

PSEUDOMORPHES A ÉPIDOTE *s.l.*, PARAGONITE, MUSCOVITE *s.l.*,
CHLORITE, ALBITE ... DE PORPHYROBLASTES DE LAWSONITE (?)
DANS LES GLAUCOPHANOSCHISTES DE L'ILE DE GROIX
(BRETAGNE — FRANCE) (*)

par C. FELIX (**) et A. M. FRANSOLET (***)

(2 tableaux et 1 planche dans le texte)

ABSTRACT

The glaucophane-schists of the Ile de Groix contain pseudomorphosed porphyroblasts which have a well-preserved prismatic form and are composed principally of epidote, clinozoïste, muscovite *s.l.*, albite, chlorite, glaucophane, garnet and sphene.

An X-ray diffraction study of these complex masses has revealed, in addition, the existence of paragonite.

Goniometric measures on a dozen porphyroblasts have provided a mean value of $64^\circ \pm 2^\circ$ for the obtuse angle of the faces, and $115^\circ \pm 2^\circ$ for the acute angle. Thus, $m/n = 1,570 \pm 0,060$; $n/m = 0,637 \pm 0,025$.

Comparison of these figures with those of minerals which could possibly have existed in the metamorphic zone of the Ile de Groix suggests that the original was very probably lawsonite.

The plurifacial character of the metamorphism of the Ile de Groix, deduced from structuro-mineralogical studies, agrees perfectly with the possibility of a glaucophane + lawsonite paragenesis.

RÉSUMÉ

Les porphyroblastes pseudomorphosés des glaucophanoschistes de l'île de Groix présentent des formes prismatiques bien conservées, au sein desquelles l'épidote, la clinozoïsite, la muscovite *s.l.*, l'albite, la chlorite, la glaucophane, le grenat et le sphène sont les minéraux les plus importants.

L'étude roentgenographique de ces amas complexes permet en outre d'y reconnaître avec certitude la présence notable de paragonite.

L'examen goniométrique d'une douzaine de porphyroblastes fournit une valeur moyenne de $64 \pm 2^\circ$ sur l'angle obtus des faces et, sur l'angle aigu, une valeur de $115^\circ \pm 2^\circ$. Il en résulte un rapport m/n valant 1.570 ± 0.060 , ou n/m valant 0.637 ± 0.025 .

La comparaison de ces données avec celles de minéraux susceptibles d'exister dans la zone métamorphique de l'île de Groix permet de considérer l'hypothèse d'une présence originelle de Lawsonite comme très vraisemblable.

Le caractère plurifacial du métamorphisme de l'île de Groix, déduit de l'étude structuro-minéralogique, s'accorde aussi parfaitement avec la possibilité d'une paragenèse à glaucophane + lawsonite.

(*) Communication présentée le 11 avril 1972. Manuscrit déposé le 14 avril 1972.

(**) Université de Liège, laboratoire de Géologie et de Pétrologie, 7 place du Vingt-Août, 4000 Liège.

(***) Université de Liège, laboratoire de Minéralogie, 9 place du Vingt-Août 4000 Liège.

INTRODUCTION

Quand on parcourt le secteur oriental de l'île de Groix, depuis la Pointe des Saisies, au Sud, jusqu'à Port Tudy, au Nord, et même au-delà vers l'Ouest, jusqu'aux viviers de Stanverec, on est frappé par la présence fréquente, dans les horizons de glaucophanoschistes, de volumineux porphyroblastes de teinte claire d'un minéral pseudomorphosé.

L'examen sommaire, à la loupe, de ces formes montre généralement deux zones dans les produits de la pseudomorphose :

- a. une zone centrale, jaunâtre à légèrement verdâtre, épidotique;
- b. une zone périphérique, grisâtre à blanchâtre, formée par des amas denses de petites paillettes de mica blanc ou par des cristaux d'albite, plus ou moins abondants, associés à ce même mica.

A notre connaissance, l'examen microscopique de ces porphyroblastes pseudomorphosés n'a jamais révélé un quelconque reliquat du minéral originel.

J. COGNE *et al.* (1966, p. 45) écrivent à propos de ces formes : « A proximité des glaucophanites, les micaschistes présentent parfois des amas de muscovite et de clinozoisite groupés suivant les formes d'anciens cristaux courts à base losangique ou rectangulaire, pouvant atteindre 1 ou 2 cm. Ch. BARROIS les interprétait comme des reliques d'andalousite. Il semble qu'il s'agisse en réalité de lawsonite pseudomorphosée, à l'image des lawsonites décrites par F. ELLENBERGER (1960) dans les schistes cristallins de la Haute Maurienne ».

