Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 57 (1977)

Heft: 2

Artikel: Sur la présence de ferrocarpholite associée aux schistes à glaucophane de Haute-Ubaye (Basses-Alpes, France)

Autor: Steen, Dieter / Bertrand, Jean

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44428

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bull. suisse Minéral. Pétrogr. 57, 157–168, 1977

Sur la présence de ferrocarpholite associée aux schistes à glaucophane de Haute-Ubaye (Basses-Alpes, France)

Par *Dieter Steen* et *Jean Bertrand* *)

Résumé

La ferrocarpholite a été identifiée, en Haute-Ubaye, dans une veine quartzique recoupant la formation calcaréo-schisteuse de la Replatte qui se rattache à la zone piémontaise des Alpes françaises. L'analyse diffractométrique, suivie d'un affinement par la méthode des moindres carrés, a donné les valeurs suivantes pour les paramètres de la maille élémentaire: $a_0 = 13{,}76_3$, $b_0 = 20{,}16_2$, $c_0 = 5{,}11_5$. Les propriétés optiques $n_z = 1{,}635$, $n_y = 1{,}630$, $n_x = 1{,}614$ et $2V_x = 58°$ ont été comparées à celles du même minéral provenant d'autres gisements connus. Deux méthodes analytiques ont été employées pour déterminer la composition chimique de la ferrocarpholite: l'analyse par microsonde électronique et l'analyse par voie humide. Un léger désaccord apparaît entre les résultats obtenus par ces deux méthodes, en particulier en ce qui concerne le rapport Fe^{3+}/Fe^{2+}; quelques considérations sont avancées sur ce point. L'étude paragénétique des métabasites associées indique que les conditions de formations de la ferrocarpholite de Haute-Ubaye se situent dans le faciès schiste à glaucophane-lawsonite typique. A la suite d'une phase de métamorphisme rétrograde assez intense, la ferrocarpholite a été affectée par le développement de séricite, chlorite et ferristilpnomélane.

Mots clés: Ferrocarpholite, métamorphisme, faciès schiste à glaucophane-lawsonite, Alpes françaises.

Abstract

Ferrocarpholite has been recognized in a quartz vein cross-cutting a limestone bed of the so-called "Formation de la Replatte" in the Piemont Zone of the French Alps. Diffractometer analyses combined with refinement by least squares method provided the following cell parameters: $a_0 = 13{,}76_3$, $b_0 = 20{,}16_2$, $c_0 = 5{,}11_5$. The optical properties $n_z = 1{,}635$, $n_y = 1{,}630$, $n_x = 1{,}614$ and $2V_x = 58°$ are compared with data from other known occurences. Two different analytical procedures were used to determine the chemical composition: electron probe micro-analyses and wet-chemical analyses. Slight discordances in the results of the two methods used, particularly with respect to the Fe^{3+}/Fe^{2+} ratio, appear; this point is discussed. Paragenetic analyses of the associated metabasites indicate conditions of typical glaucophane-lawsonite schist facies prevailing during the development of ferrocarpholite in the Haute-Ubaye region. Subsequently this

*) Département de Minéralogie, Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4, Suisse.

mineral was subjected to retrograde metamorphism showing important transformation to sericite, chlorite and ferristilpnomelane.

Key words: Ferrocarpholite, metamorphism, glaucophane-lawsonite schist facies, French Alps.

INTRODUCTION

La ferrocarpholite (Fe, Mg) Al_2 [$(OH)_4$ Si_2O_6], variété ferrifère ou ferromagnésienne de carpholite $MnAl_2$ [$(OH)_4$ Si_2O_6], a été décrite pour la première fois par W. P. DE ROEVER (1951) dans les quartzites à séricite provenant de Sulawesi (Indonésie). Des travaux radiocristallographiques (MAC GILLARY, 1956) ont démontré que ce silicate présente une structure en chaînes comparable, dans une certaine mesure, à celle des pyroxènes. Ultérieurement, ce minéral a été observé en quelques autres endroits; en particulier en Calabre (DE ROEVER, 1971), en Vanoise (GOFFE et al., 1973) et en Haute-Ubaye (STEEN, 1972).

Ce travail a pour but de présenter quelques données nouvelles concernant la ferrocarpholite de Haute-Ubaye.

