

Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 35 (1982)
Heft: 3

Artikel: Metamorphisme polythermal de Güneyce-Ikizdere (Pontides orientales, Turquie) et quelques précisions sur les conditions de formation de la defernite
Autor: Sarp, Halil / Deferne, Jacques / arman, Engin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-740568>

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: 31.01.2026

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

METAMORPHISME POLYTHERMAL DE GÜNEYCE-IKIZDERE (PONTIDES ORIENTALES, TURQUIE) ET QUELQUES PRECISIONS SUR LES CONDITIONS DE FORMATION DE LA DEFERNITE

PAR

Halil SARP,¹ Jacques DEFERNE¹ et Engin ŞARMAN²

INTRODUCTION

La région de Güneyce-Ikizdere, située au Sud de Rize (Pontides orientales, Turquie), a été étudiée par M. TANER (1977). Cet auteur a cartographié et décrit les roches de cette région. Il a mis en évidence un métamorphisme thermal causé par une intrusion granodioritique dans les formations volcano-sédimentaires d'âge créacé inférieur (TANER *et al.*, 1979).

Le métamorphisme ne s'est pas développé de manière égale partout au contact de l'intrusion. Par ailleurs des accidents tectoniques masquent souvent les contacts et ce n'est qu'en de rares endroits que le phénomène est bien observable.

Au cours de l'été 1981 nous avons pu nous rendre sur le terrain grâce à l'appui du Service géologique et minier de Turquie (M.T.A.) et étudier en détail ces roches de contact qui présentent une minéralogie particulière, riche en espèces minérales inhabituelles.

La brièveté de notre mission ainsi que les difficultés d'accès de la région nous ont contraints à porter nos observations sur deux zones de contact particulièrement bien développées, l'une située à un kilomètre au Nord-Ouest de Varda Yaylasi, l'autre à un kilomètre au Nord de Sariçiçek Tepe. Nous avons également échantillonné les roches situées à deux kilomètres au Sud-Est de Güneyce. Mais ce dernier affleurement est oblitéré par quelques accidents tectoniques qui rendent les observations difficiles. Toutefois on reconnaît des cornéennes à plagioclase, diopside, vésuvianite et épidote ou à albite, quartz et pumpellyite.

¹ Muséum d'Histoire naturelle, 1, route de Malagnou, CH-1211 Genève 6.

² M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüd Subesi, Ankara, Turquie.

Le but du présent travail est de présenter une description complète des minéraux caractéristiques de ce métamorphisme thermal et d'essayer d'estimer leur température de formation.

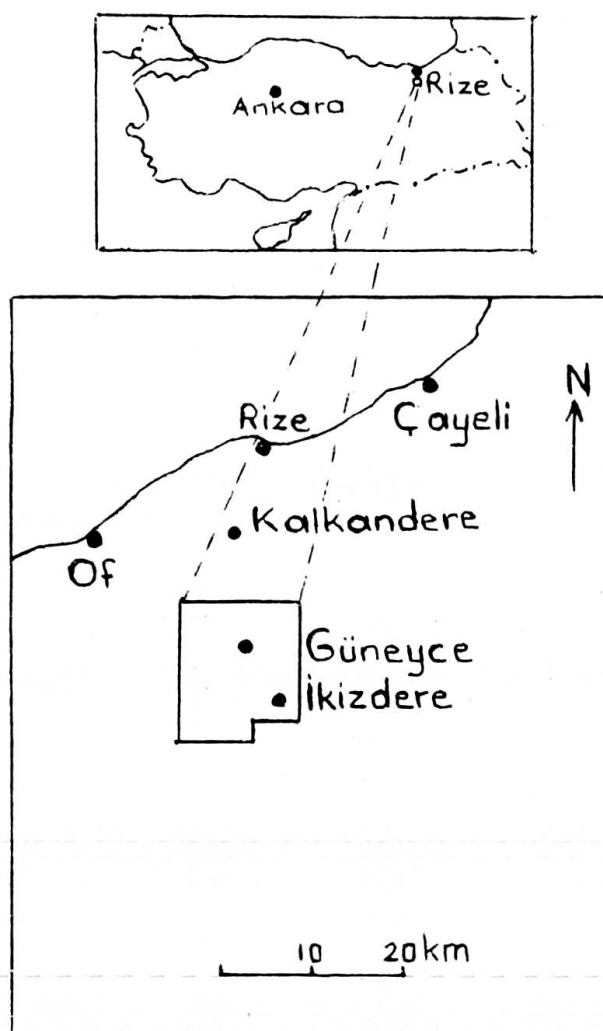


FIG. 1. — Carte de situation de la région de Güneyce-Ikizdere.