La suggestion de ces auteurs offre évidemment un intérêt pétrogénétique considérable et ce, pour diverses raisons :

1) l'abondance de ce minéral porphyroblastique, aujourd'hui disparu, permet de penser qu'il a dû tenir une place importante à une époque déterminée de l'évolution métamorphique de Groix.

2) il est également important de rechercher la raison de sa disparition et le rapport de celle-ci avec les autres modifications minéralogiques dont les roches ont pu être le siège (origine de la pseudomorphose).

3) actuellement, beaucoup d'auteurs (voir à ce propos H. G. F. WINKLER, 1965; W. S. FYFE and F. J. TURNER, 1966; F. J. TURNER, 1968) estiment que le faciès métamorphique connu depuis ESKOLA sous le nom de « Glaucophane-schist facies », comme un faciès de forte pression (P_{H_2O}), doit être appelé « Glaucophane-lawsonite (schist) facies » (« blueschist facies — W. G. ERNST, 1963; E. H. BAILEY, 1961). H. G. F. WINKLER (1965, p. 144) écrit ainsi : « ... characteristic for the glaucophane-schist facies is the occurrence of lawsonite, $CaAl_2[(OH)_2/Si_2O_7] \cdot H_2O$, along with Na amphibole and/or jadeitic pyroxene + quartz and/or pumpellyite; ... when lawsonite is absent in a metamorphite inspite of appropriate bulk chemical composition it does not belong to the glaucophane-schist facies even if it carries glaucophane and/or jadeitic pyroxene ... ».

4) cette nouvelle définition du faciès à glaucophane implique que la lawsonite est le silicate Ca-Al critique de ce faciès dit de forte pression (P_{H_2O}) (sans toutefois impliquer l'incompatibilité épidote-lawsonite).

Or, l'épidote est à Groix un minéral ubiquiste, particulièrement abondant dans les glaucophanoschistes et dans les prasinites. Il s'avère donc fort utile de rechercher le lien unissant ces deux minéraux.

5) enfin, la place tenue par ce minéral dans le métamorphisme en général a fait l'objet de supputations diverses (ESKOLA, DE ROEVER, ZWART); elles consistent à admettre, ou à présumer, que la lawsonite est un minéral caractéristique, sinon exclusif, des domaines dont le métamorphisme est d'âge alpin.

Ceci n'est certainement pas le cas de l'île de Groix où le métamorphisme serait au plus tard d'âge hercynien (J. COGNE, 1960; J. COGNE *et al.*, 1966).

Ces diverses raisons, et leurs implications directes dans le cas des formations cristallophylliennes à glaucophane de l'île de Groix, nous ont amenés à chercher des méthodes qui conviendraient le mieux, non pas à la détermination d'un minéral qui n'existe plus, mais à l'estimation la plus objective possible de sa nature et de son origine probables, ou qui pourraient vérifier la vraisemblance ou non de l'hypothèse de lawsonite originelle émise par J. COGNE *et al.* (1966).

L'une de ces méthodes fut l'analyse structuro-minéralogique (C. FELIX, 1972).

L'autre, dont les résultats sont consignés ci-dessous, a consisté à mesurer, sur certains porphyroblastes, à l'aide d'un goniomètre, les angles entre les faces cristallographiques présumées, relativement bien conservées malgré la pseudomorphose.

Il a également été procédé à l'examen roentgenographique des espèces minérales présentes au sein de certains pseudomorphes.

MORPHOLOGIE DES PORPHYROBLASTES PSEUDOMORPHOSES

Sur l'affleurement, l'abondance, la forme géométrique et les dimensions des porphyroblastes ne manquent pas de surprendre l'observateur.

Ces porphyroblastes se présentent en effet sous l'aspect de prismes relativement bien développés à base rhombe.

Les sections de roches sciées sont typiques à cet égard. Des formes de 4 à 5 millimètres d'arête sont très fréquentes, mais on peut aussi en trouver certaines atteignant 2 à 3 centimètres (voir planche).

Un autre caractère morphologique, très remarquable également, est l'état de conservation de ces formes et ce, malgré la pseudomorphose.

