10,80	Ca	10,64	Fe <sup>II</sup>	0,845		6			27		
Na <sub>2</sub> O	1,38	Na	2,45	Mn	0,014	} 2,011	7		28			
K <sub>2</sub> O	0,16	K	0,19	Mg	3,930		8			29		
Ti O <sub>2</sub>	0,08	Ti	0,06	Ca	1,611		9			30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,03	Na	0,371	} 2,011	10		31			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,029		11			32		
P. F.	1,64	Totaux	100,00		15,136		12			33		
CO <sub>2</sub>	0,20	Σoxygène :	151,9			13			34			
H <sub>2</sub> O total	0,40					14			35			
						15			36			
						16			37			
						17			38			
						18			39			
						19			40			
TOTAL	100,52					20						

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V mesuré = ±                      Plan axes optiques :</p> <p>2V calculé = ±                      Z A c = ±</p> <p>   Polychroïsme :</p> <p>Nz = ±</p> <p>Ny = ±</p> <p>Nx = ±</p> <p>Nz - Nx = ±</p>	<p><b>DENSITE</b>      3,07                      ±      0,01</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p><math>\chi = 15,4 \times 10^{-6}</math> u. e. m. c. g. s.</p> <p><b>OBSERVATIONS :</b>      Pureté 100 % - légèrement sale dans les clivages.</p> <p><b>COULEURS EN GRAINS :</b>      vert sombre nuancé de bleu.</p>
---	---

Minéral :  ACTINOTE ZONEE	Roche d'origine : Schiste éclogitique à glaucophane	N°: 515 / 34
	Localisation : Pian della Mussa Pente de l'Uja di Ciamparella Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 651 X 205	Réf. texte : p. 86

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	55,40	Si	51,50	base oxygène : 23							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,15	Al	2,35	Si 7,781	} 8,000	1	9,30	mf	21	2,30	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,93	Fe <sup>III</sup>	1,34	Al <sup>IV</sup> 0,219		2	9,02	mf	22	2,17	mf
Fe O	7,79	Fe <sup>II</sup>	5,86	Al <sup>VI</sup> 0,136		3	8,45	FF	23	2,04	mf
Mn O	0,16	Mn	0,13	Ti 0,009	} 5,114	4	5,08	f	24	2,02	f
Mg O	18,33	Mg	25,56	Fe <sup>III</sup> 0,202		5	4,88	f	25	2,00	mf
Ca O	10,80	Ca	10,76	Fe <sup>II</sup> 0,885		6	4,75	ff	26	1,892	f
Na <sub>2</sub> O	1,34	Na	2,41	Mn 0,020	} 1,990	7	4,52	mf	27	1,813	mf
K <sub>2</sub> O	traces	K	0,06	Mg 3,862		8	4,21	m	28	1,652	mf
Ti O <sub>2</sub>	0,08	Ti	0,03	Ca 1,626		9	3,88	ff	29	1,618	mf
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,03	Na 0,364	10	3,46	ff	30	1,586	f	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	11	3,39	mf	31	1,582	f	
P. F.	2,40	Totaux	100,00		12	3,27	F	32	1,506	ff	
CO <sub>2</sub>	0,14	Σoxygène :	152,23	15,104	13	3,12	FF	33	1,503	ff	
H <sub>2</sub> O total	0,24			$\frac{Mg}{Mg + \sum Fe + Mn} = 77,7 \%$	14	2,95	mf	34	1,438	mf	
TOTAL	100,42				15	2,81	Fm	35	1,048	ff	
					16	2,71	Fm	36	1,045	ff	
					17	2,59	mf	37			
					18	2,54	mf	38			
					19	2,38	f	39			
					20	2,33	mf	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,079 ± 0,005
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 25-80°	$\chi = 17,1 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = 90° ±	<b>OBSERVATIONS :</b> Pure à 100 %
Plan axes optiques : (010)	<u>Non homogène</u> (Difficulté pour mesurer les indices dans les zones bleutées N <sub>Z</sub> > 1,652)
Z Λ c = 20 à 15° ±	Zone interne vert clair : 2V <sub>X</sub> = 74°
Polychroïsme :	Bordure bleu-vert : 2V <sub>X</sub> = 45° à 25°
Nz = 1,652 ±	Teneur en magnétite : 0,03 %
Ny = 1,634 ± 0,003	
Nx = 1,616 ±	
Nz - Nx = 0,036 ± 0,004	
vert vif, nuance bleutée	
vert kaki soutenu	
incoloré	
forte dispersion	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert sombre

Minéral :  ACTINOTE	Roche d'origine : Chloritoschiste à amphibole	N°: <sup>437</sup> / <sub>(séparation)</sub> / 35
	Localisation : Au-dessus d'Ala di Stura - 500 m sous le Lago Scuro. Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 660 x 158.	Réf. texte : p. 76

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	55,60	Si	51,88	base oxygène : 23							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,55	Al	1,70	Si 7,818	} 8,000	1	9,36	f	21	2,01	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,82	Fe <sup>III</sup>	1,26	Al <sup>IV</sup> 0,182		2	9,11	mf	22	1,968	ff
Fe O	8,93	Fe <sup>II</sup>	6,75	Al <sup>VI</sup> 0,074		3	8,48	FF	23	1,895	mf
Mn O	0,16	Mn	0,13	Ti 0,018	} 5,085	4	5,11	f	24	1,819	ff
Mg O	17,86	Mg	24,99	Fe <sup>III</sup> 0,190		5	4,54	mf	25	1,650	ff
Ca O	11,31	Ca	11,31	Fe <sup>II</sup> 1,017		6	4,22	m	26	1,640	ff
Na <sub>2</sub> O	0,96	Na	1,74	Mn 0,020	} 1,980	7	3,47	ff	27	1,618	ff
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,09	Mg 3,766		8	3,40	mf	28	1,589	ff
Ti O <sub>2</sub>	0,17	Ti	0,12	Ca 1,704		9	3,28	F	29	1,534	ff
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,03	Na 0,262	} 1,980	10	3,13	FF	30	1,514	ff
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K 0,014		11	2,95	mf	31	1,506	f
P. F.	2,34	Totaux	100,00			12	2,81	Fm	32	1,440	m
CO <sub>2</sub>	0,14	Σoxygène :	152,6		13	2,72	Fm	33	1,368	ff	
H <sub>2</sub> O total	0,41				14	2,60	mf	34	1,049	f	
TOTAL	100,82				15	2,54	f	35	1,048	ff	
					16	2,39	f	36	1,046	ff	
				$\frac{Mg}{Mg + \sum Fe + Mn} = 75,4 \%$	17	2,34	mf	37			
					18	2,17	mf	38			
					19	2,05	f	39			
					20	2,02	f	40			

**CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES**

**DONNEES OPTIQUES**

2V<sub>X</sub> mesuré = 77° ± 1°      Plan axes optiques : (010)  
 2V<sub>X</sub> calculé = 78°30' ± 1°      Z Λ c = 24° ± 1°  
 Polychroïsme :

Nz = 1,650 ± }  
 Ny = 1,638 ± } 0,002  
 Nx = 1,620 ± }  
 Nz - Nx = 0,030 ± 0,003

**DENSITE** 3,093 ± 0,004

**SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE**

$\chi = 18,4 \times 10^{-6}$  u. e. m. c. g. s.

OBSERVATIONS: Pureté 100 % - mixtes à minéraux très rares. Certaines amphiboles "oxydées" par altération superficielle.

COULEURS EN GRAINS : vert sombre

Minéral : <b>ACTINOTE</b>	Roche d'origine : <b>Præsinite</b>	N° : <b>501</b> /36
	Localisation : <b>Ala di Stura, Carrière route de Pracera</b>	Réf. texte : p. 80
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>679 x 196</b>		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES													
OXYDES		MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l								
base oxygène : 23																	
Si O <sub>2</sub>	55,08	Si	51,54	Si	7,563	}	8,000	1	9,30	f	21	2,02	f				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,60	Al	5,07	Al <sup>IV</sup>	0,437		2	9,04	mf	22	2,00	ff					
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,50	Fe <sup>III</sup>	7,37	Al <sup>VI</sup>	0,307		3	8,47	FF	23	1,891	f					
Fe O	2,26	Fe <sup>II</sup>	1,71	Ti	0,047	}	4,758	4	4,52	mf	24	1,811	ff				
Mn O	0,17	Mn	0,14	Fe <sup>III</sup>	1,081		5	4,21	mf	25	1,651	mf					
Mg O	14,77	Mg	20,73	Fe <sup>II</sup>	0,260		6	3,88	ff	26	1,617	f					
Ca O	10,39	Ca	10,41	Mn	0,021		7	3,39	mf	27	1,583	f					
Na <sub>2</sub> O	1,38	Na	2,50	Mg	3,042	}	1,924	8	3,27	Fm	28	1,532	ff				
K <sub>2</sub> O	0,17	K	0,20	Ca	1,528		9	3,12	FF	29	1,504	ff					
Ti O <sub>2</sub>	0,45	Ti	0,32	Na	0,367		10	2,95	mf	30	1,437	mf					
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P	0,01	K	0,029					11	2,80	Fm	31	1,047	ff		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>									12	2,74	f	32					
P. F.	0,92	Totaux	100,00	14,682						13	2,71	Fm	33				
CO <sub>2</sub>	0,07	Σoxygène :	156,74					14	2,60	mf	34						
H <sub>2</sub> O total	0,58					$\frac{Mg}{Mg + \Sigma Fe + Mn} = 69,2 \%$					15	2,54	mf	35			
TOTAL	100,71									16	2,38	mf	36				
												17	2,34	mf	37		
												18	2,32	f	38		
												19	2,28	ff	39		
												20	2,16	f	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  <b>DONNEES OPTIQUES</b> 2V <sub>x</sub> mesuré = 73° ± 1° Plan axes optiques : (010) 2V <sub>x</sub> calculé = 77° ± 3° Z Λ c = 17° ± 1°  Polychroïsme : N <sub>z</sub> = 1,653 ± 0,001 vert bleuté pâle-incolore N <sub>y</sub> = 1,641 ± 0,001 vert kaki pâle - incolore N <sub>x</sub> = 1,622 ± 0,001 incolore N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,031 ± 0,002	<b>DENSITE</b> 3,094 ± 0,005  <b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 21,1 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.  <b>OBSERVATIONS</b> : Pureté environ 98 % ; peu ou pas de mixtes. Caractère oxydé du fer Pas très homogène (2V diminue quand la teinte s'assombrit).  <b>COULEURS EN GRAINS</b> : vert sombre
---	--

Minéral :  HORNBLLENDE *	Roche d'origine : Prasinite	N°: 535 A /37
	Localisation : Stura di Viù, Torrent de Fucine Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 721 x 104	Réf. texte : p. 114

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 23								
Si O <sub>2</sub>	51,82	Si	49,29	Si	7,422	} 8,000	1	9,05	mf	21	1,892	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,11	Al	5,72	Al <sup>IV</sup>	0,578		2	8,47	FF	22	1,653	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,29	Fe <sup>III</sup>	3,77	Al <sup>VI</sup>	0,283		3	6,51	mf	23	1,639	ff
Fe O	8,47	Fe <sup>II</sup>	6,52	Ti	0,059	} 4,919	4	4,22	mf	24	1,619	ff
Mn O	0,19	Mn	0,15	Fe <sup>III</sup>	0,568		5	3,39	mf	25	1,584	f
Mg O	13,98	Mg	19,95	Fe <sup>II</sup>	0,982		6	3,28	m	26	1,534	ff
Ca O	10,42	Ca	10,62	Mn	0,023	} 2,130	7	3,13	FF	27	1,506	f
Na <sub>2</sub> O	1,85	Na	3,41	Mg	3,004		8	3,06	ff	28	1,438	mf
K <sub>2</sub> O	0,10	K	0,12	Ca	1,599		9	2,95	mf	29	1,054	ff
Ti O <sub>2</sub>	0,54	Ti	0,39	Na	0,513	10	2,81	m	30	1,047	ff	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	P	0,06	K	0,018	11	2,74	mf	31	1,044	ff	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,71	Fm	32			
P. F.	2,54	Totaux	100,00		15,049	13	2,60	mf	33			
CO <sub>2</sub>		Σoxygène :	152,75			14	2,54	mf	34			
H <sub>2</sub> O total						15	2,38	f	35			
TOTAL	100,39					16	2,34	mf	36			
						17	2,17	mf	37			
						18	2,05	ff	38			
						19	2,02	mf	39			
						20	2,00	f	40			

$$\frac{Mg}{Mg + \sum Fe + Mn} = 65,6 \%$$

\* Hornblende et non actinote car Al<sup>IV</sup> > 0,5.

### CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES

### DONNEES OPTIQUES

2V<sub>X</sub> mesuré = 53° ± 5° Plan axes optiques : (010)  
2V<sub>X</sub> calculé = 73° ± Z Λ c = 22° ± 1°

Polychroïsme :

N<sub>z</sub> = 1,657 ± vert bleuté soutenu  
N<sub>y</sub> = 1,647 ± 0,002 Vert kaki soutenu  
N<sub>x</sub> = 1,629 ± vert jaune  
N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,028 ± 0,003

DENSITE 3,13 ± 0,01

### SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE

$$\chi = 24,1 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

OBSERVATIONS: Pureté : environ 97 %  
- quelques mixtes. Coeurs de glaucophane avec 2V<sub>X</sub> ≠ 70°

COULEURS EN GRAINS : vert sombre

Minéral :  <b>EDENITE</b>	Roche d'origine : Schiste prasinitique à phengite et glaucophane.	N°: 535 D /38
	Localisation : Route de Viù, entrée E de Fucine Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 720 x 104	Réf. texte : p. 116

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	54,16	Si	51,54	base oxygène : 23		1	9,04	f	21	1,882	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,26	Al	4,77	Si	7,737	} 8,000	8,39	FF	22	1,808	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,13	Fe <sup>III</sup>	5,09	Al <sup>IV</sup>	0,263				23	1,649	mf
Fe O	8,13	Fe <sup>II</sup>	6,26	Al <sup>VI</sup>	0,453				24	1,582	mf
Mn O	0,14	Mn	0,11	Ti	0,024	} 4,948	3,88	f	25	1,503	ff
Mg O	12,83	Mg	18,32	Fe <sup>III</sup>	0,764				26	1,436	mf
Ca O	6,62	Ca	6,75	Fe <sup>II</sup>	0,940				27	1,367	ff
Na <sub>2</sub> O	3,58	Na	6,59	Mn	0,017	} 2,056	3,11	FF	28	1,045	ff
K <sub>2</sub> O	0,30	K	0,36	Mg	2,750				29		
Ti O <sub>2</sub>	0,22	Ti	0,16	Ca	1,013				30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	P	0,05	Na	0,989	} 2,80	2,95	mf	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,054				32		
P. F.	2,48	Totaux	100,00		15,004	13	2,71	Fm	33		
CO <sub>2</sub>		Σoxygène	153,21			14	2,59	mf	34		
H <sub>2</sub> O total						15	2,54	mf	35		
TOTAL	99,91					16	2,38	f	36		
						17	2,33	mf	37		
						18	2,16	mf	38		
						19	2,02	mf	39		
						20	1,889	ff	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,12 ± 0,01
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 60°-0°-30°	χ = 27,4 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 14° ±	OBSERVATIONS: Pureté 98 %.
Nz = 1,655 ±	Très hétérogène.
Ny = 1,652 ±	- cœur de glaucophane (2V <sub>X</sub> = 15°-0°)
Nx = 1,634 ±	- puis crossite (γ <sub>cross</sub> = Z <sub>glauc</sub> et teintes inversées (2V <sub>X</sub> = 60°))
Nz - Nx = 0,021 ± 0,003	- puis amphibole bleu-vert avec: d'abord (P.A.O. = 100) (2V <sub>X</sub> = 60°); passage par 2V <sub>X</sub> = 0° et zone marginale plus claire (P.A.O. = (010) (2V <sub>X</sub> = 30°))
Plan axes optiques : (100) & (010)	<b>COULEURS EN GRAINS</b> : vert très sombre
Z Λ c = ±	
Polychroïsme :	
vert assez pâle → vert-bleu violacé	
vert-gris-bleuté → bleu-vert	
incoloré	



Minéral :  EDENITE	Roche d'origine : Præsinite litée à glaucophane et pistacite.	N°: 535 C / 39
	Localisation : Route de la Stura di Viù, entrée E de Fucine Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 720 x 104	Réf. texte : p. 115

DONNEES CHIMIQUES *				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	55,81	Si	53,14	base oxygène : 23							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,91	Al	5,50	Si	7,892	} 8,000			21		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,63	Fe <sup>III</sup>	4,74	Al <sup>IV</sup>	0,108				22		
Fe O	7,96	Fe <sup>II</sup>	6,14	Al <sup>VI</sup>	0,709				23		
Mn O	0,13	Mn	0,10	Ti	0,027	} 4,798			24		
Mg O	11,46	Mg	16,37	Fe <sup>III</sup>	0,704				25		
Ca O	6,93	Ca	7,06	Fe <sup>II</sup>	0,912				26		
Na <sub>2</sub> O	3,33	Na	6,14	Mn	0,015	} 2,048			27		
K <sub>2</sub> O	0,49	K	0,59	Mg	2,431				28		
Ti O <sub>2</sub>	0,25	Ti	0,18	Ca	1,048				29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	P	0,04	Na	0,912			30			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,088			31			
P. F.	2,54	Totaux 100,00		14,846				32			
CO <sub>2</sub>		Σoxygène : 154,87						33			
H <sub>2</sub> O total								34			
TOTAL	100,49							35			
								36			
								37			
								38			
								39			
								40			

### CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES

#### DONNEES OPTIQUES

2V <sub>x</sub> mesuré = faible ±	Plan axes optiques : (010)
2V <sub>x</sub> calculé = 0-35°	Z Λ c = ±
	Polychroïsme :
N <sub>z</sub> = 1,655 ± 0,001	vert-bleu pétrole
N <sub>y</sub> = 1,653 ± 0,001	bleu-vert violacé
N <sub>x</sub> = 1,633 ± 0,002	incolore à jaunâtre
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,022 ± 0,003	

DENSITE \* 3,07 ± 0,02

#### SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE \*

$$\chi = 23 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

OBSERVATIONS :

\* Données recalculées  
compte tenu d'un mélange avec la  
glaucophane 535 C

COULEURS EN GRAINS : vert très sombre

Minéral : <b>GLAUCOPHANE (CROSSITE)</b>	Roche d'origine : <b>Prasinite litée à glaucophane et pistacite</b>	N°: <b>535 C</b> / <u>40</u>
	Localisation : <b>Route de la Stura di Viù, Entrée E de Fucine</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>720 x 104</b>	Réf. texte : p. 115

DONNEES CHIMIQUES*				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES				
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l
		base oxygène : 23						
Si O <sub>2</sub> 55,71	Si 52,42	Si 7,855	} 8,000	1		21		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8,44	Al 9,34	Al <sup>IV</sup> 0,145		2		22		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6,06	Fe <sup>III</sup> 4,28	Al <sup>VI</sup> 1,255		3		23		
Fe O 9,55	Fe <sup>II</sup> 7,27	Ti 0,022	} 4,927	4		24		
Mn O 0,08	Mn 0,06	Fe <sup>III</sup> 0,641		5		25		
Mg O 9,03	Mg 12,75	Fe <sup>II</sup> 1,089		6		26		
Ca O 1,78	Ca 1,80	Mn 0,009	} 2,052	7		27		
Na <sub>2</sub> O 6,53	Na 11,89	Mg 1,911		8		28		
K <sub>2</sub> O néant	K néant	Ca 0,270		9		29		
Ti O <sub>2</sub> 0,21	Ti 0,15	Na 1,782	10		30			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,06	P 0,04	K néant	11		31			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			12		32			
P. F. 2,38	Totaux 100,00	14,979	13		33			
CO <sub>2</sub>	Σoxygène : 153,49		14		34			
H <sub>2</sub> O total			15		35			
			16		36			
TOTAL 99,93			17		37			
			18		38			
			19		39			
			20		40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE*</b> 3,16 ± 0,01
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE*</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 40-0° ± en moyenne 10° ±	χ = 29 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 24° ± (0-41°)	<b>OBSERVATIONS*</b> Données recalculées compte tenu d'un mélange avec l'édénite 535 C.
Plan axes optiques : (010) et ac- cessoirement (100). Z A c = ±	<b>Non homogène :</b>
Polychroïsme :	- Zones à crossite, P.A.O. = (100) 2V <sub>X</sub> ≠ 30°
Nz = 1,647 ± 0,001 bleu lavande	- Bordure d'édénite.
Ny = 1,646 ± 0,001 violet lilas	
Nx = 1,623 ± 0,001 incolore	
Nz - Nx = 0,024 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> noir (aile de corbeau).

Minéral : <b>GLAUCOPHANE</b>	Roche d'origine : SCHISTE ECLOGITIQUE A GLAUCOPHANE	N°: 515 /41
	Localisation : Pian della Musaa-Pente de l'Uja di Ciamarella Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 651 x 205	Réf. texte : p.86

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	57,78	Si	53,36	base oxygène : 23							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,97	Al	10,83	Si 7,974	} 8,000	1	8,18	FF	21		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,26	Fe <sup>III</sup>	0,88	Al <sup>IV</sup> 0,026		2	4,42	f	22		
Fe O	10,46	Fe <sup>II</sup>	7,82	Al <sup>VI</sup> 1,589		3	3,37	f	23		
Mn O	0,02	Mn	0,02	Ti 0,041	} 4,890	4	3,19	m	24		
Mg O	9,33	Mg	12,93	Fe <sup>III</sup> 0,132		5	3,04	F	25		
Ca O	1,85	Ca	1,83	Fe <sup>II</sup> 1,200		6	2,92	f	26		
Na <sub>2</sub> O	6,70	Na	11,96	Mn	} 2,061	7	2,73	m	27		
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg 1,928		8	2,68	m	28		
Ti O <sub>2</sub>	0,42	Ti	0,29	Ca 0,273		9	2,28	f	29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10	P	0,08	Na 1,788	10	2,14	f	30			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	11	1,84	f	31			
P. F.	1,60	Totaux	100,00		12	1,77	f	32			
CO <sub>2</sub>					13	1,40	f	33			
H <sub>2</sub> O total	1,24	Σoxygène :			14				34		
TOTAL	99,40			14,951	15				35		
					16				36		
					17				37		
					18				38		
					19				39		
					20				40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,159 ± 0,003
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 40-75°	χ = 20 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 66° ±	<b>OBSERVATIONS</b> : Léger mélange avec l'actinote zonée 515 A.
Plan axes optiques : (010)	
Z Λ c = 14° ±	
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,640 ± 0,002	bleu lavande pâle
N <sub>y</sub> = 1,632 ± 0,005	violet lilas pâle
N <sub>x</sub> = 1,613 ± 0,002	incoloré
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,027 ±	
	<b>COULEURS EN GRAINS</b> : noir "aile de corbeau".

