

Zeitschrift:	Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band:	66 (1986)
Heft:	1-2
Artikel:	Présence de ferroaxinite dans la série volcano-sédimentaire de la Zone du Versoyen (Savoie, France, et province d'Aoste, Italie)
Autor:	Schürch, M.L. / Bertrand, J. / Loubat, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-50895

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: 24.01.2026

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

Présence de Ferroaxinite dans la série volcano-sédimentaire de la Zone du Versoyen (Savoie, France, et province d'Aoste, Italie)

par *M. L. Schürch¹, J. Bertrand¹ et H. Loubat²*

Abstract

Ferroaxinite is found to occur in the Versoyen zone. Exceptional concentrations of ferroaxinite and tourmaline can be observed in specific sites. The development of these boron-rich minerals is due both to the intrusion of doleritic sills into highly hydrated sediments and to the assimilation of substratum xenoliths (carbonates and evaporites) producing hydrothermal boron bearing solutions.

Keywords: Ferroaxinite, dolerites, xenoliths, metasomatism, zone du Versoyen.

Résumé

La ferroaxinite est signalée pour la première fois dans la zone du Versoyen. En certains secteurs, l'association ferroaxinite-tourmaline apparaît, en effet, en concentrations significatives. Le développement de ces minéraux riches en bore semble lié à l'intrusion de sills doléritiques dans des sédiments gorgés d'eau et à l'assimilation conjointe d'enclaves carbonatées et évaporitiques arrachées au soubassement. Il en résulte une interaction de solutions hydrothermales riches en éléments volatils.

1. Introduction

1.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

La série volcano-sédimentaire de la zone du Versoyen est située à la frontière franco-italienne, à proximité du col du Petit-Saint-Bernard (fig. 1). Cette série fait partie d'un complexe basique-ultrabasique constitué d'une séquence de sills doléritiques injectés dans des schistes noirs, d'un ensemble formé de lames de

¹ Département de Minéralogie, Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4.

² Institut Dolomieu, Université de Grenoble, rue Maurice Gignoux, F-38031 Grenoble.

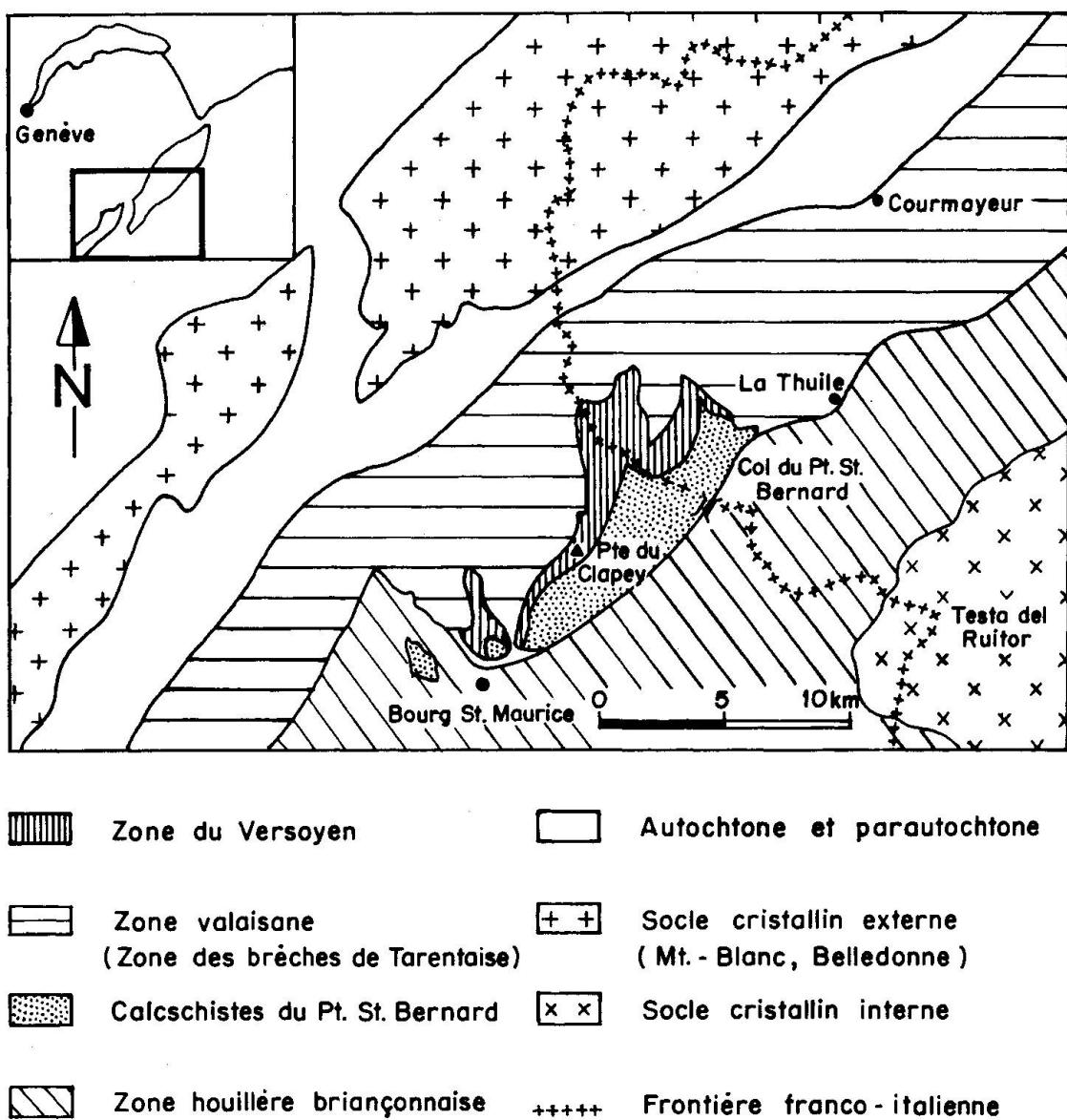


Fig. 1 Carte de situation de la zone du Versoyen.

serpentinites et d'écaillles cristallines de nature gneissique (gneiss de la Pointe Rousse, SCHOELLER, 1929). La position structurale et l'origine paléogéographique de ce complexe soulève encore de nombreux problèmes.

