

## GRENATITE ET GRENATS DE DIÉLETTE (MANCHE)

par FRANÇOIS DIMANCHE et PIERRE TARTE

(2 figures dans le texte)

### RÉSUMÉ

*La grenatite de Diélette fait partie du cortège de roches métamorphiques ceinturant le massif intrusif acide de Flamanville.*

*La présente étude s'intéresse à cette unité du triple point de vue : pétrographique, chimique et minéralogique.*

*L'analyse pétrographique suggère que des transformations minéralogiques se sont produites par température décroissante, sous l'influence de venues magmatiques. Le métamorphisme thermique des calcaires impurs a donné des cornéennes à pyroxène et plagioclase calcique. Ces cornéennes ont partiellement évolué en grenatite à idocrase, en liaison avec le passage de phases magmatiques à haute température. Les venues hydrothermales postérieures ont d'abord provoqué un métamorphisme régressif puis le remplacement de certains minéraux par des phases cristallines hydratées.*

*L'analyse minéralogique, conduite par voie physique et chimique a montré que les grenats font partie de la série grossulaire-andradite et que le taux en andradite augmente avec la proximité du contact.*

*On peut conclure qu'à Diélette, le métamorphisme thermique des horizons carbonatés s'est doublé d'un métamorphisme d'apport.*

*Malgré le peu d'amplitude des phénomènes de métasomatose, il semble que le terme de SKARNS puisse s'appliquer aux cornéennes transformées, en conservant à ce terme toute sa signification génétique : roches résultant d'une métasomatose d'horizons carbonatés en liaison avec un métamorphisme accompagné d'apports.*

## INTRODUCTION

La granodiorite en massif circonscrit (RAGUIN 1946) de Flamanville s'est mise en place dans un ensemble de roches appartenant au Dévonien Moyen qui constituent le noyau d'un synclinal dit : Synclinal de Siouville (MICHEL LEVY 1893 — GRAINDOR 1960 — PAREYN 1960). La période d'intrusion est placée par MARTIN (1952) au cours de la phase sudète de l'Orogène varisque.

Les substrats argileux et argilosiliceux se sont métamorphisés par contact en cornéennes porteuses de paragenèses caractéristiques dont les principales sont : les faciès à muscovite, biotite ; à andalousite, cordiérite et à cordiérite, orthose (SALEEB ROUFAIEL 1962 — DIMANCHE 1963).

Les substrats carbonatés ou argilocarbonatés se sont transformés en cornéennes à diopside, plagioclase ou à biotite, diopside, plagioclase.

L'étude d'ensemble du site métamorphique a montré que toutes les cornéennes ont subi un métamorphisme de type régressif. Certains faciès à silicates calcaires ont en outre été affectés d'une métasomatose plus ou moins intense, attribuée par DIMANCHE (1963) aux actions tardi-magmatiques de la granodiorite. Le grenat, la scapolite, les épidotes, la prehnite remplacent les plagioclases et parfois aussi les pyroxènes des cornéennes calcaïques.

## LES TRAVAUX ANTÉRIEURS

MICHEL LEVY (1893). — L'existence de niveaux à grenats a été signalée par l'auteur et attribuée à la transformation des calcaires à polypiers de Nehou.

JEREMINE (1931). — L'auteur a publié une série d'analyses chimiques parmi lesquelles figure celle d'une grenatite. On peut lire dans le contexte pétrographique : « La grenatite est riche en fer et en chaux, pauvre en alumine et en titane. D'après cette composition, le grenat est donc une andradite ; il résulte de la transformation des marnes par les fumerolles riches en fer. »

CHAURIS LOUGNON MOUSSU (1959). — La présence de molybdénite et scheelite est signalée, aussi bien dans le massif intrusif que dans les cornéennes encaissantes.

SALEEB ROUFAIEL (1962). — La thèse défendue à Nancy en 1962, étude très complète du gisement ferrifère de Diélette, comprend un examen pétro-

graphique des faciès métamorphiques de l'ouest du massif et à ce chef, justifie ici un examen plus détaillé des opinions de son auteur.

P. 71. La grenatite est présentée comme le développement poecilitique de grenats sur une trame de calcite, diopside, sphène et minéraux opaques. « les porphyroblastes presque soudés renferment quelques inclusions des minéraux de la trame. »

La nature des grenats est éclaircie sur la foi de l'analyse « d'un échantillon moyen de grenat pur »

Analyse qui n'est pas reproduite. L'auteur identifie le minéral comme un grossulaire andraditique (rapport Al/Fe = 5 pour. mol.) et non comme andradite (JEREMINE).