Minéral:  CLINOCHLORE	Roche d'origine: Lentille de gabbros rodingitiques dans les serpentinites.	N°: 25 A / 42
	Localisation: Route de la Stura di Viù, km 53,5 (vieux pont). Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): 683 x 094	Réf. texte: p. 45

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
		base oxygène: 28							
Si O <sub>2</sub> 31,20	Si 29,69	Si 5,913	} 8,000	1	14,3	mf	21	1,530	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 18,94	Al 21,21	Al <sup>IV</sup> 2,087		2	7,1	m	22	1,495	Fm
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,52	Fe <sup>III</sup> 0,37	Al <sup>VI</sup> 2,137		3	4,7	f	23	1,455	mf
Fe O 1,85	Fe <sup>II</sup> 1,43	Ti 0,008	} 11,900	4	4,55	m	24	1,405	f
Mn O 0,13	Mn 0,10	Fe <sup>III</sup> 0,074		5	3,53	m	25	1,390	f
Mg O 32,80	Mg 46,83	Fe <sup>II</sup> 0,285		6	2,82	f	26	1,345	ff
Ca O 0,18	Ca 0,18	Mn 0,020	} 11,900	7	2,64	mf	27	1,315	m
Na <sub>2</sub> O 0,04	Na 0,07	Mg 9,326		8	2,56	Fm	28	1,295	f
K <sub>2</sub> O néant	K	Ca 0,036		9	2,52	F	29	1,285	mf
Ti O <sub>2</sub> 0,05	Ti 0,04	Na 0,014	} 11,900	10	2,42	F	30	1,275	ff
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,01	P 0,08	K		11	2,36	m	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				12	2,28	ff	32		
P. F. 13,32	Totaux 100,00	19,900		13	2,24	mf	33		
CO <sub>2</sub> 0,17	Σoxygène: 140,60			14	2,05	f	34		
H <sub>2</sub> O total 10,48				15	1,990	m	35		
TOTAL 99,04				16	1,870	mf	36		
				17	1,810	mf	37		
				18	1,723	m	38		
				19	1,655	ff	39		
				20	1,560	f	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,684 ± 0,003
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré // + 0° ±	$\chi = 4,0 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 100 % Mixtes très rares.
Plan axes optiques:	
Z A c// 0° ±	
Polychroïsme:	
N <sub>z</sub> = 1,591 ± 0,001	
N <sub>y</sub> = 1,579 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,579 ± 0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,012 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS: vert très pâle</b>

Minéral: <b>CLINOCHLORE</b>	Roche d'origine : Lentille de gabbro très transformé. Contact de serpentinites	N°: 224 C / 43
	Localisation : Stura di Viù, 500 m E de Forno, hameau Truc Salir Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 686 x 090	Réf. texte : p.94

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES						
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l	
		base oxygène : 28							
Si O <sub>2</sub> 30,02	Si 28,83	Si 5,730	} 8,000	1	14,3	Fm	21	1,566	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 20,20	Al 22,83	Al <sup>IV</sup> 2,270		2	7,2	Fm	22	1,540	FF
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,14	Fe <sup>III</sup> 0,10	Al <sup>VI</sup> 2,267		3	4,75	mf	23	1,503	Fm
Fe O 5,28	Fe <sup>II</sup> 4,10	Ti 0,006	} 11,799	4	4,63	F	24	1,465	mf
Mn O 0,14	Mn 0,12	Fe <sup>III</sup> 0,020		5	3,55	Fm	25	1,415	mf
Mg O 30,24	Mg 43,56	Fe <sup>II</sup> 0,815		6	3,00	f	26	1,395	mf
Ca O 0,05	Ca 0,05	Mn 0,024		7	2,89	f	27	1,355	f
Na <sub>2</sub> O néant	Na	Mg 8,657		8	2,84	mf	28	1,325	Fm
K <sub>2</sub> O néant	K	Ca 0,010		9	2,66	m	29	1,305	mf
Ti O <sub>2</sub> 0,04	Ti 0,03	Na		10	2,58	FF	30	1,293	m
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,04	P 0,38	K		11	2,56	FF	31	1,280	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				12	2,44	FF	32		
P. F. 13,13	Totaux 100,00	19,799		13	2,39	Fm	33		
CO <sub>2</sub> 0,20	Σoxygène : 140,89		14	2,31	f	34			
H <sub>2</sub> O total 10,95			15	2,26	Fm	35			
TOTAL 99,28			16	2,01	mf	36			
			17	1,885	mf	37			
			18	1,826	mf	38			
			19	1,743	m	39			
			20	1,660	f	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,714 ± 0,003
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré ≠ 0° ±	$\chi = 9,2 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b> Très pure, 100 %
Plan axes optiques :	
Z Λ c ≠ 0° ±	
Polychroïsme :	
Nz = 1,594 ± 0,002	
Ny = 1,584 ± 0,001	
Nx = 1,583 ± 0,001	
Nz - Nx = 0,011 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> Incolore à vert pâle

Minéral :  CLINOCHLORE	Roche d'origine : Chlozite	N°: 224 D / 44
	Localisation : Stura di Viù, 500 m E de Forno Hameau Truc Salir Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 686 x 090	Réf. texte : p. 94

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	29,65	Si	28,56	base oxygène : 28		1	13,9	m	21	1,535	FF
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,00	Al	21,53	Si	5,693						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,20	Fe <sup>III</sup>	1,59	Al <sup>IV</sup>	2,307	3	4,73	mf	23	1,460	mf
Fe O	3,67	Fe <sup>II</sup>	2,86	Al <sup>VI</sup>	1,985						
Mn O	0,12	Mn	0,10	Ti	0,006	5	3,53	F	25	1,393	f
Mg O	30,90	Mg	44,65	Fe <sup>III</sup>	0,317						
Ca O	0,45	Ca	0,46	Fe <sup>II</sup>	0,570	7	2,83	mf	27	1,322	Fm
Na <sub>2</sub> O	néant	Na		Mn	0,020						
K <sub>2</sub> O	néant	K		Mg	8,900	9	2,58	FF	29	1,300	mf
Ti O <sub>2</sub>	0,04	Ti	0,03	Ca	0,092						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P	0,22	Na		11	2,43	FF	31	1,277	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K							
P. F.	13,54	Totaux	100,00		19,890	13	2,30	f	33		
CO <sub>2</sub>	0,38	Σoxygène :	140,47								
H <sub>2</sub> O total	10,77					15	2,00	Fm	35		
TOTAL	99,59										
						17	1,820	f	37		
						19	1,660	f	39		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,717 ± 0,0025
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>z</sub> mesuré ≠ 0° ±	χ = 10,1 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b> Pureté 100 %
Plan axes optiques :	
Z A c ≠ 0° ±	
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,594 ± 0,001	
N <sub>y</sub> = 1,583 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,583 ± 0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,011 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert très pâle

Minéral :  CLINOCHLORE	Roche d'origine : Bordure de filons à diopside dans serpentinites.	N°: 356 / 45
	Localisation : Pian della Mussa, sous l'Alpe de la Ciamarella Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 567 x 192	Réf. texte : p. 53

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES																																																																			
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l																																																												
Si O <sub>2</sub>	29,89	Si	29,57	base oxygène : 28		1	14,3	mf	21	1,535	FF																																																												
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,56	Al	18,11	Si	5,913							2	7,1	m	22	1,497	Fm																																																						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,34	Fe <sup>III</sup>	2,49	Al <sup>IV</sup>	2,087													3	4,75	mf	23	1,460	f																																																
Fe O	2,79	Fe <sup>II</sup>	2,32	Al <sup>VI</sup>	1,535																			4	4,60	m	24	1,410	ff																																										
Mn O	0,05	Mn	0,06	Ti	0,024																									5	3,55	m	25	1,395	ff																																				
Mg O	31,32	Mg	46,50	Fe <sup>III</sup>	0,499																															6	2,84	f	26	1,350	ff																														
Ca O	0,60	Ca	0,65	Fe <sup>II</sup>	0,463																																					7	2,64	f	27	1,317	Fm																								
Na <sub>2</sub> O	0,08	Na	0,12	Mn	0,012																																											8	2,57	F	28	1,295	mf																		
K <sub>2</sub> O	néant	K	néant	Mg	9,298																																																	9	2,53	F	29	1,287	mf												
Ti O <sub>2</sub>	0,15	Ti	0,12	Ca	0,131																																																							10	2,51	ff	30								
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	P	0,06	Na	0,024																																																													11	2,43	Fm	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	néant																																																																		
P. F.	15,54	Totaux	100,00		19,986	13	2,25	mf	33																																																														
CO <sub>2</sub>	0,79	Σoxygène :	140,02			14	2,06	ff	34																																																														
H <sub>2</sub> O total	13,61					15	2,00	mf	35																																																														
TOTAL	99,41					16	1,880	F	36																																																														
						17	1,813	f	37																																																														
						18	1,735	mf	38																																																														
						19	1,660	ff	39																																																														
						20	1,565	f	40																																																														

**CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES**

DENSITE 2,693 ± 0,007

**DONNEES OPTIQUES**

**SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE**

$$\chi = 9,6 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

2V<sub>z</sub> mesuré // n° ±  
 2V calculé = ±  
 Plan axes optiques :  
 Z Λ c // 0° ±  
 Polychroïsme :  
 Nz = ±  
 Ny = 1,580 ± 0,001  
 Nx = 1,580 ± 0,001  
 Nz - Nx = ±

OBSERVATIONS : Très pure, 100 %, mais parfois oxydée par altération superficielle.

COULEURS EN GRAINS : vert argenté assez pâle.

Minéral : <b>CLINOCHLORE</b>	Roche d'origine : <b>Grenatite</b>	N°: <b>23 B</b> / 46
	Localisation : <b>Route de la Stura di Viù, km 55,9. Sortie E de Lemie.</b>	Réf. texte : p. 49
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>662 x 100</b>		

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES											
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l						
Si O <sub>2</sub> 30,87	Si 29,92	base oxygène : 28 Si 5,944	1	14,2	Fm	21	1,540	FF						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 18,20	Al 20,74	Al <sup>IV</sup> 2,056							2	7,2	Fm	22	1,505	Fm
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1,72	Fe <sup>III</sup> 1,28	Al <sup>VI</sup> 2,064												
Fe O 4,50	Fe <sup>II</sup> 3,66	Ti							4	4,63	Fm	24	1,415	f
Mn O 0,15	Mn 0,12	Fe <sup>III</sup> 0,254	5	3,56	Fm	25	1,397	f						
Mg O 29,71	Mg 43,17	Fe <sup>II</sup> 0,727							6	3,00	f	26	1,355	ff
Ca O 0,89	Ca 0,93	Mn 0,023	7	2,84	mf	27	1,323	F						
Na <sub>2</sub> O 0,08	Na 0,12	Mg 8,575							8	2,66	m	28	1,319	f
K <sub>2</sub> O néant	K néant	Ca 0,185	9	2,58	FF	29	1,307	m						
Ti O <sub>2</sub> 0,03	Ti	Na 0,023							10	2,54	FF	30	1,295	m
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,08	P 0,06	K néant	11	2,44	FF	31	1,280	mf						
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>									12	2,38	Fm	32		
P. F. 13,05	Totaux 100,00	19,851	13	2,31	f	33								
CO <sub>2</sub> 0,15	Σoxygène : 140,96								14	2,26	m	34		
H <sub>2</sub> O total 8,53			15	2,01	m	35								
TOTAL 99,28									16	1,885	mf	36		
			17	1,830	f	37								
									18	1,745	m	38		
			19	1,665	f	39								
									20	1,570	mf	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,723 ± 0,005
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 10,8 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>z</sub> mesuré # ± 0° ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 100 %.
2V calculé = ±	Assez nombreux mixtes d'amphibole et d'épidote.
Plan axes optiques : Z Λ c # 0° ±	
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,591 ± 0,002	
N <sub>y</sub> = 1,585 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,585 ± 0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,006 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> vert bouteille.



Minéral : <b>CLINOCHLORE</b>	Roche d'origine : Chloritoschiste à actinote	N°: 7 / 47
	Localisation : Colle del Lis	Réf. texte : p.39
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 727 x 043		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	30,84	Si	30,78	base oxygène : 28							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,50	Al	18,20	Si 6,111	} 8,000	1	14,0	m	21	1,458	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,69	Fe <sup>III</sup>	2,04	Al <sup>IV</sup> 1,889		2	7,0	m	22	1,405	ff
Fe O	9,05	Fe <sup>II</sup>	7,54	Al <sup>VI</sup> 1,725		3	4,7	mf	23	1,393	ff
Mn O	0,09	Mn	0,06	Ti 0,024	} 11,843	4	4,55	m	24	1,320	m
Mg O	26,68	Mg	39,94	Fe <sup>III</sup> 0,404		5	3,53	m	25	1,297	f
Ca O	1,05	Ca	1,14	Fe <sup>II</sup> 1,498		6	2,82	f	26	1,280	mf
Na <sub>2</sub> O	0,08	Na	0,12	Mn 0,012		7	2,64	f	27		
K <sub>2</sub> O	néant	K		Mg 7,930		8	2,57	F	28		
Ti O <sub>2</sub>	0,12	Ti	0,12	Ca 0,226		9	2,52	F	29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,06	Na 0,024	10	2,42	Fm	30			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	11	2,36	Fm	31			
P. F.	13,21	Totaux	100,00		12	2,24	m	32			
CO <sub>2</sub>	0,22	Σoxygène	141,00		13	2,06	ff	33			
H <sub>2</sub> O total	11,31				14	1,990	m	34			
TOTAL	99,35				15	1,875	f	35			
					16	1,815	f	36			
					17	1,735	mf	37			
					18	1,560	f	38			
					19	1,533	FF	39			
					20	1,497	Fm	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,80 ± 0,01
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>z</sub> mesuré ≠ 0° ±	$\chi = 20,8 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b>
Plan axes optiques :	Pure, très peu de mixtes, pas complètement homogène.
Z A c = 0° ±	Teneur en magnétite : 0,005 %
Polychroïsme :	
Nz = 1,603 ± 0,002 incolore - jaunâtre	
Ny = 1,598 ± 0,001 vert pâle	
Nx = 1,596 ± 0,001 vert pâle	
Nz - Nx = 0,007 ± 0,002 teintes anormales gris-kaki	
	<b>COULEURS EN GRAINS : vert argenté</b>

Minéral : <b>CLINOCHLORE</b>	Roche d'origine : <b>Bordure de lentille rodingitique dans les serpentinites.</b>	N° : 489 A / <u>48</u>
	Localisation : <b>Carrière de Brachiello - Stura di Ala</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>713 x 204</b>	Réf. texte : p. 42

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	28,19	Si	28,51	base oxygène : 28		1	14,2	mf	21	1,293	ff	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,29	Al	21,76	Si	5,685							} 8,000
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,67	Fe <sup>'''</sup>	2,03	Al <sup>IV</sup>	2,315							
Fe O	9,58	Fe <sup>''</sup>	7,84	Al <sup>VI</sup>	2,024	} 11,937						
Mn O	0,19	Mn	0,16	Ti	0,014							
Mg O	24,51	Mg	37,19	Fe <sup>'''</sup>	0,405	} 11,937						
Ca O	2,09	Ca	2,26	Fe <sup>''</sup>	1,563							
Na <sub>2</sub> O	0,08	Na	0,16	Mn	0,032	} 11,937						
K <sub>2</sub> O	néant	K		Mg	7,416							
Ti O <sub>2</sub>	0,09	Ti	0,07	Ca	0,451	} 11,937						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P	0,02	Na	0,032							
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K								
P. F.		Totaux	100,00		19,937							
CO <sub>2</sub>	0,20	Σoxygène :	140,42									
H <sub>2</sub> O total	14,85											
TOTAL	100,46											

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,80 ± 0,015
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V mesuré = ±	$\chi = 21,4 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	OBSERVATIONS :
Plan axes optiques :	Pureté de 100 %. Rares inclusions.
Z $\wedge$ c // 0° ±	
Polychroïsme :	
Nz = ±	
Ny = 1,600 ± 0,001	
Nx = 1,600 ± 0,001	
Nz - Nx = ±	
	<b>COULEURS EN GRAINS : vert bouteille</b>

Minéral : <b>PENNINE</b>	Roche d'origine : <b>Gabbro métamorphique</b>	N°. <b>224 A / 49</b>
	Localisation : <b>Stura di Viù, 500 m E de Forno, hameau Truc Salir</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>686 x 090</b>	Réf. texte : p. 93

DONNEES CHIMIQUES *				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 28								
Si O <sub>2</sub>	33,20	Si	31,49	Si	6,201	} 8,000	1	14,2	mf	21	1,470	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,43	Al	22,80	Al <sup>IV</sup>	1,799		2	7,1	Fm	22	1,415	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	Fe <sup>III</sup>	0,06	Al <sup>VI</sup>	2,690		3	4,73	mf	23	1,395	f
Fe O	6,06	Fe <sup>II</sup>	4,65	Ti	0,014	} 11,688	4	4,60	m	24	1,327	FM
Mn O	0,11	Mn	0,09	Fe <sup>III</sup>	0,012		5	3,53	Fm	25	1,315	f
Mg O	27,48	Mg	39,10	Fe <sup>II</sup>	0,916		6	2,83	mf	26	1,295	f
Ca O	0,18	Ca	0,18	Mn	0,018		7	2,67	mf	27		
Na <sub>2</sub> O	0,77	Na	1,41	Mg	7,699		8	2,59	FF	28		
K <sub>2</sub> O	0,11	K	0,13	Ca	0,035		9	2,55	FF	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,10	Ti	0,07	Na	0,278		10	2,44	F	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	K	0,026		11	2,38	F	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							12	2,26	m	32		
P. F.	11,45	Totaux	100,00		19,688		13	2,00	m	33		
CO <sub>2</sub>	0,26	Σoxygène :	142,25			14	1,880	mf	34			
H <sub>2</sub> O total						15	1,820	f	35			
TOTAL	100,00					16	1,745	f	36			
						17	1,660	ff	37			
						18	1,565	mf	38			
						19	1,543	FF	39			
						20	1,515	Fm	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE *</b> 2,725 ± 0,004
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE *</b>
2V <sub>z</sub> mesuré #/ 0° ±	$\chi = 10,3 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b>
Plan axes optiques :	* Données recalculées en tenant compte de 6 % albite et de 3 % tré-molite.
Z Λ c #/ 0° ±	
Polychroïsme :	
Nz = 1,596 ± 0,001	
Ny = 1,586 ± 0,001	
Nx = 1,586 ± 0,001	
Nz - Nx = 0,010 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> incolore

Minéral: <b>PYCNOCHELORITE</b>	Roche d'origine: <b>Prasinite. Contact marbres phylliteux</b>	N°: <b>362 C II</b> / 50
	Localisation: <b>Route de la Stura di Ala-Balme</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): <b>607 x 184</b>	Réf. texte: p. 108

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
-------------------	--	--	-----------------------------	--	--	--	--	--

OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	28,84	Si	28,48	base oxygène : 28		1	14	m	21	1,410	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,91	Al	24,27	Si	5,652	2	7,1	m	22	1,387	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,38	Fe <sup>III</sup>	1,01	Al <sup>IV</sup>	2,348	3	4,70	mf	23	1,318	m
Fe O	12,67	Fe <sup>II</sup>	10,42	Al <sup>VI</sup>	2,469	4	4,60	mf	24	1,298	f
Mn O	0,16	Mn	0,12	Ti	0,047	5	3,53	m	25	1,290	f
Mg O	22,74	Mg	33,69	Fe <sup>III</sup>	0,200	6	2,82	f	26		
Ca O	1,14	Ca	1,18	Fe <sup>II</sup>	2,068	7	2,65	f	27		
Na <sub>2</sub> O	0,08	Na	0,12	Mn	0,023	8	2,58	F	28		
K <sub>2</sub> O	0,36	K	0,47	Mg	6,686	9	2,54	F	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,34	Ti	0,24	Ca	0,235	10	2,44	F	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P		Na	0,023	11	2,38	Fm	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,094	12	2,25	m	32		
P. F.	11,64	Totaux	100,00		19,845	13	1,995	m	33		
CO <sub>2</sub>	0,21	Σoxygène:	141,09			14	1,875	mf	34		
H <sub>2</sub> O total	6,82					15	1,815	f	35		
TOTAL	100,29					16	1,740	f	36		
						17	1,560	f	37		
						18	1,535	FF	38		
						19	1,500	m	39		
						20	1,460	ff	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  <b>DONNEES OPTIQUES</b> $2V_z$ mesuré/° 0° ±      Plan axes optiques : $2V$ calculé =                      ± $Z \wedge c/H$ 0° ±  Polychroïsme : N <sub>z</sub> = 1,607 ± 0,001 N <sub>y</sub> = 1,603 ± 0,001 N <sub>x</sub> = 1,602 ± 0,001 N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,005 ± 0,002	<b>DENSITE</b> 2,85 ± 0,01  <b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 23,7 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.  <b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 100 % Assez nombreux mixtes.  <b>COULEURS EN GRAINS:</b> Vert argenté assez pâle.
--	--

Minéral: <b>PYCNOCHLORITE</b>	Roche d'origine : <b>Marbre phylliteux. Contact précis avec les prasinites.</b>	N°: <b>362 CI</b> / <u>51</u>
	Localisation : <b>Route de la Stura di Ala-Balme</b>	Réf. texte : p.107
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>607 x 184</b>		

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub> 29,00	Si 29,67	base oxygène : 28						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 20,00	Al 24,08	Si 5,822	1	14,0	mf	21	1,385	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,34	Fe <sup>III</sup> 1,78	Al <sup>IV</sup> 2,178	2	7,1	m	22	1,320	mf
Fe O 11,93	Fe <sup>II</sup> 10,20	Al <sup>VI</sup> 2,547	3	4,70	f	23	1,290	f
Mn O 0,13	Mn 0,12	Ti 0,061	4	4,60	m	24		
Mg O 20,83	Mg 32,00	Fe <sup>III</sup> 0,349	5	3,53	m	25		
Ca O 1,06	Ca 1,17	Fe <sup>II</sup> 2,001	6	2,82	ff	26		
Na <sub>2</sub> O 0,08	Na 0,12	Mn 0,024	7	2,65	mf	27		
K <sub>2</sub> O 0,36	K 0,49	Mg 6,279	8	2,58	F	28		
Ti O <sub>2</sub> 0,37	Ti 0,31	Ca 0,230	9	2,53	F	29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,09	P 0,06	Na 0,024	10	2,43	Fm	30		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		K 0,096	11	2,37	Fm	31		
P. F.			12	2,26	mf	32		
CO <sub>2</sub> 0,31	Totaux 100,00	19,611	13	1,995	mf	33		
H <sub>2</sub> O total 12,83	Σoxygène : 142,70		14	1,875	ff	34		
TOTAL 99,33			15	1,815	ff	35		
			16	1,670	f	36		
			17	1,560	ff	37		
			18	1,537	FF	38		
			19	1,500	m	39		
			20	1,410	ff	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,83 ± 0,01
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>z</sub> mesuré // 0° ±	$\chi = 25,4 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 99 % Assez nombreux mixtes.
Plan axes optiques :	
Z $\wedge$ c // 0° ±	
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,609 ± 0,001	
N <sub>y</sub> = 1,601 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,599 ± 0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,010 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS: vert-olive</b>

Minéral : <b>PYCNOCHLORITE</b>	Roche d'origine : Chloritoschiste à amphibole	N° : 437
	Localisation : Au-dessus d'Ala di Stura, 500 m sous Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : le Lago Scuro 660 x 158	Réf. texte : p.76

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 28								
Si O <sub>2</sub>	28,83	Si	29,48	Si	5,833	} 8,000	1	14,2	m	21	1,415	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,94	Al	21,58	Al <sup>IV</sup>	2,167		2	7,1	Fm	22	1,395	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,50	Fe <sup>III</sup>	1,92	Al <sup>VI</sup>	2,103		3	4,73	mf	23	1,327	Fm
Fe O	17,08	Fe <sup>II</sup>	14,14	Ti	0,034	} 11,759	4	4,62	F	24	1,307	mf
Mn O	0,17	Mn	0,15	Fe <sup>III</sup>	0,380		5	3,54	Fm	25	1,297	mf
Mg O	20,84	Mg	31,97	Fe <sup>II</sup>	2,798		6	2,84	f	26		
Ca O	0,20	Ca	0,22	Mn	0,030		7	2,67	mf	27		
Na <sub>2</sub> O	0,04	Na	0,08	Mg	6,326		8	2,59	FF	28		
K <sub>2</sub> O	0,11	K	0,14	Ca	0,044		9	2,55	FF	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,22	Ti	0,17	Na	0,016		10	2,44	F	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	P	0,14	K	0,028		11	2,39	F	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							12	2,26	Fm	32		
P. F.	11,93	Totaux	100,00		19,759		13	2,01	m	33		
CO <sub>2</sub>	0,14	Σ oxygène :	141,50			14	1,890	mf	34			
H <sub>2</sub> O total	8,89					15	1,830	f	35			
TOTAL	100,03					16	1,750	m	36			
						17	1,570	f	37			
						18	1,545	FF	38			
						19	1,510	Fm	39			
						20	1,465	f	40			

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V<sub>z</sub> mesuré # 0° ±      Plan axes optiques :</p> <p>2V calculé = ±      Z Λ c # 0° ±</p> <p>Polychroïsme :</p> <p>N<sub>z</sub> = 1,617 ± 0,001      Incolore</p> <p>N<sub>y</sub> = 1,614 ± 0,001      Incolore</p> <p>N<sub>x</sub> = 1,614 ± 0,001      Jaune-verdâtre très pâle</p> <p>N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,003 ± 0,001</p>	<p><b>DENSITE</b>      2,887      ± 0,008</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p><math>\chi = 34,8 \times 10^{-6}</math> u. e. m. c. g. s.</p> <p><b>OBSERVATIONS :</b></p> <p>Pureté 100 % - Peu de mixtes.</p> <p>Assez nombreuses chlorites "oxydées" par altération superficielle.</p> <p><b>COULEURS EN GRAINS :</b> Kaki.</p>
---	---

Minéral:  PYCNOCHLORITE	Roche d'origine: Prasinite à pistacite	N°: 535 B / 53
	Localisation: Stura di Viù - Route entrée de Fucine	Réf. texte: p. 115
Coordonnées (fond 1/25000° italien): 720 x 104		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène: 28								
Si O <sub>2</sub>	29,61	Si	30,07	Si	5,925	} 8,000	1	13,8	m	21	1,415	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,72	Al	22,37	Al <sup>IV</sup>	2,075		2	7,1	F	22	1,395	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,18	Fe <sup>III</sup>	1,66	Al <sup>VI</sup>	2,333		3	4,7	mf	23	1,327	m
Fe O	17,51	Fe <sup>II</sup>	14,39	Ti	0,069	} 11,692	4	4,59	mf	24	1,306	ff
Mn O	0,21	Mn	0,18	Fe <sup>III</sup>	0,327		5	3,53	Fm	25	1,296	ff
Mg O	18,52	Mg	28,21	Fe <sup>II</sup>	2,835		6	2,83	f	26		
Ca O	0,83	Ca	0,90	Mn	0,035		7	2,66	f	27		
Na <sub>2</sub> O	0,16	Na	0,32	Mg	5,559		8	2,59	F	28		
K <sub>2</sub> O	1,15	K	1,49	Ca	0,177		9	2,54	F	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,46	Ti	0,35	Na	0,063		10	2,44	F	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	P	0,06	K	0,294		11	2,38	Fm	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							12	2,26	m	32		
P. F.	11,01	Totaux	100,00		19,692		13	2,00	Fm	33		
CO <sub>2</sub>	0,47	Σ oxygène:	142,10			14	1,885	mf	34			
H <sub>2</sub> O total	8,73					15	1,820	f	35			
TOTAL	100,43					16	1,745	mf	36			
						17	1,565	mf	37			
						18	1,545	F	38			
						19	1,507	Fm	39			
						20	1,470	ff	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,911 ± 0,006
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V mesuré // 0° ±	$\chi = 35,6 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 100 % - mixtes très rares
Plan axes optiques:	Tendance à se transformer en <u>chlorobiotite</u> (10 à 15 % dans l'analyse).
Z Λ c // 0° ±	
Polychroïsme:	
Nz = 1,622 ± 0,002 incolore à jaunâtre	
Ny = 1,616 ± 0,001 incolore à jaunâtre	
Nx = 1,616 ± 0,001 vert assez soutenu	
Nz - Nx = 0,006 ± 0,001 teintes marron violacé	
	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> Vert bouteille sombre.