MINÉRALOGIE DES ROCHES DE VARDA YAYLASI

A Varda Yaylasi le métamorphisme thermal est bien développé et les roches calcaires sont transformées en skarn. Le recouvrement superficiel ainsi que quelques petites failles empêchent malheureusement de mesurer l'épaisseur de la zone atteinte par le métamorphisme. Toutefois on peut constater que ces roches occupent toute la zone comprise entre le petit torrent affluent de l'Apoyir Dere et le piton rocheux dit Yagli Kaya Mevkii. Ce dernier endroit, situé un kilomètre à l'Ouest de Besikler

Tepe et cartographié par erreur comme skarn et volcano-sédimentaire par TANER (1977) est en réalité le granite.

Dans la région de Varda Yaylasi la direction du litage est généralement Nord-Sud avec un plongement de 20° vers l'Est sauf près de Yagli Kaya Mevkii où les skarns plongent vers l'Ouest.

A Apoyir Dere, à 2100 m d'altitude, les marbres à diopside montrent un litage orienté Nord 60° Est et plongent vers le Sud-Est.

En exceptant les marbres à diopside dont la direction est différente de ceux de l'ensemble des skarns, nous avons échantillonné les roches suivant un profil de direction Nord 70° Ouest. En nous rapprochant progressivement du massif granitique nous avons identifié les associations minérales suivantes:

1. Diopside, vésuvianite, calcite, actinote, chlorite.
2. Vésuvianite, wollastonite, grenat.
3. Hornblende verte, diopside, spinelle vert, plagioclase (60% An.) biotite, augite, épidote, vésuvianite.
4. Calcite, diopside, vésuvianite, grenat, orthose.
5. Monticellite, wollastonite, grenat, cuspidine, foshagite, thaumasite.
6. Spurrite, rustumite, hillebrandite, defernite, vésuvianite, grenat.
7. Wollastonite, andradite, diopside, calcite.
8. Clacite, phlogopite, wollastonite, vésuvianite.
9. Pérowskite, fantômes de spurrite, rustumite, vésuvianite, minéral X¹, calcite, tobermorite, grenat, killalaïte (Sarp. *et al.*, 1982), defernite.
10. Pérowskite, monticellite, spurrite, rustumite, calcite, grenat, vésuvianite, defernite, hillebrandite.
11. Rustumite, dellaïte, grenat, foshagite, calcite.
12. Spurrite, calcite, dellaïte, defernite, vésuvianite, hillebrandite.
13. Pérowskite, spurrite, calcite, dellaïte, defernite, vésuvianite.
14. Monticellite, pérowskite, spurrite, dellaïte, defernite, vésuvianite, calcite hydrogrenat.
15. Monticellite, spurrite, pérowskite, rustumite, dellaïte, hillebrandite, defernite, vésuvianite, portlandite, hydrogrenat.

On remarque immédiatement que ces associations minérales comprennent deux catégories de minéraux:

- A) les minéraux primaires du métamorphisme de contact;
- B) les minéraux secondaires dus à un métamorphisme rétrograde et qui se sont développés aux dépens de la spurrite, de la rustumite et de la wollastonite.

¹ Minéral encore inconnu en cours d'étude.

TABLEAU I

Evolution des associations minérales dans les skarns de Varda Yaylasi au fur et à mesure qu'on se rapproche du massif granodioritique (de 1 à 15).