Sur l'origine de la grenatite, G. S. SALEEB ROUFAIEL adopte également une opinion contraire à celle de E. JEREMINE « nul besoin de rechercher une telle hypothèse de métasomatose pour expliquer la formation des grenatites, un simple métamorphisme de contact d'un schiste marneux et ferrugineux peut, fort logiquement donner naissance à ces roches assez particulières, où domine le grossulaire-andradite. »

p. 154, 155, 157. Pour l'auteur, à part les très faibles quantités de scheelite et molybdénite sur les bords du granite « le rôle des phénomènes métasomatiques dans la région est strictement limité au [contact du batholite, il est entièrement inconnu ailleurs ».

Les phénomènes de métasomatose sont imperceptibles dans l'ensemble des roches qui constituent le gisement ».

## A. — ANALYSE PÉTROGRAPHIQUE DE LA GRENATITE

### I. *Aspect de la roche sur le terrain*

Les cornéennes calciques de Diélette, riches en pyroxènes, sont généralement verdâtres. Le grenat y apparaît, au plus loin du granite, sous la forme de taches brunes mal définies. Lorsqu'on se rapproche de la zone de contact, les taches se groupent en s'alignant sur les anciens plan de stratification. Des lits à grenats s'intercalent de cette façon au sein des anciens faciès carbonatés. On observe fréquemment une frange blanchâtre (où les épidotes remplacent diopside et plagioclase) qui sépare le lit de grenatite de la cornéenne verdâtre. A proximité immédiate de la roche magmatique, les lits de grenatite se muent en bancs massifs, puissants de plusieurs mètres. Ces bancs sont hétérogènes, les surfaces de contact des géodes internes laissent parfois pointer quelques faces de cristaux dont la taille ne dépasse pas le centimètre.

II. *Examen microscopique*

En lame mince, la roche découvre une grande hétérogénéité. La minéralogie d'ensemble groupe : grenat, idocrase, diopside, plagioclases, épidotes, sphène, calcite, prehnite, pyrrhotine, pyrite.

a) *Le grenat* apparaît généralement rose brun. Cette couleur est homogène dans la masse et celle-ci n'apparaît pas zonée. On ne peut dénombrer les cristaux constitutifs que dans les cas où les centres se distinguent des pourtours par le nombre des inclusions.

La biréfringence est le plus souvent nulle, cependant, certains échantillons (type 3) proches du contact, ont montré une biréfringence de l'ordre de 3 millièmes, phénomène qui s'accompagne de macles en bandes parallèles.

Le fait est considéré comme normal pour les membres de la série andradite-grossulaire (DEER HOWIE ZUSSMAN 1961).

b) *L'idocrase*, par plages de quelques millimètres, à contours nets, se répartit à l'intérieur de la grenatite suivant certaines surfaces géométriquement bien définies. Il y a similitude de comportement structural pour les deux minéraux, idocrase et grenat reprennent les mêmes inclusions, se montrent tous deux fortement altérés et il est difficile de déterminer s'il y a un ordre dans leur apparition.

c) Un pyroxène, optiquement proche du *diopside* est présent en abondance dans tous les faciès métamorphiques issus de la transformation des substrats carbonatés. Dans les cornéennes à silicates calcaires autres que la grenatite, le diopside affecte ou la structure granoblastique ou une structure orientée, allongée suivant une direction propre à plusieurs minéraux néoblastiques (exemple : la biotite).

On peut observer deux types de structure lorsque le diopside fait partie des assemblages minéralogiques de la grenatite :

— une structure en granules : de minuscules plages arrondies, mal définies sont reprises poecilitiquement dans la masse du grenat. On ne retrouve ni la forme géométrique, ni la taille des granoblastes.

— une structure en mosaïque suivant laquelle des cristaux

équidimensionnels bien individualisés, souvent de grande taille, se rassemblent pour former un dallage qui remplit les microgéodes ou qui peut se loger aux jointures des cristaux de grenat. Sous cette dernière forme, le pyroxène ne participe à aucune association ni avec le grenat, ni avec les minéraux qui l'altèrent. Il apparaît toujours ramassé, indépendant, non ouralitisé.

d) Un mélange d'*épidote* et *zoïsité* épigénise les cristaux de grenat et idocrases surtout aux approches du contact. A l'intérieur des grenats la structure poecilitique interstitielle est typique : un même cristal d'*épidote* apparaît comme l'ensemble des plages du minéral possédant la même orientation optique. Comme il a déjà été signalé, l'*épidote* peut remplacer complètement la cornéenne calcique aux abords de la grenatite, ces plages sont de grande taille (1 à 2 mm) leurs contours sont fantasques, engrenés les uns dans les autres. Bien que se substituant à des minéraux riches en inclusions, l'*épidote* de remplacement est toujours limpide.