Deux hypothèses sont communément avancées:

1. Ce complexe pourrait représenter un lambeau exotique issu du domaine piémontais et mis en place tectoniquement entre la zone houillère briançonnaise et les massifs cristallins externes, Belledone et Mont-Blanc (ELTER, 1954; ELTER, 1960; ELTER et ELTER, 1965; LASSEUR et LAVERGNE, 1976).
2. Ce complexe pourrait faire partie du domaine valaisan, attestant du prolongement de celui-ci au delà de la frontière suisse (TRÜMPY, 1955, 1960; ZULAUF, 1963; LOUBAT, 1968; ANTOINE, 1968, 1971, 1972).

1.2. CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DE LA SÉRIE VOLCANO-SÉDIMENTAIRE

La série volcano-sédimentaire de la zone du Versoyen consiste en une alternance de sills métadoléritiques à métagabbroïques, le plus souvent de 2 à 50 mètres de puissance, et de schistes argileux noirs. Ces sills se sont vraisemblablement mis en place dans les sédiments encore gorgés d'eau. Ils ont induit un métamorphisme de contact ainsi qu'une intense hydrothermalisation.

Des blocs de cargneule et de conglomérat calcaire (série du Colet-des Rousses, ANTOINE, 1971), d'âge triasique à liasique provenant certainement du soubassement du bassin crétacé de Tarentaise (ANTOINE, 1972), s'observent parfois en enclaves soit dans les schistes noirs soit dans les dolérites. Ces xénolites constituent vraisemblablement une source importante en éléments volatils ce qui explique le développement généralisé de paragenèses à tourmaline (LOUBAT, 1968a) et, plus localement, à tourmaline-axinite.

Une histoire métamorphique complexe a affecté cette série. En effet, quatre épisodes de métamorphisme au moins semblent reconnaissables: 1. Métamorphisme deutérique. 2. Métamorphisme de contact. 3. Métamorphisme hydrothermal. 4. Métamorphisme régional. Les zonations de certains minéraux, des amphiboles bleues et des grenats en particulier, tendent à confirmer cette histoire complexe (SCHÜRCH, en préparation).

1.3. LOCALISATION DES PARAGENÈSES À TOURMALINE-AXINITE

La Pointe du Clapey (fig. 2), dominant au NE la ville de Bourg-Saint-Maurice, est le secteur le plus favorable pour la reconnaissance de la succession des paragenèses métamorphiques. Ce sommet est constitué d'au moins deux sills basiques (fig. 3), dont l'un atteint une puissance exceptionnelle d'environ 400 mètres. Ces sills, lenticulaires, présentent des évidences de différenciation magmatique. Des reliques de minéraux primaires permettent de reconnaître les termes originels suivants: pyroxénite, norite, gabbro, gabbro porphyrique, dolérite (LOUBAT, 1968a). Lors de leur mise en place, ces sills ont pu entraîner et plus ou moins assimiler des fragments de soubassement. On observe en effet des enclaves de cargneule, de calcaire dolomitique et de conglomérat à éléments calcaires et dolomitiques, dans le sill le plus puissant ainsi que dans les sédiments à son contact inférieur (fig. 3).

Plus ou moins effondrée sur place, la Pointe du Clapey est recouverte, sur ses versants NNW et SSE, par de grands éboulis. C'est dans ceux-ci que deux types d'échantillons renfermant des paragenèses à axinite-tourmaline ont été récoltés.

Le manque d'affleurements en place ou leur inaccessibilité explique pourquoi de telles roches n'ont pas encore été trouvées dans leur contexte originel.

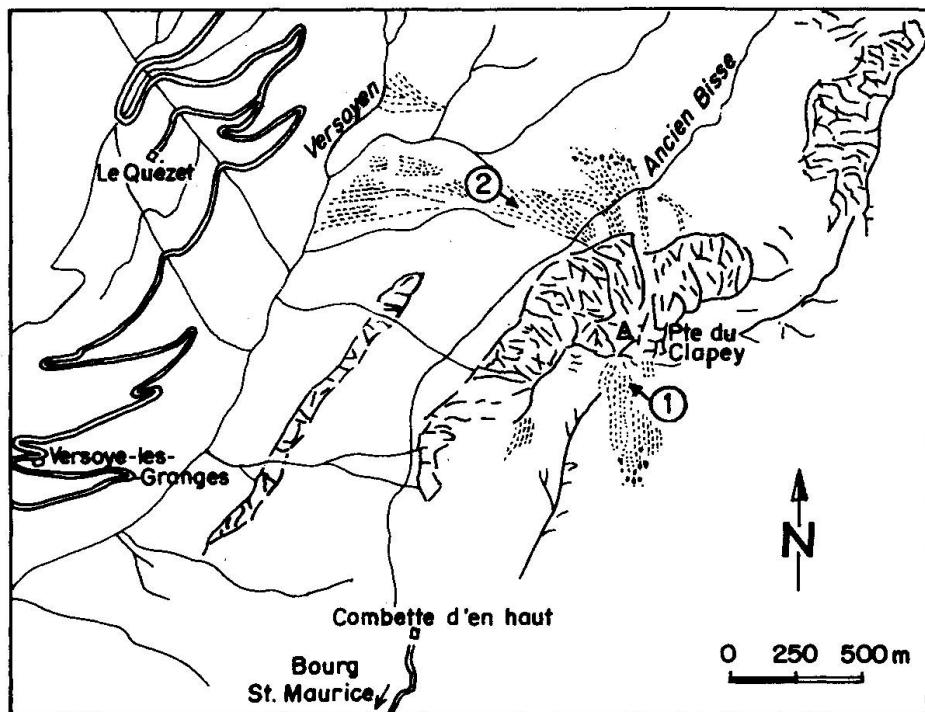


Fig. 2 Localisation des échantillons dans la zone de la pointe du Clapey.