Du point de vue géologique, cette région est en majeure partie située dans le domaine des «schistes lustrés» de la zone piémontaise (fig. 1). Des travaux récents (LEMOINE et al., 1971; STEEN, 1972; TRICART, 1973) ont permis de distinguer trois ensembles stratigraphiques majeurs dans cette zone interne des Alpes:

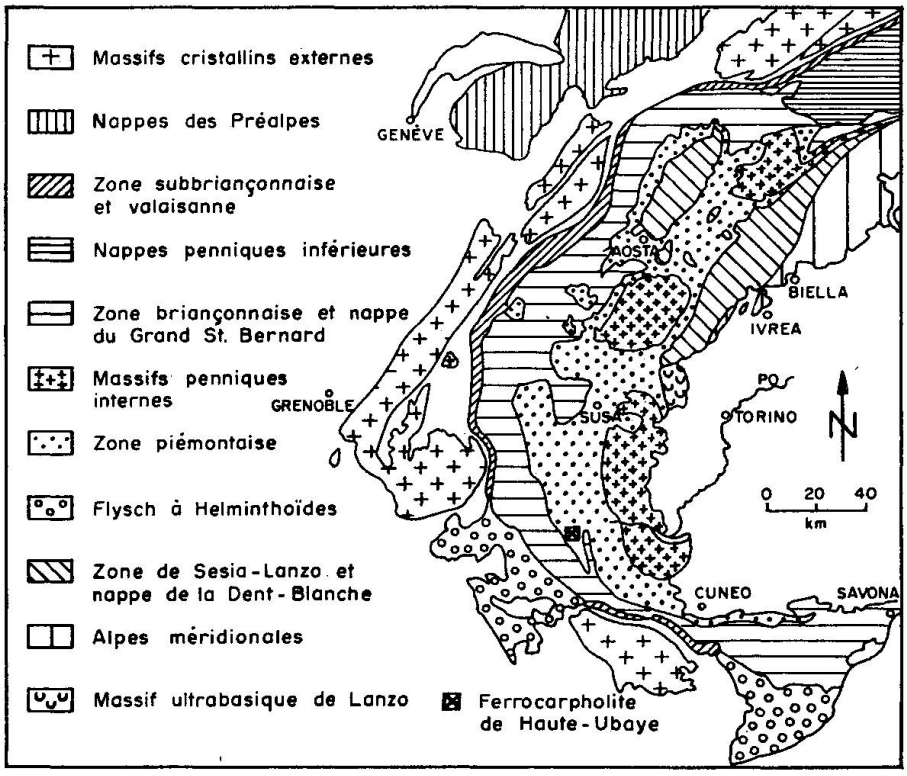

Fig. 1. Carte de situation.

a) La série triasico-liasique du Gondran, parfois désignée série prépiémontaise;
b) la série ophiolitifère, dite série de Chabrière;
c) divers types de «schistes lustrés» d'attribution incertaine.

De ces trois subdivisions, c'est la série ophiolitifère de Chabrière qui nous intéresse ici puisque la ferrocarpholite s'y trouve associée. Cette série est constituée d'une base ophiolitique plus ou moins complète suivie d'une séquence sédimentaire caractéristique comprenant (fig. 2): radiolarites, calcaires marmoréens, schistes noirs et calcaires à trame rousse (formation de la Replatte), schistes noirs et grès bruns en plaquettes ou en petits bancs (formation de Roche Noire, définie en Haut-Cristillan par TRICART, 1973). Des analogies de faciès avec les séries de l'Apennin ligure permettent de présumer un âge jurassique supérieur à crétacé inférieur pour les épanchements ophiolitiques et les formations sédimentaires associées (LEMOINE et al., 1970).

Le métamorphisme alpin a été complexe et plurifacial dans cette région, comme en témoignent les paragenèses des métabasites (STEEN, 1975). Les faciès suivants ont été observés:

1. Faciès schiste bleu, pouvant montrer, dans les métabasites, les deux assemblages suivants:
   a) Pyroxène sodique (chloromélanite) – lawsonite; jadéite dans les métaalbitites;
   b) glaucophane – lawsonite et/ou pumpellyite.
2. Faciès schiste vert résultant d'un métamorphisme rétrograde.