e) La *calcite* est essentiellement un minéral de veine. Une structure souvent observée consiste dans le remplissage de canalicules mono cristallins sillonnant l'idocrase et le grenat. Les veinules à prehnite portent fréquemment un cœur de *calcite*.

f) Le *sphène* se présente également en fins canaux monocristallins en travers d'autres minéraux. On le trouve aussi en structure granulaire du type pyroxène ou sous forme de grands cristaux idiomorphes.

g) Les *plagioclases calciques* se présentent sous plusieurs formes,

— la structure néoblastique est habituelle dans la cornéenne à diopside et plagioclase ; le minéral granoblastique, rarement maclé titre 85 % d'anorthite. Il est possible de trouver quelques uns de ces granoblastes en structure poecilitique dans les grenatites mais toute vérification de composition est devenue impossible.

— tout autre est l'aspect des grands cristaux xénomorphes qu'on voit localement se développer aux dépens du grenat et de l'idocrase. Ce plagioclase est plus sodique que la forme précédente.

— il se trouve une troisième forme, un plagioclase de veine, maclé dont le parcours sillonne les plages d'idocrase et de grenat. Toutefois, l'extinction roulante rend le minéral indéterminable.

h) La *prehnite* se développe aux dépens de tous les plagioclases, on la voit cristalliser à l'intérieur des minéraux sous la forme de touffes d'acicules ou bien de petites lamelles orientées suivant les maclés et clivages.

On peut appeler *prehnitisation*, cette altération extrême des plagioclases qui n'en laisse que des structures fantômes. En dehors de la *grenatite*, la *prehnitisation* peut affecter les plagioclases de toute une région de la cornéenne. Ce type d'altération contrairement à l'épigénie par l'épidote respecte les granoblastes de pyroxène.

Des zones entières de cornéenne à diopside et plagioclase sont ainsi transformées en roches à diopside et *prehnite* ; la substitution de minéraux s'accompagne d'une modification de granulométrie car les plages de *prehnite* sont d'une taille nettement supérieure à celle des granoblastes de plagioclase.

i) La *pyrrhotine* et la *pyrite* sont parfois présentes, en granules, dans les cornéennes calcaires, granules répartis suivant les anciens plans de sédimentation. La *grenatite* voisine se charge alors de mouchetures de minerai qu'entoure un peu de *clinozoïsite*.

#### *Conclusion de l'analyse pétrographique.*

Des observations consignées ci-dessus, les caractères généraux suivants se dégagent :

La structure actuelle de la *grenatite* résulte de la superposition des structures de plusieurs associations minéralogiques qui se sont succédées.

A la suite de l'étude des structures, quatre groupes d'associations se présentent. La première association peut être appelée *relique*, les minéraux qui en font partie, diopside, plagioclase calcique, sphène possèdent une structure granulaire, ils présentent des signes de corrosion et existent en tant que corps isolés dans le *grenat* et l'*idocrase*. Il s'agit là de minéraux caractéristiques du métamorphisme de contact thermique. On peut leur adjoindre les *grenats* alumineux qui se trouvent individualisés dans les cornéennes calciques éloignées du contact. On interprètera cette association comme étant primaire, révélatrice d'une phase initiale du métamorphisme de contact au cours de laquelle un ensemble de réac-

tions entre minéraux sédimentaires a été déclenché en système fermé lors de l'élévation de température du milieu.

Dans le deuxième groupe, on placera le grenat et l'idocrase qui constituent à proprement parler la roche grenatite. On verra dans la partie du travail qui traite du problème minéralogique, que le grenat possède des teneurs variables en andradite. Du point de vue de la distinction entre métamorphisme thermique et d'apport, la nature de ce minéral est équivoque puisqu'il ne s'agit pas d'une andradite caractérisée; par contre, l'idocrase est généralement considéré comme un minéral de pneumatolyse. Il faut souligner ici que M. CHRISTOPHE-MICHEL-LEVY (1960) a réalisé la synthèse hydrothermale de l'idocrase. A 1 000 bars et 500° un mélange de grossulaire et d'idocrase a été obtenu. L'entrée du fer dans le réseau du grossulaire semble conditionnée par une certaine teneur en alcalis des solutions, par contre le développement de l'idocrase serait contrariée par la présence de ces mêmes alcalis (M. CHRISTOPHE-MICHEL-LEVY 1956-1960).

Dans cet ordre d'idée, on peut faire remarquer qu'à Diélette

— la teneur en alcalis est de l'ordre de 0.23 % valeur très proche de celles citées par l'auteur.