Le premier échantillon provient de l'éboulis SSE. Il a été récolté aux coordonnées suivantes: $x = 947,7$, $y = 2083,6$ et $z = 2450$ m (fig. 2, point 1). Il s'agit d'une roche grisâtre à structure globulaire dans laquelle l'axinite est disséminée. Le deuxième échantillon a été récolté dans l'éboulis NNW, aux coordonnées suivantes: $x = 948,9$, $y = 2084,2$ et $z = 2050$ m (fig. 2, point 2). Il s'agit d'une métadolérite dans laquelle l'axinite se présente en filonnets massifs, centimétriques, et aussi parfois plus ou moins disséminées.

2. Pétrographie des roches étudiées

2.1. LA ROCHE GRISÂTRE À STRUCTURE GLOBULAIRE

Il s'agit d'une roche à grain fin, très dense, montrant une structure globulaire (fig. 4). L'examen microscopique révèle une grande hétérogénéité. La roche est, en effet, constituée de sphérules centimétriques à structure plus ou moins concentrique et radiale. LOUBAT et al. (1984) envisagent la formation d'une telle structure dans un milieu volcano-sédimentaire hybride. On peut distinguer 5 types de sphérules:

1. Sphérules constituées de ferroaxinite principalement, avec quartz, tourmaline et minéraux opaques soulignant les contours des différents cristaux.

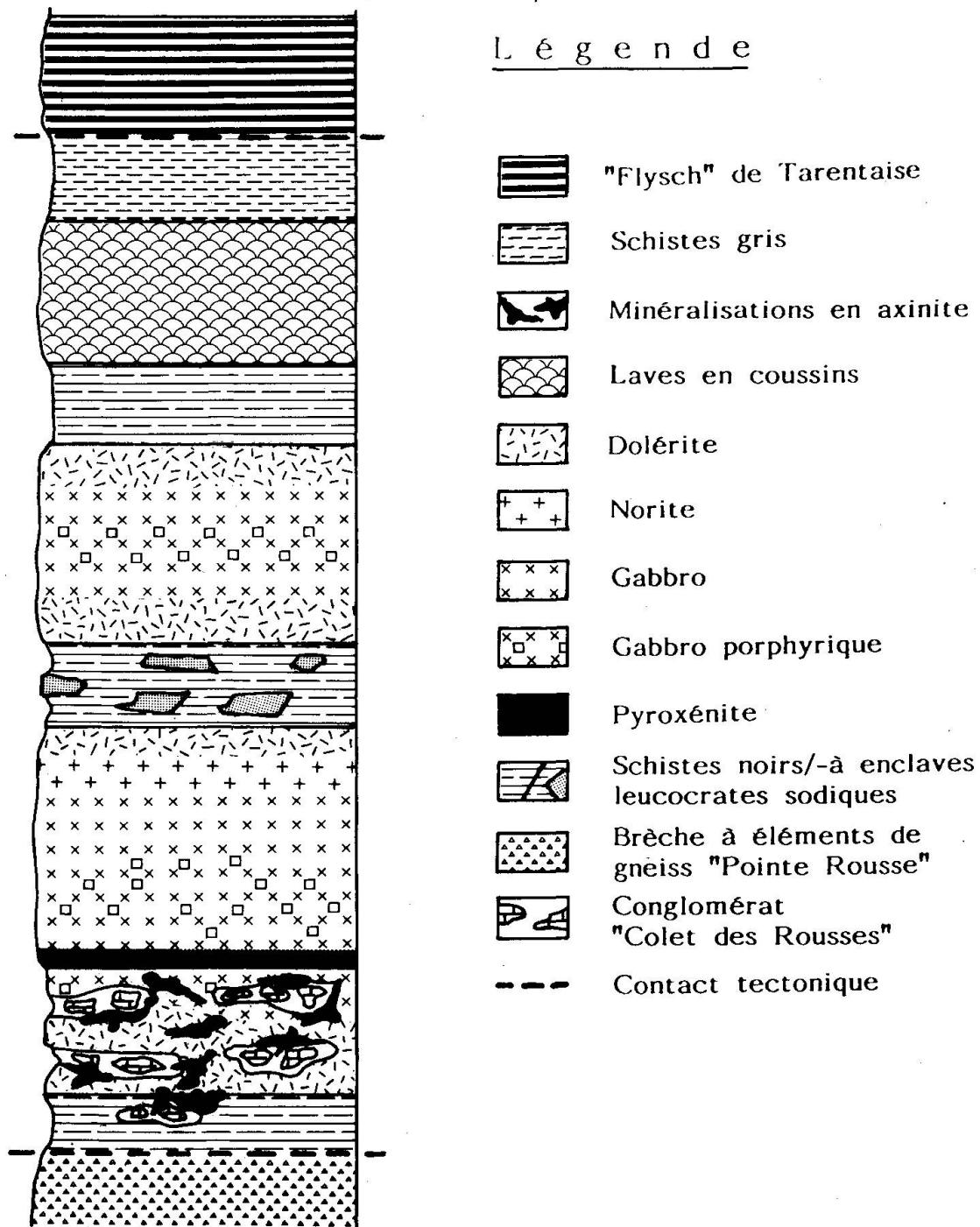


Fig. 3 Succession lithologique idéalisée et schématique du secteur de la Pointe du Clapey (revue et complétée d'après LOUBAT, 1975).