Minéral :  <b>PYCNOCHLORITE</b>	Roche d'origine : <b>Prasinite</b>	N°: 535 A / <u>54</u>
	Localisation : <b>Stura di Viù, torrent Entrée de Fucine</b>	Réf. texte : p. 114
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 721 x 104		

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
-------------------	--	--	-----------------------------	--	--	--	--	--

OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
base oxygène : 28											
Si O <sub>2</sub>	29,01	Si	29,65	Si	5,866	} 8,000	14,2	mf	21	1,393	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,42	Al	22,15	Al <sup>IV</sup>	2,134		7,1	Fm	22	1,327	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,73	Fe <sup>III</sup>	1,32	Al <sup>VI</sup>	2,248		4,73	mf	23	1,295	f
Fe O	18,64	Fe <sup>II</sup>	15,42	Ti	0,077	} 11,770	4,62	Fm	24		
Mn O	0,25	Mn	0,21	Fe <sup>III</sup>	0,261		3,53	Fm	25		
Mg O	18,90	Mg	28,97	Fe <sup>II</sup>	3,051		2,67	mf	26		
Ca O	0,98	Ca	1,07	Mn	0,042		2,59	FF	27		
Na <sub>2</sub> O	0,16	Na	0,32	Mg	5,731		2,54	FF	28		
K <sub>2</sub> O	0,33	K	0,43	Ca	0,212		2,44	F	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,50	Ti	0,39	Na	0,063		2,38	F	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	P	0,07	K	0,085		2,26	Fm	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							2,01	m	32		
P. F.	11,36	Totaux	100,00		19,770		1,883	mf	33		
CO <sub>2</sub>	0,44	Σoxygène :	141,49			1,820	f	34			
H <sub>2</sub> O total	8,91					1,745	f	35			
<b>TOTAL</b>	<b>100,36</b>					1,565	mf	36			
						1,545	FF	37			
						1,507	F	38			
						1,467	f	39			
						1,415	mf	40			

**CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES**
**DENSITE** 2,912 ± 0,006

**DONNEES OPTIQUES**
**SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE**

$$\chi = 36,0 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

2V<sub>Z</sub> mesuré // 0° ± Plan axes optiques :

2V calculé = ± Z Λ c // 0° ±

Polychroïsme :

N<sub>z</sub> = 1,622 ± 0,001 incolore à jaunâtre

N<sub>y</sub> = 1,617 ± 0,001 incolore à jaunâtre

N<sub>x</sub> = 1,617 ± 0,001 vert assez soutenu

N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,005 ± 0,001 teintes marron-violacé

**OBSERVATIONS :** pureté 95 %

Traces d'amphibole et de Chloro-  
biotite - mixtes.

**COULEURS EN GRAINS :** vert sombre



Minéral :  SHERIDANITE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique	N°: 380 / 55
	Localisation : Stura di Ala Cresto Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 660 x 195	Réf. texte : p. 56

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
-------------------	--	--	-----------------------------	--	--	--	--	--

OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 28								
Si O <sub>2</sub>	28,20	Si	27,43	Si	5,456	} 8,000	1	14,2	m	21	1,395	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,21	Al	24,27	Al <sup>IV</sup>	2,544		2	7,1	m	22	1,325	Fm
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,18	Fe <sup>III</sup>	1,60	Al <sup>VI</sup>	2,284		3	4,75	mf	23	1,305	f
Fe O	8,08	Fe <sup>II</sup>	6,36	Ti	0,016	} 11,844	4	4,60	Fm	24	1,293	f
Mn O	0,11	Mn	0,09	Fe <sup>III</sup>	0,318		5	3,55	Fm	25		
Mg O	27,10	Mg	39,54	Fe <sup>II</sup>	1,265		6	2,84	f	26		
Ca O	0,30	Ca	0,31	Mn	0,018		7	2,66	mf	27		
Na <sub>2</sub> O	0,04	Na	0,08	Mg	7,865		8	2,59	F	28		
K <sub>2</sub> O	néant	K		Ca	0,062		9	2,54	F	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,11	Ti	0,08	Na	0,016		10	2,44	F	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,24	K			11	2,38	Fm	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							12	2,26	Fm	32		
P. F.	12,82	Totaux	100,00		19,844		13	2,07	mf	33		
CO <sub>2</sub>		Σoxygène :	140,76			14	2,01	Fm	34			
H <sub>2</sub> O total						15	1,885	mf	35			
						16	1,742	f	36			
TOTAL	100,18					17	1,540	FF	37			
						18	1,505	Fm	38			
						19	1,465	f	39			
						20	1,415	f	40			

**CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES**

DENSITE 2,778 ± 0,002

**DONNEES OPTIQUES**

**SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE**

$$\chi = 17,9 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

OBSERVATIONS :

Pureté 97 % - quelques mixtes à amphibole.

2V<sub>Z</sub> mesuré = 4° ± 2° Plan axes optiques :  
2V calculé = ± Z Λ c ≠ 0° ±

Polychroïsme :

N<sub>z</sub> = 1,605 ± 0,001  
N<sub>y</sub> = 1,595 ± 0,001  
N<sub>x</sub> = 1,594 ± 0,001  
N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,011 ± 0,002

COULEURS EN GRAINS :

Gris-vert pâle argenté

Minéral : <b>CHLORITE OXYDEE DELESSITE</b>	Roche d'origine : <b>Prasinite</b>	N°: <b>362 D</b> / <u>56</u>
	Localisation : <b>Route de la Stura di Ala Balme</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>607 x 184</b>	Réf. texte : p. 109

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 28								
Si O <sub>2</sub>	32,23	Si	32,06	Si	6,231	} 8,000	1	14	mF	21	1,293	F
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,39	Al	21,55	Al <sup>IV</sup>	1,769		2	7,10	m	22		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,40	Fe <sup>III</sup>	4,06	Al <sup>VI</sup>	2,419		3	4,70	F	23		
Fe O	10,71	Fe <sup>II</sup>	8,89	Ti	0,058	} 11,424	4	4,60	mF	24		
Mn O	0,22	Mn	0,18	Fe <sup>III</sup>	0,789		5	3,53	m	25		
Mg O	18,79	Mg	28,06	Fe <sup>II</sup>	1,729		6	2,82	F	26		
Ca O	2,29	Ca	2,45	Mn	0,035		7	2,66	F	27		
Na <sub>2</sub> O	1,12	Na	2,15	Mg	5,454		8	2,58	Fm	28		
K <sub>2</sub> O	0,18	K	0,24	Ca	0,476		9	2,54	Fm	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,37	Ti	0,30	Na	0,418		10	2,44	m	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	P	0,06	K	0,046		11	2,38	m	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							12	2,26	mF	32		
P. F.		Totaux	100,00		19,424		13	1,995	m	33		
CO <sub>2</sub>	0,36	Σoxygène :	144,06			14	1,880	F	34			
H <sub>2</sub> O total	10,16					15	1,820	F	35			
TOTAL	100,29					16	1,565	FF	36			
						17	1,540	F	37			
						18	1,505	m	38			
						19	1,390	F	39			
						20	1,323	F	40			

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V<sub>z</sub> mesuré // 0° ±</p> <p>2V calculé = ±</p> <p>Plan axes optiques : Z // c // 0° ±</p> <p>Polychroïsme :</p> <p>N<sub>z</sub> = 1,616 ± 0,001</p> <p>N<sub>y</sub> = 1,609 ± 0,001</p> <p>N<sub>x</sub> = 1,608 ± 0,001</p> <p>N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,008 ± 0,002</p>	<p><b>DENSITE</b> 2,88 ± 0,01</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p><math>\chi = 28,3 \times 10^{-6}</math> u.e.m.c.g.s.</p> <p>OBSERVATIONS: Pureté 97 %. Assez nombreux mixtes.</p> <p>Teneur en magnétite : 0,03 %</p> <p>COULEURS EN GRAINS : Vert sombre</p>
---	--

Minéral : <b>CHAMOSITE</b>	Roche d'origine : Recristallisation dans des prasinites à glaucophane.	N°: 390 / 57
	Localisation : Stura di Ala. Molera Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 622 x 193	Réf. texte : p.

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
-------------------	--	--	-----------------------------	--	--	--	--	--

OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	29,00	Si	29,65	base oxygène : 28		1	14,3	m	21	1,295	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,92	Al	21,56	Si	5,824						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,43	Fe <sup>III</sup>	4,16	Al <sup>IV</sup>	2,176	3	4,75	mf	23		
Fe O	13,92	Fe <sup>II</sup>	11,52	Al <sup>VI</sup>	2,059						
Mn O	0,23	Mn	0,20	Ti	0,014	5	3,55	m	25		
Mg O	20,56	Mg	31,54	Fe <sup>III</sup>	0,817						
Ca O	0,90	Ca	0,99	Fe <sup>II</sup>	2,263	7	2,66	f	27		
Na <sub>2</sub> O	0,12	Na	0,24	Mn	0,039						
K <sub>2</sub> O	néant	K		Mg	6,195	9	2,55	F	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,09	Ti	0,07	Ca	0,194						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	P	0,07	Na	0,047	11	2,38	m	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K							
P. F.		Totaux	100,00		19,628	13	2,01	f	33		
CO <sub>2</sub>	0,27	Σoxygène :	142,55								
H <sub>2</sub> O total	11,73					15	1,820	ff	35		
TOTAL	100,25										
						17	1,565	f	37		
						19	1,507	m	39		

**CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES**
**DENSITE** 2,78 ± 0,01

**SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE**

$$\chi = 34,6 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

**OBSERVATIONS :**

 Pureté bonne.  
0,11 % de magnétite.

**DONNEES OPTIQUES**

 2V<sub>z</sub> mesuré = faible ±

Plan axes optiques :

2V calculé = ±

Z Λ c # 0° ±

Polychroïsme :

Nz = ±

Ny = 1,606 ± 0,002

Nx = 1,606 ± 0,002

Nz - Nx = ±

**COULEURS EN GRAINS : vert argenté sombre**

Minéral : <b>CHAMOSITE</b>	Roche d'origine : <b>Prasinite</b>	N°: <b>501</b> / <u>58</u>
	Localisation : <b>Ala di Stura - Carrière route de Pracera</b>	Réf. texte.: p. 80
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>679 x 196</b>		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
base oxygène : 28												
Si O <sub>2</sub>	29,05	Si	30,17	Si	5,879	} 8,000	1	14,3	mf	21	1,470	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,25	Al	23,52	Al <sup>IV</sup>	2,121		2	7,2	Fm	22	1,415	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,38	Fe <sup>III</sup>	4,19	Al <sup>VI</sup>	2,463		3	4,75	f	23	1,395	f
Fe O	15,90	Fe <sup>II</sup>	13,36	Ti	0,055	} 11,482	4	4,63	m	24	1,330	Fm
Mn O	0,27	Mn	0,24	Fe <sup>III</sup>	0,817		5	3,55	Fm	25	1,310	f
Mg O	16,08	Mg	25,04	Fe <sup>II</sup>	2,604		6	2,83	f	26	1,297	mf
Ca O	1,61	Ca	1,79	Mn	0,047		7	2,67	mf	27		
Na <sub>2</sub> O	0,62	Na	1,25	Mg	4,880		8	2,60	FF	28		
K <sub>2</sub> O	0,09	K	0,12	Ca	0,349		9	2,55	FF	29		
Ti O <sub>2</sub>	0,36	Ti	0,28	Na	0,244		10	2,45	F	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	P	0,04	K	0,023		11	2,39	F	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							12	2,32	f	32		
P. F.		Totaux	100,00		19,482		13	2,27	Fm	33		
CO <sub>2</sub>	0,31	Σoxygène : 143,68				14	2,01	m	34			
H <sub>2</sub> O total	10,29					15	1,885	f	35			
TOTAL	99,26					16	1,825	f	36			
						17	1,750	mf	37			
						18	1,565	mf	38			
						19	1,545	FF	39			
						20	1,510	F	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,934 ± 0,002
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>z</sub> mesuré ≠ 0° ±	χ = 37,5 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b>
Plan axes optiques :	Pureté proche de 100 %
Z Λ c // 0° ±	Peu de mixtes (amphibole et albite).
Polychroïsme :	
Nz = 1,623 ± 0,001 Incolore	
Ny = 1,620 ± 0,001 Incolore	
Nx = 1,619 ± 0,001 Vert très léger	
Nz - Nx = 0,004 ± 0,002 Teintes tirant sur le marron	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert soutenu à nuance kaki.

Minéral :  TALC	Roche d'origine : Talcschiste à actinote	N°: 350 / 59
	Localisation : Pian della Mussa - Sous l'Alpe della Ciamparella Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 564 x 196	Réf. texte : p. 39

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES										
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l			
Si O <sub>2</sub>	60,35	Si	56,13	base oxygène : 22		1	9,2	f	21	1,650	ff			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30	Al	0,33	Si	7,894	}	7,941		22	1,630	ff			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	4,29	Fe <sup>III</sup> *	3,35	Al <sup>IV</sup>	0,047				2	4,9	ff	23	1,530	mf
Fe O		Fe <sup>II</sup>		Al <sup>VI</sup>					3	4,7	Fm	24	1,515	FF
Mn O	0,02	Mn	0,01	Ti		}	6,032		4	4,25	Fm			
Mg O	28,30	Mg	39,50	Fe <sup>III</sup> *					5	4,08	Fm	25	1,505	Fm
Ca O	0,48	Ca	0,50	Fe <sup>II</sup>	0,471				6	3,85	mf	26	1,500	m
Na <sub>2</sub> O	0,08	Na	0,11	Mn		}	0,087		7	3,08	m			
K <sub>2</sub> O	néant	K	néant	Mg	5,561				8	2,59	F	28	1,310	Fm
Ti O <sub>2</sub>	0,03	Ti	0,02	Ca	0,071				9	2,56	F	29	1,297	Fm
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	P	0,05	Na	0,016	}			10	2,52	f			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	néant				11	2,47	FF	31	1,260	m
P. F.	6,38	Totaux	100,00						12	2,42	Fm	32	1,250	m
CO <sub>2</sub>	1,00	Σoxygène :	156,30		14,060	13	2,26	mf	33					
H <sub>2</sub> O total	3,10					14	2,20	f	34					
TOTAL	100,30					15	2,13	f	35					
						16	2,07	m	36					
						17	1,800	ff	37					
						18	1,715	Fm	38					
						19	1,700	m	39					
						20	1,673	f	40					

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,82 ± 0,03
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>x</sub> mesuré / 0° ±	χ = 6,0 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	OBSERVATIONS : * Dosage FeO/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> non effectué. Quelques mixtes d'amphibole.
Plan axes optiques :	0,005 % magnétite.
Z Λ c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = 1,591 ± 0,001	
Ny = 1,591 ± 0,001	
Nx = ±	
Nz - Nx = ±	
	<b>COULEURS EN GRAINS : Blanc argenté.</b>

Minéral : <b>PHENGITE</b>	Roche d'origine : <b>Marbre phylliteux</b>	N°: <b>362 A</b> / 60
	Localisation : <b>Route de la Stura di Ala-Balme</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>607 x 184</b>	Réf. texte : p.106

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES						
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l	
		base oxygène : 22							
Si O <sub>2</sub> 49,57	Si 49,02	Si 6,736	} 8,000	1	9,8	mf	21	1,675	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 26,73	Al 31,10	Al <sup>IV</sup> 1,264		2	4,95	f	22	1,645	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1,44	Fe <sup>III</sup> 1,07	Al <sup>VI</sup> 3,010		3	4,45	Fm	23	1,635	f
Fe O 1,79	Fe <sup>II</sup> 1,48	Ti 0,033	} 4,208	4	4,30	mf	24	1,607	mf
Mn O 0,01	Mn	Fe <sup>III</sup> 0,147		5	4,10	m	25	1,580	f
Mg O 4,00	Mg 5,93	Fe <sup>II</sup> 0,203		6	3,85	m	26	1,545	f
Ca O 0,59	Ca 0,65	Mn	} 1,533	7	3,58	m	27	1,535	mf
Na <sub>2</sub> O 0,56	Na 1,07	Mg 0,815		8	3,33	F	28	1,500	Fm
K <sub>2</sub> O 7,46	K 9,44	Ca 0,089		9	3,08	mf	29	1,480	f
Ti O <sub>2</sub> 0,28	Ti 0,24	Na 0,147	10	2,87	mf	30	1,367	f	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> traces	P	K 1,297	11	2,58	Fm	31	1,295	mf	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			12	2,56	Fm	32			
P. F.	Totaux 100,00	13,741	13	2,45	m	33			
CO <sub>2</sub> 2,00	Σoxygène : 160,09		14	2,38	Fm	34			
H <sub>2</sub> O total 4,68			15	2,24	Fm	35			
TOTAL 99,11			16	2,22	f	36			
			17	2,19	mf	37			
			18	2,12	mf	38			
			19	1,950	f	39			
			20	1,695	f	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE 2,819 ± 0,015</b>
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>x</sub> mesuré = 19° ± 3°	$\chi = 3,8 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS : Pureté 95 %</b>
Plan axes optiques :	<b>Très peu de mixtes.</b>
Z Λ c = ±	<b>Teneur en magnétite : 0,01 %</b>
Polychroïsme :	<b>Présence de matières organiques.</b>
Nz = 1,591 ± 0,001	
Ny = 1,591 ± 0,001	
Nx = ±	
Nz - Nx = ±	
	<b>COULEURS EN GRAINS : Gris anthracite (matière organique).</b>

Minéral :  PHENGITE	Roche d'origine : Marbre phylliteux, contact prasinites	N° : 362 B / 61
	Localisation : Route de la Stura di Ala Balme Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 607 x 184.	Réf. texte : p. 107

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	52,74	Si	50,34	Si	6,956	8,000	1	9,8	f	21	1,690	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,29	Al	28,41	Al <sup>IV</sup>	1,044		2	4,95	ff	22	1,675	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,94	Fe <sup>III</sup>	0,69	Al <sup>VI</sup>	2,882		3	4,48	F	23	1,655	f
Fe O	2,25	Fe <sup>II</sup>	1,83	Ti	0,047	4,005	4	4,30	m	24	1,635	mf
Mn O	0,02	Mn		Fe <sup>III</sup>	0,095		5	4,10	m	25	1,605	mf
Mg O	3,66	Mg	5,27	Fe <sup>II</sup>	0,253		6	3,85	Fm	26	1,590	F
Ca O	0,84	Ca	0,86	Mn		1,805	7	3,58	m	27	1,505	FF
Na <sub>2</sub> O	0,48	Na	0,86	Mg	0,728		8	3,32	m	28	1,485	mf
K <sub>2</sub> O	9,30	K	11,34	Ca	0,119		9	3,08	mf	29	1,295	m
Ti O <sub>2</sub>	0,45	Ti	0,34	Na	0,119	10	2,86	mf	30	1,269	mf	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,06	K	1,567	11	2,59	F	31	1,242	mf	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,56	FF	32	1,230	f	
P. F.		Totaux	100,00		13,810	13	2,46	m	33	1,196	ff	
CO <sub>2</sub>	0,10	Σoxygène :	159,06			14	2,38	Fm	34	1,172	ff	
H <sub>2</sub> O total	3,86					15	2,25	Fm	35			
TOTAL	99,97					16	2,23	mf	36			
						17	2,19	m	37			
						18	2,13	mf	38			
						19	2,05	f	39			
						20	1,705	m	40			

### CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES

DENSITE 2,847 ± 0,015

### SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE

$$\chi = 4,9 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

OBSERVATIONS : Pureté proche de 100 %

Mixtes rares -

Teneur en magnétite : 0,005 %

COULEURS EN GRAINS : beige argenté

### DONNEES OPTIQUES

2V<sub>x</sub> mesuré / 20° ± 5° Plan axes optiques :  
2V calculé = ± Z A c = ±

Polychroïsme :

N<sub>z</sub> = 1,596 ± 0,001

N<sub>y</sub> = 1,596 ± 0,001

N<sub>x</sub> = ±

N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = ±

Minéral : <b>PHENGITE</b>	Roche d'origine : Schiste prasinitique à phengite et glaucophane.	N°: 535 D /62
	Localisation : Route de Viù, Entrée de Fucine	Réf. texte : p.116
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 720 x 104		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l			
			base oxygène : 22									
Si O <sub>2</sub>	50,80	Si	48,90	Si	6,806	} 8,000	1	9,8	m	21	1,960	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,30	Al	27,52	Al <sup>IV</sup>	1,194		2	4,95	mf	22	1,705	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,46	Fe <sup>III</sup>	2,50	Al <sup>VI</sup>	2,636		3	4,45	F	23	1,685	f
Fe O	1,65	Fe <sup>II</sup>	1,29	Ti	0,081	} 4,009	4	4,33	mf	24	1,640	m
Mn O		Mn		Fe <sup>III</sup>	0,348		5	4,10	m	25	1,615	m
Mg O	3,80	Mg	5,49	Fe <sup>II</sup>	0,180		6	3,85	Fm	26	1,585	mf
Ca O	0,76	Ca	0,79	Mn		} 1,906	7	3,58	Fm	27	1,550	mf
Na <sub>2</sub> O	0,46	Na	0,85	Mg	0,764		8	3,08	m	28	1,505	FF
K <sub>2</sub> O	9,82	K	12,06	Ca	0,110		9	2,99	mf	29	1,490	mf
Ti O <sub>2</sub>	0,81	Ti	0,58	Na	0,118	10	2,86	Fm	30	1,300	Fm	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P	0,02	K	1,678	11	2,59	F	31	1,275	mf	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,57	FF	32	1,250	mf	
P. F.	4,67	Totaux	100,00		13,915	13	2,46	mf	33			
CO <sub>2</sub>	0,27	Σoxygène	158,07			14	2,38	F	34			
H <sub>2</sub> O total	1,87					15	2,25	mf	35			
TOTAL	100,55					16	2,23	f	36			
						17	2,20	m	37			
						18	2,16	mf	38			
						19	2,13	m	39			
						20			40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,871 ± 0,004
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>x</sub> mesuré = 14° ± 3° Plan axes optiques :	$\chi = 8,2 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>x</sub> calculé = 0-27° Z A c = ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 98 % environ - quelques mixtes
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,605 ± 0,001	
N <sub>y</sub> = 1,605 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,566 ± 0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,039 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> vert très pâle



Minéral :  PHENGITE	Roche d'origine    Marbre phylliteux	N°: 535 E    /63
	Localisation : Stura di Viù - torrent de Fucine Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 720 x 104	Réf. texte : p. 116

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	49,55	Si	48,37	base oxygène : 22		1	10,0	mf	21	1,705	mf	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,52	Al	33,90	Si	6,648	} 8,000	2	5,0	ff	22	1,695	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,07	Fe <sup>III</sup>	1,52	Al <sup>IV</sup>	1,352		3	4,45	FF	23	1,640	f
Fe O	1,23	Fe <sup>II</sup>	0,97	Al <sup>VI</sup>	3,308		4	4,33	mf	24	1,610	f
Mn O	traces	Mn	traces	Ti	0,043	} 3,943	5	4,10	m	25	1,580	ff
Mg O	1,24	Mg	1,82	Fe <sup>III</sup>	0,209		6	3,87	Fm	26	1,550	ff
Ca O	0,39	Ca	0,41	Fe <sup>II</sup>	0,133		7	3,72	mf	27	1,500	FF
Na <sub>2</sub> O	0,62	Na	1,17	Mn	traces	} 1,800	8	3,60	m	28	1,300	m
K <sub>2</sub> O	9,24	K	11,52	Mg	0,250		9	3,10	mf	29	1,270	mf
Ti O <sub>2</sub>	0,42	Ti	0,31	Ca	0,056		10	2,98	ff	30	1,245	mf
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	P	0,01	Na	0,161	11	2,87	mf	31			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	1,583	12	2,60	F	32			
P. F.	5,13	Totaux	100,00		13,743	13	2,56	FF	33			
CO <sub>2</sub>		Σoxygène :	160,06			14	2,46	m	34			
H <sub>2</sub> O total	1,50					15	2,38	Fm	35			
TOTAL						16	2,26	Fm	36			
Présence de matières organiques.						17	2,20	mf	37			
						18	2,13	mf	38			
						19	2,07	Fm	39			
						20	1,960	f	40			

### CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES

#### DONNEES OPTIQUES

$2V_x$  mesuré =  $14^\circ \pm 4^\circ$     Plan axes optiques :  
 $2V_x$  calculé =  $0$  à  $27^\circ \pm$     Z A c =  $\pm$   
 Polychroïsme :  
 Nz = 1,597  $\pm$  0,001  
 Ny = 1,597  $\pm$  0,001  
 Nx = 1,558  $\pm$  0,002  
 Nz - Nx = 0,039  $\pm$  0,003

DENSITE 2,857  $\pm$  0,005

#### SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE

$$\chi = 5,1 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

OBSERVATIONS: Pureté 100 % - Chargée en matières carbonneuses, mais pas de mixtes.