— il existe plusieurs indices de la présence d'ions alcalins dans le système et on peut spécialement souligner : a) la formation aux dépens de l'idocrase et du grenat d'un plagioclase régressif nettement plus sodique que les granoblastes primaires; b) l'existence d'une amorce de métamorphisme d'injection marquée par la présence de veinules à orthose et oligoclase dans l'ensemble des cornéennes.

Cette deuxième association est interprétée comme un remplacement s'effectuant en conditions pneumatolytiques (voir aussi les conclusions générales).

Les minéraux du troisième groupe sont diverses formes d'altérations. Il s'agit tout d'abord des plagioclases apparus aux dépens de l'idocrase et des grenats qui représentent une régression de la minéralogie. Il s'agit ensuite de l'épidote qui remplace le grenat, de la clinzoïsité qui remplace l'idocrase et de la prehnite qui se substitue à toutes les formes de plagioclase.

Comme il a été dit dans le paragraphe précédent, le plagioclase régressif plus sodique peut être mis en liaison avec la nature alcaline du milieu de réaction pneumatolytique. Pour les autres formes



d'altération, ce sont là des manifestations bien connues de type hydrothermal.

Dans un dernier groupe, on placera le sphène et la calcite dont les formes en veines et en poches se surimposent à l'ensemble des structures décrites. On peut également rattacher à ce type les veinettes d'injection avec orthose et oligoclase que l'on voit dans les cornéennes proches des contacts.

Ces cristallisations seront interprétées comme des venues tardi-magmatiques.

Il est possible de résumer les hypothèses énoncées sous la forme d'un tableau :

TABLEAU I

Pétrographie	Minéralogie
métam. de contact thermique	diopside + plagioclase calcique + grenat al
métam. de contact avec apport	grenat + idocrase (grenatite)
régression de la minéralogie altération hydrothermale	plagioclase épidote + clinozoisite prehnite
recristallisations	diopside et pyrrhotine
venues	calcite/sphène

## B. — ANALYSES CHIMIQUES

### *Critique de l'analyse chimique globale*

Il est possible de calculer la formule d'un grenat à partir des résultats de son analyse chimique mais on comprend aisément que la méthode est tributaire de la pureté du matériau analysé.

Dans le cas actuel, la grenatite, représente la seule source de grenats. L'étude chimique et minéralogique a porté sur deux types de grenatites :



- le type I a été prélevé à 700 mètres du contact ;
- le type II provient des unités métamorphiques directement en contact avec la roche magmatique.

TABLEAU 2

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	33.3	32.70	39.90	38.57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.8	19.25	10.50	17.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.29	9.32	10.00	6.76
FeO	11.69	26.00	2.05	3.00
MnO	0.4	0.21	0.21	0.16
MgO	2.39	2.20		0.18
CaO	26.5	4.64	34.4	33.6
Na <sub>2</sub> O	0.16	0.12	0.16	
K <sub>2</sub> O	0.15	0.83	0.07	
TiO <sub>2</sub>	0.72	0.77	0.68	0.42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.31	2.48		
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.81	0.98	0.32	0.05
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.43			
CO <sub>2</sub>	1.48		1.6	
	100.57	99.5	99.89	100.34

1. Grenatite Diélette — E. JEREMINE 1931 — (Anal. M. RAOULT).
2. Grenatite à diopside et épidote (éch. 59) — G. S. SALEEB-ROUFAIEL 1962.
3. Grenats concentrés de grenatite II — F. DIMANCHE 1965 — (Anal. P. NANGNIOT).
4. Grenatite Adirondack — A. F. BUDDINGTON 1950.

Après broyage et tamisage de la roche, l'extraction des grenats a été tentée à l'aide du séparateur magnétique, opération suivie d'un triage au binoculaire. Malgré la persistance d'inclusions visibles au microscope dans les concentrés, une analyse du type II (\*) a été réalisée dont les résultats sont repris tableau 2 (colonne 3).

Il n'a pas été possible d'établir la formule cristalline d'un grenat à partir de ces données, il faut donc se garder d'assimiler composition de la grenatite et composition du grenat principal constituant.

(\*) Analyste : P. NANGNIOT, Laboratoires de Chimie Analytique, Institut Agronomique de l'État Gembloux.

## C. — ANALYSE MINÉRALOGIQUE DES GRENATS

Il existe plusieurs méthodes d'identification basées sur la variation des caractéristiques physiques du grenat avec sa composition (FORD 1915).

Parmi ces méthodes, PREVOT et von ELLER (1963) signalent particulièrement celles de WYNCHHELL (1958) et de SASTRI (1962).