A) Minéraux de métamorphisme de contact																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Composition chimique ¹
Calcite																
Diopside																
Vésuvianite																
Chlorite																
Actinote																
wollastonite																
Grenat																
Andradite																
Hornblende verte																
Augite																
Spinelle vert																
Biotite																
Plagioclase (60%an)																
Epidote																
Orthose																
Phlogopite																
Monticellite																MgCaSiO ₄
Spurrite																Ca ₅ Si ₂ O ₈ CO ₃
Pérowskite																CaTiO ₃
Rustumite																Ca ₄ Si ₂ O ₇ (OH) ₂

B) Minéraux de rétro-métamorphisme formés aux dépens de la spurrite, de la rustumite et de la wollastonite																
SPURRITE																Ca ₅ Si ₂ O ₈ CO ₃
RUSTUMITE																Ca ₄ Si ₂ O ₇ (OH) ₂
Hillebrandite																Ca ₂ SiO ₄ .H ₂ O
Defernite																Ca ₃ CO ₃ (OH,Cl) ₄ .H ₂ O
Minéral X																
Tobermorite																Ca ₅ Si ₆ O ₁₇ .5H ₂ O
Killalaïte																Ca ₃ Si ₂ O ₇ .H ₂ O
Dellaïte																Ca ₆ Si ₃ O ₁₁ (OH) ₂
Hydrogrossulaire																Ca ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₂ (OH) ₄
Portlandite																Ca(OH) ₂
WOLLASTONITE																CaSi ₃ O ₉
Phoshagite																Ca ₄ Si ₃ O ₉ (OH) ₂
Cuspidine																Ca ₄ Si ₂ O ₇ (F,OH) ₂
Thaumasite																Ca ₃ Si(OH) ₆ CO ₃ SO ₄ .12H ₂ O

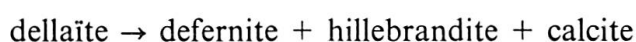
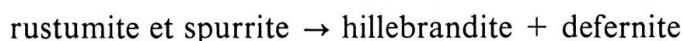
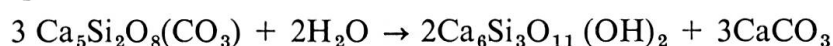
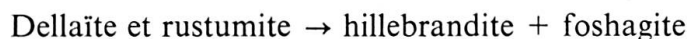
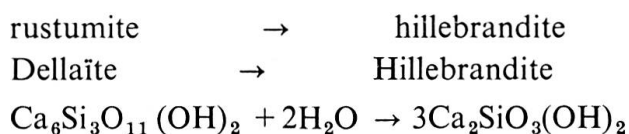
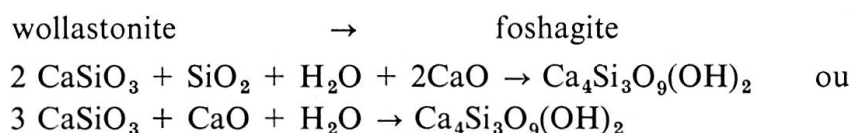
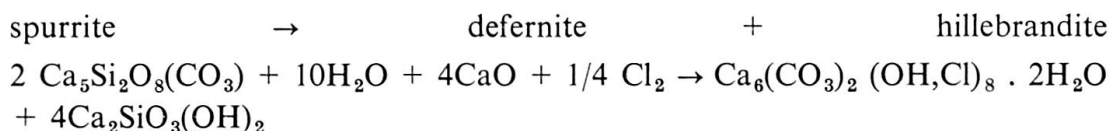
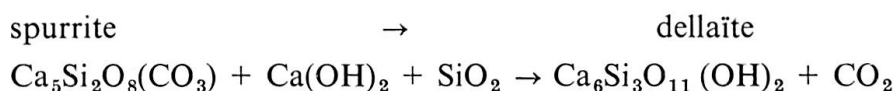
¹ Uniquement des minéraux rares ou peu connus.

Le tableau I montre l'évolution des associations minérales au fur et à mesure qu'on se rapproche du massif granodioritique d'une part pour les minéraux primaires, d'autre part pour les minéraux de rétro-métamorphisme. Dans cette seconde partie on peut remarquer que les minéraux de rétro-métamorphisme n'apparaissent que lorsque la spurrite, la rustumite ou la wollastonite sont présentes.