COULEURS EN GRAINS: Gris anthracite (matières carbonneuses).

Minéral : <b>FUCHSITE</b> (MARIPOSITE ?)		Roche d'origine : <b>Pyroxénite métamorphisée</b> Localisation : <b>Val de Susse, 500 m avant Lajetta</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>679 x 002</b>			N°: <b>520 B</b> / <u>64</u> Réf. texte : p. 75							
DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 22								
Si O <sub>2</sub>	52,10	Si	49,25	Si	6,827	} 8,000	1	9,8	m	21	2,18	m
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,40	Al	28,25	Al <sup>IV</sup>	1,173		2	9,0	mf	22	2,12	m
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,63	Fe <sup>III</sup>	0,45	Al <sup>VI</sup>	2,743		3	4,95	mf	23	1,965	mf
Fe O	0,85	Fe <sup>II</sup>	0,65	Ti	0,062	} 4,009	4	<u>4,53</u>	FF	24	1,700	m
Mn O		Mn		Cr <sup>IV</sup>	0,155		5			4,30	m	25
Mg O	4,56	Mg	6,47	Fe <sup>II</sup>	0,090		6	4,10	m	26	1,655	m
Ca O	1,29	Ca	1,31	Mn		} 1,844	7	3,87	Fm	27	1,640	Fm
Na <sub>2</sub> O	0,46	Na	0,84	Mg	0,897		8	3,72	Fm	28	1,615	mf
K <sub>2</sub> O	9,24	K	11,15	Ca	0,182		9	3,48	Fm	29	1,600	mf
Ti O <sub>2</sub>	0,64	Ti	0,45	Na	0,116	10	2,85	m	30	1,555	m	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	P	0,06	K	1,546	11	2,77	m	31	<u>1,505</u>	FF	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,50	Cr	1,12			12	2,70	m	32	1,485	mf	
P. F.	4,46	Totaux	100,00		13,853	13	<u>2,59</u>	FF	33	1,300	Fm	
CO <sub>2</sub>	0,37	Σoxygène	158,71			14	<u>2,56</u>	FF	34	1,273	mf	
H <sub>2</sub> O total	1,35					15	2,47	m	35	1,250	mf	
TOTAL	101,20					16	2,38	Fm	36	1,242	mf	
						17	2,25	m	37	1,230	mf	
						18	2,24	mf	38			
						19	2,21	m	39			
						20	2,20	f	40			

CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES		DENSITE 2,850 ± 0,005	
DONNEES OPTIQUES		SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE	
2V <sub>x</sub> mesuré = 36° ± 1°	Plan axes optiques :	$\chi = 2,9 \times 10^{-6}$ u.e.m.c.g.s.	
2V <sub>x</sub> calculé = 33° ±	Z Λ c = ±	OBSERVATIONS :	
	Polychroïsme :	Pureté 98 %	
Nz = 1,599 ± 0,001	vert pâle jaunâtre	Assez nombreuses inclusions.	
Ny = 1,596 ± 0,001	vert pâle jaunâtre		
Nx = 1,562 ± 0,003	vert pâle bleuté		
Nz - Nx = 0,037 ± 0,004			
		Remarque : le dosage Cr2O3 dans une autre fuchsite (24 C) non analysée donne Cr2O3 = 1,52.	
		COULEURS EN GRAINS : vert très vif	

Minéral :  <b>CLINOZOISITE</b>	Roche d'origine : <b>Gabbro métamorphique</b>	N°: <b>380 / 65</b>
	Localisation : <b>Stura di Ala - Cresto</b> Coordonnées (fond 1/25000° italien) : <b>660 x 195</b>	Réf. texte : p. 56

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	40,00	Si	38,21	base oxygène : 12,5		1	8,11	Fm	21	1,850	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,20	Al	36,19	Si	3,046	2	5,03	m	22	1,690	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,57	Fe <sup>III</sup>	1,12	Al <sup>IV</sup>	3,046	3	4,05	F	23	1,675	f
Fe O	0,14	Fe <sup>II</sup>	0,11	Al <sup>VI</sup>		2,885	4	3,77	f	24	1,631
Mn O	0,03	Mn	0,02	Ti	0,010	5	3,09	Fm	25	1,620	m
Mg O	0,13	Mg	0,19	Fe <sup>III</sup>	0,089	6	2,86	F	26	1,616	m
Ca O	23,07	Ca	23,61	Fe <sup>II</sup>	0,009	7	2,82	mf	27	1,598	mf
Na <sub>2</sub> O	0,22	Na	0,41	Mn	0,002	8	2,78	m	28	1,588	f
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg	0,015	9	2,70	FF	29	1,556	mf
Ti O <sub>2</sub>	0,16	Ti	0,12	Ca	1,882	10	2,63	mf	30	1,552	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	Na	0,033	11	2,53	mf	31	1,538	mf
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	traces	12	2,40	m	32	1,463	f
P. F.	2,19	Totaux	100,00		7,971	13	2,23	f	33	1,460	f
CO <sub>2</sub>	0,10	Σoxygène :	156,81			14	2,12	f	34	1,450	mf
H <sub>2</sub> O total	0,18					15	2,10	mf	35	1,427	f
TOTAL	99,74			Fe <sup>III</sup>		16	2,07	Fm	36	1,388	m
					= 3,0%	17	2,03	Fm	37	1,349	mf
				Al+Fe <sup>III</sup> +Mn+Ti		18	1,985	m	38	1,291	f
				Pistacite	= 9%	19	1,945	mf	39	1,268	ff
						20	1,878	mf	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,333 ± 0,0025
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré = 13° → 60° ± 25° en moyenne	$\chi = 2,5 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>Z</sub> calculé = 41°,5 ±	<b>OBSERVATIONS :</b>
Plan axes optiques :	Assez nombreux mixtes
Z Λ c = ±	Peu homogène : coeur des cristaux,
Polychroïsme :	2V <sub>Z</sub> ≠ 25°; N <sub>Z</sub> -N <sub>X</sub> gris 1° ordre ;
N <sub>Z</sub> = 1,705 ± 0,001	périphérie (liseré au tache) ,
N <sub>Y</sub> = 1,698 ± 0,001	2V <sub>Z</sub> = 60° et N <sub>Z</sub> -N <sub>X</sub> supérieur.
N <sub>X</sub> = 1,697 ± 0,001	
N <sub>Z</sub> - N <sub>X</sub> = 0,008 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> blanc pur.

Minéral: <b>CLINOZOISITE</b>	Roche d'origine: <b>Gabbro métamorphique à pyroxènes résiduels contact serpentinites.</b>	N°: <b>224 B / 66</b>
	Localisation: <b>Stura di Viù - 500 m E de Forno, Hameau Truc-Salir</b>	Réf. texte: p. 93

Coordonnées (fond 1/25000<sup>e</sup> italien): **686 x 090**

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
		base oxygène : 12,5							
Si O <sub>2</sub> 39,50	Si 37,73	Si 3,020	} 3,020	1	8,10	Fm	21	2,07	m
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 31,78	Al 35,71	Al <sup>IV</sup>		2	5,04	mf	22	2,03	m
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1,61	Fe <sup>III</sup> 1,15	Al <sup>VI</sup> 2,858	} 2,957	3	4,06	Fm	23	1,987	mf
Fe O 0,35	Fe <sup>II</sup> 0,27	Ti 0,007		4	3,75	f	24	1,947	f
Mn O 0,03	Mn 0,02	Fe <sup>III</sup> 0,092	} 2,025	5	3,68	f	25	1,750	mf
Mg O 0,34	Mg 0,49	Fe <sup>II</sup> 0,022		6	3,62	mf	26	1,690	ff
Ca O 23,78	Ca 24,33	Mn 0,002	} 2,025	7	3,16	f	27	1,632	ff
Na <sub>2</sub> O 0,10	Na 0,19	Mg 0,039		8	3,09	m	28	1,621	mf
K <sub>2</sub> O traces	K traces	Ca 1,947	} 2,025	9	2,87	F	29	1,616	mf
Ti O <sub>2</sub> 0,13	Ti 0,09	Na 0,015		10	2,82	f	30	1,598	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,03	P 0,02	K traces	} 2,025	11	2,78	mf	31	1,589	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				12	2,70	FF	32	1,557	f
P. F. 2,20	Totaux 100,0	8,002		13	2,63	f	33	1,538	f
CO <sub>2</sub> 0,10	Σ oxygène : 156,18			14	2,53	mf	34	1,460	ff
H <sub>2</sub> O total 0,44				15	2,40	mf	35	1,452	f
		$\frac{Fe^{III}}{Al+Fe^{III}+Mn+Ti} = 3,1 \%$		16	2,34	mf	36	1,447	f
		Pistacite = 9,3 %		17	2,33	mf	37	1,388	ff
TOTAL 99,85				18	2,26	f	38	1,349	mf
				19	2,24	ff	39	1,291	f
				20	2,10	f	40		

**CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES**

**DONNEES OPTIQUES**

2V<sub>Z</sub> mesuré = 18° ± 4°      Plan axes optiques :

2V<sub>Z</sub> calculé = 44° ±      Z Δ c = ±

Polychroïsme :

N<sub>z</sub> = 1,705 ± 0,001

N<sub>y</sub> = 1,699 ± 0,001

N<sub>x</sub> = 1,698 ± 0,001

N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,007 ± 0,002      teinte grise à bleu-nuit

DENSITE 3,343 ± 0,004

**SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE**

$\chi = 3,0 \times 10^{-6}$  u. e. m. c. g. s.

OBSERVATIONS: Pureté de l'ordre de 98 %.

- Assez nombreux mixtes ; traces de pyroxènes.
- Cristaux zonés, près de 10 % de pistacite.

COULEURS EN GRAINS : blanc.

Minéral :  CLINOZOISITE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique	N°: 520 A / <u>67</u>
	Localisation : Versant N du Val de Suse - Route de Lajetto, 500 m avant ce village. Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 679 x 002	Réf. texte : p. 69

DONNEES CHIMIQUES					DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES											
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l						
Si O <sub>2</sub>	40,32	Si	38,48	base oxygène : 12,5	1	8,11	Fm	21	1,849	mf						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,30	Al	32,90	Si 3,089 } 3,089							2	5,02	m	22	1,688	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,50	Fe <sup>III</sup>	1,08	Al <sup>VI</sup> 2,641 } 2,746							3	4,05	FF	23	1,673	ff
Fe O	0,76	Fe <sup>II</sup>	0,59	Ti 0,018 } 2,746	4	3,78	mf	24	1,632	mf						
Mn O	0,03	Mn	0,02	Fe <sup>III</sup> 0,087 } 2,189	5	3,09	Fm	25	1,620	m						
Mg O	2,57	Mg	3,68	Fe <sup>II</sup> 0,047 } 2,189	6	2,87	FF	26	1,616	m						
Ca O	22,33	Ca	22,83	Mn 0,002 } 2,189	7	2,82	mf	27	1,597	mf						
Na <sub>2</sub> O	0,08	Na	0,15	Mg 0,295 } 2,189	8	2,78	Fm	28	1,587	mf						
K <sub>2</sub> O	/			Ca 1,833 } 2,189	9	2,70	FF	29	1,555	mf						
Ti O <sub>2</sub>	0,32	Ti	0,23	Na 0,012	10	2,63	mf	30	1,551	mf						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,04	K	11	2,53	m	31	1,538	mf						
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					12	2,40	m	32	1,461	mf						
P. F.	2,20				13	2,23	f	33	1,451	mf						
CO <sub>2</sub>		Totaux	100,00	8,024	14	2,12	ff	34	1,447	mf						
H <sub>2</sub> O total		Σ oxygène :	155,59		15	2,10	mf	35	1,427	f						
TOTAL					16	2,06	Fm	36	1,413	ff						
				$\frac{\text{Fe}^{\text{III}}}{\text{Al} + \text{Fe}^{\text{III}} + \text{Mn} + \text{Ti}} = 3,2 \%$	17	2,03	F	37	1,388	mf						
				Pistacite = 9,5 %	18	1,985	m	38	1,348	mf						
					19	1,945	mf	39	1,268	f						
					20	1,878	mf	40								

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,326 ± 0,005
	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
	$\chi = 2,5 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>OBSERVATIONS :</b>
2Vz mesuré // 20° ±	Plan axes optiques :
2V calculé = ±	Z $\wedge$ c = ±
	Polychroïsme :
Nz = 1,706 ± 0,001	
Ny = 1,699 ± 0,001	
Nx = 1,696 ± 0,001	
Nz - Nx = 0,010 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> blanc pur

Minéral:  CLINOZOISITE	Roche d'origine: Lentille de gabbro métamorphique très transformé au contact serpentinites.	N°: 224 C / 68
	Localisation: Stura di Viù - 500 m E de Forno Hameau Truc Salir Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): 686 x 090	Réf. texte: p. 94

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	39,40	Si	37,78	Si	3,051	1	8,04	ff	21	2,33	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,28	Al	31,90	Al <sup>IV</sup>	3,051						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,71	Fe <sup>III</sup>	1,95	Al <sup>VI</sup>		2,577	3	4,01	m	23	2,16
Fe O	0,14	Fe <sup>II</sup>	0,11	Ti	0,007						
Mn O	0,26	Mn	0,21	Fe <sup>III</sup>		0,158	5	3,48	mf	25	2,06
Mg O	1,58	Mg	2,27	Fe <sup>II</sup>	0,009						
Ca O	24,77	Ca	25,45	Mn		0,017	7	3,20	m	27	2,00
Na <sub>2</sub> O	0,12	Na	0,22	Mg	0,183						
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Ca		2,056	9	2,92	m	29	1,923
Ti O <sub>2</sub>	0,12	Ti	0,09	Na	0,018						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	K		traces	11	2,80	mf	31	1,867
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>											
P. F.	2,08	Totaux	100,0		8,076	13	2,70	m	33	1,622	mf
CO <sub>2</sub>	0,10	Σ oxygène:	154,76								
H <sub>2</sub> O total	0,44			Fe <sup>III</sup>		15	2,65	Fm	35	1,453	f
TOTAL	99,49			Al+Fe <sup>III</sup> +Mn+Ti = 5,7 %							
				Pistacite = 17,2 %		17	2,53	m	37	1,389	mf
						19	2,40	mf	39	1,264	f

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,356 ± 0,005
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>x</sub> mesuré = 0° à -80°	$\chi = 5,0 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté de 1 <sup>o</sup> ordre de 95 %. 4-5 % de pyroxènes, traces de grenat.
Plan axes optiques:	Assez nombreux mixtes.
Z Λ c = ±	<u>Zoisite hétérogène</u>
Polychroïsme:	B. bleu-nuit et 2V <sub>z</sub> ≠ 0 → B. teinte sensible et 2V <sub>x</sub> = 80°.
Nz = 1,706 ± 0,002	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> blanc légèrement rosé.
Ny = 1,702 ± 0,002	
Nx = 1,701 ± 0,002	
Nz - Nx = 0,005 ± 0,003	
de bleu-nuit et gris-marron jusqu'à teinte sensible 1 <sup>o</sup> ordre.	

Minéral :  CLINOZOISITE ROSE	Roche d'origine : Rodingite dans serpentinites	N°: 265 /69
	Localisation : Colle del Lie Coordonnées (fond 1/25000° italien) : 730 x 041	Réf. texte : p. 48

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	38,50	Si	37,24	base oxygène : 12,5		1	8,04	mf	21	2,06	mf	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,72	Al	32,67	Si	3,006	} 3,006	2	5,03	mf	22	2,04	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,59	Fe <sup>III</sup>	2,60	Al <sup>IV</sup>			3	4,01	Fm	23	2,00	mf
Fe O	0,89	Fe <sup>II</sup>	0,70	Al <sup>VI</sup>	2,637	} 2,857	4	3,75	ff	24	1,870	mf
Mn O	0,14	Mn	0,12	Ti	0,010		5	3,49	f	25	1,772	f
Mg O	1,72	Mg	2,50	Fe <sup>III</sup>	0,210	} 2,208	6	3,40	mf	26	1,688	f
Ca O	22,96	Ca	23,79	Fe <sup>II</sup>	0,056		7	3,20	mf	27	1,635	mf
Na <sub>2</sub> O	0,08	Na	0,15	Mn	0,010	} 2,208	8	3,06	ff	28	1,623	f
K <sub>2</sub> O	0,04	K	0,10	Mg	0,202		9	2,90	F	29	1,587	f
Ti O <sub>2</sub>	0,18	Ti	0,13	Ca	1,920	} 2,208	10	2,80	m	30	1,454	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	néant	P	néant	Na	0,012		11	2,78	f	31	1,399	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,008		12	2,68	Fm	32	1,390	ff
P. F.	2,76	Totaux 100,0		8,071			13	2,64	f	33	1,224	f
CO <sub>2</sub>	0,30	Σoxygène : 154,88		Fe <sup>III</sup> = 7,3%			14	2,59	mf	34	1,221	ff
H <sub>2</sub> O total	1,34			Al+Fe <sup>II</sup> +Mn+Ti = 22%			15	2,53	m	35	1,062	ff
TOTAL	99,58			Pistacite = 22%			16	2,40	mf	36		
							17	2,39	m	37		
							18	2,29	mf	38		
							19	2,16	m	39		
							20	2,10	f	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,32 ± 0,01
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré ≠ 0° ±	χ = 6,2 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b> Pure, mais sale.
Plan axes optiques :	
Z Λ c = ±	
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,709 ± 0,002	
N <sub>y</sub> = 1,704 ± 0,002	
N <sub>x</sub> = 1,703 ± 0,002	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,006 ± 0,002	teintes bleu-nuit-marron anormales.
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> Rose tendre.

Minéral : <b>CLINOZOISITE</b>	Roche d'origine : <b>gabbro métamorphique</b>	N°: 224 A / <u>70</u>
	Localisation : <b>Stura di Viù - 500 m E de Forno - hameau Truc Salir</b>	Réf. texte : p. 93
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>686 x 090</b>		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 12,5								
Si O <sub>2</sub>	38,90	Si	37,80	Si	3,028	} 3,028	1	8,05	f	21	2,06	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,76	Al	32,88	Al <sup>IV</sup>			2	5,02	mf	22	2,04	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,06	Fe <sup>III</sup>	3,69	Al <sup>VI</sup>	2,634	} 2,938	3	4,00	mf	23	2,00	ff
Fe O	0,47	Fe <sup>II</sup>	0,37	Ti	0,008		4	3,75	ff	24	1,947	f
Mn O	0,06	Mn	0,05	Fe <sup>III</sup>	0,296		5	3,48	m	25	1,868	m
Mg O	0,64	Mg	0,93	Fe <sup>II</sup>	0,030	} 2,043	6	3,40	mf	26	1,686	ff
Ca O	22,92	Ca	23,86	Mn	0,004		7	3,05	ff	27	1,635	m
Na <sub>2</sub> O	0,16	Na	0,30	Mg	0,074		8	2,89	Fm	28	1,622	mf
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Ca	1,911		9	2,86	mf	29	1,585	mf
Ti O <sub>2</sub>	0,14	Ti	0,10	Na	0,024	10	2,80	mf	30	1,584	f	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	P	0,02	K	traces	11	2,78	mf	31	1,573	f	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,68	m	32	1,454	f	
P. F.	2,18	Totaux 100,00		8,009		13	2,65	f	33	1,399	f	
CO <sub>2</sub>	0,07	Σ oxygène : 156,06				14	2,59	mf	34	1,390	mf	
H <sub>2</sub> O total	0,27			$\frac{Fe^{III}}{Al+Fe^{III}+Mn+Ti} = 10,1 \%$		15	2,53	mf	35			
TOTAL	99,32			pistacite : 30,1 %		16	2,45	ff	36			
						17	2,40	mf	37			
						18	2,29	mf	38			
						19	2,16	mf	39			
						20	2,10	mf	40			

**CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES**

**DONNEES OPTIQUES**

2V<sub>Z</sub> mesuré = 25°-80° ±

2V<sub>Z</sub> calculé = 48° ±

N<sub>z</sub> = 1,720 ± 0,002

N<sub>y</sub> = 1,710 ± 0,002

N<sub>x</sub> = 1,708 ± 0,002

N<sub>z</sub> - N<sub>x</sub> = 0,012 ± 0,003 teinte grise à bleu-nuit.

Plan axes optiques :

Z A c = ±

Polychroïsme :

DENSITE 3,354 ± 0,002

**SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE**

$$\chi = 8,6 \times 10^{-6} \text{ u.e.m.c.g.s.}$$

OBSERVATIONS: Pureté proche de 100 % (quelques amphiboles et quelques mixtes).

Non homogène :

- Coeur : N<sub>z</sub>-N<sub>x</sub> = gris et 2V<sub>Z</sub> ≠ 25° - 40°

- Périphérie : N<sub>z</sub>-N<sub>x</sub> = bleu nuit, 2V<sub>Z</sub> jusqu'à 80°

COULEURS EN GRAINS : blanc-neige



Minéral: <b>CLINOZOISITE</b>	Roche d'origine: <b>Prasinite</b>	N°: 425 / 71
	Localisation: <b>ROUTE DE LA STURA DI ALA</b> sous le hameau de <b>Pertusetto</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): <b>687 x 192</b>	Réf. texte: p. 83

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub> 38,64	Si 37,78	base oxygène: 12,5							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 26,70	Al 30,71	Si 3,027	} 3,027	1	5,02	mf	21	2,00	ff
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5,46	Fe <sup>III</sup> 4,01	Al <sup>IV</sup>		2	4,00	m	22	1,871	m
Fe O 2,04	Fe <sup>II</sup> 1,61	Al <sup>VI</sup> 2,460		3	3,75	ff	23	1,704	ff
Mn O 0,17	Mn 0,14	Ti 0,075	} 2,856	4	3,48	m	24	1,688	ff
Mg O 2,15	Mg 3,16	Fe <sup>III</sup> 0,321		5	3,40	mf	25	1,634	m
Ca O 20,40	Ca 21,38	Fe <sup>II</sup> 0,129	} 2,124	6	3,20	mf	26	1,623	mf
Na <sub>2</sub> O 0,12	Na 0,23	Mn 0,011		7	2,89	FF	27	1,589	f
K <sub>2</sub> O /	K 0,94	Mg 0,253		8	2,80	m	28	1,574	f
Ti O <sub>2</sub> 1,28	Ti 0,94	Ca 1,713	} 2,124	9	2,78	mf	29	1,528	ff
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,05	P 0,04	Na 0,018		10	2,68	Fm	30	1,454	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		K	11	2,64	mf	31	1,435	ff	
P. F. 2,70	Totaux 100,00		12	2,59	Fm	32	1,400	mf	
CO <sub>2</sub> non dosé	Σ oxygène: 156,02		13	2,53	mf	33	1,390	mf	
H <sub>2</sub> O total non dosé			14	2,45	ff	34	1,342	ff	
		Fe <sup>III</sup>	15	2,40	m	35	1,265	ff	
		Al+Fe <sup>III</sup> +Mn+Ti	16	2,29	mf	36			
		Pistacite	17	2,16	mf	37			
TOTAL 99,71			18	2,11	m	38			
			19	2,07	mf	39			
			20	2,04	mf	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,348 ± 0,005
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré = 85°-90° ±	$\chi = 12,1 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>Z</sub> calculé = 60° ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Assez nombreux mixtes
Plan axes optiques:	Zonée: coeur 2V <sub>Z</sub> = 83° et N <sub>Z</sub> -N <sub>X</sub> = gris-bleu, bordure 2V = 90° et N <sub>Z</sub> -N <sub>X</sub> = blanc jaune bleuté
Z Λ c = ±	
Polychroïsme:	
N <sub>Z</sub> = 1,732 ± 0,002	
N <sub>Y</sub> = 1,717 ± 0,002	
N <sub>X</sub> = 1,712 ± 0,002	
N <sub>Z</sub> - N <sub>X</sub> = 0,020 ± 0,003 gris à jaunâtre	
	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> blanc jaunâtre.