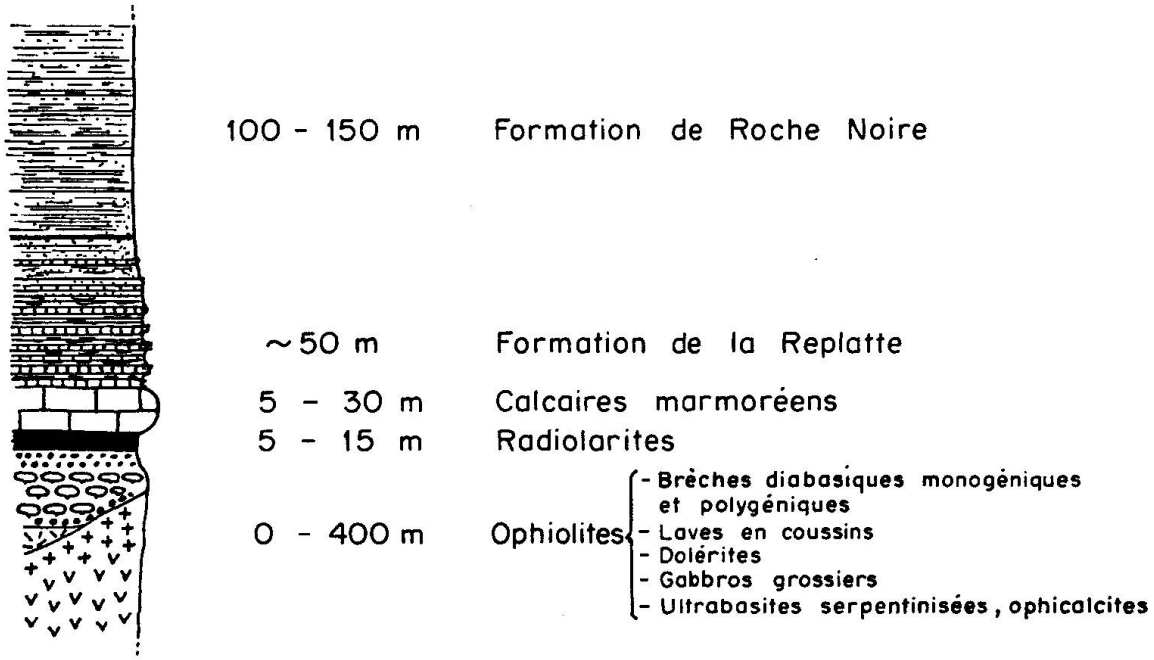

Fig. 2. Série volcano-sédimentaire de Chabrière.

MODE DE GISEMENT ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA FERROCARPHOLITE DE HAUTE-UBAYE

La ferrocarpholite a été observée au niveau d'un petit col situé au pied de l'arête ENE de l'imposant sommet ophiolitique du Pic du Pelvat. Les coordonnées rectangulaires de ce point, sur la feuille au 1/20000e «Aiguille de Chambeyron», No. 1, sont: x = 964,24 et y = 264,62. La ferrocarpholite apparaît dans une veine quartzique peu épaisse (environ 10 cm) recoupant un banc calcaire de la formation de la Replatte. Ce calcaire, fortement replissé, est peu siliceux et montre, en lame mince, une pigmentation de fins granules d'oxyde de fer disposés de manière préférentielle en traînées millimétriques donnant ainsi naissance à une trame rousse visible à l'œil nu. De très fines paillettes de ferristilpnomélane s'associent localement à cette trame rousse. A un ou deux centimètres de la veine quartzique les premiers cristaux de ferrocarpholite apparaissent déjà dans la roche encaissante. La veine elle-même est constituée principalement de quartz, de calcite et de ferrocarpholite. Cette dernière se présente en fibres flexueuses disposées plus ou moins perpendiculairement aux épontes de la veine. De teinte verte à gris vert, les fibres peuvent atteindre une longueur de cinq centimètres. Macroscopiquement on pourrait les confondre avec des cristaux d'actinote.

Tableau I. *Données optiques*

Indices		Pléochroïsme
n_z	= 1,635	Z incolore à bleuté pâle
n_y	= 1,630	Y jaunâtre
n_x	= 1,614	X jaunâtre ± verdâtre
$n_z - n_x$	= 0,021	X > Y > Z
$2V_x$calc.	= 58°	Dispersion moyenne: r > v

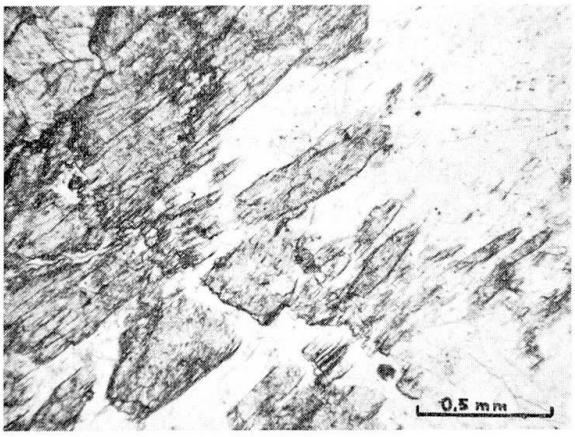

Fig. 3a. Micrographie optique montrant plusieurs baguettes de ferrocarpholite dans une veine quartzique.