Puissance totale approximative: 600 m. Epaisseur de chaque terme indicative seulement. Brèche à éléments de gneiss «Pointe Rousse»: origine des éléments de gneiss encore douteuse. Cette succession affleure en position renversée.

2. Sphérolites constituées de ferroaxinit et de minéraux opaques plus ou moins enchevêtrés.
3. Sphérolites constituées de clinzoïsite, ferroaxinit, tourmaline et minéraux opaques.

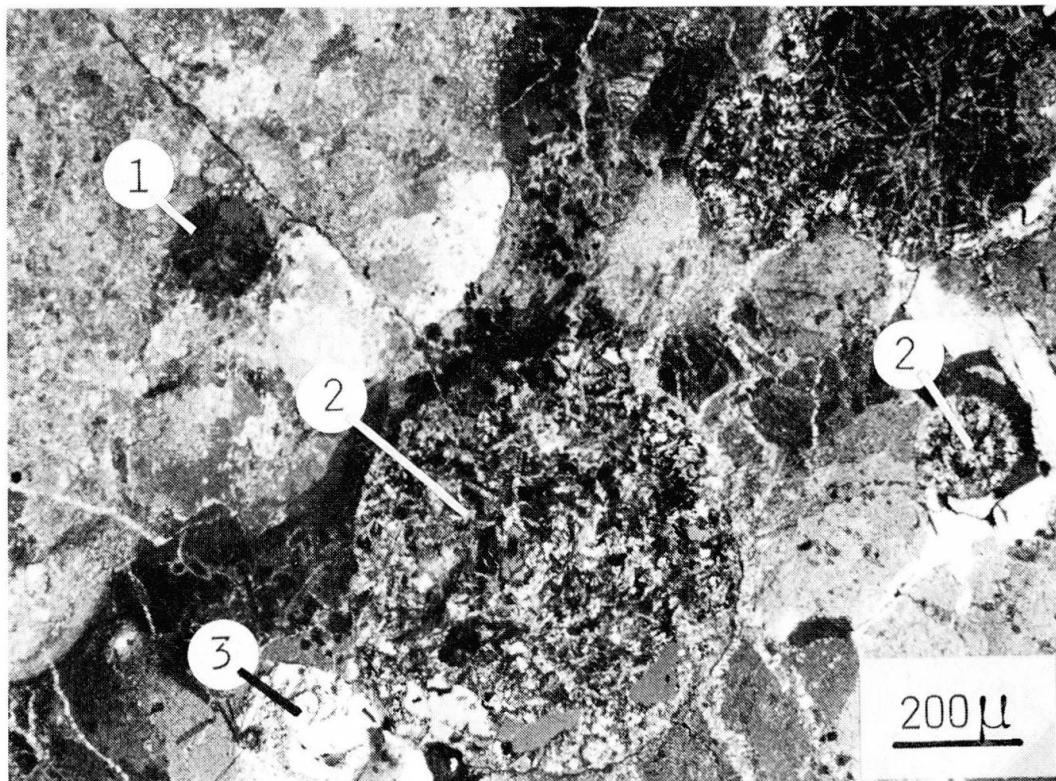


Fig. 4 Micrographie optique de l'axinite associée à une structure globulaire (variété 1) (lumière polarisée). Plusieurs types de sphérolites peuvent être observés:

1. Sphérolites à ferroaxinit et minéraux opaques.
2. Sphérolites à ferroaxinit, clinzoïsite, tourmaline et minéraux opaques.
3. Sphérolites à ferroaxinit, avec tourmaline et minéraux opaques accessoires.

4. Sphérolites constituées de clinzoïsite, quartz, minéraux opaques et actinote-trémolite.

5. Sphérolites constituées de ferroaxinit avec rares cristaux de tourmaline et minéraux opaques soulignant les limites et les cassures des minéraux présents.

Les zones concentriques présentent souvent aussi un caractère radial qui peut être dû à la croissance des cristaux de tourmaline, de ferroaxinit ou d'actinote-trémolite perpendiculairement aux limites de zones.

Ces sphérolites représentent le 30 à 40% de la roche. Leur matrice est composée principalement de ferroaxinit très finement pectilite et d'aiguilles de tourmaline. Localement, on note une croissance épitaxique entre ferroaxinit et tourmaline. Les minéraux accessoires sont les suivants: clinzoïsite, tourmaline, quartz, calcite, actinote-trémolite, pistachite, albite, chlorite et minéraux opaques. Les inclusions submicroscopiques qui criblent également la ferroaxi-

nite sont très vraisemblablement constituées, d'après les investigations à la microsonde, d'actinote-trémolite, de chlorite et de sphène.

2.2. LA ROCHE VERTE RECOUPÉE PAR DES FILONNETS D'AXINITE

Il s'agit d'une roche dense, très recristallisée, de couleur verte, recoupée par des filonnets rose-lilas clair de taille centimétrique à décimétrique (fig. 5) composés essentiellement de ferroaxinite. Cette roche est une métadolérite assez grossière comme l'attestent de grandes reliques de pyroxène aegyrinique et d'ilménite. Le pyroxène est souvent remplacé par des amphiboles bleues et vertes, du stilpnomélane et du quartz. L'ilménite ne subsiste que rarement au cœur d'une enveloppe de sphène-leucoxène. On distingue encore les minéraux suivants: amphibole bleu-vert, chlorite, albite, muscovite, biotite verte, zoïsite et pyrite.