Il arrive en outre souvent que de nombreux prismes soient mis en évidence et en relief par l'altération de la roche encaissante, facilitant ainsi leur prélèvement.

Les mesures cristallographiques ont été réalisées sur de tels prismes où seules les faces verticales, carrées ou rectangulaires, sont plus ou moins bien dessinées et planes; les faces basales, souvent brisées, ne montrent par contre aucune image nette.

Examen goniométrique.

L'examen goniométrique de pseudomorphes peut conduire à la connaissance de la symétrie et à celle du rapport axial $a : b : c$ de la forme cristalline originelle. Cette dernière relation permet alors d'approcher la nature du minéral.

Intérêt et limitations de la méthode :

Nous avons effectué les mesures goniométriques tout à fait conscients de la difficulté et de l'empirisme de la méthode.

L'examen à la loupe, sur le terrain, de nombreux porphyroblastes et leur étude microstructurale en lames minces, nous ont cependant convaincus de leur opportunité.

Dans les échantillons de glaucophanoschistes qui ont fourni les formes à étudier au goniomètre, l'étude microscopique montre les produits de la pseudomorphose limités par des faces tellement bien tranchées et rectilignes que, en toute logique, on ne peut les assimiler à autre chose qu'à des faces cristallographiques d'un minéral disparu.

On peut encore se poser la question de savoir si ces formes n'ont pas pu être déformées postérieurement à la pseudomorphose et, jusqu'à quel point, les mesures effectuées sont alors utilisables.

L'examen microscopique montre néanmoins encore une fois que, si certaines formes ont pu effectivement subir une altération structurale, elles ont alors perdu leurs faces nettes, rectilinéaires en lame mince. Ces cas, relativement rares, affectent le plus souvent les très petits cristaux.

Enfin, nous précisons que ces mesures ont été effectuées sur une douzaine d'individus et qu'elles ne s'assimilent donc en aucune façon à un travail statistique.

Mais, de nouveau, l'observation microscopique de près de 150 porphyroblastes pseudomorphosés nous permet de dire que ces mesures ont été effectuées dans des conditions tout à fait raisonnables.

Remarque : Tous les porphyroblastes sur lesquels les mesures goniométriques ont été effectuées proviennent d'un même gisement (longue paroi N-S précédant à l'ouest la marque Amer de la Baie de Loemaria); celui-ci est pratiquement le seul où l'on puisse isoler assez aisément ces formes.

Résultats de l'examen goniométrique :

Le faciès des porphyroblastes n'a pas permis de déceler avec certitude la symétrie des formes.

Sur ces prismes, où seules les faces verticales sont bien conservées, il est impossible de fixer la position des trois axes avec précision.

En effet, si l'on pose deux axes parallèlement aux diagonales de la base, on ne peut être certain de la coïncidence du troisième axe avec la normale à la base.

De plus, la mesure goniométrique n'a été effectuée que sur les faces du prisme, n'autorisant que l'établissement d'une relation entre deux paramètres parallèles aux diagonales.

Répétée sur une douzaine de porphyroblastes, cette mesure a fourni, à l'aide du goniomètre d'application, une valeur moyenne de $64^\circ \pm 2^\circ$ sur l'angle obtus des faces et, sur l'angle aigu, la valeur de $115^\circ \pm 2^\circ$.

Malgré les irrégularités assez sensibles des faces, ces mesures nous permettent de rejoindre l'hypothèse, issue de l'observation microscopique, sur l'état de conservation des pseudomorphes.

Admettant que ces deux faces soient des troncatures fréquentes du minéral originel et leur imposant alors une notation (110), avec l'axe m parallèle à la grande diagonale de la section rhombe, on aboutit, par la formule fondamentale, à un rapport m/n valant 1.570 ± 0.060 ou n/m valant 0.637 ± 0.025 .

Discussion des résultats :

La connaissance de ce rapport nous amène d'emblée à éliminer un ensemble de minéraux susceptibles d'exister dans la zone métamorphique groisillonne, à savoir l'andalousite, la sillimanite et la staurotide.

Se basant en effet sur les paramètres fournis par H. STRUNZ (1970) pour ces minéraux, la valeur mesurée du rapport axial propre aux porphyroblastes ne se rapproche guère d'une valeur calculée pour ces paramètres pris deux à deux (voir Tableau I).

TABLEAU I.