Près du contact on rencontre des skarns formés des minéraux primaires pérowskite, monticellite, spurrite, calcite, rustumite. Puis, en s'éloignant un peu, on trouve les marbres à wollastonite et phlogopite et les marbres à diopside. On peut observer également des roches formées de lits alternés de wollastonite et andradite puis, plus loin du contact encore, des roches à lits alternés de vésuvianite primaire et wollastonite.

Parmi ces roches qui, originellement, étaient des calcaires, on trouve des roches volcaniques basiques aussi métamorphisées thermiquement et dont la minéralogie est représentée par les associations 1 et 3.

Les minéraux primaires de haute température telles la spurrite et la rustumite se transforment par métamorphisme rétrograde en des minéraux de plus basse température. Ainsi, selon nos observations microscopiques, nous constatons les transformations suivantes:



spurrite → dellaïte + calcite + hillebrandite
 spurrite → calcite + vésuvianite + defernite
 spurrite → dellaïte + defernite
 spurrite → vésuvianite + calcite + defernite + hydrogrenat.
 dellaïte → defernite
 dellaïte → defernite + calcite
 rustumite → dellaïte + hillebrandite
 rustumite → dellaïte

Signalons encore qu'on peut rencontrer des veinules de portlandite et defernite ou d'hillebrandite et de defernite.

Au contact avec l'intrusion nous trouvons la paragenèse des silicates de haute température caractérisée par l'association spurrite-monticellite-pérowskite-calcite. Selon les travaux de REVERDATO (1979), HARKER (1959), PERTSEV (1977), SHMULOVICH (1969), TUTTLE & HARKER (1957), ZHARIKOV & SHMULOVICH (1969), l'association spurrite-monticellite serait stable aux alentours de 700 à 750° avec une faible pression de CO₂ (pas plus de 70 à 80 bars).

Dans cette association il est probable que la rustumite, qui est une phase chloro-hydroxylée, se forme à une température légèrement inférieure (650 à 700°). En effet ce minéral est allotriomorphe, il remplit les vides laissés par la spurrite qui renferme de la monticellite poecilitique.

Succédant aux roches à spurrite on rencontre la zone à monticellite-wollastonite-andradite. On y découvre un très joli litage formé d'alternances de wollastonite et d'andradite. Cette association se forme vraisemblablement aux alentours de 600°.

Plus loin du contact encore on observe une roche litée constituée d'alternances de wollastonite et de vésuvianite. En ce qui concerne le passage de la zone à spurrite à la zone à wollastonite on peut imaginer la réaction:

spurrite → wollastonite



Dans ces zones à wollastonite existent également des marbres à phlogopite wollastonite et vésuvianite ainsi qu'une ancienne roche basique transformée par métamorphisme en une cornéenne à hornblende (association 3). Ici les conditions de formation sont donc identiques à celles qui donnent naissance au faciès cornéenne à hornblende.

Quant aux minéraux de métamorphisme rétrograde de basse température tels l'hillebrandite, la defernite (cf. pl. 1), la vésuvianite secondaire, le minéral inconnu, la tobermorite, la killalaïte (SARP *et al.* 1982), la foshagite, la dellaïte, l'hydrogrenat et la portlandite, nous avons vu qu'ils se développaient dans les roches à spurrite et rustumite. Dans les roches à wollastonite on constate le développement de cuspi-

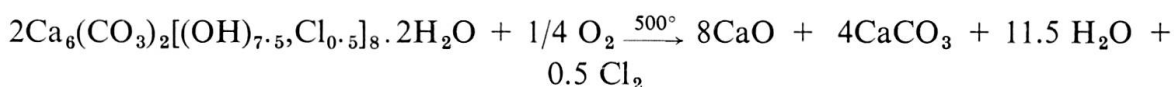
dine qui témoigne de la présence de fluor dans les apports du métamorphisme. Dans ces mêmes roches, on trouve encore la foshagite et la thaumasite comme derniers minéraux ayant cristallisé.