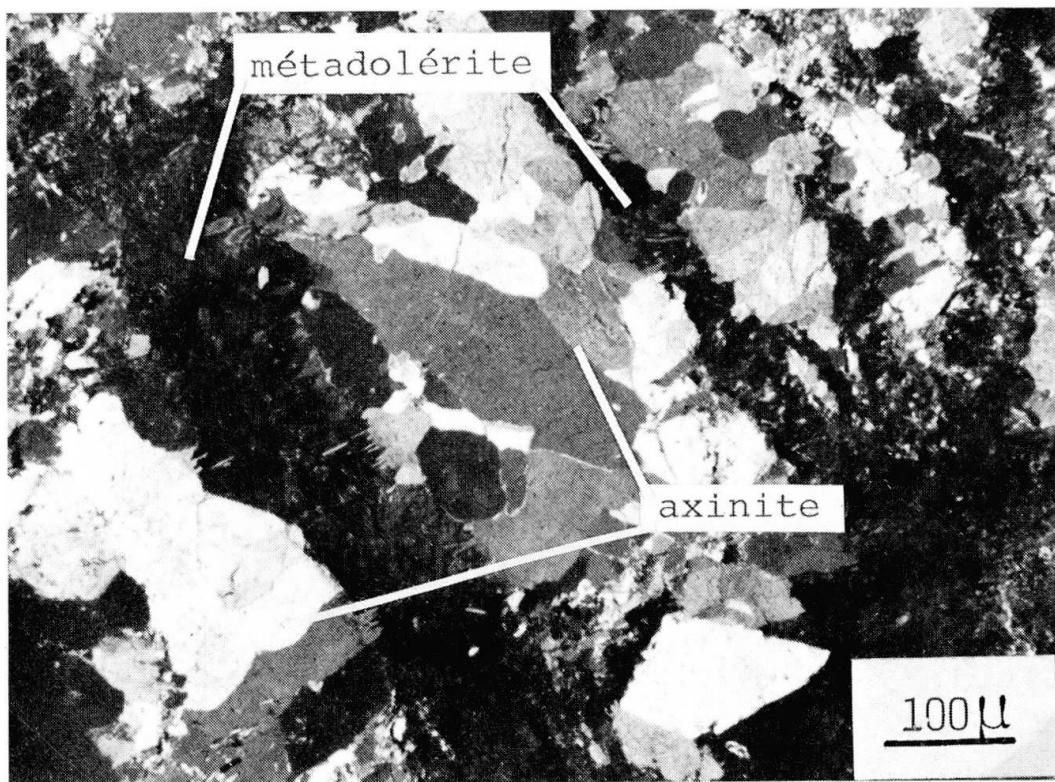


Fig. 5 Micrographie optique de l'axinite en filonnets (variété 2) (lumière polarisée). Les septa de métadolérite entre les zones d'axinite largement cristallisées évoquent une structure maillée.

Les contacts entre les filonnets de ferroaxinite et la métadolérite sont soit francs soit diffus avec des ramifications pénétrant dans la roche encaissante. Dans les filonnets atteignant 5 à 10 cm de puissance, l'axinite, souvent bien cristallisée, se présente en beaux cristaux idiomorphes centimétriques. Dans certains filonnets, une structure interne complexe, maillée, peut s'observer. Il

pourrait s'agir de filonnets successifs juxtaposés et séparés les uns des autres par des cloisons millimétriques de roche encaissante. Ultérieurement, de la tourmaline finement cristallisée s'est développée aux contacts roche encaissante-filonnets dans les fissures perpendiculaires à ceux-ci.

Les minéraux accessoires observés avec la ferroaxinite sont les suivants: pistaïte, clinozoïsite, chlorite, sphène, albite, grenat, pumpellyite, amphibole bleu-vert, stilpnomélane et pyrite.

3. Données minéralogiques sur la ferroaxinite étudiée

3.1. PRINCIPALES PROPRIÉTÉS OPTIQUES ET PHYSIQUES

Microscopiquement, la ferroaxinite se présente en général sous forme de grandes plages idiomorphes à subidiomorphes, tantôt criblées d'inclusions microscopiques à submicroscopiques (variété 1), tantôt limpides, avec des clivages (100) et (001) distincts. Elle est incolore à brun-rose avec un très léger pléochroïsme. Ses principales propriétés optiques et physiques sont rassemblées dans le tableau 1.

La variété 1 correspond à l'axinite associée aux globules.

La variété 2 correspond à l'axinite filonnienne.

Tab. 1 Principales propriétés optiques et physiques de la ferroaxinite du Versoyen.

	Variété 1	Variété 2
Indice de réfraction	$\alpha = 1,670$ $\beta = 1,674$ $\gamma = 1,680$	$\alpha = 1,672$ $\beta = 1,676$ $\gamma = 1,682$
Angle $2V_{\text{calc.}}$	$78,5^\circ$	$78,5^\circ$
Dispersion	$r < v$ (forte)	$r < v$ (forte)
Densité mesurée [†]	$3,31 \text{ g/cm}^3 \pm 0,02$	$3,32 \text{ g/cm}^3 \pm 0,02$

[†] Dans liqueur de Clérici diluée

3.2. DONNÉES RADIOCRISTALLOGRAPHIQUES

Les distances réticulaires et les intensités des raies de diffraction des deux ferroaxinites étudiées (tab. 2) ont été mesurées sur des diagrammes de poudre

Tab. 2 Diagramme de poudre de la ferroaxinite du Versoyen.