I. *Application de la méthode de Wynchell*

La méthode consiste à situer le minéral à l'intérieur de deux tétraèdres dont les sommets sont occupés par les grenats-termes-extrêmes (figure 1). Les données nécessaires sont : l'indice de réfraction, les dimensions de la maille et la densité.

Dans le cas présent, vu l'hétérogénéité des grenatites, il est illusoire de vouloir déterminer les densités mais on verra que la connaissance des deux premières coordonnées permet d'encadrer de très près les compositions cherchées.

Les mesures d'indice ont été effectuées par immersion.

Les mesures des dimensions de maille ont été réalisées à l'aide d'un diffractomètre C. G. R. Ces mesures portant sur les raies

12.2.2.

12.6.0.

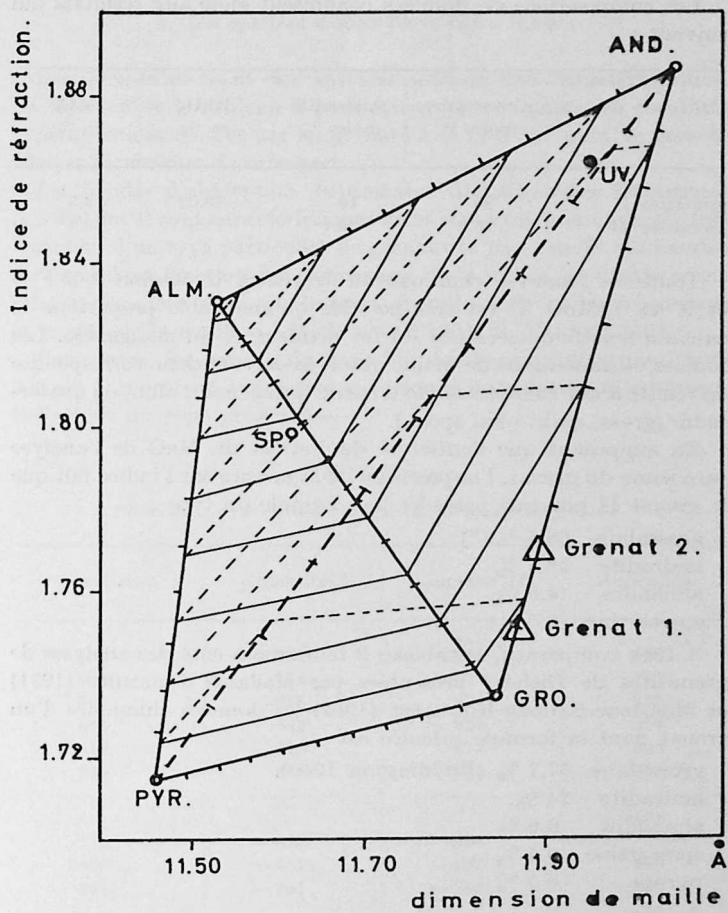
14.4.0.

14.4.2. sont concordantes à 0,001 Å près

ROCHE	$a_0$	$n$
grenatite 1	11,871	1,75
grenatite 2	11,898	1,77

On peut constater que les points de coordonnée (11.871 1.75) et (11.898 1.77) se placent sur les figures de WYNCHHELL très près de l'arête grossulaire-andradite.

Les grenats font donc partie de la série « grandite » et leur composition se rapproche d'une solution binaire grossulaire/andradite..



( D'après H. Winchell. 1950 )

Fig. 1

Les compositions de données conduisent alors aux résultats qui suivent :

	Grossulaire moles %	Andradite moles %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> gr. %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> gr. %
grenatite I	90	10	20.02	3.5
grenatite II	76.3	23.7	16.8	8.2

Toutefois l'analyse chimique du concentré II décelait 2.05 FeO et 0.21 % MnO. Il est très possible qu'une faible proportion de calcium soit remplacée par du fer bivalent et du manganèse. Les indices et dimensions de maille observés doivent donc correspondre en réalité à une solution solide ternaire (gross. andr. alm.) ou quaternaire (gross. andr. alm. spess.).

En supposant que l'entièreté du FeO et du MnO de l'analyse provienne du grenat, l'imprécision de la mesure sur l'indice fait que le grenat II pourrait posséder une formule du type :

grossulaire 68.5 % (\*)  
 andradite 26.5 %  
 almandin 4.5 %  
 spessartine 0.5 %

A titre comparatif, le tableau 2 renferme à côté des analyses de grenatites de Diélette présentées par Madame JEREMINE (1931) et Monsieur SALEEB-ROUFAIEL (1962) les données chimiques d'un grenat dont la formule calculée est

grossulaire 67.7 % (Buddington 1950).  
 andradite 24 %  
 almandin 6.6 %  
 spessartine 0.5 %  
 pyrope 0.5 %

(\*) Il a été tout récemment permis de confirmer ces résultats en couplant les données de deux méthodes très spéciales.