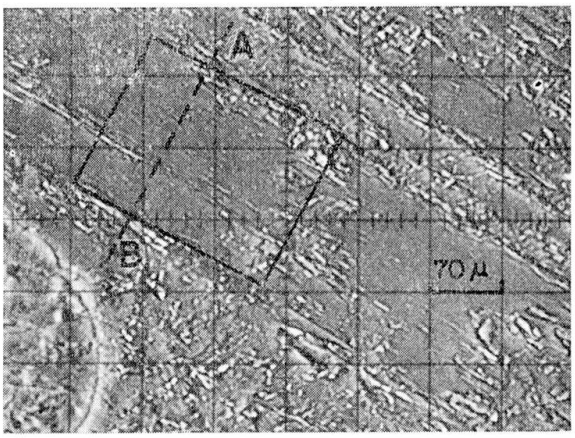

Fig. 3b. Image «électrons absorbés» d'une baguette de ferrocarpholite.

Ligne A–B: localisation des profils de distribution des éléments chimiques (voir fig. 4).

Les caractères optiques de la ferrocarpholite de Haute-Ubaye sont résumés dans le tableau I. Les indices de réfraction, la biréfringence, ainsi que l'angle 2V présentent des valeurs presqu'identiques à celles caractérisant la carpholite, homéotype manganifère de la ferrocarpholite. Une distinction entre ces deux variétés basée sur les seuls critères optiques s'avère donc impossible pour des ferrocarpholites possédant un rapport $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$ intermédiaire (0,5 à 0,7). L'observation microscopique montre que la ferrocarpholite a été affectée par un métamorphisme rétrograde dont les effets sont localement très intenses, et se traduisant par une transformation en séricite accompagnée, selon des proportions variables, de chlorite, de ferristilpnomélane et d'oxyde de fer. La cristallisation de la ferrocarpholite se rattache donc à une phase métamorphique nettement antérieure à la phase de rétromorphose observée également de manière très claire dans la séquence basique (STEEN, 1975). Par analogie avec les paragenèses des métabasites adjacentes, nous pouvons admettre que la ferrocarpholite de Haute-Ubaye s'est développée dans les conditions du faciès schiste à glaucophane – lawsonite typique.

ANALYSE DIFFRACTOMÉTRIQUE

Les valeurs roentgenométriques ont été mesurées sur des diagrammes de diffraction obtenus en utilisant un générateur équipé d'une anticathode de Cu avec un filtre de Ni. Les résultats sont présentés dans le tableau II.

Les réflexions observées puis indicées ont été recalculées à l'aide d'un programme de raffinement. Pour l'ensemble du diagramme, on constate une très bonne correspondance entre valeurs mesurées et calculées. Par rapport à la carpholite (-Mn), fiche ASTM 19–273, certaines différences significatives apparaissent; toutefois, tant en ce qui concerne les valeurs des distances interréticulaires que l'intensité des réflexions, ces différences sont peu importantes. Comme le suggère la comparaison des rayons ioniques pour une coordinence de 6, le remplacement de Mn^{2+} par Fe^{2+} et Mg se traduit par une légère diminution des distances réticulaires:

h	k	l	Carpholite fiche ASTM 19–273	Ferrocarpholite de Haute-Ubaye
2	2	0	5,73	5,68
0	4	0	5,08	5,04
4	0	0	3,46	3,44
0	6	0	3,39	3,36
2	6	0	3,04	3,02
3	5	1	2,620	2,606
5	7	1	1,8661	1,8546
8	2	0	1,7049	1,6959
0	12	0	1,6923	1,6802

Tableau II. *Données diffractométriques*

dÅ calc.	dÅ obs.	I/I_1	hkl	dÅ calc.	dÅ obs.	I/I_1	hkl
5,68	5,69	70	220	2,035	2,029	6	062
5,04	5,04	100	040	2,033			480
4,66	4,67	4	111	2,030			191
3,90	3,90	1	131	2,016	2,015	7	0*10*0
3,80	3,80	4	221	1,952	1,952	1	262
3,44	3,44	10	400	1,935	1,935	5	2*10*0
3,367	3,355	30	331	1,933			641
3,360			060	1,855	1,855	8	571
3,256	3,256	5	420	1,770	1,771	1	731
3,086	3,084	3	151	1,699	1,696	6	552
3,045	3,043	6	331	1,696			820
3,020	3,019	20	260	1,680	1,680	11	0*12*0
2,842	2,841	6	440	1,670	1,670	5	751
2,747	2,747	7	421	1,647	1,647	3	4*10*1
2,606	2,603	25	351	1,632	1,632	5	2*12*0
2,600			261	1,615	1,615	3	3*11*1
2,557	2,559	1	002	1,548	1,548	2,5	771
2,520	2,518	1	080	1,541	1,541	2	6*10*0
2,495	2,492	1,5	112	1,510	1,510	2	4*12*0
2,484			441	1,459	1,459	3	173
2,404	2,404	3	460	1,446	1,446	2	513
2,355	2,355	2	132	1,440	1,440	6	0*14*0
2,332	2,342	4	222	1,414	1,413	2,5	682
2,220	2,222	2	312	1,413			822
2,202	2,202	3	371	1,412			3*13*1
2,176	2,175	1,5	461	1,377	1,376	5	951
2,165	2,165	1,5	242	1,376			*10*00
2,148	2,148	5	281	1,376			2*12*0
2,053	2,051	4	402	1,356	1,356	2	6*12*0
2,493			621	1,320	1,320	2	1*13*2