<u>Variété 1</u>			<u>Variété 2</u>		
d_{obs}	I_{obs}	hkl	d_{obs}	I_{obs}	hkl
6,30	70	1̄10,110	6,23	70	1̄10,110
4,99	10	011	4,96	10	011
4,80	10	1̄11	4,80	10	1̄11
4,55	25	1̄11	4,55	25	1̄11
4,00	40	2̄01,120	4,01	40	2̄01,120
3,76	10	21̄1	3,76	10	21̄1
3,68	70	1̄21	3,67	10	1̄21
3,45	60	002	3,463	60	002
3,43	10	11̄2	3,43	10	11̄2
3,290	50	1̄21	3,293	50	1̄21
3,150	90	211,220	3,162	90	211,220
3,080	30	102,02̄2	3,086	30	102,02̄2
			3,020	50	122,012
2,990	20	031,030	2,990	20	031,030
2,890	50	13̄1,301	2,890	50	13̄1,301
2,820	100	2̄21,122	2,820	100	2̄21,122
2,660	40	311	2,665	40	311
2,645	10	2̄12,221	2,645	10	2̄12,221
2,565	60	202,032	2,566	60	202,032
2,550	10	13̄2,32̄1			
2,475	10	022,131	2,472	10	022,131
2,460	10	230,320	2,470	10	230,320
2,445	30	311	2,443	30	311
2,420	10	131,312	2,427	10	131,312
2,360	30	212,013	2,363	30	212,013
2,210	20	1̄13	2,208	20	1̄13
2,180	10	1̄40,140	2,189	10	1̄40,140
2,165	50	231,33̄1	2,162	50	231,33̄1
2,100	10	22̄3,1̄13	2,109	10	22̄3,1̄13
2,060	20	13̄3,033	2,069	20	13̄3,033
			2,038	10	33̄2,032

plus environ 30 raies de faible intensité

Caméra de Gandolfi, diamètre 114,6 mm,
radiation $CuK\alpha$; filtre Ni

obtenu avec une caméra de Gandolfi de 114,6 mm de diamètre. Ces diagrammes correspondent à celui de la ferroaxinite (carte P. D. F. n° 6-0448).

Tab. 3 Analyses chimiques de la ferroaxinite du Versoyen.

	Variété 1	Variété 2		
	% poids [†]	dév. st. ^{††}	% poids ^{†††}	dév. st.
SiO ₂	43,2	0,49	43,1	0,23
TiO ₂	0,1	0,12	0,2	0,17
Al ₂ O ₃	19,0	0,14	18,9	0,14
FeO	7,7	0,75	9,0	0,40
MnO	0,3	0,11	2,3	0,55
MgO	3,1	0,39	1,0	0,10
CaO	20,3	0,61	20,2	0,33
	93,7		94,7	

[†] Moyenne de 10 points d'analyse ^{†††} Moyenne de 9 points d'analyse
^{††} Déviation standard

3.3. DONNÉES CHIMIQUES

La ferroaxinite a été analysée au moyen de la microsonde électronique ARL EMX-SM, équipée d'un dispositif d'analyse par dispersion d'énergie Tracor-Northern, de l'Université de Genève. Les éléments suivants ont été détectés: Si, Ti, Al, Mn, Mg, Ca et Fe. Leur distribution s'est révélée uniforme.

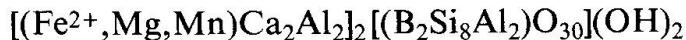
Les analyses quantitatives (tab. 3) ont été réalisées avec les conditions expérimentales suivantes: tension accélératrice: 15 kV, courant d'échantillon (sur bénitoïte): 100 nA. La durée des comptages a été contrôlée par un courant de sonde digitalisé constant, échantillons et standards étant métallisés avec du carbone. Les standards suivants ont été utilisés: quartz, rutile, corindon synthétique, pyrolusite, périclase, wollastonite, hématite.

B₂O₃ et H₂O ont été déduits par différence, cette dernière étant compatible avec la somme de ces deux constituants obtenue à partir d'analyses chimiques complètes effectuées sur des axinites de Bourg d'Oisans (LUMPKIN et al., 1979).

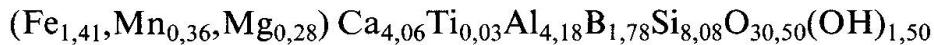
Pour établir la formule chimique empirique, nous avons considéré B₂O₃ = 5,5% et H₂O = 1,2%.

Calculées sur la base de 32 oxygènes, les formules empiriques sont les suivantes:

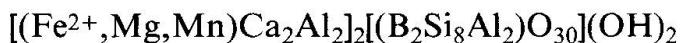
Variété 1 (dans globules):



Variété 2 (filonnienne):



ou, sous forme idéalisée et d'après la nouvelle formule structurale, ici simplifiée, proposée par LUMPKIN et RIBBE (1979):



avec $\text{Fe} > \text{Mg} > \text{Mn}$ dans la variété 1 et $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Mg}$ dans la variété 2.

Suivant SANERO et GOTTARDI (1968) (fig. 6), ces deux variétés se situent bien dans le domaine des ferroaxinites ($\text{Ca} > 1,5$; $\text{Fe} > \text{Mn}$).

4. Conclusion - Discussion

La littérature consultée n'est pas très précise quant à la nature des contextes géologiques et aux conditions de formation de l'axinite. Il semble cependant ressortir qu'il y ait une grande indépendance entre, d'une part, l'apparition et la composition chimique précise de ce minéral, et, d'autre part, la nature lithologique du milieu encaissant (VALLANCE, 1966; CHAUDHRY, 1969; CASSEDANE, 1977). Cette constatation a conduit à l'idée, communément admise, d'une origine nettement métasomatique pour cette espèce minérale.

Quelquefois associée génétiquement à l'action de magmas acides, l'axinite semble plus généralement liée à des sédiments, carbonatés ou pélitiques, envahis par des magmas variés avec pour conséquence le développement de phénomènes divers de type «skarns» (DEER et al., 1962).

Il convient de confronter les deux types de concentration en axinite décrits ci-dessus à cette hypothèse de gisement d'origine pneumatolytique ou hydrothermal.