La grenatite type II a pu être passée sous la sonde de Castaing du B. R. G. M. de Paris grâce à l'amabilité de G. GUITARD. Les résultats du dosage élémentaire (Fe 5% Al 3.3% Ti 0.95% Mn 0.4 %) ont été complétés par la connaissance du rapport fer ferrique/fer ferreux établi par spectrométrie d'absorption gamma (5/1) (Monsieur GERARD, Institut d'Astrophysique, Cointe-Liège).

## 2. Les spectres d'absorption infra rouges

Les grenats donnent des spectres infra-rouges caractéristiques. La figure 2 et le tableau 3 permettent de comparer les résultats expérimentaux donnés par les grenats I et II d'une part, le grossulaire et l'andradite d'autre part.

Les bandes d'absorption du domaine des moyennes fréquences ( $\nu > 500 \text{ cm}^{-1}$ ) sont caractéristiques de la structure grenat en général mais non d'un type particulier de grenat ; la position de ces bandes est cependant fonction des dimensions de la maille, et il existe une relation régulière (mais non linéaire) entre les valeurs des fréquences et le côté de la maille  $a_0$  (H. MOENKE 1961, P. TARTE 1960).

Par contre, les bandes du domaine des basses fréquences ( $500\text{-}300 \text{ cm}^{-1}$ ) montrent que la grenatite donne un spectre qui est essentiellement du type grossulaire.

TABLEAU 3

*Position (en  $\text{cm}^{-1}$ ) des bandes IR de quelques grenats*

Grossulaire	Grenatite I	Grenatite II	Andradite
~ 952	~ 950	~ 945	930
918	914	910	891
863	858	854	835
846	842	~ 839	817
619	616	613	593
545	541	535	511
			481
474	~ 470	466	
456	~ 451	~ 445	440
397	~ 391	~ 385	395
			354
			315

D'autre part, les chiffres rassemblés dans le tableau 3 et plus particulièrement dans la partie supérieure de ce tableau (bandes de fréquences supérieures à  $500 \text{ cm}^{-1}$ ) indiquent pour les deux grenatites des fréquences comprises entre celles du grossulaire et de

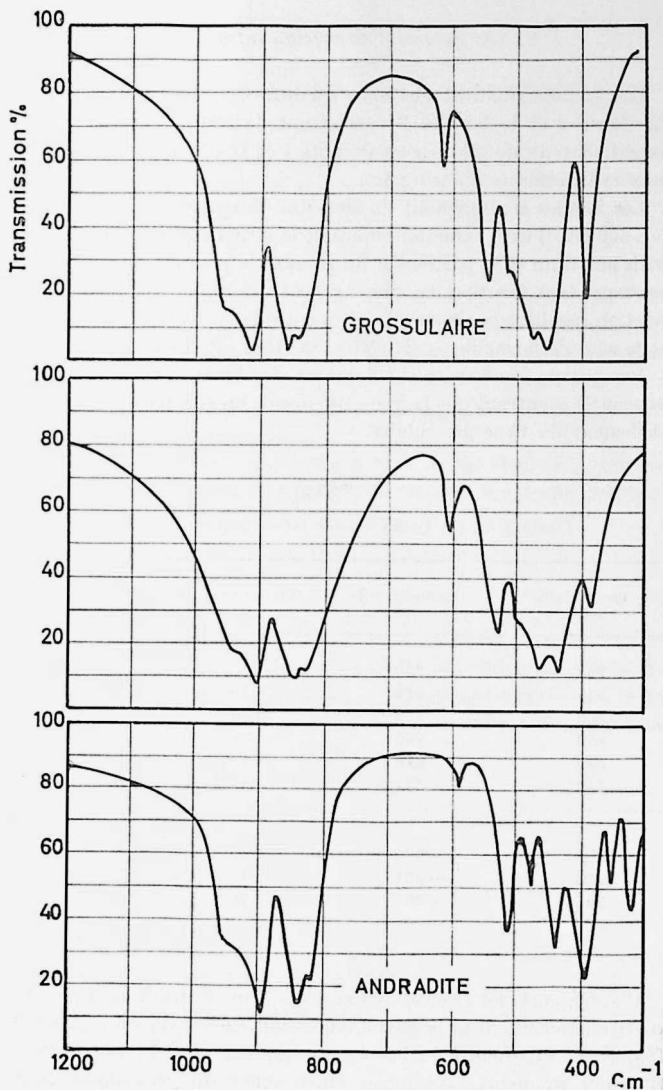


Fig. 2

l'andradite, mais plus proches des valeurs données par le grossulaire ; de plus, les fréquences observées sont systématiquement plus élevées pour la grenatite I que pour la grenatite II, ce qui indique une teneur plus élevée en grossulaire.