Minéral : <b>CLINOZOISITE</b>	Roche d'origine : <b>Præsinite</b>	N°: 501 / 72
	Localisation : <b>Ala di Stura - Carrière au-dessus de la route de Pracera</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 679 x 196	Réf. texte : p. 80

DONNEES CHIMIQUES			DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
-------------------	--	--	-----------------------------	--	--	--	--	--

OXYDES		MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE	N°	d	l	N°	d	l
			base oxygène : 12,5						
Si O <sub>2</sub>	38,25	Si 37,85	Si 3,018	}	3,018	f	21	2,10	m
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,05	Al 30,32	Al <sup>IV</sup>				2	5,02	m
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,63	Fe <sup>III</sup> 4,92	Al <sup>VI</sup> 2,418	}	2,927	f	23	2,04	f
Fe O	0,98	Fe <sup>II</sup> 0,78	Ti 0,117				4	3,76	f
Mn O	0,14	Mn 0,12	Fe <sup>III</sup> 0,392	}	2,022	m	25	1,872	m
Mg O	0,19	Mg 0,28	Fe <sup>II</sup> 0,062				6	3,40	m
Ca O	22,40	Ca 23,75	Mn 0,009	}	2,022	Fm	27	1,743	ff
Na <sub>2</sub> O	0,24	Na 0,46	Mg 0,022				8	3,06	f
K <sub>2</sub> O	traces	K	Ca 1,893	}	2,90	FF	29	1,636	Fm
Ti O <sub>2</sub>	2,00	Ti 1,48	Na 0,036				10	2,81	Fm
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	P 0,04	K	11	2,78	mf	31	1,624	mf
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				12	2,68	F	32	1,589	f
P. F.	2,07	Totaux 100,00	7,967	13	2,65	mf	33	1,575	mf
CO <sub>2</sub>		Σoxygène : 156,78		14	2,60	Fm	34	1,456	f
H <sub>2</sub> O total	0,50			15	2,53	m	35	1,437	ff
TOTAL	99,00			16	2,45	mf	36	1,402	mf
			Fe <sup>III</sup> = 13,4 %	17	2,40	Fm	37	1,390	mf
			Al+Fe <sup>III</sup> +Mn+Ti = 39,2 %	18	2,29	m	38	1,344	ff
			Pistacite = 39,2 %	19	2,16	m	39	1,266	f
				20	2,11	m	40	1,262	f

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  <b>DONNEES OPTIQUES</b> 2V <sub>Z</sub> mesuré = 75-85° ± 2V <sub>Z</sub> calculé = 53° ±  N <sub>Z</sub> = 1,736 ± 0,002 N <sub>Y</sub> = 1,720 ± 0,002 N <sub>X</sub> = 1,716 ± 0,002 N <sub>Z</sub> - N <sub>X</sub> = 0,020 ± 0,003  Plan axes optiques : Z A c = ±  Polychroïsme :	<b>DENSITE</b> 3,385 ± 0,008  <b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 13,4 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.  <b>OBSERVATIONS</b> : Pureté de l'ordre de 95 %, mixtes à amphibole. <b>Non homogène</b> : - Cristaux entiers ou coeur de cristaux zonés à N <sub>Z</sub> -N <sub>X</sub> = jaune fin du 1 <sup>o</sup> ordre. 2V <sub>Z</sub> // 75° - Cristaux entiers ou bordure seulement: N <sub>Z</sub> -N <sub>X</sub> bleu-nuit et 2V <sub>Z</sub> // 85°.
	COULEURS EN GRAINS : jaunâtre.

Minéral: <b>CLINOZOISITE</b>	Roche d'origine: <b>Prasinite</b>	N°: 535 A <u>73</u>
	Localisation: <b>Stura di Viù, Fond du Torrent, Entrée E de Fucine</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien): 721 x 104	Réf. texte: p. 114

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES					
OXYDES	MONOCATIONIQUES	FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
		base oxygène: 12,5							
Si O <sub>2</sub> 38,48	Si 37,59	Si 3,025	} 3,025	1	5,02	mf	21	2,07	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 24,33	Al 27,97	Al <sup>IV</sup>		2	4,01	m	22	2,04	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7,21	Fe <sup>III</sup> 5,28	Al <sup>VI</sup> 2,251	} 2,787	3	3,77	ff	23	2,01	ff
Fe O 1,92	Fe <sup>II</sup> 1,52	Ti 0,111		4	3,49	mf	24	1,872	m
Mn O 0,20	Mn 0,16	Fe <sup>III</sup> 0,425	} 2,232	5	3,40	mf	25	1,688	ff
Mg O 2,30	Mg 3,37	Fe <sup>II</sup> 0,122		6	3,24	mf	26	1,635	m
Ca O 21,07	Ca 22,05	Mn 0,013	} 2,232	7	3,06	ff	27	1,624	mf
Na <sub>2</sub> O 0,34	Na 0,64	Mg 0,271		8	2,90	FF	28	1,613	f
K <sub>2</sub> O /	K	Ca 1,774	} 2,232	9	2,81	m	29	1,588	f
Ti O <sub>2</sub> 1,88	Ti 1,38	Na 0,052		10	2,78	mf	30	1,574	mf
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,05	P 0,04	K	11	2,68	Fm	31	1,543	f	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			12	2,65	mf	32	1,497	mf	
P. F. 2,56	Totaux 100,00	8,044	13	2,60	Fm	33	1,437	ff	
CO <sub>2</sub> non dosé	Oxygène: 155,33		14	2,53	mf	34	1,402	mf	
H <sub>2</sub> O total non dosé			15	2,45	f	35	1,392	mf	
		Fe <sup>III</sup> = 15,2 %	16	2,40	m	36	1,345	ff	
		Al+Fe <sup>III</sup> +Mn+Ti	17	2,38	ff	37	1,264	f	
		Pistacite 45,6 %	18	2,30	mf	38			
TOTAL 100,34			19	2,16	m	39			
			20	2,11	m	40			

### CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES

### DONNEES OPTIQUES

2V <sub>X</sub> mesuré = 79°	± 3°	Plan axes optiques:
2V <sub>Z</sub> calculé = 64°	±	Z ∧ c = ±
Polychroïsme:		
N <sub>z</sub> = 1,742	± 0,002	
N <sub>y</sub> = 1,724	± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,717	± 0,002	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,025	± 0,003	fin du 1er ordre.

DENSITE 3,38 ± 0,01

### SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE

$$\chi = 15,1 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

OBSERVATIONS: Pureté de l'ordre de 100 %. Assez nombreux mixtes à amphibole, albite et quartz.

COULEURS EN GRAINS: jaunâtre.

Minéral : <b>PISTACITE</b>	Roche d'origine : <b>Rodingite dans serpentinites</b>	N°: <b>489 C</b> / <u>74</u>
	Localisation : <b>Carrière de Brachiello - Stura di Ala</b>	Réf. texte : p. 42
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>713 x 204</b>		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	37,90	Si	37,55	base oxygène : 12,5		1	5,03	f	21	2,07	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,58	Al	29,81	Si	3,011	2	4,01	m	22	2,05	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,14	Fe <sup>III</sup>	6,79	Al <sup>IV</sup>	} 3,011	3	3,76	ff	23	2,01	f
Fe O	1,17	Fe <sup>II</sup>	0,94	Al <sup>VI</sup>		2,390	4	3,49	mf	24	1,878
Mn O	0,10	Mn	0,08	Ti	0,018	5	3,41	mf	25	1,870	m
Mg O	0,45	Mg	0,67	Fe <sup>III</sup>	0,544	6	3,21	f	26	1,772	f
Ca O	22,19	Ca	23,55	Fe <sup>II</sup>	0,075	7	3,06	f	27	1,750	ff
Na <sub>2</sub> O	0,14	Na	0,27	Mn	0,006	8	2,92	m	28	1,689	ff
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,10	Mg	0,054	9	2,90	F	29	1,637	F
Ti O <sub>2</sub>	0,30	Ti	0,23	Ca	1,888	10	2,81	Fm	30	1,633	m
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	P	0,01	Na	0,022	11	2,79	mf	31	1,625	mf
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,008	12	2,69	F	32	1,576	mf
P. F.	2,38	Totaux	100,00		8,016	13	2,65	mf	33	1,526	ff
CO <sub>2</sub>	0,32	Σoxygène :	155,91			14	2,60	m	34	1,460	mf
H <sub>2</sub> O total	0,95					15	2,53	m	35	1,457	mf
TOTAL	99,44			Fe <sup>III</sup>	18,4%	16	2,45	f	36	1,437	ff
				Al+Fe <sup>III</sup> +Mn+Ti		17	2,40	m	37	1,404	m
				Pistacite = 55,0 %		18	2,30	m	38	1,392	f
						19	2,16	m	39	1,343	ff
						20	2,11	m	40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,42 ± 0,015
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 84° ± 2°	$\chi = 16,2 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 80° ± 4°	
Plan axes optiques :	<b>OBSERVATIONS :</b> Très pure - inclusions opaques rares et très fines
Z A c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = 1,745 ± 0,001	
Ny = 1,736 ± 0,001	
Nx = 1,723 ± 0,001	
Nz - Nx = 0,022 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> Jaune résineux

Minéral: <b>PISTACITE</b>	Roche d'origine : <b>Prasinite litée à glaucophane et pistacite.</b>	N°: <b>535C</b> / <u>75</u>
	Localisation : <b>Route de la Stura di Viù</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>Entrée E de Fucine</b> 720 x 104	Réf. texte : p. 115

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	38,15	Si	38,13	base oxygène : 12,5							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,20	Al	28,45	Si 3,035	} 3,035	1	5,03	mf	21	2,01	mf
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,27	Fe <sup>III</sup>	8,45	Al <sup>IV</sup>		2	4,02	m	22	1,924	ff
Fe O	0,93	Fe <sup>II</sup>	0,75	Al <sup>VI</sup> 2,265		3	3,76	ff	23	1,875	mf
Mn O	0,32	Mn	0,27	Ti 0,050	} 2,988	4	3,49	mf	24	1,690	ff
Mg O	0,15	Mg	0,23	Fe <sup>III</sup> 0,673		5	3,40	mf	25	1,637	m
Ca O	21,10	Ca	22,59	Fe <sup>II</sup> 0,060	} 1,934	6	3,21	mf	26	1,626	mf
Na <sub>2</sub> O	0,24	Na	0,46	Mn 0,021		7	3,06	ff	27	1,617	f
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg 0,018		8	2,90	F	28	1,589	ff
Ti O <sub>2</sub>	0,84	Ti	0,63	Ca 1,798		9	2,82	m	29	1,459	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	P	0,04	Na 0,037	10	2,69	Fm	30	1,445	mf	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	11	2,66	f	31	1,393	mf	
P. F.	2,06	Totaux	100,00		12	2,60	m	32	1,344	ff	
CO <sub>2</sub>	0,10	Σoxygène :	157,03	7,957	13	2,53	m	33	1,268	f	
H <sub>2</sub> O total	0,41			Fe <sup>III</sup>	14	2,45	ff	34			
				= 22,4 %	15	2,40	m	35			
				Al+Fe <sup>III</sup> +Mn+Ti	16	2,30	mf	36			
				Pistacite 67,30%	17	2,16	mf	37			
					18	2,11	mf	38			
					19	2,07	f	39			
					20	2,05	mf	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,411 ± 0,006
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>X</sub> mesuré = 77° ± 3°	χ = 20,6 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>X</sub> calculé = 70° ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté de 100 % Assez nombreux mixtes.
Plan axes optiques :	
Z Λ c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = 1,772 ± 0,002	jaune sale
Ny = 1,758 ± 0,001	
Nx = 1,729 ± 0,002	incoloro
Nz - Nx = 0,043 ± 0,003	
	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> jaune pistache soutenu.

Minéral :  ALBITE	Roche d'origine : Gabbro métamorphique	N°: 380 /76
	Localisation : Stura di Ala - Cresto	Réf. texte : p. 56
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 660 x 495		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	68,15	Si	59,53	base oxygène : 8		1	6,40	Fm	21	2,28	ff
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,69	Al	20,23	Si	2,979	2	4,03	F	22		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	traces	Fe <sup>III</sup>	traces	Al <sup>IV</sup>	1,012	3	3,86	m	23		
Fe O	néant	Fe <sup>II</sup>	néant	Al <sup>VI</sup>		4	3,78	F	24		
Mn O	traces	Mn	traces	Ti		5	3,68	F	25		
Mg O	néant	Mg	néant	Fe <sup>III</sup>		6	3,54	mf	26		
Ca O	0,63	Ca	0,69	Fe <sup>II</sup>		7	3,51	m	27		
Na <sub>2</sub> O	11,56	Na	19,54	Mn		8	3,38	m	28		
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,09	Mg		9	3,20	FF	29		
Ti O <sub>2</sub>	néant	Ti	néant	Ca	0,030	10	2,96	m	30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P	0,02	Na	0,978	11	2,93	F	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,005	12	2,88	m	32		
P. F.						13	2,84	ff	33		
CO <sub>2</sub>	0,13	Totaux	100,00		5,004	14	2,64	f	34		
H <sub>2</sub> O total	0,27	Σoxygène :	159,86	Ab	96,7	15	2,56	m	35		
				An	2,8	16	2,45	f	36		
TOTAL	100,53			Or	0,5	17	2,43	ff	37		
						18	2,41	ff	38		
						19	2,39	ff	39		
						20	2,32	f	40		

### CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES

#### DONNEES OPTIQUES

2V <sub>Z</sub> mesuré =	78°	±	2°	Plan axes optiques :
2V <sub>Z</sub> calculé =	74°	±		Z Λ c =
YΛ <sub>g</sub>	= 16°5	±	0°,5	Polychroïsme :
XΛ <sub>m</sub>	= 17°	±	2°	
N <sub>z</sub> =	1,540	±	0,001	
N <sub>y</sub> =	1,533	±	0,001	
N <sub>x</sub> =	1,529	±	0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> =	0,011	±	0,002	

DENSITE 2,685 ± 0,0015

#### SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE

$$\chi = -0,3 \times 10^{-6} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

OBSERVATIONS: Traces très faibles de quartz.

Quelques inclusions.

COULEURS EN GRAINS : blanc très pur.

Minéral :  ALBITE	Roche d'origine : Prasinite	N°: 501 / 77
	Localisation : Ala di Stura - Carrière au-dessus de la route de Pracera. Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 679 x 196	Réf. texte : p.80

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub> * 68,22	Si 60,90	Si 3,017	base oxygène : 8		1	6,39	F	21			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 18,69	Al 19,63	Al <sup>IV</sup> 0,972	} 3,999		2	4,03	F	22			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,30	Fe <sup>III</sup> 0,20	Al <sup>VI</sup>			3	3,86	m	23			
Fe O 0,12	Fe <sup>II</sup> 0,08	Ti 0,003			4	3,78	FF	24			
Mn O 0,01	Mn 0,01	Fe <sup>III</sup> 0,010			5	3,68	F	25			
Mg O 0,02	Mg 0,03	Fe <sup>II</sup> 0,004			6	3,54	m	26			
Ca O 0,37	Ca 0,35	Mn			7	3,51	m	27			
Na <sub>2</sub> O 10,70	Na 18,49	Mg 0,001			8	3,37	Fm	28			
K <sub>2</sub> O 0,22	K 0,25	Ca 0,017	} 0,945		9	3,19	FF	29			
Ti O <sub>2</sub> 0,09	Ti 0,06	Na 0,916			10	2,96	Fm	30			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> néant	P néant	K 0,012			11	2,93	F	31			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					12	2,86	m	32			
P. F. 0,34	Totaux 100,00	4,952			13	2,64	mf	33			
CO <sub>2</sub> 0,14	Σoxygène : 161,51				14	2,56	mf	34			
H <sub>2</sub> O total 0,24		Ab 96,6			15	2,46	mf	35			
TOTAL 99,46		An 2,0			16	2,44	f	36			
		Or 1,4			17	2,41	f	37			
					18	2,32	mf	38			
					19	2,28	ff	39			
					20			40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,636 ± 0,0015
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré = 76° ± 2° Plan axes optiques :	$\chi = 0,1 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V <sub>Z</sub> calculé = 85° ± Z Λ c = ±	OBSERVATIONS: Présence de 4 % de quartz Mixtes très rares.
Polychroïsme :	* Dans la composition chimique brute SiO <sub>2</sub> = 69,49. En tenant compte des 4 % de quartz, on obtient la teneur vraie : SiO <sub>2</sub> = 68,22.
Nz = 1,540 ± 0,001	Teneur en magnétite : 0,005 %.
Ny = 1,534 ± 0,001	
Nx = 1,529 ± 0,001	
Nz - Nx = 0,011 ± 0,002	<b>COULEURS EN GRAINS</b> : blanc très pur.

Minéral :  PLAGIOCLASE ANDESINE MALGACHITIQUE	Roche d'origine : Pegmatoïde gabbroïque dans une lherzomite	N°: 270 /78
	Localisation : Monte Arpone Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 743 x 044	Réf. texte : p. 16

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	57,05	Si	52,11	base oxygène : 8		1	6,40	F	21		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,00	Al	26,85	Si	2,607	} 3,950	2	4,04	Fm	22	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,26	Fe <sup>III</sup>	0,17	Al <sup>IV</sup>	1,343		3	3,88	mf	23	
Fe O	0,94	Fe <sup>II</sup>	0,71	Al <sup>VI</sup>			4	3,77	Fm	24	
Mn O	traces	Mn	traces	Ti	0,005	} 0,940	5	3,65	m	25	
Mg O	0,92	Mg	1,26	Fe <sup>III</sup>	0,008		6	3,49	mf	26	
Ca O	7,15	Ca	7,01	Fe <sup>II</sup>	0,036		7	3,36	mf	27	
Na <sub>2</sub> O	6,54	Na	11,56	Mn	traces	} 0,940	8	3,19	FF	28	
K <sub>2</sub> O	0,18	K	0,22	Mg	0,063		9	3,15	m	29	
Ti O <sub>2</sub>	0,12	Ti	0,11	Ca	0,351		10	3,00	mf	30	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P		Na	0,578	11	2,94	m	31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,011	12	2,84	mf	32		
P. F.		Totaux	100,00		5,002	13	2,65	f	33		
CO <sub>2</sub>	0,13	Σoxygène :	159,9			14	2,53	mf	34		
H <sub>2</sub> O total	0,84			Ab	61,6	15	2,49	f	35		
TOTAL	99,15			An	37,3	16	2,44	ff	36		
				Or	1,1	17	2,38	ff	37		
						18			38		
						19			39		
						20			40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,674 ± 0,0025
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré = 89° ± 0,5° Plan axes optiques :	χ = 1,4 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V <sub>Z</sub> calculé = 83° ± Z Λ c = ±	<b>OBSERVATIONS :</b> Minéral très pur, peu altéré.
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,557 ± 0,001	
N <sub>y</sub> = 1,552 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,548 ± 0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,009 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> brun-noir



Minéral : <b>PLAGIOCLASE TRANSFORME (ALBITE + CLINOZOÏSTE)</b>	Roche d'origine <b>Gabbro métamorphique dans lherzolite serpentinisée.</b>	N°: <b>369 B / 79</b>
	Localisation : <b>Route de la Stura di Viù, km 42,6</b> Coordonnées (fond 1/25000° italien) : <b>765 x 107</b>	Réf. texte : p. 27

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	52,36	Si	48,18	base oxygène : 8		1			21		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,58	Al	26,60	Si	2,44	2			22		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,24	Fe <sup>III</sup>	0,88	Al <sup>IV</sup>	1,35	3			23		
Fe O	1,20	Fe <sup>II</sup>	0,94	Al <sup>VI</sup>		4			24		
Mn O	0,04	Mn	0,06	Ti	0,01	5			25		
Mg O	2,05	Mg	2,81	Fe <sup>III</sup>	0,04	6			26		
Ca O	12,07	Ca	11,87	Fe <sup>II</sup>	0,05	7			27		
Na <sub>2</sub> O	4,20	Na	7,45	Mn		8			28		
K <sub>2</sub> O	0,90	K	1,05	Mg	0,14	9			29		
Ti O <sub>2</sub>	0,12	Ti	0,11	Ca	0,60	10			30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	P	0,05	Na	0,38	11			31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,05	12			32		
P. F.		Totaux	100,00		5,06	13			33		
CO <sub>2</sub>	0,27	Σoxygène :	157,9	Ab	37	14			34		
H <sub>2</sub> O total	1,08			An	58	15			35		
				Or	5	16			36		
TOTAL	100,16				100 %	17			37		
						18			38		
						19			39		
						20			40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,024 ± 0,0015
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V mesuré = ±	$\chi = 3,5 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b> Le calcul structural n'a pas de signification, sinon comparative.
Plan axes optiques :	<b>Teneur en magnétite :</b> 0,01 %
Z Λ c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = ±	
Ny = ±	
Nx = ±	
Nz - Nx = ±	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> blanc.