Parmi ces minéraux de basse température on sait que la dellaïte peut être synthétisée hydrothermalement à 400°; la foshagite à 220° à partir d'un mélange $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SiO}_2$. Pour cette dernière on peut imaginer la réaction:



Par ailleurs, HENMI *et al.* (1977) ont découvert un nouveau minéral, la fukalite, $\text{Ca}_4\text{Si}_2\text{O}_6(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ dans des skarns analogues constituée de la même association minérale. La fukalite est un produit secondaire de la spurrite et elle se décompose à 550° sous une pression de 1 kbar en un mélange de dallaïte et foshagite.

Nous avons procédé à des essais de chauffage de la defernite à pression atmosphérique chaque fois pendant 24 heures et vérifié le produit obtenu à l'aide des rayons X. Chauffée successivement à 150°, 250°, 300°, 350°, 400° et 450° la defernite n'a subi aucune transformation. Par contre après chauffage à 500°, toujours pendant 24 heures, elle s'est décomposée en un mélange calcite et chaux (les raies de diffraction de ces deux phases sont très nettes):



Les expériences de HENMI *et al.* (1977) montrent que la dellaïte est un minéral stable aux alentours de 500°. A cette température la defernite se transforme déjà en calcite et chaux. Or la defernite pseudomorphose souvent la spurrite et la dellaïte en association avec l'hillebrandite et la calcite suivant les diverses possibilités de transformation décrites plus haut. On peut en déduire que la defernite se forme à une température plus basse que la dellaïte, certainement en dessous de 450°. Notons encore la présence, en petite quantité, de defernite en même temps que la killalaïte. Or NAVAZ (1979) a démontré que ce minéral se forme dans un intervalle de température compris entre 350° et 550° dans un environnement à déficit de CO_2 , à des pressions de fluides oscillant entre 500 et 3500 bars. Par ailleurs la composition même de la defernite indique que la quantité de vapeur d'eau et de CO_2 doit être assez importante pour sa formation. Signalons aussi que nous avons trouvé de la portlandite associée à la defernite. La portlandite se forme à une température inférieure à 200°. Ces considérations nous conduisent à la conclusion que la defernite doit se former à des températures comprises entre 150° et 450°.

Parmi ces minéraux de basse température, ce sont la thaumasite et la tobermorite qui ont dû se former en dernier.

Dans cette région d'Apoyir Dere, en se basant sur la répartition des minéraux que nous venons de décrire, on peut conclure que l'intensité thermique du métamorphisme augmente quand on se dirige dans la direction Nord 70° Ouest.

MINÉRALOGIE DES ROCHES DE SARICICEK TEPE

A Sariçiçek Tepe, les roches ont une direction Nord-Sud et plongent de 30° vers l'Ouest. En partant de l'intrusion granodioritique et en nous dirigeant vers l'ouest on rencontre les assemblages minéralogiques suivants:

1. Labrador, diopside, quartz, sphène, veines d'épidote.
2. Epidote, quartz, préhnite, sphène.
3. Quartz, épidote.
4. Albite, épidote, diopside, vésuvianite.
5. Epidote, quartz, actinote, albite.
6. Albite, actinote, épidote, chlorite.

Près du contact ce sont les conditions de début de faciès cornéenne à pyroxène qui prédominent, puis assez rapidement, celles de cornéennes albito-épidotiques.

Par contre nous n'avons pas rencontré la roche à tilleyite et géhlenite signalée par TANER (1977) au contact du massif intrusif. Il est donc probable que cette zone à tilleyite est discontinue et qu'elle n'existait pas sur le tracé de notre coupe.

A Sariçiçek Tepe la température de métamorphisme semble donc moins élevée qu'à Varda Yaylasi. L'épaisseur des couches affectées par le métamorphisme est d'environ 50 à 60 m.