Par suite du manque de données expérimentales sur les spectres infrarouges de solutions solides grossulaire-andradite de composition connue, il est impossible de donner une interprétation quantitative de ces résultats ; une telle interprétation ne serait d'ailleurs significative que dans l'hypothèse de l'absence totale de fer ferreux.

Toutefois, qualitativement, ces données permettent de conclure que

- la grenatite I est plus pauvre en andradite que la grenatite II ;
- les deux grenatites ont une composition plus voisine de celle du grossulaire que de celle de l'andradite.

Ces conclusions rejoignent celles de l'étude radio cristallographique et des mesures d'indice.

#### CONCLUSION DE L'ANALYSE MINÉRALOGIQUE

##### *La nature du grenat*

*Les grenats de Diélette appartiennent à la série grossulaire-andradite.*

*Leur teneur en fer augmente lorsqu'on se rapproche du contact.*

*Les plus éloignés titrent moins de 10 % en andradite, les plus rapprochés avoisinent 25 %.*

*Un peu d'almandin (moins de 5 %) participe à la composition des minéraux.*

#### CONCLUSION GÉNÉRALE

##### *1. De la composition des grenats et grenatites au métamorphisme générateur*

Deux théories s'affrontent en vue d'expliquer la présence des grenatites parmi les cornéennes du site de Diélette.

- pour l'une, la roche résulte du métamorphisme exclusive-



ment thermique d'un matériel de nature particulière (thèse de G. S. SALEEB ROUFAIEL);

— pour l'autre, la grenatite provient de la suite des transformations métasomatiques qu'ont subi les calcaires impurs soumis à l'action de venues magmatiques riches en fer (thèse de E. JÉRÉMINE).

Pour se métamorphiser par voie chimique stricte en une roche pratiquement faite de grenat pur, il faudrait que le sédiment de départ ait eu une composition qui soit exactement celle du grenat résultant. Il faudrait donc découvrir dans la sédimentation dévonienne locale un horizon très pauvre en alcalis, riche en calcium fer et alumine. Il n'est guère qu'une roche carbonatée, riche en sidérose et en kaolinite (ou en chlorite du type chamosite) qui puisse répondre à ces conditions. Or, ce type d'intercalation n'est représenté ni dans la stratigraphie locale ni dans la stratigraphie régionale (C. PAREYN-J. PONCET — communication personnelle). Bien qu'il soit rarement possible de réfuter catégoriquement une hypothèse géologique, on peut considérer comme improbable une origine thermométamorphique de la grenatite.

L'autre hypothèse fait appel à des apports de type pneumatolytique. Il ressort précisément de l'analyse pétrographique que la grenatite présente une minéralogie à idocrase, grossulaire, épidote qui est caractéristique des conditions pneumatolytiques. Remarquons toutefois que pour ce qui concerne l'apport de fer, la nature du grenat est équivoque : en effet, TROGER (1960) considère que le grenat grossulaire est le minéral des marbres, l'andradite celui des skarns ; si à Diélette, le grenat est un grossulaire andraditique, il devient difficile d'utiliser la nature du grenat en tant qu'argument permettant de décider si la grenatite est un marbre ou un skarn. Toutefois, en constatant que la puissance des grenatites et les teneurs en fer des grenats sont fonction de la distance à la roche magmatique, il semble normal d'accepter une liaison directe entre le granite de Flamanville proche et la présence des massifs de grenatite parmi les cornéennes. Au terme de ce travail, c'est donc l'hypothèse d'une genèse avec apport que nous envisagerons comme la plus plausible.

## 2. La nature du métamorphisme

Le métamorphisme thermique des unités argileuses et calcareuses de Diélette s'est accompagné de venues pneumatolytiques qui ont probablement donné lieu à la formation d'une grenatite ainsi qu'à des dépôts minimes de molybdénite, scheelite.

Toutefois, d'autres venues se sont manifestées à température plus basse, qui ont remanié les structures dans le sens de l'altération hydrothermale des cornéennes.

Ces phénomènes de remplacement ont une ampleur réduite, qu'on peut, entre autres attribuer à

- la faible puissance des niveaux carbonatés primitifs ;
- l'intercalation parmi les niveaux carbonatés de passées argileuses moins perméables dont la présence pourrait gêner l'action des solutions altérantes.