Minéral :  PLAGIOCLASE LABRADOR	Roche d'origine : Lherzolite	N°: 368 / 80
	Localisation : route de la Stura di Viù, km 39,9 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 772 x 120	Réf. texte : p.16

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	52,05	Si	48,38	base oxygène : 8								
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,65	Al	28,99	Si	2,424	} 3,876	4,67	ff				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,55	Fe <sup>III</sup>	0,39	Al <sup>IV</sup>	1,452		1	4,03	Fm	21		
Fe O	0,66	Fe <sup>II</sup>	0,50	Al <sup>VI</sup>			2	3,89	f	22		
Mn O	0,01	Mn		Ti	0,003	} 0,924	3,75	m	23			
Mg O	2,28	Mg	3,18	Fe <sup>III</sup>	0,020		3	3,62	mf	24		
Ca O	11,43	Ca	11,37	Fe <sup>II</sup>	0,025		4	3,46	f	25		
Na <sub>2</sub> O	3,08	Na	5,52	Mn		} 0,924	3,34	m	26			
K <sub>2</sub> O	1,32	K	1,56	Mg	0,159		5	3,23	Fm	27		
Ti O <sub>2</sub>	0,06	Ti	0,06	Ca	0,570		6	3,20	F	28		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	P	0,05	Na	0,276	} 0,924	<u>3,17</u>	FF	29			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,078		7	3,13	mf	30		
P. F.							8	3,02	f	31		
CO <sub>2</sub>	0,27	Totaux 100,00			5,007		2,95	m	32			
H <sub>2</sub> O total	0,93	Σoxygène : 159,7		Ab :	29,9		2,83	f	33			
TOTAL	99,33			An :	61,7		2,65	f	34			
				Or :	8,4		2,51	mf	35			
									36			
									37			
									38			
									39			
									40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 2,738 ±
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>Z</sub> mesuré = 85° ± 1°	$\chi = 0,6 \times 10^{-6}$ u.e.m.c.g.s.
2V <sub>Z</sub> calculé = 96° ±	<b>OBSERVATIONS :</b>
Plan axes optiques :	Pur, mais en grande partie altéré (près de 20 %).
Z $\wedge$ c = ±	
Polychroïsme :	
N <sub>z</sub> = 1,571 ± 0,001	
N <sub>y</sub> = 1,567 ± 0,001	
N <sub>x</sub> = 1,562 ± 0,001	
N <sub>z</sub> - N <sub>x</sub> = 0,009 ± 0,002	
	<b>COULEURS EN GRAINS : blanc.</b>

Minéral :  <b>GRENAT</b> ANDRADITE - GROSSULAIRE	Roche d'origine : Enclave serpentinites	N°: 23 B / 81
	Localisation : Lemie - km 55,9 Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : 662 x 100	Réf. texte : p. 49

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
				base oxygène : 12								
Si O <sub>2</sub>	36,30	Si	37,08	Si	2,978	} 3,000	1	4,24	f	21	1,278	mf
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,04	Al	10,87	Al <sup>IV</sup>	0,022		2	3,00	FF	22	*1,274	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,37	Fe <sup>III</sup>	12,54	Al <sup>VI</sup>	0,851		3	2,68	FF	23	1,211	ff
Fe O	1,35	Fe <sup>II</sup>	1,12	Ti	0,067	} 1,925	4	2,60	ff	24	1,112	mf
Mn O	0,25	Mn	0,22	Fe <sup>III</sup>	1,007		5	2,56	mf	25	1,093	mf
Mg O	0,19	Mg	0,29	Fe <sup>II</sup>	0,090		6	2,45	FF	26	*1,092	f
Ca O	33,52	Ca	36,69	Mn	0,018	} 3,106	7	2,35	m	27	1,059	f
Na <sub>2</sub> O	0,16	Na	0,32	Mg	0,023		8	2,19	m	28	*1,057	f
K <sub>2</sub> O	0,04	K	0,05	Ca	2,946		9	1,944	Fm	29		
Ti O <sub>2</sub>	1,08	Ti	0,83	Na	0,026	10	1,894	mf	30			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	P	traces	K	0,003	11	1,730	mf	31			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	1,726	f	32			
P. F.	1,01	Totaux	100,00		8,031	13	1,661	Fm	33			
CO <sub>2</sub>	0,55	Σoxygène :	149,4			14	1,600	FF	34			
H <sub>2</sub> O total	0,21			Almandin :	2,9	15	1,498	m	35			
TOTAL	99,31			Andradite :	55,8	16	*1,495	mf	36			
				Grossulaire :	39,9	17	1,340	mf	37			
				Pyrope :	0,8	18	*1,337	mf	38			
				Spessartine :	0,6	19	1,307	m	39			
					100,0	20	*1,304	mf	40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,713 ± 0,005
Cubique	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	$\chi = 32,0 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V mesuré = ±	<b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 100 %. Pas de mixtes. Le dédoublement des raies X. indique la présence de deux phases :
2V calculé = ±	- une phase plus abondante, plus riche en andradite, de paramètre cristallin a = 11,98 Å
Plan axes optiques :	- une phase moins riche en andradite, de paramètre cristallin a = 11,96 Å
Z A c = ±	Les raies caractéristiques de cette phase sont notées avec un astérisque.
Polychroïsme :	<b>COULEURS EN GRAINS:</b> rouge-orangé
N = 1,819 ± 0,002	
Ny = ±	
Nx = ±	
Nz - Nx = ±	

Minéral : <b>GRENAT GROSSULAIRE</b>	Roche d'origine : Lentille de gabbro métamorphique, contact serpentinite.	N°: 224 C / 82
	Localisation : Stura di Viù, 500 m E de Forno, Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : hambeau Truc Saliz. 686 x 090	Réf. texte : p. 94

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	38,40	Si	36,18	base oxygène : 12							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,20	Al	25,71	Si 2,899	} 3,000	1			21		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,41	Fe <sup>III</sup>	0,99	Al <sup>IV</sup> 0,101		2			22		
Fe O	0,49	Fe <sup>II</sup>	0,37	Al <sup>VI</sup> 1,959		3			23		
Mn O	1,34	Mn	1,07	Ti 0,022	} 2,060	4			24		
Mg O	0,24	Mg	0,34	Fe <sup>III</sup> 0,079		5			25		
Ca O	34,60	Ca	34,93	Fe <sup>II</sup> 0,030	} 2,952	6			26		
Na <sub>2</sub> O	0,07	Na	0,13	Mn 0,086		7			27		
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg 0,027		8			28		
Ti O <sub>2</sub>	0,40	Ti	0,28	Ca 2,799		9			29		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	P	traces	Na 0,010		10			30		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K traces		11			31		
P. F.	0,61	Totaux	100,00			12			32		
CO <sub>2</sub>		Σoxygène :	149,74	Almandin : 1,0		13			33		
H <sub>2</sub> O total				Andradite : 4,7		14			34		
TOTAL	100,76			Grossulaire : 90,5		15			35		
				Pyrope : 0,9		16			36		
				Spessartine : 2,9		17			37		
				100,0		18			38		
						19			39		
						20			40		

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>  Cubique à pseudo-cubique.  <b>DONNEES OPTIQUES</b>  2V mesuré = ±                      Plan axes optiques : 2V calculé = ±                      Z Λ c = ±  Polychroïsme :  N = 1,744 ± 0,001 Ny = ± Nx = ± Nz - Nx // 0° ±	<b>DENSITE</b> 3,57 ± 0,001  <b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b> $\chi = 5,3 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.  <b>OBSERVATIONS :</b> Pureté ≠ 100 %, mais quelques mixtes.  COULEURS EN GRAINS : complètement incolore.
---	---

Minéral :  <b>GRENAT ALMANDIN</b>	Roche d'origine : <b>Schiste à glaucophane</b>	N°: <b>515 / 83</b>
	Localisation : <b>Ciamarella</b>	Réf. texte : p. 86
Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>651 x 205</b>		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	36,88	Si	37,82	base oxygène : 12							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,43	Al	24,65	Si	3,009	} 3,009			21		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,03	Fe <sup>III</sup>	0,79	Al <sup>IV</sup>					22		
Fe O	31,02	Fe <sup>II</sup>	25,74	Al <sup>VI</sup>	1,961				23		
Mn O	0,81	Mn	0,70	Ti	0,041	} 2,065			24		
Mg O	1,75	Mg	2,69	Fe <sup>III</sup>	0,063				25		
Ca O	5,98	Ca	6,57	Fe <sup>II</sup>	2,048	} 2,881			26		
Na <sub>2</sub> O	0,20	Na	0,40	Mn	0,056				27		
K <sub>2</sub> O	0,08	K	0,10	Mg	0,214				28		
Ti O <sub>2</sub>	0,68	Ti	0,52	Ca	0,523			29			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	P	0,02	Na	0,032			30			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K	0,008			31			
P. F.	0,73	Totaux 100,00		7,955				32			
CO <sub>2</sub>		Σoxygène : 150,84		Almandin = 72 %				33			
H <sub>2</sub> O total	0,28			Andradite = 5 %				34			
TOTAL	99,61			Grossulaire = 13,5 %				35			
				Pyrope = 7,5 %				36			
				Spessartine = 2 %				37			
								38			
								39			
								40			

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 4,077 ± 0,003
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V mesuré = ±	$\chi = 51 \times 10^{-6}$ u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS: Matières organiques à l'analyse chimique.</b>
N = 1,803 ± 0,002	<b>Inclusions diverses et surtout de minéraux opaques</b>
Ny = ±	
Nx = ±	
Nz - Nx = ±	
Plan axes optiques :	
Z Λ c = ±	
Polychroïsme :	
	<b>COULEURS EN GRAINS : rouge sale</b>

Minéral : <b>VESUVIANITE</b>	Roche d'origine : <b>Lentille de gabbro métamorphique dans la serpentinite.</b>	N°: <b>25 A</b> / <u>84</u>
	Localisation : <b>Route de la Stura di Viù, km 53,5 (Vieux pont)</b>	Réf. texte : p. 45
Coordonnées (fond 1/25000°italien) : <b>683 x 094</b>		

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES								
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l	
Si O <sub>2</sub>	37,17	Si	36,19	Si	7,871	9,000	1	5,93	m <sup>f</sup>	21	2,04	f
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,20	Al	18,56	Al <sup>IV</sup>	0,129		2	4,04	m <sup>f</sup>	22	2,01	f
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,50	Fe <sup>III</sup>	2,56	Al <sup>VI</sup>	4,419		3	3,49	m <sup>f</sup>	23	1,999	f
Fe O	0,84	Fe <sup>II</sup>	0,66	Ti	0,051	6,582	4	3,25	m <sup>f</sup>	24	1,964	f
Mn O	0,20	Mn	0,16	Fe <sup>III</sup>	0,627		5	3,05	m <sup>f</sup>	25	1,886	f
Mg O	3,70	Mg	5,40	Fe <sup>II</sup>	0,162	8,925	6	3,00	m <sup>f</sup>	26	1,766	f
Ca O	34,53	Ca	36,02	Mn	1,323		7	2,96	F	27	1,681	ff
Na <sub>2</sub> O	0,12	Na	0,23	Mg	0,039	8,925	8	2,75	FF	28	1,666	m
K <sub>2</sub> O		K		Ca	8,829		9	2,67	f	29	1,624	Fm
Ti O <sub>2</sub>	0,29	Ti	0,21	Na	0,057	8,925	10	2,60	FF	30	1,571	f
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	P	0,01	K			11	2,46	F	31	1,561	f
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						12	2,38	f	32	1,558	m <sup>f</sup>	
P. F.	2,69	Totaux	100,00		24,507	13	2,35	f	33	1,526	ff	
CO <sub>2</sub>	1,95	Σoxygène	146,87			14	2,33	f	34	1,499	m <sup>f</sup>	
H <sub>2</sub> O total	0,11					15	2,20	m <sup>f</sup>	35	1,478	f	
TOTAL	99,25					16	2,18	f	36	1,388	ff	
						17	2,16	f	37	1,364	ff	
						18	2,13	m	38	1,346	m <sup>f</sup>	
						19	2,07	f	39	1,329	f	
						20	2,06	f	40	1,281	ff	
										1,268	ff	

<b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b>	<b>DENSITE</b> 3,388 ± 0,002
<b>DONNEES OPTIQUES</b>	<b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b>
2V <sub>χ</sub> mesuré = 0° ±	χ = 7,8 × 10 <sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.
2V calculé = ±	<b>OBSERVATIONS :</b>
Plan axes optiques :	Pureté 100 %. Pas de mixtes.
Z λ c = ±	
Polychroïsme :	
Nz = 1,726 ± 0,002	
Ny = ±	
Nx = 1,721 ± 0,002	
Nz - Nx = 0,005 ± 0,001	Teintes anormales dans les bleus et les bruns.
	<b>COULEURS EN GRAINS :</b> vert pistache clair.

Minéral : <b>FORSTERITE</b>	Roche d'origine : <b>Lherzolite</b>	N°: <b>368</b> / <u>85</u>
	Localisation : <b>Route de la Stura di Ala, km 39,9</b> Coordonnées (fond 1/25000 <sup>e</sup> italien) : <b>772 x 120</b>	Réf. texte : p. 16

DONNEES CHIMIQUES				DONNEES CRISTALLOGRAPHIQUES							
OXYDES		MONOCATIONIQUES		FORMULE STRUCTURALE		N°	d	l	N°	d	l
Si O <sub>2</sub>	40,00	Si	32,95	base oxygène : 4		1			21		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,48	Al	0,46	Si	0,988	2			22		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,56	Fe <sup>III</sup>	0,35	Al <sup>IV</sup>		3			23		
Fe O	9,03	Fe <sup>II</sup>	6,02	Al <sup>VI</sup>	0,014	4			24		
Mn O	0,13	Mn	0,09	Ti	0,002	5			25		
Mg O	48,46	Mg	59,88	Fe <sup>III</sup>	0,010	6			26		
Ca O	0,21	Ca	0,19	Fe <sup>II</sup>	0,180	7			27		
Na <sub>2</sub> O	traces	Na	traces	Mn	0,003	8			28		
K <sub>2</sub> O	traces	K	traces	Mg	1,795	9			29		
Ti O <sub>2</sub>	0,09	Ti	0,06	Ca	0,006	10			30		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	P	traces	Na		11			31		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				K		12			32		
P. F.		Totaux	100,0		2,998	13			33		
CO <sub>2</sub>	0,80	Σoxygène :	133,4	Mg	: 90,9 %	14			34		
H <sub>2</sub> O total	0,79			Fe <sup>II</sup>	: 9,1 %	15			35		
TOTAL	100,55				100,0	16			36		
						17			37		
						18			38		
						19			39		
						20			40		

<p><b>CARACTERES CRISTALLOGRAPHIQUES</b></p> <p><b>DONNEES OPTIQUES</b></p> <p>2V<sub>Z</sub> mesuré = 84° ± 1° Plan axes optiques :</p> <p>2V<sub>Z</sub> calculé = 86° ± Z Λ c = ±</p> <p>Polychroïsme :</p> <p>Nz = 1,690 ± 0,001</p> <p>Ny = 1,671 ± 0,001</p> <p>Nx = 1,6545 ± 0,001</p> <p>Nz - Nx = 0,035 ± 0,002</p>	<p><b>DENSITE</b> 3,333 ± 0,0015</p> <p><b>SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE</b></p> <p>χ = × 10<sup>-6</sup> u. e. m. c. g. s.</p> <p><b>OBSERVATIONS:</b> Pureté 92 % ; 8 % enstatite; olivine peu altérée. La teneur en H<sub>2</sub>O indique de 3 à 5 % de serpentine. Magnétite 0,01 %.</p> <p><b>COULEURS EN GRAINS:</b> gris-verdâtre</p>
--	---

PLANCHE I - LHERZOLITES FELDSPATHIQUES

Oxydes	1	2	3	4	5	Mono-cationiques	1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	43,37	43,20	43,95	42,59	40,63	Si	37,35	37,51	37,69	36,78	36,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,59	3,90	2,93	3,65	2,61	Al	3,60	3,96	2,94	3,71	2,76
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,56	4,03	3,86	1,50	1,60	Fe <sup>+++</sup>	2,31	2,61	2,47	0,97	1,08
FeO	5,04	4,23	4,77	6,96	6,70	Fe <sup>++</sup>	3,50	2,97	3,30	4,86	4,87
MnO	0,11	0,12	0,13	0,06	0,05	Mn	0,10	0,10	0,10	0,04	0,04
MgO	38,54	37,60	39,47	37,98	36,60	Mg	49,59	48,98	50,82	49,19	49,34
CaO	3,29	3,64	2,42	2,97	3,12	Ca	3,04	3,39	2,22	2,75	3,00
Na <sub>2</sub> O	0,28	0,26	0,22	0,98	1,09	Na	0,46	0,42	0,36	1,64	1,90
K <sub>2</sub> O	Néant	traces	traces	traces	0,38	K	Néant	traces	traces	traces	0,44
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,11	0,07	0,09	0,08	Ti	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,04	0,04	non dosé	Néant	P	traces	0,01	0,05	non dosé	Néant
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
NiO	0,1375	0,0866	0,1731	0,24	0,35	Ni	0,0940	0,0598	0,1185	0,20	0,28
CuO	0,0045	0,0030	0,0025	traces	-	Cu	0,0029	0,0019	0,0016	traces	-
CoO	0,0043	0,0051	0,0053	traces	traces	Co	0,0029	0,0035	0,0036	traces	traces
CO <sub>2</sub>	0,35	0,33	0,20								
P.F.											
H <sub>2</sub> O totale	2,09	2,15	1,21	2,50	6,37						
Total	100,68	99,70	99,45	99,81	99,83						
Densité	3,27	3,20	3,24								

1 - Lherzolite feldspathique - Ech. type 368 - coord : 772 x 120 - p. 15 - An. G 726.

2 - Lherzolite feldspathique - Ech. type 524 - coord : 777 x 136 - p. 18 - An. G 894.

3 - Lherzolite feldspathique - Ech. type 534 F - coord : 764 x 108 - p. 20 - An. G 895.

4 - Lherzolite feldspathique - Provenance Germagnano - Autres dosages : Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,29 ; traces de SrO, BaO, GeO<sub>2</sub>, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, S ; absence de ZrO<sub>2</sub>, BeO - Analyse G, RIGAULT (1958).

5 - Lherzolite serpentinisée - Provenance Monte Musine (Corno S. du massif de Lanzo).

- Autres dosages : Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,20, S = 0,05 ; absence de ZrO<sub>2</sub>, SrO, BaO, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

- Analyse E. SANERÓ (1932).



PLANCHE II - SERPENTINITES

Oxydes						Mono-cationiques					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	38,80	41,54	40,10	42,05	40,97	Si	36,95	39,65	38,04	37,18	38,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,15	1,14	2,80	3,17	2,47	Al	2,40	1,26	3,13	3,30	2,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,69	5,51	5,15	5,89	1,74	Fe <sup>+++</sup>	5,48	3,95	3,65	3,91	1,21
Fe O	1,06	1,74	3,22	4,03	6,71	Fe <sup>++</sup>	0,80	1,32	2,45	2,89	5,06
Mn O	0,08	0,09	0,10	0,07	0,07	Mn	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
Mg O	37,34	37,09	36,50	36,70	35,60	Mg	53,34	53,12	51,99	48,68	49,71
Ca O	0,75	0,32	0,55	2,30	1,48	Ca	0,74	0,34	0,57	2,18	1,47
Na <sub>2</sub> O	Néant	0,08	Néant	1,03	0,66	Na	Néant	0,17	Néant	1,76	1,19
K <sub>2</sub> O	0,08	0,08	Néant	traces	0,36	K	0,11	0,12	Néant	traces	0,43
Ti O <sub>2</sub>	0,13	traces	traces	0,08	0,06	Ti	0,06	traces	traces	0,05	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,03	0,17	non dosé	Néant	P	0,06	0,01	0,11	non dosé	Néant
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ni O	0,2852	0,2240	0,3259	0,13	0,32	Ni	0,2179	0,1718	0,2484	0,10	0,24
Cu O	0,0015	0,0028	0,0013	traces	-	Cu	0,0011	0,0020	0,0009		
Co O	0,058	0,0043	0,0061	traces	traces	Co	0,0045	0,0033	0,0046		
C O <sub>2</sub>	0,72	0,40	0,45								
P.F.	12,33	12,15	12,20								
H <sub>2</sub> O totale	8,05	9,66	8,32	4,18	9,04						
Total	100,74	100,00	101,12	99,97	99,78						
Densité	2,69	2,65	2,67								

1 - Serpentinite massive - Ech. type 23 A - coord : 661 x 100 - p. 33 - An. G 722.

2 - Serpentinite massive - Ech. type 224 E - coord : 685 x 091 - p.91 - An. G 721.

3 - Serpentinite schisteuse - Ech. type 27 B - coord : 664 x 099 - p. 34 - An. G 725.

4 - Serpentinite - Provenance Germagnano - Autres dosages : Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> = 0,34 ; traces de Sr O, Ba O, V<sub>2</sub> O<sub>5</sub>, S ; absence de Zr O<sub>2</sub>, Be O - Analyse G. RIGAULT (1958).

5 - Serpentinite - Provenance Monte Musine (corne S. du massif de Lanzo) - Autres dosages : Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> = 0,26, S = 0,04 ; absence de Zr O<sub>2</sub>, Be O, Sr O, Ba O, V<sub>2</sub> O<sub>5</sub> - Analyse E. SANERO (1932).

PLANCHE III - CHLORITITES et CHLORITOSCHISTES

Oxydes						Mono- cationiques					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	32,98	30,00	47,91	45,15		Si	31,50	29,39	44,74	44,44	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,60	16,40	6,94	6,40		Al	15,29	18,93	7,61	7,39	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,76	3,95	1,84	3,30		Fe <sup>'''</sup>	2,00	2,88	1,29	2,42	
Fe O	0,61	5,20	4,40	10,30		Fe <sup>''</sup>	0,46	4,12	3,42	8,21	
Mn O	0,06	0,16	0,08	0,19		Mn	0,06	0,12	0,06	0,18	
Mg O	33,74	28,14	24,59	16,67		Mg	48,32	41,39	34,43	24,65	
Ca O	2,29	2,21	7,83	8,65		Ca	2,35	2,29	7,84	9,10	
Na <sub>2</sub> O	Néant	Néant	0,28	0,80		Na	Néant	Néant	0,50	1,54	
K <sub>2</sub> O	Néant	Néant	Néant	0,08		K	Néant	Néant	Néant	0,12	
Ti O <sub>2</sub>	0,03	0,97	0,17	2,20		Ti	0,02	0,70	0,11	1,65	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	traces	0,18	0,02	0,38		P	traces	0,18		0,30	
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	
Ni O	0,0611	0,0407		0,0356		Ni	0,0468	0,0320		0,0240	
Cu O	0,0003	0,0025		0,0018		Cu	0,0002	0,0018		0,0011	
Co O	0,0033	0,0033		0,0025		Co	0,0025	0,0026		0,0017	
C O <sub>2</sub>	0,73	0,42	0,13	0,33							
P.F.	13,98	12,98	5,57								
H <sub>2</sub> O totale	11,88	11,31	3,55	4,77							
Total	100,11	100,24	99,63	99,26							
Densité	2,66	2,74	2,95	2,97							

- 1 - Chloritite - Ech. type 25 B - coord : 683 x 094 - p. 35 - An. G 718.  
 2 - Chloritite - Ech. type 30 B - coord : 664 x 099 - p. 37 - An. G 724.  
 3 - Talcschiste à actinote - Ech. type 350 - coord : 564 x 196 - p. 39 - An. C 2800.  
 4 - Chloritoschiste à amphibole - Ech. type 437 - coord : 660 x 158 - p. 76 - An. G 893.

PLANCHE IV - ROCHES BASIQUES et RODINGITES en ENCLAVES dans les ULTRABASITES.

Oxydes						Mono-cationiques					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	50,70	33,60	46,40	35,70	36,50	Si	47,66	32,96	43,75	36,13	36,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,75	16,00	4,28	7,84	12,40	Al	18,50	18,48	4,75	9,35	14,71
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,34	4,66 †	3,49	14,53	15,84	Fe <sup>+++</sup>	1,64	3,41 †	2,43	11,05	11,99
Fe O	3,69		4,85	1,86	5,83	Fe <sup>++</sup>	2,82		3,68	1,52	4,78
Mn O	0,07	0,18	0,11	0,32	0,37	Mn	0,06	0,18	0,11	0,30	0,30
Mg O	6,65	9,97	17,80	4,75	3,17	Mg	9,36	14,66	25,18	7,23	4,78
Ca O	9,21	††28 ††	18,79	29,19	20,43	Ca	9,25	†29,37	19,02	31,63	22,10
Na <sub>2</sub> O	4,90	0,27	0,27	0,14	1,08	Na	8,91	0,53	0,51	0,30	2,12
K <sub>2</sub> O	0,24	0,23	0,04	0,04	0,08	K	0,28	0,29	0,06	0,06	0,12
Ti O <sub>2</sub>	1,79	0,18	0,73	3,04	1,86	Ti	1,26	0,12	0,51	2,31	1,39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,32		traces	0,13	1,07	P	0,26		traces	0,12	0,91
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ni O	0,0143	0,0306	0,00173	0,0013	0,0038	Ni	0,0095	0,0024	0,0131	0,0010	0,0031
Cu O	0,0001	0,0005	0,0030	0,0005	0,0013	Cu	0,0001	0,0003	0,0021	0,0004	0,0010
Co O	0,0018	0,0025	0,0025	0,0015	0,0013	Co	0,0012	0,0020	0,0019	0,0012	0,0010
C O <sub>2</sub>	0,37		0,27	0,53	0,26						
P.F.		6,80									
H <sub>2</sub> O totale	2,13		3,37	1,40	1,00						
Total	99,18	100,03	100,42	99,47	99,89						
Densité	2,95	3,13	3,12	3,59	3,49						

† Fe total †† Ca O semi quantitatif

1 - Anorthosite saussuritisée - Ech. type 534 G - coord : 764 x 108 - p. 26 - An. G 896.

2 - Gabbro rondingitique à vésuvianite - Ech. type 25 A - coord : 683 x 094 - p. 44 - An. G 805.

3 - Diopsidite à chlorite - Ech. type 26 - coord : 669 x 098 - p. 51 - An. G 719.

4 - Grenatite - Ech. type 23 B - coord : 662 x 100 - p. 48 - An. G 723.

5 - Gabbro rondingitique à grenat et pyroxène sodique - Ech. type 27 A - coord : 664 x 099 - p. 45 - An. G 720.

PLANCHE V - GABBROS, FACIES PARTICULIERS : CONTACT SERPENTINITES, CHLORITOSCHISTE  
(ANCIENNE PYROXENITE)

Oxydes	1	2	3	4***	5***	Mono-cationiques	1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	45,70	44,90	37,40	48,00	54,15	Si	43,17	42,26	35,99	45,02	50,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,85	16,80	20,50	8,36	9,75	Al	23,17	18,59	23,22	9,23	10,68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,64**	4,37**	4,24**	2,07	1,55	Fe <sup>+++</sup>	3,29**	3,11**	3,06**	1,46	1,06
Fe O				3,42	2,98	Fe <sup>++</sup>				2,59	2,24
Mn O	0,08	0,10	0,33	0,08	0,08	Mn	0,06	0,06	0,29	0,06	0,06
Mg O	8,42	10,68	11,51	20,65	16,24	Mg	11,95	15,08	16,64	29,04	22,69
Ca O	15,19	#19**	#19**	9,99	8,63	Ca	15,35	#19,15**	#19,58**	10,02	8,61
Na <sub>2</sub> O	1,54	0,77	0,47	0,68	0,70	Na	2,83	1,41	0,87	1,24	1,28
K <sub>2</sub> O	0,09	0,19	0,23	0,66	2,06	K	0,11	0,23	0,29	0,79	2,46
Ti O <sub>2</sub>	0,10	0,19	0,11	0,68	0,60	Ti	0,06	0,11	0,06	0,50	0,45
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				0,06	0,04	P				0,05	0,05
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ni O	0,0275	0,0255	0,0407	0,0265	0,0214	Ni	0,0208	0,0193	0,0315	0,0199	0,0154
Cu O	0,0055	0,0160	0,0043	0,0038	0,0040	Cu	0,0039	0,0114	0,0031	0,0027	0,0027
Co O	0,0013	0,0013	0,0031	0,0015	0,0005	Co	0,0010	0,0010	0,0024	0,0011	0,0004
C O <sub>2</sub>				0,56	0,34						
P.F.	3,21	2,84	5,58	5,92							
H <sub>2</sub> O totale				4,12	2,40						
Total	99,85	#100,00	#100,00	100,60	99,55						
Densité	3,02	3,29	3,102	2,90	2,84						

\* Fer total \*\* Ca O semi quantitatif \*\*\* Evaluations teneurs Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (4) # 0,08 - (5) # 0,30

1 - Gabbro métamorphique, 20 m. contact serpentinites - Ech. type 224 A, coord : 686 x 090 - p. 91 - An. G 806.