Les deux variétés de roches riches en axinite se rencontrent dans la zone inférieure de la séquence lithologique idéalisée de la Pointe du Clapey (fig. 3). Dans cette zone, les dolérites enclavent et assimilent partiellement des blocs de nature carbonatée, de toutes dimensions, originaires des formations triasiques et liasiques sous-jacentes. Par ailleurs, la tourmaline, très intimement associée à l'axinite, apparaît en abondance croissante dans les métadolérites de la Pointe du Clapey lorsqu'on se rapproche de ce secteur «profond» à enclaves de nature

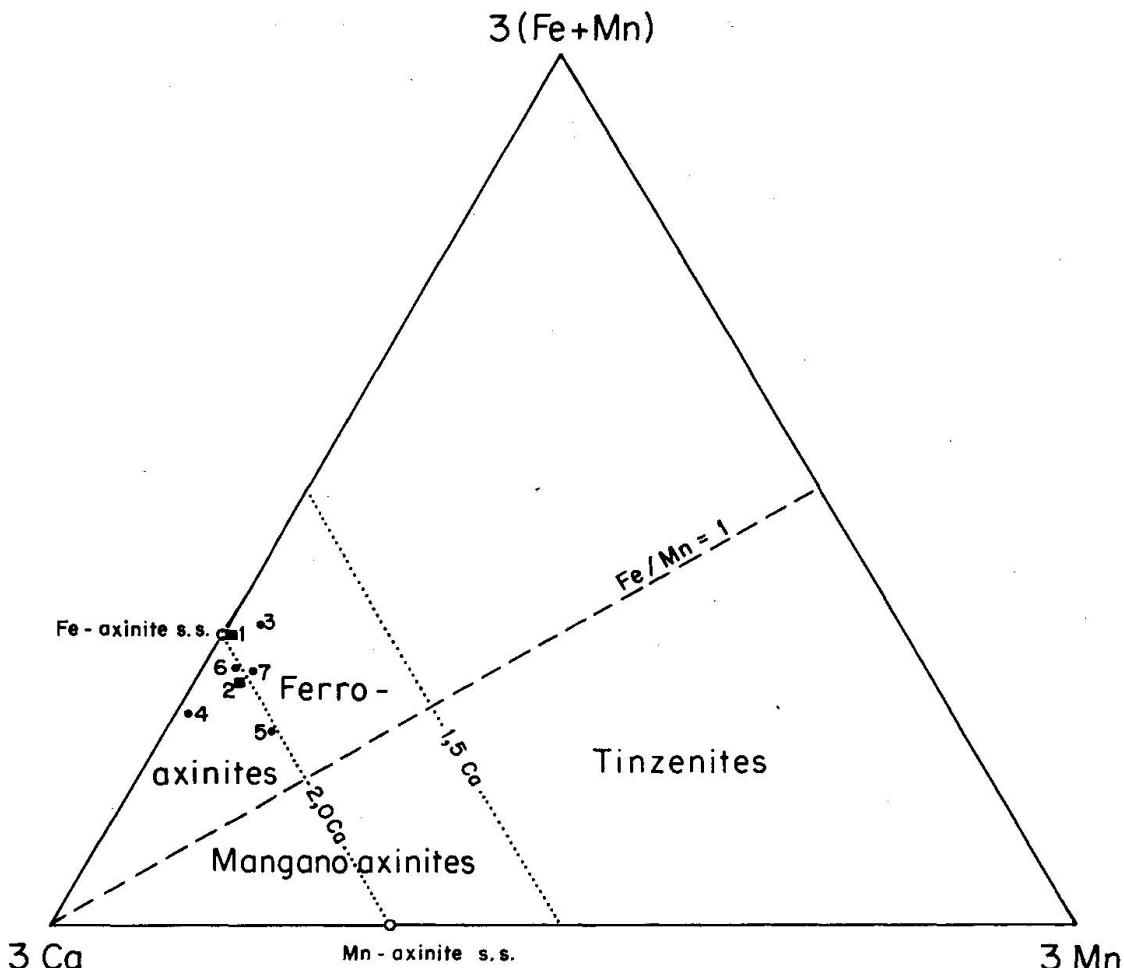


Fig. 6 Distribution des axinites du Versoyen dans le diagramme de SANERO et al. (1968) et comparaison avec diverses axinites d'autres localités.

1. Axinite, variété 1 (Versoyen, France) (ce travail).
2. Axinite, variété 2 (Versoyen, France) (ce travail).
3. Axinite (London Bridge, Wales, Australie) (VALLANCE, 1966).
4. Axinite (Santa Rosa, Brésil) (CASSEDANE et al., 1977).
5. et 6. Axinites (Devonshire, Angleterre), respectivement anal. M 80 et MN 27 (CHAUDHRY et al., 1969).
7. Axinite (Bourg d'Oisans, France) (anal. N° 4, LUMPKIN et al., 1979).

carbonatées. Comme source du bore, élément mobile par excellence, il paraît donc logique de penser à ces enclaves carbonatées et évaporitiques placées en contact avec les dolérites (MOINE et al., 1981).

La structure macroscopique et microscopique de la variété 1, distribuée en globules et dépourvue de filonnets, pourrait être expliquée, et c'est là une hypothèse de travail, par un phénomène de contact thermique intense entre les enclaves et le magma basique, fluide et très chaud, entraînant des processus de fluidisation. En revanche, la variété 2 témoigne clairement d'injections de fluides saturés dans une dolérite fortement affectée par un dynamométamorphisme antérieur à la mise en place des filonnets, ces derniers n'exhibant aucune déformation.

Si certaines paragenèses de la Pointe du Clapey (SCHÜRCH, en préparation) suggèrent un «climat» métamorphique de pression élevée, les échantillons ren-

fermant l'axinite évoquent, par contre, une croissance de ce minéral sous conditions épizonales, voire de très faible profondeur. Il semble donc se confirmer que la zone du Versoyen, et particulièrement le secteur de la Pointe du Clapey, témoignent d'épisodes métamorphiques très complexes et multiples.