Le terme de skarns à grenat et idocrase peut en conséquence s'appliquer à certaines unités métamorphiques du site de Diélette, cependant, l'échelle de la transformation métasomatique ne rappelle en rien celle de skarns typiques tels ceux de l'île d'Elbe.

*Institut de Géologie*

*Institut de Chimie Générale*

UNIVERSITÉ DE LIÈGE  
Janvier 1965

## BIBLIOGRAPHIE

- BUDDINGTON A. F., 1950. — Composition and genesis of pyroxene and garnet related to Adirondack anorthosite-marble contact zones. *Amer. Min.* 35, p. 659.
- CHAURIS L., LOUGNON J., MOUSSU R., 1959. — Présence de scheelite et de molybdénite dans le granite de Flamanville et son auréole de contact. *Ac. Sc. Paris*, t. 249, n° 17, p. 1691.
- CHRISTOPHE-MICHEL-LEVY, M., 1956. — Reproduction artificielle des grenats calciques : grossulaire-andradite. *Bull. Soc. Franc. Min. Crist.*, t. 79, p. 124.
- 1960. — Reproduction artificielle de l'idocrase. *Bull. Soc. Franc. Min. Crist.*, t. 83, p. 21.
- COCCO G., GARAVELLI C., 1954. — Studio di alcuni problemi geochemici relativi al giacimento di ferro di Capo Calamita (Elba). *Rend. Soc. Min. Ital.* X.
- DEER W. A., HOWIE R. A., ZUSSMAN J., 1961 — Rock forming Minerals (t. I). Longmans.

- DIMANCHE F., 1963. — La granodiorite de Flamanville et son métamorphisme de contact. *Thèse déposée à la Faculté des Sciences. Université de Liège.*
- FORD W. E., 1915. — A Study of the relation existing between the chemical, optical and other physical properties of the member of the garnet group. *Am. J. Sc.*, XL, p. 33.
- GRAINDOR M. J., 1960. — Géologie du Nord-Ouest du Cotentin. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 262, t. LVII.
- JEREMINE E., 1931. — Quelques nouvelles données chimiques et minéralogiques sur le granite de Flamanville et les roches métamorphiques. *Bull. Soc. Franç. Min.*, n° 1, t. LIV.
- MARTIN N. M., 1952. — The structure of the granite massif of Flamanville. *Q. J. G. S.*, t. CVIII, p. 311.
- MICHEL-LEVY A., 1893. — Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 36, t. V.
- MOENKE H., 1961. — Ultrarotspektralphotometrische Differenzierung von Mineralien der Granatgruppe im Spektralbereich 400-650 cm<sup>-1</sup>. *Jena Nachrichten* 9.82.
- PAREYN C., 1960. — Observations sur le massif de Flamanville. *Bull. Soc. Linnéenne Normandie* 10<sup>e</sup> Série, vol. I.
- PREVOT L. VON ELLER J. P., 1963. — Le grenat. Présence, nature et signification de ce minéral dans les séries métamorphiques. *Bull. Serv. Carte Géol. Alsace et Lorraine*, t. 16 fasc. 3, p. 175.
- RAGUIN E., 1946. — Géologie du granite. Masson.
- SALIEB-ROUFAIEL G. S., 1962. — Contribution à l'étude du gisement ferrifère de Diélette (Manche). Inédit (Nancy).
- SASTRI G. C. K., 1962. — Determination of the End-Members Composition of Garnets from their physical properties. *Geologist, Geological Survey of India*, 87 part., 4, p. 757.
- TARTE P., 1960. — Infrared spectrum of garnets. *Nature* 186.234.
- 1965. — Étude expérimentale et interprétation du spectre infra-rouge des silicates et des germanates. Application à des problèmes structuraux relatifs à l'état solide. Thèse d'agrégation de l'Enseignement Supérieur. (Sous presse).
- TROGER W. E., 1959. — Die Granatgruppe. *N. Jb. Miner. Abh.*, Bd. 93.
- WYNCHELL H., 1958. — The composition and physical properties of garnet. *Amer. Min* 43.

## DISCUSSION

M. MORTELMANS signale l'existence de grenats bien formés sur des surfaces des cornéennes proches de la couche de minerai de fer. Il marque son accord avec l'hypothèse d'un sédiment originellement plus ou moins riche en fer. Au nord du pont de Diélette, les cornéennes fossilifères rappellent par leur faciès celui de nos « grauwackes », qui renferment, lorsqu'elles sont fraîches, un ciment carbonaté ferrifère, voire formé de sidérite pure comme M. PARENT vient de le montrer à propos de « grauwackes » provenant de Chooz.