2 - Gabbro métamorphique, contact serpentinites - Ech. type 224 B, coord : 686 x 090 - p. 91 - An. G 807.

3 - Gabbro métamorphique dans serpentinites - Ech. type 224 C - coord : 686 x 090 - p. 91 - An. G 808.

4 - Chloritoschiste à trémolite (ancienne pyroxénite) - Ech. type 24 C - coord : 685 x 094 - p. 73 - An. G 716.

5 - Chloritoschiste à actinote et fuchsite (ancienne pyroxénite) - Ech. type 520 B - coord : 679 x 002 - p. 75 - An. G 717.

PLANCHE VI - GABBROS METAMORPHIQUES

Oxydes						Mono-cationiques					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	44,40	49,00	46,70	48,10	45,50	Si	41,74	46,24	44,05	45,52	43,46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,50	17,00	19,30	17,55	19,70	Al	22,67	18,84	21,40	19,52	22,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,75 <sup>*</sup>	4,55 <sup>*</sup>	4,95 <sup>*</sup>	3,92 <sup>**</sup>	5,24 <sup>*</sup>	Fe <sup>+++</sup>	3,33 <sup>*</sup>	3,22 <sup>*</sup>	3,51 <sup>*</sup>	2,78 <sup>*</sup>	3,78 <sup>*</sup>
Fe O						Fe <sup>++</sup>					
Mn O	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09	Mn	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
Mg O	11,18	9,88	10,09	9,21	10,48	Mg	15,79	13,98	14,30	13,05	15,02
Ca O	11,04	12,74	11,54	#14,30 <sup>**</sup>	10,19	Ca	11,11	12,85	11,66	#14,47 <sup>**</sup>	10,44
Na <sub>2</sub> O	2,56	2,37	2,50	2,42	2,52	Na	4,68	4,30	4,58	4,43	4,65
K <sub>2</sub> O	0,47	0,29	0,28	traces	0,23	K	0,56	0,34	0,34	traces	0,29
Ti O <sub>2</sub>	0,05	0,21	0,13	0,21	0,26	Ti	0,06	0,17	0,11	0,17	0,17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			non dosé		non dosé	P			non dosé		non dosé
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ni O	0,0509	0,0168	0,0280		0,0433	Ni	0,0384	0,0127	0,0211		0,0327
Cu O	0,0030	0,0073	0,0043		0,0040	Cu	0,0021	0,0052	0,0030		0,0028
Co O	0,0025	0,0025	0,0025		0,0031	Co	0,0019	0,0019	0,0019		0,0023
CO <sub>2</sub>											
P.F.	4,82	3,06	3,82	2,99							
H <sub>2</sub> O totale											
Total	99,90	99,22	99,42	98,78	98,97						
Densité	2,92	3,02	3,03	3,05	2,95						

\* Fer total \*\* CaO semi quantitatif

1 - Gabbro métamorphique - Ech. type 24 A - coord : 685 x 094 - p. 65 - An. G 803.

2 - Gabbro métamorphique à reliques de pyroxènes - Ech. type 24 B - coord : 685 x 094 - p. 65 - An. G 804.

3 - Gabbro métamorphique - Ech. type 380 - coord : 660 x 195 - p. 55 - An. G 809.

4 - Gabbro métamorphique à reliques de pyroxènes - Ech. type 479 - coord : 676 x 182 - p. 60 - An. Q 4510.

5 - Gabbro métamorphique - Ech. type 520 A - coord : 679 x 002 - p. 69 - An. G 812.

PLANCHE VII - PRASINITES S.S.

Oxydes	1	2	3	4	5	Mono-cationiques	1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	48,20	48,80	46,80	45,90	48,85	Si	46,60	46,78	44,83	45,08	46,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,60	15,20	15,45	14,90	17,16	Al	17,76	17,15	17,42	17,21	19,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,06*	10,60*	10,38*	9,73*	2,96	Fe <sup>+++</sup>	7,31*	7,65*	7,47	7,19*	2,11
Fe O					4,38	Fe <sup>++</sup>					3,37
Mn O	0,16	0,16	0,18	0,17	0,15	Mn	0,11	0,11	0,17	0,12	0,12
Mg O	7,80	6,83	6,37	5,19	6,50	Mg	11,32	9,84	9,14	7,66	9,27
Ca O	9,82	10,19	12,55	12,95	11,96	Ca	10,16	10,47	12,87	13,61	12,18
Na <sub>2</sub> O	2,89	3,41	3,76	3,87	3,06	Na	5,40	6,33	6,95	7,36	5,83
K <sub>2</sub> O	0,28	0,39	traces	0,56	0,60	K	0,35	0,46	traces	0,71	0,73
Ti O <sub>2</sub>	1,36	1,67	1,60	1,40	1,36	Ti	0,99	1,21	1,15	1,06	0,97
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	non dosé	non dosé				P	non dosé	non dosé			
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ni O	0,0132	0,0081		0,0051		Ni	0,0094	0,0057		0,0037	
Cu O	0,0070	0,0058		0,0043		Cu	0,0047	0,0038		0,0029	
Co O	0,0028	0,0018		0,0013		Co	0,0020	0,0012		0,0009	
C O <sub>2</sub>					traces						
P.F.	3,66	2,41	3,39	5,46							
H <sub>2</sub> O totale					2,96						
Total	99,85	99,66	100,48	100,14	99,94						
Densité	2,96	2,97	3,03	2,90							

\* Fer total

1 - Prasinite s.s. - Ech. type 425 - coord : 687 x 192 - p. 82 - An. G 810.

2 - Prasinite s.s. - Ech. type 501 - coord : 679 x 196 - p. 79 - An. G 811.

3 - Prasinite - Ech. type 362 D - coord : 607 x 184 - p. 105 - An. Q 4511.

4 - Prasinite s.s. - Ech. type 535 A - coord : 721 x 104 - p. 113 - An. G 813.

5 - "Prasinite épidotique à amphibole" - Provenance Boccanere Inferiore, Grivola - Analyse G.B. DAL PIAZ (1928, p. 74).

PLANCHE VIII - OVARDITES et PRASINITES à PISTACITE et AMPHIBOLES SODIQUES

Oxydes	1	2	3	4	5	Mono-cationiques	1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	49,20	46,60	42,90	47,80	44,10	Si	44,78	46,72	43,47	47,27	44,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,00	14,60	14,40	15,50	14,40	Al	16,06	17,20	17,14	18,03	17,18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,19 <sup>*</sup>	5,55 <sup>*</sup>	9,30 <sup>*</sup>	9,21 <sup>*</sup>	9,31 <sup>*</sup>	Fe <sup>+++</sup>	4,20 <sup>*</sup>	4,15 <sup>*</sup>	7,05 <sup>*</sup>	6,82 <sup>*</sup>	7,07 <sup>*</sup>
Fe O						Fe <sup>++</sup>					
Mn O	0,15	0,11	0,16	0,15	0,14	Mn	0,11	0,06	0,12	0,12	0,12
Mg O	9,63	7,36	6,38	4,58	5,00	Mg	13,16	11,06	9,73	6,82	7,61
Ca O	14,89 <sup>**</sup>	11,97	#12,5 <sup>**</sup>	10,25	11,93	Ca	14,53 <sup>**</sup>	12,87	#13,56 <sup>**</sup>	10,85	12,97
Na <sub>2</sub> O	3,88	3,93	3,42	3,73	2,52	Na	6,83	7,64	6,69	7,12	4,93
K <sub>2</sub> O	traces	traces	0,95	1,60	3,44	K	traces	traces	1,21	2,02	4,45
Ti O <sub>2</sub>	0,51	0,40	1,39	1,30	1,23	Ti	0,33	0,30	1,03	0,95	0,91
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				non dosé	non dosé	P				non dosé	non dosé
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ni O			0,0015	0,0020	0,0041	Ni			0,0011	0,0015	0,0031
Cu O			0,0003	0,0008	0,0008	Cu			0,0002	0,0005	0,0005
Co O			0,0003	0,0005	0,0005	Co			0,0003	0,0004	0,0004
C O <sub>2</sub>											
P.F.	1,70	9,65	8,75	5,44	8,21						
H <sub>2</sub> O totale											
Total	101,15	100,17	#100,00	99,56	100,28						
Densité	2,77	2,77	2,90	2,89	2,90						

\* Fer total    \*\* Ca O semi quantitatif

1 - Ovardite, contact Schistes lustrés - Ech. type 362 C 11 - coord : 607 x 184 - p.105 - An. Q 4508.

2 - Ovardite, contact précis Schistes lustrés - Ech. type 362 C I - coord : 607 x 184 - p.105 - An. Q 4509.

3 - Prasinite à pistacite - Ech. type 535 B - coord : 720 x 104 - p.113 - An. G 814.

4 - Prasinite à pistacite et amphiboles sodiques - Ech. type 535 C - coord : 720 x 104 - p.113 - An. G 815.

5 - Schiste prasinitique à phengite et amphiboles sodiques - Ech. type 535 D coord : 720 x 104 - p.113 - An. G 816.

PLANCHE IX - PRASINITES et SCHISTES ECLOGITIQUES

Oxydes						Mono-cationiques					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	46,60	49,30	51,36	47,53	47,50	Si	46,03	47,31	49,14	44,65	45,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,00	13,00	11,58	16,78	18,79	Al	16,23	14,68	13,04	18,54	21,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,00 <sup>⊗</sup>	14,40 <sup>⊗</sup>	5,21	5,30	4,65	Fe <sup>+++</sup>	9,66 <sup>⊗</sup>	10,66 <sup>⊗</sup>	3,74	3,74	3,32
Fe O			5,10	5,20	6,30	Fe <sup>++</sup>			3,95	3,94	4,85
Mn O	0,25 <sup>⊗</sup>	0,25	0,14	0,13	0,10	Mn	0,24 <sup>⊗</sup>	0,23	0,11	0,10	0,08
Mg O	6,28	7,20	6,34	7,30	5,92	Mg	9,30	10,37	9,10	10,28	8,45
Ca O	8,84	6,11	10,95	9,13	7,68	Ca	9,36	6,28	11,23	9,19	7,83
Na <sub>2</sub> O	3,63	4,47	4,44	4,16	3,76	Na	6,93	8,29	8,22	7,56	6,92
K <sub>2</sub> O	traces	traces	0,22	0,27	0,30	K	traces	traces	0,27	0,32	0,37
Ti O <sub>2</sub>	3,00 <sup>⊗</sup>	3,00	1,63	1,95	2,25	Ti	2,25 <sup>⊗</sup>	2,18 <sup>⊗</sup>	1,17	1,38	1,61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			0,04	0,35	0,46	P			0,03	0,30	0,34
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ni O						Ni					
Cu O						Cu					
Co O						Co					
C O <sub>2</sub>					1,50						
P.F.	1,75	0,61	2,59								
H <sub>2</sub> O totale			0,64	2,28	1,12						
Total	97,15	98,34	99,60	100,38	100,33						
Densité	3,13	3,31	3,10								

⊗ Analyses semi-quantitatives (Fer total, Mn O, Ti O<sub>2</sub>).

1 - Prasinite à tendance éclogitique - Ech. type 362 E - coord : 607 x 184 - p. 105 - An. Q 4513.

2 - Schiste éclogitique à glaucophane - Ech. type 515 - coord : 651 x 205 - p. 85 - An. Q 4512.

3 - Pyroxénite sodique dans les prasinites - Ech. type 546 - coord : 623 x 113 - p. 84 - An. G 1050.

4 - Prasinite à glaucophane - Provenance Ouille Allegra - Analyse C. ROUGER 1952 (in R. MICHEL, 1953, p. 86, N° 10).

5 - Prasinite chloriteuse à épidote - Provenance versant est de l'Ouille Mouta, Vallée de la Lombarde - Analyse C. ROUGER 1951 (in R. MICHEL, 1953, p. 86, N° 2).



PLANCHE X - SCHISTES LUSTRES, GNEISS de PESSINETTO

Oxydes						Mono- cationiques					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Si O <sub>2</sub>	16,77	19,50	37,30	54,36	60,41	Si	23,43	26,45	43,16	59,19	58,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,00	5,35	13,10	11,13	18,12	Al	8,23	8,55	17,84	14,26	20,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,15	1,00	1,90	0,63	1,84	Fe <sup>+++</sup>	1,18	1,06	1,67	0,52	1,33
Fe O	1,02	1,15	3,18	0,54	4,12	Fe <sup>++</sup>	1,18	1,30	2,98	0,48	3,21
Mn O	0,10	0,08	0,10	traces	0,15	Mn	0,08	0,08	0,07	traces	0,12
Mg O	1,80	1,47	2,04	3,22	4,60	Mg	3,78	3,00	3,54	5,26	6,65
Ca O	39,46	38,10	20,47	14,10	1,93	Ca	59,19	55,35	25,40	16,45	1,99
Na <sub>2</sub> O	0,36	0,46	0,35	0,29	1,73	Na	1,01	1,22	0,76	0,61	3,23
K <sub>2</sub> O	1,00	1,56	2,82	1,90	2,99	K	1,76	2,69	4,16	2,64	3,68
Ti O <sub>2</sub>	0,08	0,24	0,34	0,65	0,80	Ti	0,08	0,25	0,28	0,53	0,58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	0,04	0,12	0,07	0,58	P	0,08	0,05	0,14	0,6	0,47
						Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ni O	0,0056	0,0053	0,0071			Ni	0,0063	0,0057	0,0064		
Cu O	0,0025	0,0043	0,0038			Cu	0,0026	0,0042	0,0032		
Co O	0,0005	0,0013	0,0020			Co	0,0006	0,0013	0,0018		
C O <sub>2</sub>		29,33	16,98	10,17							
P.F.	32,72		18,25								
H <sub>2</sub> O totale		1,24	2,43	2,87	2,20						
Total	99,53	99,53	99,98	99,93	99,47						
Densité	2,76	2,76	2,75								

1 - Marbre phylliteux - Ech. type 362 A - coord : 607 x 184 - p. 105 - An. G 712.

2 - Marbre phylliteux, contact précis ovaridites - Ech. type 362 B - coord : 607 x 184 - p. 105 - An. G 713.

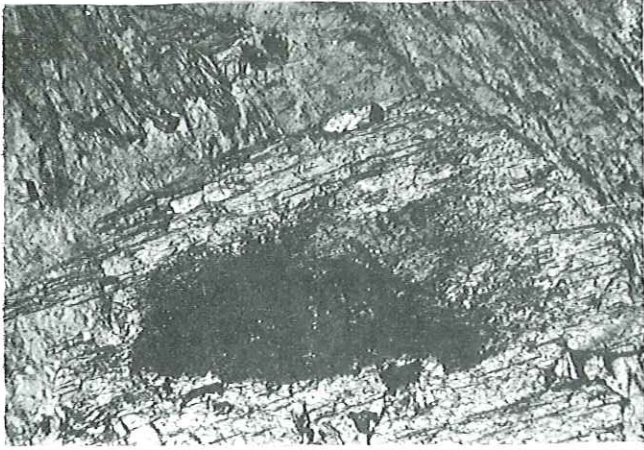
3 - Calcschiste phengitique - Ech. type 535 E - coord : 720 x 104 - p. 113 - An. G 711.

4 - Calcschiste phengitique - Provenance versant nord de la Croix de Tierce (Hte Maurienne) Analyse H. BRUSSET 1951 (in R. MICHEL, 1953, p. 64, NI).

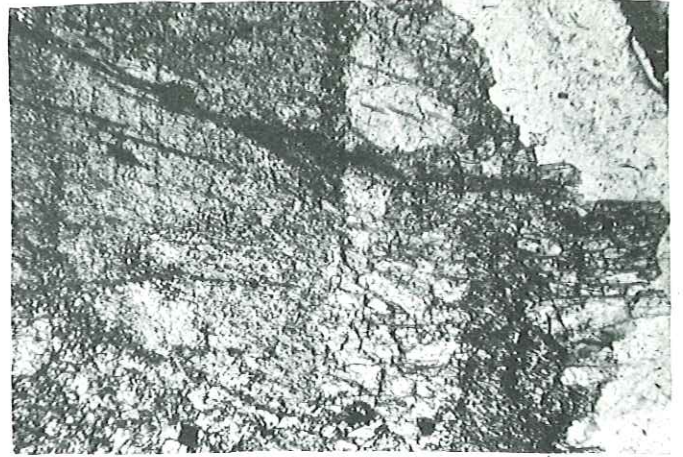
5 - Gneiss albitique à biotite, chlorite et phengite - Provenance Pessinetto (Lanzo) - Analyse C. ROUGER 1952 (in R. MICHEL, 1953, p. 177, N 23).

Planche 1 — Microphotographies de lames minces en lumière naturelle.

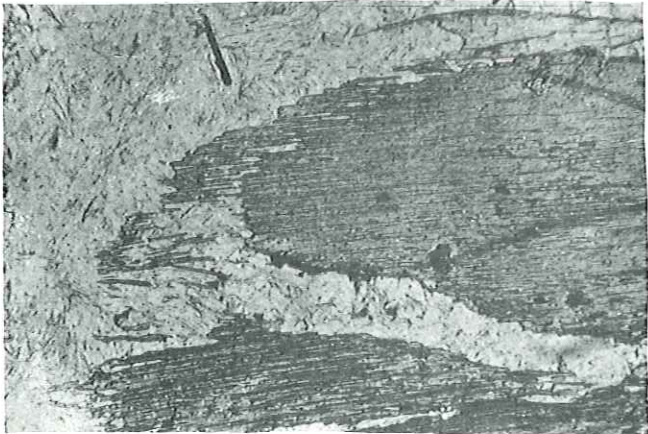
1. Transformation d'une salite (coeur sombre) en diopside (bordure claire) avec intercalation d'une plage aegyrinique, dans un gabbro inclus dans les serpentinites (éch. type 489 A) — X 25.
2. Transformation du diopside magmatique en diopside s. s. formant une bande plus claire, frangée par une ligne d'inclusions, dans un gabbro inclus dans les serpentinites (éch. type 489 E) — X 25.
3. Chloritisation d'une salite, dans une ancienne pyroxénite soulignant le contact serpentinites - gabbros métamorphiques (éch. type 416) — X 25.
4. Serpentinisation dans une lherzolite laminée — X 25.
5. Remplacement de l'omphacite (nuages plus sombres au centre du champ) par la glaucophane, dans un schiste à glaucophane (éch. type 515) — X 75.
6. Succession des diverses amphiboles dans une prasinite à glaucophane et pistacite (éch. type 535 C). Coeur de glaucophane - crossite sombre, autour zone plus claire d'édénite, enfin liseré périphérique d'actinote — X 25.



- 1 -



- 2 -



- 3 -



- 4 -



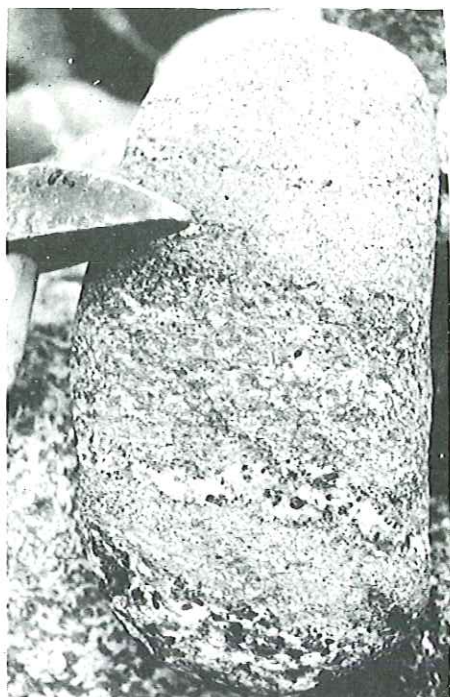
- 5 -



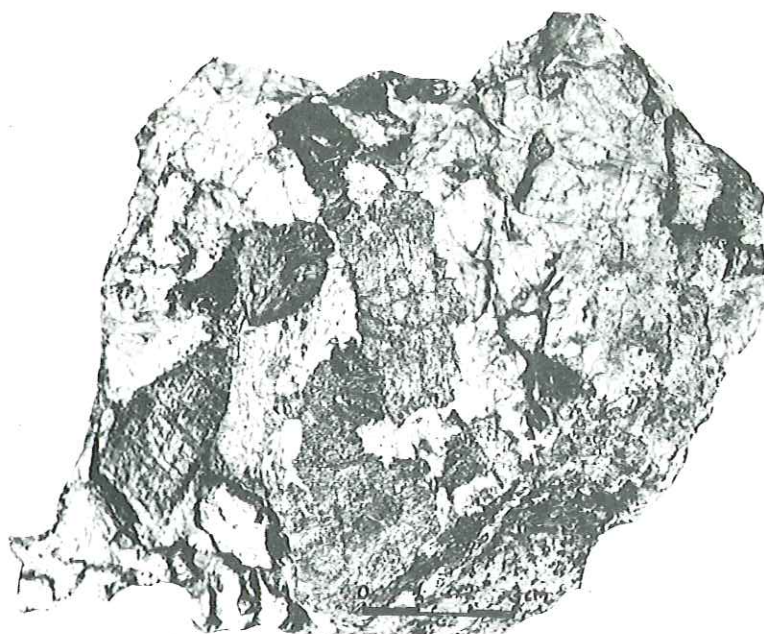
- 6 -

Planche 2 — Sections polies.

1. Litage magmatique dans un gabbro métamorphique mis en évidence par la répartition et les différences de taille de la salite en reliques (points noirs) — X 1/3.
2. Pegmatoïde de troctolite (éch. type 369). Fond clair jadéitique, plages sub-rectangulaires de diallage, nids de talc et trémolite (remplacement d'olivine) soulignés par un liseré sombre chloriteux — X 2/3.
3. Nodule de pyroxénite remplacé par un mélange trémolite-chlorite-fuchsite, dans un gabbro métamorphique (éch. type 520 C). A noter le développement d'un litage métamorphique autour de ce noyau dur — X 3/5.
4. Passage gabbro métamorphique (en bas) — prasinite — X 1/2.
5. Lit d'éclogite entouré par une bande de prasinite gneissique à glaucophane et pistacite, dans des prasinites s. s. — X 3/4.