La proximité et l'assimilation partielle de sédiments riches en éléments volatils ont vraisemblablement joué un rôle important dans les phénomènes de recristallisation observés. Toutefois, il sera peut-être nécessaire d'envisager le rôle de surpressions locales et de pressions partielles de fluides, extrêmement élevées, pour expliquer l'association des paragenèses observées.

Remerciements

Nous exprimons notre gratitude à Mlle E. Despland pour son aide dans la réalisation des mesures à la microsonde.

Bibliographie

- ANTOINE, P. (1968): Sur la position structurale de la «zone du Versoyen». *Géol. Alpine*, 44, 7-26.
- ANTOINE, P. (1971): La zone des Brèches de Tarentaise entre Bourg-Saint-Maurice (vallée de l'Isère) et la frontière italo-suisse. Thèse Université Grenoble, 367 p.
- ANTOINE, P. (1972): Le domaine pennique externe entre Bourg-Saint-Maurice (Savoie) et la frontière italo-suisse. *Géol. Alpine*, 48, 5-40.
- CASSEDANE, J. (1977): Le gîte d'axinite de Santa Rosa (Bahia). *Bull. Soc. franç. Mineral. Cristallogr.*, 100, 191-197.
- CHAUDHRY, M. N., HOWIE R. A. (1969): Axinites from the contact skarn of Meldon aplite, Devonshire, England. *Min. Mag.*, 37, 45-48.
- CUMMINGS, W. (1983): Ferroaxinite from Bridgeville. New Jersey. *The Mineralogical Record*, 14, 1, 43-44.
- DEER, W. A., HOWIE R. A., ZUSSMAN J. (1962): Rock forming minerals, vol. 1, Longmans Ed., 320 p.
- ELTER, G. (1960): La zona pennidica dell'alta e media Valle d'Aosta e le unità limitrofe. *Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. di Padova*, 22, 113 p.
- ELTER, G. et P. (1965): Carta geologica della regione del Piccolo San-Bernardo (versante italiano). *Publ. Cent. Etud. géol. pétrogr. Alpes*, 35, 53 p.
- ELTER, P. (1954): Etudes géologiques dans le val Veni et le vallon du Breuil, Petit-Saint Bernard. Thèse n° 1200, Université Genève, 39 p.
- ITO, T. et al. (1969): The crystal structure of axinite revised. *Proc. Japan Acad.*, 45, 490-494.
- LASSERRE, J. L., LAVERGNE C. (1976): Le volcanisme de la zone du Versoyen (Alpes franco-italiennes): minéralogie, pétrographie et géochimie. Thèse de doctorat de 3^e cycle, Université Grenoble, 252 p.
- LOUBAT, H. (1967): Un type particulier de volcanisme et de métamorphisme: le Versoyen (Alpes franco-italiennes). *C. R. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 2/3, 217-223.
- LOUBAT, H. (1968a): Etude pétrographique des ophiolites de la «zone du Versoyen», Savoie (France), Province d'Aoste (Italie). Thèse Arch. Sci. Genève, 21/3, 265-457.
- LOUBAT, H. (1975): La zone du Versoyen, témoin possible d'une intersection entre dorsale volcanique océanique et marge continentale. *Arch. Sci. Genève*, 28/1, 101-106.

- LOUBAT, H. (1984): Considérations préliminaires sur la configuration horizontale de l'édifice sub-volcanique du Versoyn (Alpes franco-italiennes) analogue aux bassins en distension du type Golfe de Californie. *Géol. Alpine*, 60, 37-44.
- LOUBAT, H., DELALOYE, M. (1984): La zone du Versoyn (Alpes franco-italiennes): le témoin d'une océanisation mésozoïque circonscrite constituant un milieu hybride, subvolcano-sédimentaire avec mobilisats et adinoles. *Géol. Alpine*, 60, 45-76.
- LUMPKIN, G. R., RIBBE P. H. (1979): Chemistry and physical properties of axinites. *Am. Mineral.*, 64, 635-645.
- MOINE, B. et al. (1981): Geochemistry of evaporite-bearing series: a tentative guide for the identification of metaevaporites. *Contr. Mineral. Petrol.*, 76, 401-412.
- SANERO, E., GOTTARDI, G. (1968): Nomenclature and crystal chemistry of axinites. *Am. Mineral.*, 59, 1407-1411.
- SCHOELLER, H. (1929): La nappe de l'Embrunais au nord de l'Isère. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, 175, 33, 422 p.
- SCHÜRCH, M. L. (en préparation): Les ophiolites de la zone du Versoyn: témoin d'un bassin marginal à évolution métamorphique complexe. Thèse de doctorat, Université Genève.
- TRÜMPY, R. (1954): La zone Sion-Courmayeur dans le haut val Ferret valaisan. *Eclogae Geol. Helv.*, 47, 315-359.
- TRÜMPY, R. (1955): Remarques sur la corrélation des unités penniques externes entre la Savoie et le Valais et sur l'origine des nappes préalpines. *Bull. Soc. Géol. France*, série 6, t. 6, 217-231.
- TRÜMPY, R. (1960): Paleotectonic Evolution of the Central and Western Alps. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 71, 6, 843-900.
- VALLANCE, T. G. (1966): A contact metamorphic axinite paragenesis at London Bridge, near Queanbeyan New South Wales. *Jour. Proc. Roy. Soc. New South Wales*, 99, 57-67.
- ZULAUF, R. (1963): Zur Geologie der penninischen Zonen nördlich der Dora Baltea im oberen Val d'Aosta (Italien). Thèse, Zürich, 150 p.

Manuscrit reçu 19 mars 1986, manuscrit révisé accepté 18 août 1986.