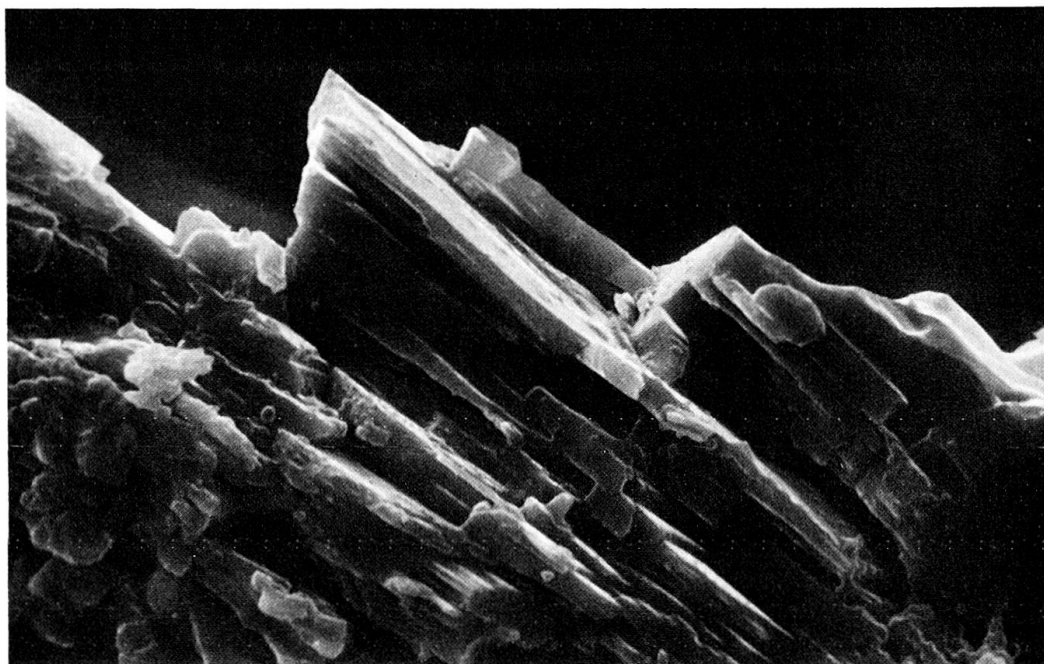
Quant à la bordure de l'intrusion granodioritique elle présente la même composition minéralogique dans les deux localités soit feldspath potassique, albite, quartz, chlorite, épidote, reliques d'amphibole verte, sphène et apatite. La structure est porphyrique avec une pâte très fine à Varda Yaylasi qui devient micrographique fine à Sariçiçek Tepe. Dès qu'on pénètre plus avant dans le massif, la structure redevient normale.

PLANCHE 1

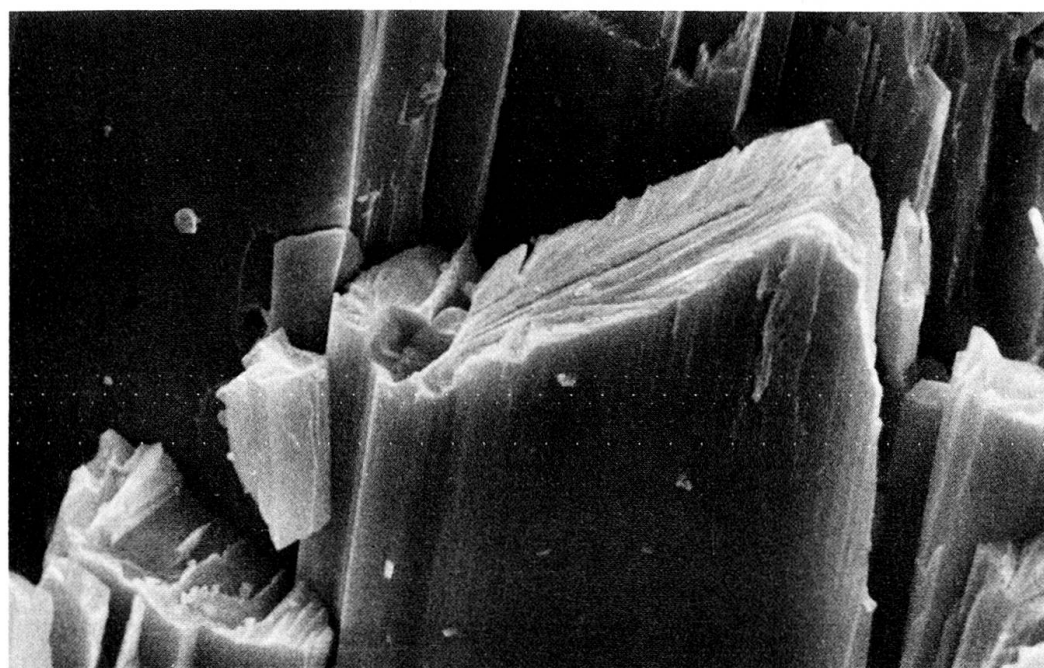
Cristaux de defernite de Varda-Yaylasi

- a) gross. 2200 ×
- b) gross. 3600 ×

Photographies prises au moyen du microscope électronique à balayage du Muséum de Genève, par le Dr Jean Wuest.