$a_0 = 13{,}76_3$
$b_0 = 20{,}16_2$
$c_0 = 5{,}11_5$

Groupe spatial: Ccca

Au vu de telles différences, il est évident que seule une étude diffractométrique précise permettra de faire la distinction entre ces deux variétés.

Les paramètres de la maille élémentaire ont été calculés sur la base de 48 mesures d'angles $2\,\theta$. Les valeurs que nous avons obtenues pour les paramètres ($a_0 = 13{,}76_3$, $b_0 = 20{,}16_2$ et $c_0 = 5{,}11_5$) sont très proches de celles données par DE ROEVER (1951) pour une ferrocarpholite provenant de Sulawesi ($a_0 = 13{,}77$, $b_0 = 20{,}18$ et $c_0 = 5{,}10_9$). Néanmoins, la composition chimique de cette dernière est caractérisée par un rapport $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$ notablement plus élevé (tableau IV). On pouvait donc s'attendre, pour la ferrocarpholite de Haute-Ubaye, nettement plus riche en Mg, à trouver des constantes réticulaires sensiblement plus petites. Par ailleurs la comparaison avec la carpholite montre que les paramètres a_0 (13,848) et b_0 (20,319) de celle-ci sont nettement plus grands que ceux de la ferrocarpholite, c_0 (5,125) demeurant quant à lui pratiquement identique.

COMPOSITION CHIMIQUE

Deux méthodes analytiques ont été employées pour déterminer la composition chimique de la ferrocarpholite étudiée: l'analyse à l'aide de la microsonde et l'analyse par voie humide.

Analyse par microsonde

Une microsonde A.R.L., de type EMX-SM, a été utilisée. Les mesures qualitatives préalables ont révélé qu'à côté des éléments constitutifs principaux, seuls le titane et le fluor apparaissent en tant qu'éléments en traces proches du seuil de détectabilité. Les profils effectués à travers diverses plages de ferrocarpholite ont montré que ces éléments, et le titane surtout, ne montraient pas une distribution régulière. Pour ce qui est de la distribution des éléments principaux, ces mêmes profils ont également révélé certaines irrégularités, telles qu'elles apparaissent, par exemple, sur la figure 4 correspondant aux enregistrements effectués selon la ligne A–B au travers d'une baguette de ferrocarpholite (fig. 3b). Ces variations de composition, liées à la présence d'inclusions (chlorite, mica) mais aussi, vraisemblablement, à l'existence de zones en voie de transformation suite à la phase de métamorphisme rétrograde, ont rendu le choix des points de mesures quantitatives relativement délicat et peuvent expliquer une certaine dispersion des résultats. Les conditions expérimentales suivantes ont été utilisées pour l'analyse quantitative: tension accélératrice: 10 kV; courant d'échantillon (mesuré sur la sillimanite): 50 nA; comp-

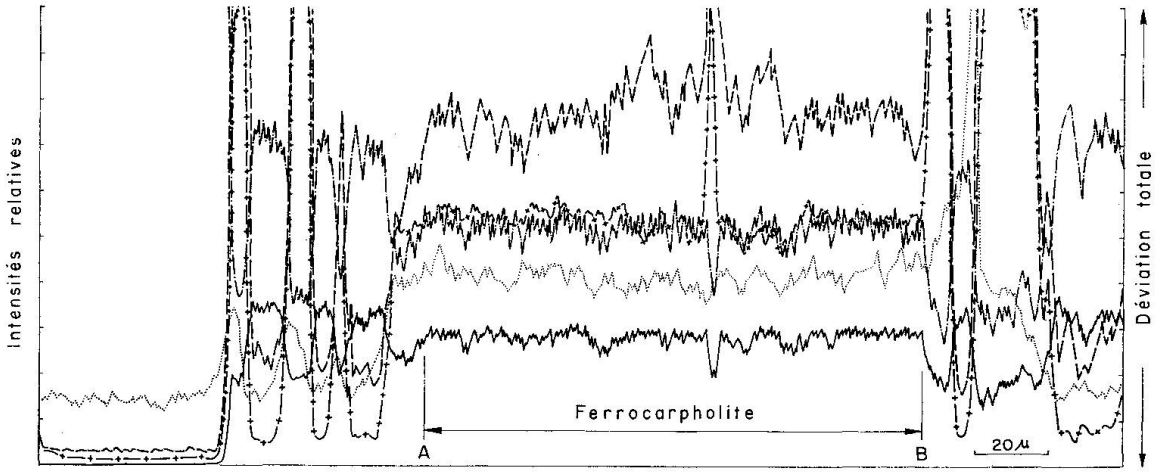

Fig. 4. Profils de distribution des éléments chimiques.