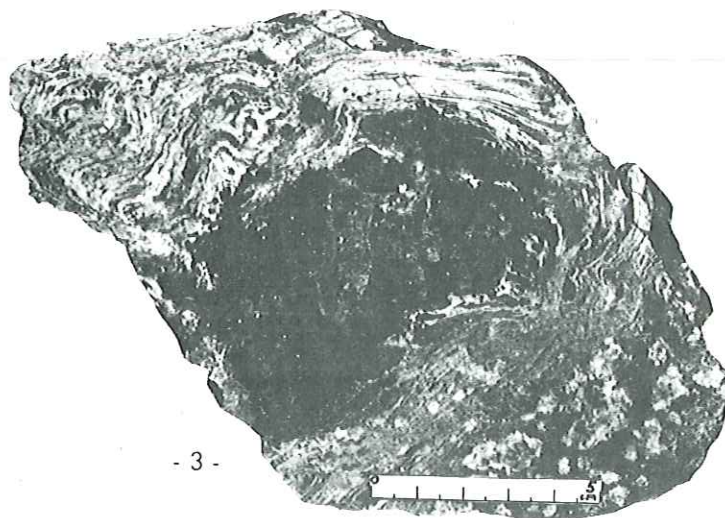
- 1 -



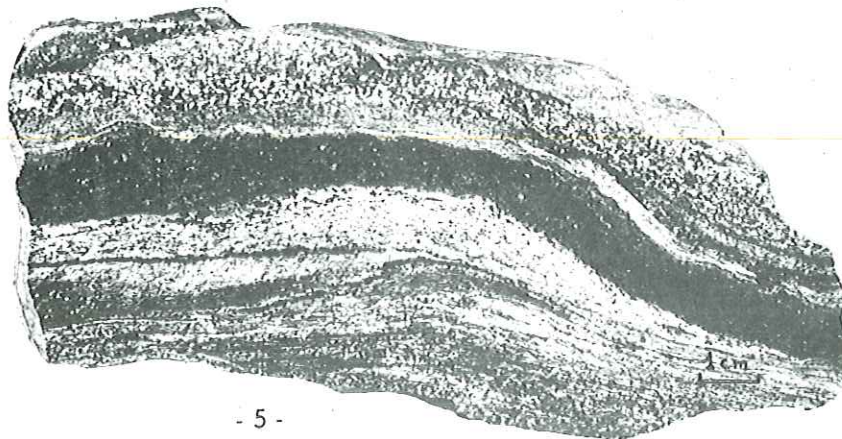
- 2 -



- 4 -



- 3 -

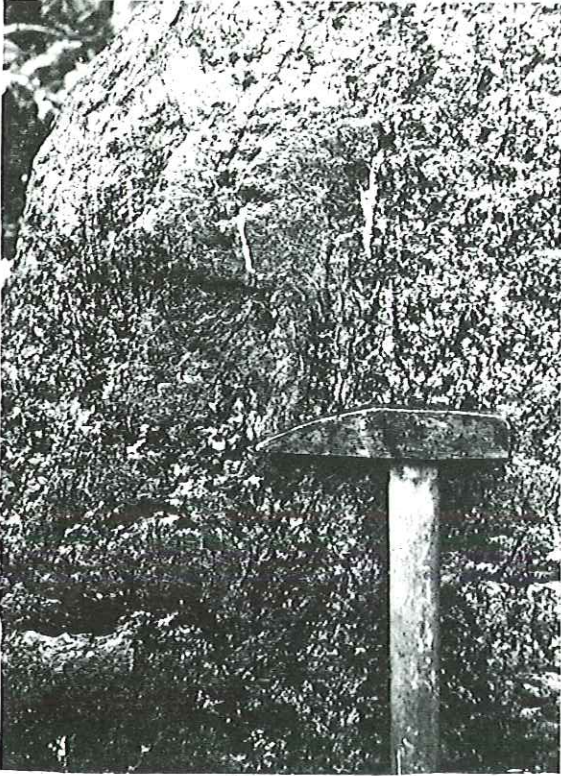


- 5 -

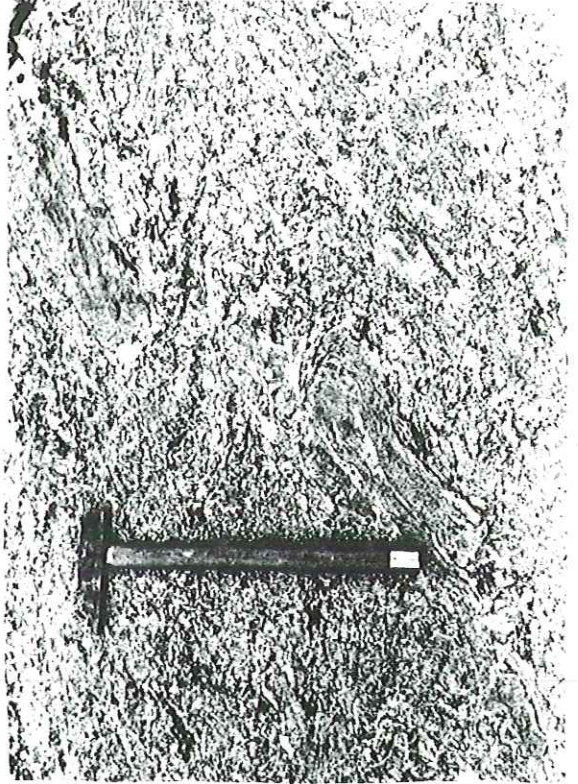
Planche 3 — Affleurements dans les prasinites.

1 et 2. Boudinage d'un lit de pyroxénite et " bourrage " aux charnières de plis, dans des prasinites à texture cloisonnée (microplis).

3. Plis d'axe subvertical dans des prasinites à tendance éclogitique.



- 1 -



- 2 -



- 3 -

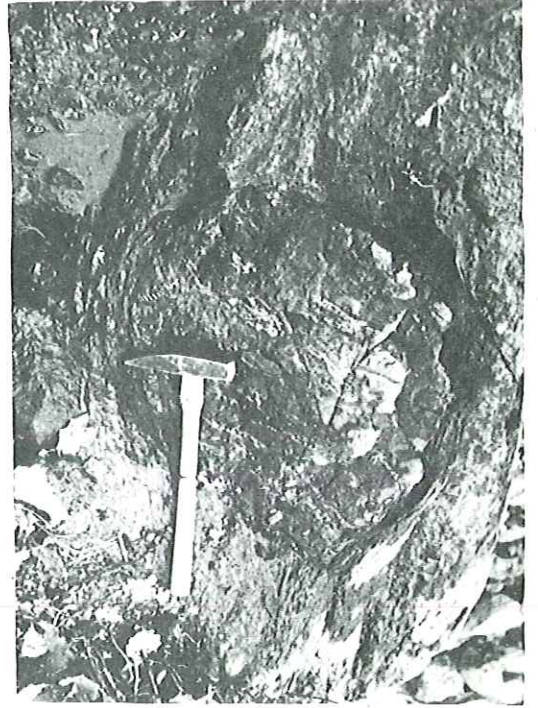
Planche 4 — Ovoïdes pyroxénitiques dans les prasinites s. s.

1. Bordure chloriteuse à albite bourgeonnante d'un ovoïde pyroxénitique à pillow-lava ou pseudo - pillow - lava ?
2. Ovoïde pyroxénitique et sa bordure laminée.
3. Vue d'une paroi de prasinites à l'aspect caverneux dû au déchaussement d'ovoïdes pyroxénitiques.

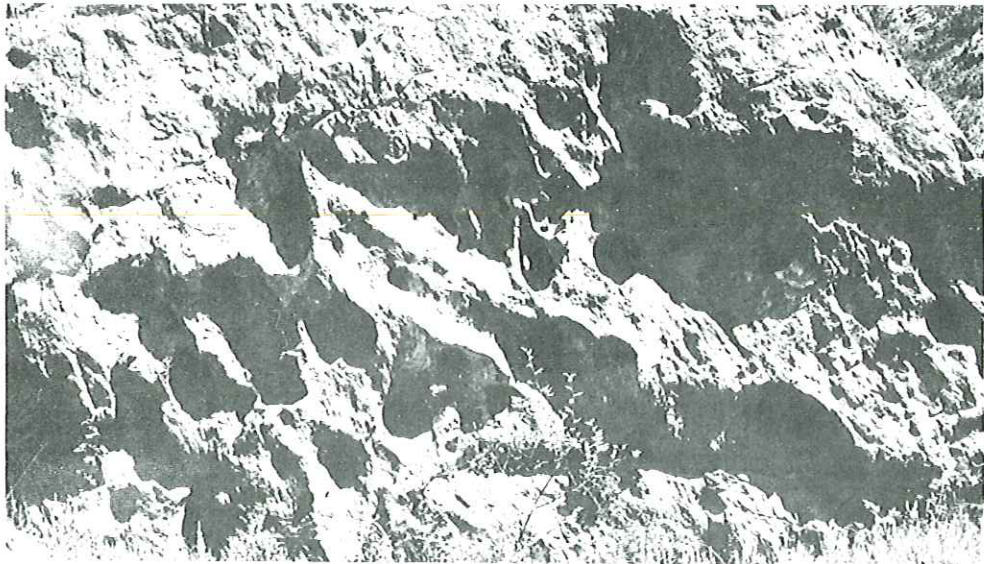




- 1 -



- 2 -



- 3 -

Planche 5 —

1. Alternance de lits pistacitiques et amphiboliques (amphiboles sodiques) dans une prasinite gneissique (faciès schiste à glaucophane et pistacite).
2. Rubanement feldspathique et pyroxénitique dans la lherzolite — Jonction des routes de Viù et de Ceres, Stura di Lanzo.
3. Alternance de bancs de prasinites et de gabbros métamorphiques (3 bancs dont un interrompu).
4. Litage magmatique dans un gabbro métamorphique (éch. type 520), souligné par les pyroxènes qui constituent par place des nodules comme celui de la planche 2 — X 1/5.



- 1 -



- 2 -



- 3 -



- 4 -

Planche 6 — Panorama depuis la Torre d'Ovarda (3075 m)

1. Vue du Sud à l'Ouest (à droite). Le versant situé au-delà de la Stura di Viù, dont le contour se devine en contrebas, est constitué par une superposition de grosses écailles d'abord de prasinites puis de Schistes lustrés et enfin, constituant les sommets, de serpentinites. Les écailles s'empilent sur le socle de Dora Mafra dont la masse dénudée constitue l'arrière-plan, au-delà du Val de Suse.
2. Vue du N. O. au N. E. (à droite). L'Uja di Ciamarella, point culminant de la région à 3676 m, se découpe dans le ciel à gauche ; plus à droite on devine le Grand Paradis. S'appuyant sur le cristallin de ce massif, les formations mésozoïques de l'arrière-plan ont une forte inclinaison vers le Sud. Elles s'enracinent dans la Stura d'Ala, visible au centre du panorama grâce à une trouée dans le second plan de crêtes. En-deçà de la Stura, vers nous, s'observe une disposition symétrique. On voit ainsi s'incliner progressivement le plan séparant des prasinites sus-jacentes, les péridotites laminées affleurant au coeur du grand pli couché. Sa surface bosselée est visible au-dessus d'un petit névé à droite du panorama.

Pl. 6



- 1 -



- 2 -

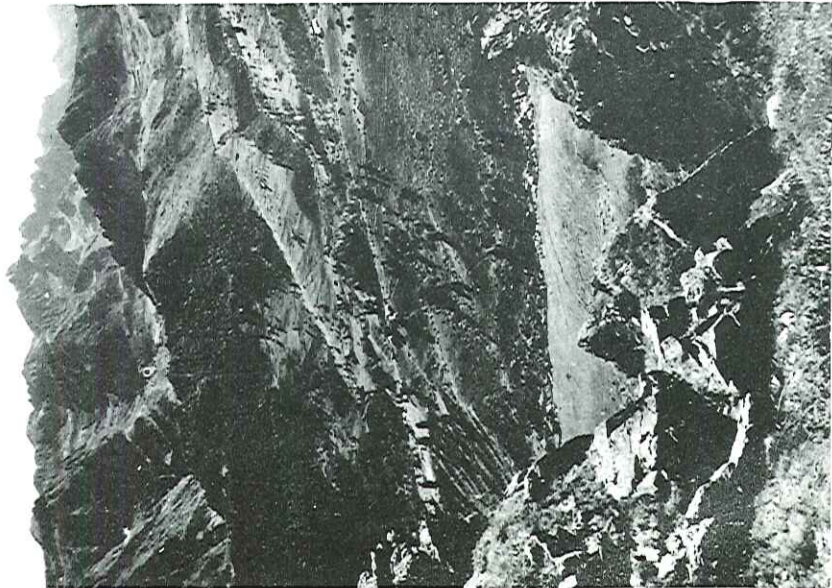
Planche 7 — Panoramas.

1. Vue sur le cirque dominant Lemie, depuis le P<sup>SO</sup> Veilet.
2. La Curbassera, depuis le versant Sud de la Stura d'Ala. Constituée par une dalle régulière de péridotites laminées, la Curbassera est le petit sommet à gauche du panorama, appuyé sur une masse puissante de prasinites qui elles-mêmes reposent sur le cristallin du Grand Paradis.

Pl. 7

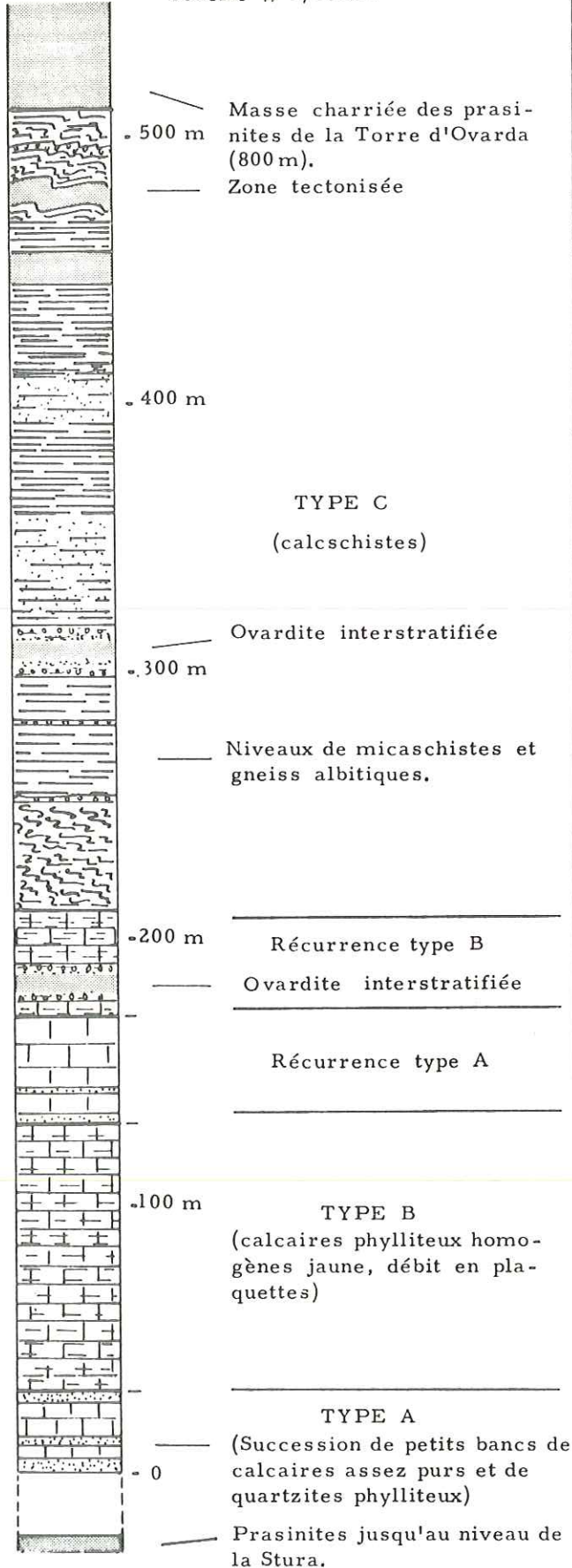


- 2 -

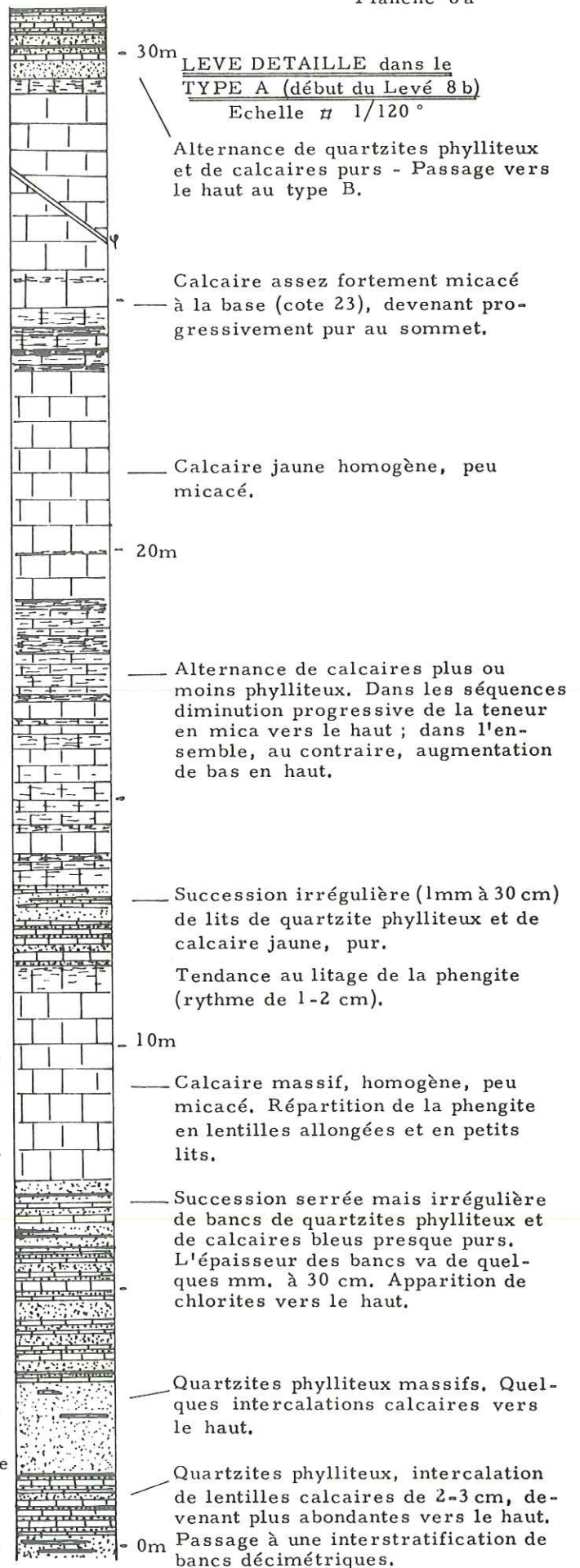


LEVE DANS LES SCHISTES LUSTRES  
au-dessus d' USSEGLIO. (pl. 8 a, b et c)

VUE D'ENSEMBLE  
échelle # 1/2.500°



30m LEVE DETAILLE dans le  
TYPE A (début du Levé 8 b)  
Echelle # 1/120°

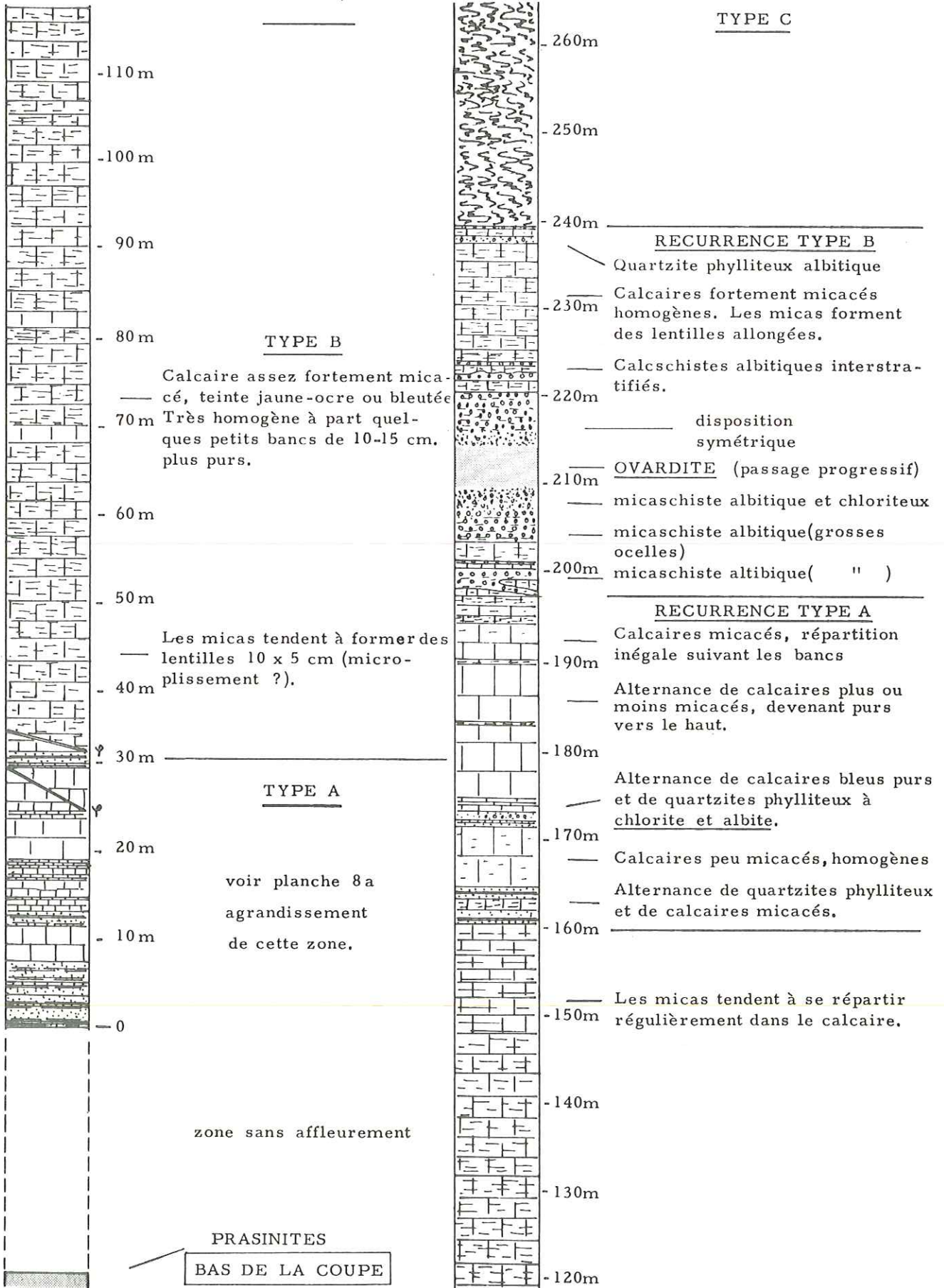




LEVE DANS LES SCHISTES LUSTRES AU-DESSUS D'USSEGLIO

Planche 8 b

Echelle # 1/650 °

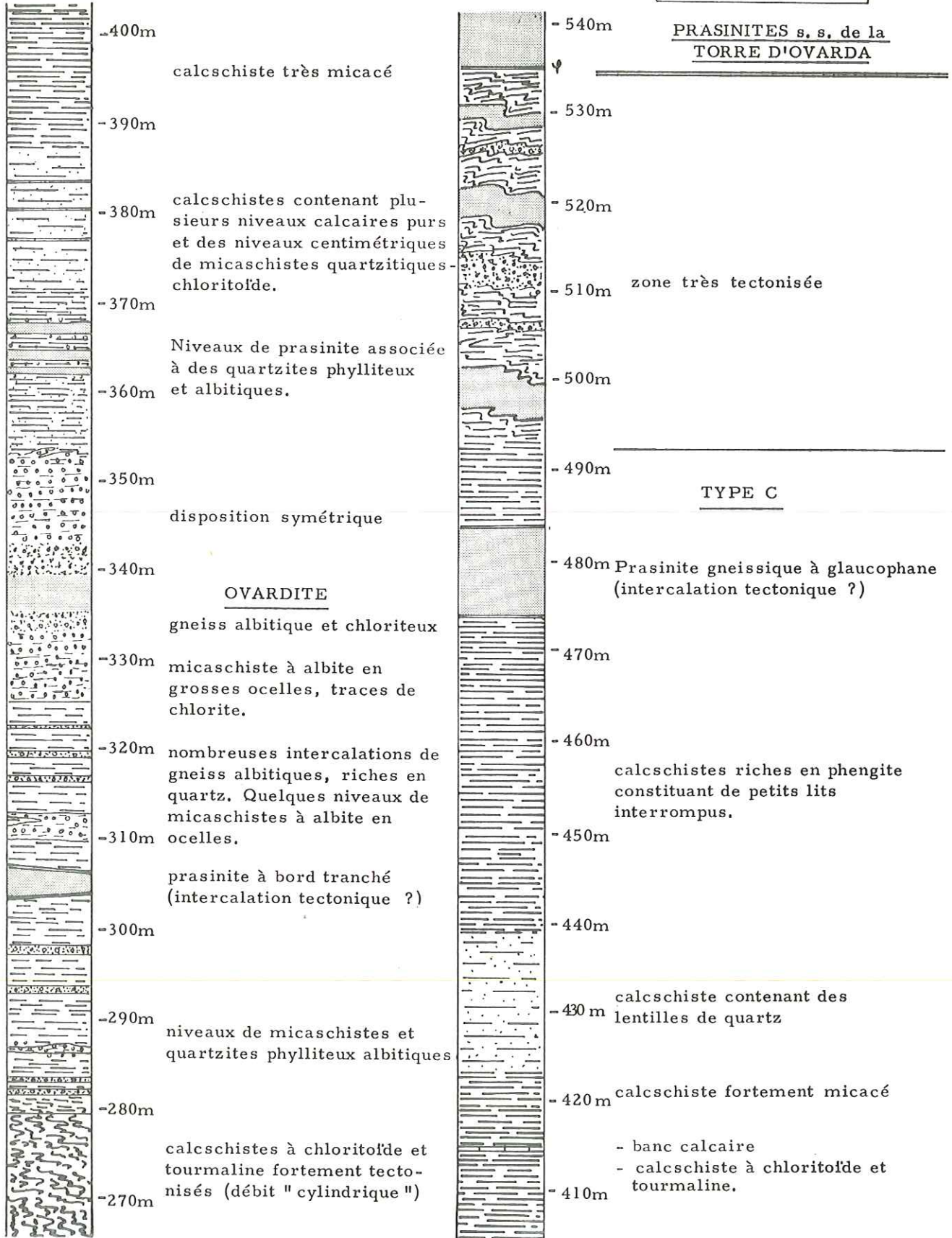


LEVE DANS LES SCHISTES LUSTRES AU-DESSUS D'USSEGLIO

Planche 8c

Echelle 1/650°

HAUT DE LA COUPE



DERNIERE PAGE D'UNE THESE

VU

Grenoble, le 27 Août 1966

Le Président de la thèse

R. BARBIER  
Professeur

VU

Grenoble, le 27/8/1966  
Le Doyen de la faculté des Sciences

*Handwritten mark: a large '7' with a horizontal line through it.*

*Handwritten signature: R. Barbier*

VU, et permis d'imprimer,

Le Recteur de l'académie de Grenoble

*Handwritten signature: M. L. L...*