a



b

CONCLUSION

La température maximum atteinte par les roches lors de l'intrusion des granodiorite est d'environ 700° à Varda Yaylasi. Ce métamorphisme thermique a provoqué la formation d'un assemblage à monticellite, spurrite et rustumite. Au cours du refroidissement des ces roches un rétro-métamorphisme hydraté a favorisé le développement de toute une série de minéraux de basse température.

Dans la région de Sariçiçek Tepe les conditions de métamorphisme près du contact des granodiorites ont été celles du faciès cornéenne à pyroxène.

On peut donc penser que les températures d'intrusion du corps magmatiques étaient différentes dans ces deux endroits, si on ne tient pas compte du rôle possible du gradient géothermique.

REMERCIEMENT

Nous remercions vivement le Service géologique de Turquie (M.T.A.) de l'aide qu'il nous a apporté tout au long de cette campagne de terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- HARKER, R. I. (1959). The synthesis and stability of tilleyite: $\text{Ca}_5\text{Si}_2\text{O}_7(\text{CO}_3)_2$. *Amer. J. Sci.*, 257, 656-667.
- HENMI, C., I. KUSACHI, A. KAWAHARA and K. HENMI (1977). Fukalite, a new calcium carbonate silicate hydrate mineral. *Min. Journal*, Vol. 8, N° 7, 374-381.
- NAWAZ, R. (1974). Killalaite, a new mineral from Co. Sligo, Ireland. *Min. Mag.* 39, 544-548.
- PERTSEV, N. N. (1977). *High temperature metamorphism and metasomatism of carbonaceous rocks* (in Russian). Moscou: Nauka.
- REVERDATTO, V. V., N. N. PERTSEV and V. N. KOROLYUK (1979). P_{CO_2} -T-Evolution and origin of zoning in melilite during the regressive stage of contact metamorphism in carbonate-bearing rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.* 70, 203-208.
- SARP H., F. M. TANER, J. DEFERNE, H. BIZOUARD et W. B. LIEBICH (1980). La defernite, $\text{Ca}_8(\text{CO}_3)_2(\text{OH}, \text{Cl})_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, un nouveau carbonate de calcium chloro-hydroxylé. *Bull. Minéral.* 103, 185-189.
- SARP, H., J. DEFERNE et E. SARMAN (1982). Seconde occurrence de killalaite dans un skarn de la région de Güneyce-Ikizdere (Pontides orientales, Turquie). *Arch. Sc., Genève*, 35, 275-278.
- SHMULOVICH, K. I. (1969). On the stability of mervinite in the CaO-MgO-SiO_2 system (in Russian). *Rep. Acad. Sci. USSR*, 184, 1177-1179.
- TANER, M. F. (1977). *Etude géologique et pétrographique de la région de Güneyce-Ikizdere, située au Sud de Rize (Pontides orientales, Turquie)*. Thèse N° 1788. Université de Genève.
- TANER, M. F., M. DELALOYE and M. VUAGNAT (1979). On the geochronology by K-Ar method of the Rize pluton in the region of Güneyce-Ikizdere, Eastern Pontids, Turkey. *Bull. suisse minér. pétrog.*, 59, 309-317.
- TUTTLE, O. F. and R. I. HARKER (1957). Synthesis of spurrite and reaction: sollastonite + calcite — spurrite + CO_2 . *Amer. J. Sci.*, 255, 226-234.
- ZHARIKOV, V. A., K. I. SHMULOVICH (1969). High-temperature mineral equilibria in the $\text{CaO-SiO}_2\text{-CO}_2$ system (in Russian). *Geokhim.* 9, 1039-1056.