	Déviations totales
—·—·— Si_{K_α}	2500 cps/sec.
——— Al_{K_α}	5000 cps/sec.
– — – — Fe_{K_α}	2500 cps/sec.
····· Mn_{K_α}	100 cps/sec.
– – – – – Mg_{K_α}	1000 cps/sec.

tages contrôlés par un courant de sonde constant; lignes spectrales – cristaux monochromateurs – standards: SiK_α – ADP – sillimanite, AlK_α – ADP – sillimanite, FeK_α – LiF – fer pur, MnK_α – LiF – manganèse pur, MgK_α – RbAP – périclase naturel. Les effets instrumentaux et de matrice ont été corrigés à l'aide du programme MAGIC IV décrit par J. W. Colby (Bell Telephone Laboratories, Inc., Allentown, Pennsylvania). Les résultats obtenus, en % poids des oxydes correspondants, sont donnés dans le tableau III.

Tableau III. *Résultats des analyses chimiques*

	Pourcents poids					*Rapports atomiques*			
	1.	2.	3.	4.		1.	2.	3.	4.
SiO_2	39,47	38,87	39,90	38,56	Si	2,05	2,01	2,00	$2{,}01_5$
Al_2O_3	31,61	32,08	33,24	31,68	Al	$1{,}93_5$	1,95	1,97	1,95
TiO_2	0,25	0,27	0,25	0,30	Ti	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe_2O_3	–	–	–	1,65	Fe^{3+}	–	0,01	0,01	$0{,}06_5$
FeO	14,41	14,58	15,25	12,21	Fe^{2+}	$0{,}62_5$	0,62	0,63	$0{,}53_5$
MnO	0,34	0,45	0,41	0,32	Mn	$0{,}01_5$	0,02	0,02	$0{,}01_5$
MgO	4,73	4,92	4,79	4,65	Mg	$0{,}36_5$	0,38	0,36	0,36
H_2O^+	–	–	–	11,02	O	8,00	8,00	8,00	8,00
Total	90,81	91,17	93,84	100,39					

Analyses 1., 2. et 3.: microsonde. Analyste: J. Bertrand.

1. Moyennes des valeurs obtenues sur 3 points de mesure choisis dans une même baguette, le résultat sur chacun de ces points étant lui-même acquis sur la base de 10 mesures répétées sur le même point.
2. Résultats obtenus de la même manière que pour l'analyse 1., mais sur la base de 2 points de mesure choisis dans une autre zone de la même baguette.
3. Résultats obtenus de la même manière que pour les analyses 1. et 2., la moyenne étant faite ici à partir de 3 points de mesure choisis chacun dans un cristal différent.

Analyse 4.: voie humide. Analyste: Mme G. Gulaçar.

Analyse par voie humide

Le matériel utilisé, totalement pur en apparence, a été obtenu par broyage de fragments de roche très riches en ferrocarpholite et séparations à l'aide d'un séparateur électromagnétique et de liqueurs lourdes, opérations suivies d'un contrôle sous binoculaire.

Les faibles teneurs en K_2O et Na_2O révélées par l'analyse indiquent cependant que la pureté absolue n'a pas été atteinte. Nous avons attribué la présence de ces deux éléments à l'existence de très fines inclusions de phyllosilicate ne pouvant pas être éliminées par les processus de séparation. Ayant admis que ce phyllosilicate correspondait à un mica sodico-potassique, nous avons calculé sa composition sur la base des pourcentages en K_2O (0,45) et Na_2O (0,23) de l'analyse. Les résultats donnés dans le tableau III sont ceux obtenus après soustraction de ce mica.

Ces divers résultats appellent quelques commentaires, en particulier en ce qui concerne le rapport Fe^{3+}/Fe^{2+}. Dans le cas des analyses par microsonde,

ce rapport a été obtenu de la manière suivante: la somme des proportions cationiques, calculées sur la base de 8 oxygènes, a été ramenée à 5 et l'éventuel déficit en charges positives a été compensé en admettant la présence d'une quantité appropriée de Fe^{3+} (c. f. DE ROEVER et al., 1971). Tout comme dans le travail que nous venons de mentionner, ce rapport se révèle différent qu'il s'agisse de l'analyse par voie humide ou de celles par microsonde. En effet, si au vu des résultats de ces dernières et des calculs mentionnés ci-dessus, le Fe^{3+} semble quasi inexistant, l'analyse par voie humide en indique une certaine proportion. Ce léger désaccord peut être expliqué par certaines imprécisions des résultats des analyses par microsonde mais aussi par des phénomènes d'oxydation de Fe^{2+} en Fe^{3+} qui ont pu intervenir tant lors des processus de séparation de la ferrocarpholite que lors de la réalisation de son analyse par voie humide. On ne peut néanmoins pas exclure la possibilité qu'il existe un certain remplacement de Al par Fe^{3+}. Afin d'apporter des éclaircissements sur ce point, un raffinement de l'analyse structurale de la ferrocarpholite nous semblerait particulièrement justifié. Quant aux variations des proportions Fe^{2+}, Mg^{2+} et Mn^{2+}, elles sont trop peu importantes pour être considérées comme le reflet de l'existence de substitutions entre ces éléments, substi-

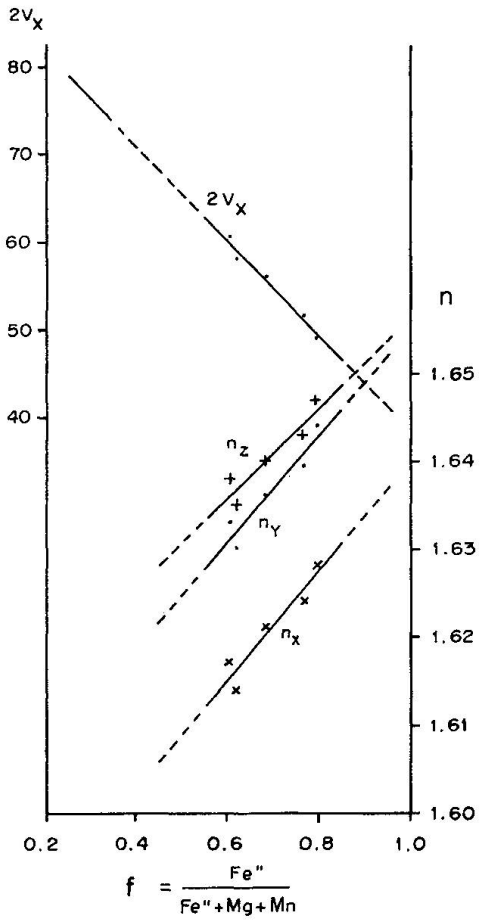

Fig. 5. Corrélations entre les données chimiques et optiques de la ferrocarpholite.

tutions qui par ailleurs ne sont pas apparues sur les profils de distribution des éléments; nous attribuons plutôt les faibles différences constatées aux phénomènes de transformation dont nous avons fait mention plus haut.

CONCLUSIONS

En comparant les propriétés de diverses ferrocarpholites (tableau IV), il apparaît que ce minéral peut présenter de larges substitutions de Fe^{2+} par Mg, le rapport $f = \frac{Fe^{2+}}{Fe^{2+}+Mg+Mn}$ variant de 0,80 à 0,27. Avec un rapport f croissant, les indices de réfraction augmentent de manière assez régulière, alors

Tableau IV. *Comparaison entre ferrocarpholites de diverses provenances*

Provenance	$f = \frac{Fe^{2+}}{Fe^{2+}+Mg+Mn}$	Paramètres a_0 b_0 c_0	Indices de réfraction n_z n_y n_x	Biréfringence 2V	Modes de gisement et paragenèses	
Vanoise[1])	0,27			0,015 78°	a) Chloritoïde-pyrophyllite-paragonite-muscovite-ferrocarpholite-diaspore-hématite-chlorite. b) Calcite-ferrocarpholite-quartz-muscovite-hématite. c) Ferrocarpholite-muscovite-chloritoïde-chlorite-hématite-ankérite-quartz. Zone à lawsonite – pumpellyite.	
Calabre [3]) et [4])	0,55				Veines avec quartz-calcite-ferrocarpholite dans des phyllites, marbres et quartzites. Faciès schiste à glaucophane – lawsonite et à lawsonite – albite.	
Haute-Ubaye	0,62	13,76 20,16 5,11	1,635 1,630 1,614	0,021 58°	Veines de quartz-ferrocarpholite(±séricite±calcite±chlorite±ferristilpnomélane±hématite) dans calcschistes. Faciès schiste à glaucophane – lawsonite.	
Sulawesi I [2]) et [3])	$0,60_5$		1,638 1,633 1,617	0,020– 0,021 60°–61°	Quartzite à séricite-ferrocarpholite blastopsammitique	Paragenèse: quartz-séricite-hématite±chlorite±leucoxène±rutile±tourmaline±zircon±biotite (?). Faciès schiste à glaucophane – lawsonite.
Sulawesi II [2]) et [3])	0,68		1,640 1,636 1,621	0,019 55°–57°	Quartzite à séricite-ferrocarpholite blastopséphitique	
Sulawesi III [2]) et [3])	$0,76_5$		1,643 $1,639_5$ 1,624	0,019 51°–52°	Quartzite à ferrocarpholite blastopsammitique	
Sulawesi IV [2]) et [3])	$0,79_5$	13,77 20,18 5,11	1,647 1,644 1,628	0,019– 0,020 49°	Veine avec quartz et ferrocarpholite	

[1]) Goffé et al. (1973).
[2]) De Roever (1951).
[3]) De Roever (1971).
[4]) De Roever et al. (1971).

que l'angle 2V diminue linéairement, ainsi que DE ROEVER l'avait déjà mentionné (1971).

Nous avons calculé les droites de régression entre n_z, n_y, n_x, $2V_x$ et f (en admettant que les erreurs analytiques aient été négligeables) (fig. 5). Les équations pour ces droites sont les suivantes:

$$n_z = 1{,}605_2 + 0{,}051_0\, f \qquad r = 0{,}94$$
$$n_y = 1{,}593_9 + 0{,}061_4\, f \qquad r = 0{,}95$$
$$n_x = 1{,}577_6 + 0{,}062_3\, f \qquad r = 0{,}95$$
$$2V_x = 92{,}53 - 54{,}11\, f \qquad r = 0{,}99$$

La corrélation entre données optiques et chimiques se révèle donc excellente, les coefficients de corrélation r étant tous supérieurs à 0,90. En ce qui concerne la biréfringence, nous constatons qu'elle présente une certaine augmentation pour des rapports f croissant de 0,27 à 0,60; au-delà de cette valeur, elle semble demeurer constante.

Il est par ailleurs remarquable que les ferrocarpholites mentionnées, de provenances fort diverses, présentent un mode de gisement très semblable. En effet, la ferrocarpholite apparaît dans la majorité des cas associée à des roches quartzitiques, telles que des quartzites blastopsammitiques ou blastopséphitiques, ou encore dans des veines quartzeuses recoupant des roches métasédimentaires. En Sulawesi, en Haute-Ubaye et en Calabre, les paragenèses rencontrées dans les roches basiques associées indiquent clairement que les conditions de formation de la ferrocarpholite se situent dans le faciès schiste à glaucophane – lawsonite. Il semble néanmoins que la ferrocarpholite puisse également se développer sous des pressions légèrement inférieures, dans des conditions correspondant alors au faciès à lawsonite – chlorite – calcite (GOFFÉ et al., 1973; DE ROEVER et al., 1971).

Bibliographie

DE ROEVER, W. P. (1951): Ferrocarpholite, the hitherto unknown ferrous iron analogue of carpholite proper. Amer. Miner., *36*, 736–745.

DE ROEVER, W. P. and C. KIEFT (1971): Additional data on ferrocarpholite from Sulawesi (Celebes), Indonesia. Amer. Miner., *56*, 1976–1982.

DE ROEVER, E. W. F. and F. F. BEUNK (1971): Ferrocarpholite associated with lawsonite-albite facies rocks near Sangineto, Calabria, Italy. Miner. Mag., *38*, 519–521.

GOFFÉ, B., G. GOFFÉ-URBANO et P. SALIOT (1973): Sur la présence d'une variété magnésienne de ferrocarpholite en Vanoise (Alpes françaises). Sa signification probable dans le métamorphisme alpin. C. R. Acad. Sc., Paris, *277* (D), 1965–1968.

LEMOINE, M., D. STEEN et M. VUAGNAT (1970): Sur le problème stratigraphique des ophiolites piémontaises et des roches sédimentaires associées: Observations dans le massif de Chabrière en Haute-Ubaye (Basses-Alpes, France). C. R. Soc. Physique Hist. Nat., Genève, *5*, 44–59.

MACGILLARY, C. H., W. L. KORST, E. J. WEICHEL MOORE and H. J. VAN DER PLAS (1956): The crystal structure of ferrocarpholite. Acta Cryst., *9*, 773–776.

STEEN, D. (1972): Etude géologique et pétrographique du complexe ophiolitique de Haute-Ubaye (Basses-Alpes, France). Mémoire du Département de Minéralogie de l'Université de Genève, 235 pages.

— (1975): Géologie et métamorphisme du complexe ophiolitique de la Haute-Ubaye (Basses-Alpes, France). Bull. suisse Mineral. Petrogr. *55*, 523–566.

TRICART, P. (1973): Les schistes lustrés du Haut-Cristillan. Thèse, Institut de Géologie, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 193 pages.

Manuscrit reçu le 31 mai de 1977.