	Andalousite	Sillimanite	Staurotide	Zoïsité	Épidote	Lawsonite
a/b	0.982	0.979	0.473	2.910	1.592	1.545
b/a	1.018	1.021	2.114	0.344	0.628	0.647
a/c	1.397	1.294	1.389	1.608	0.879	0.668
c/a	0.716	0.773	0.720	0.622	1.138	1.479
b/c	1.422	1.322	2.934	0.552	0.552	0.432
c/b	0.703	0.756	0.341	1.812	1.812	2.315
a (Å)	7.78	7.44	7.82	16.24	8.98	8.90
b (Å)	7.92	7.60	16.52	5.58	5.64	5.76
c (Å)	5.57	5.75	5.63	10.10	10.22	13.33

Valeurs des rapports paramétriques de quelques minéraux susceptibles d'exister dans la zone métamorphique de l'île de Groix (d'après H. STRUNZ, 1970).

Si, maintenant, on se rapporte au « Crystal Data » de J. D. H. DONNAY et W. NOWACKI (1954), et si on se limite aux symétries tricliniques, monocliniques et orthorhombiques, où les substances sont classées suivant leur rapport a/b, quelques minéraux ont un rapport se rapprochant assez bien du rapport mesuré dans le cas qui nous occupe.

Pour la symétrie triclinique, on trouve un feldspath plagioclase avec un a/b qui varie entre 0.633, pour l'albite, et 0.636, pour l'anorthite.

Toujours dans la famille des feldspaths, des compositions variables ($Or_{91-44} Ab_{6.5-51} An_{2-4.5}$) sont caractérisées par un a/b compris entre 0.657 et 0.674.

Dans la symétrie monoclinique, la sanidine, l'adulaire et les feldspaths lourds sont caractérisés par un rapport variant entre 0.642 et 0.650.

Enfin, dans la liste des minéraux orthorhombiques seule la zoïsité fournit, d'après J. D. H. DONNAY et W. NOWACKI, une valeur a/b de 0.622 ou de 0.626.

Bien que le contexte lithologique général (C. FELIX, 1969 et 1972) permette d'écarter, sans aucun doute possible, pareilles hypothèses (feldspaths, zoïsité, ...), il est néanmoins intéressant d'envisager celle d'une épidote dont certains caractères cristallographiques sont voisins de ceux de la zoïsité.

En effet, si, dans le « Crystal Data » (*op. cit.*), le rapport a/b de l'épidote est de 1.804 ou de 1.811, la valeur de a étant 10.10 Å — 10.20 Å, et celle de b, 5.60 Å — 5.64 Å, il est à noter, à ce stade, que H. STRUNZ (1970) attribue par contre au paramètre de l'épidote des valeurs inversées pour a et c, de telle sorte que le rapport a/b ou b/a devient alors également très proche de celui mesuré dans le cas des porphyroblastes pseudomorphosés (voir Tableau I).

Ce fait est à souligner car il montre la difficulté supplémentaire qui surgit lorsque l'on examine ces rapports et, plus précisément encore, lorsqu'il s'agit de décider de l'attribution des paramètres de la zoïsite, de l'épidote et, en général, des autres minéraux.

Conscient de cette ambiguïté qui concerne également le cas de la lawsonite (A. PABST, 1960; I. M. RUMANOVA *et al.*, 1960; H. STRUNZ, 1970), on se doit donc de remarquer qu'en considérant les paramètres a et b repris par H. STRUNZ (1970) pour la lawsonite, on aboutit à un nouveau rapport a/b ou b/a proche du rapport obtenu après l'examen des porphyroblastes.

J. D. H. DONNAY et W. NOWACKI (1954) indiquent, pour ce minéral, un a/b de 0.668 et un c/b de 0.432 correspondant respectivement aux rapports a/c et b/c calculés d'après les données de H. STRUNZ (1970).

Conclusions :

Malgré l'ignorance du rapport axial $a:b:c$, malgré la seule mesure de l'angle formé par deux faces auxquelles on a arbitrairement donné une notation simple (110), et malgré l'indécision concernant l'attribution des paramètres, l'hypothèse d'une pseudomorphose de lawsonite est à retenir après ce simple examen goniométrique.

La connaissance du contexte lithologique et de la nature des minéraux présents dans les pseudomorphes permet d'ailleurs d'écartier l'éventualité d'une pseudomorphose d'une phase originelle appartenant soit à la famille des feldspaths, soit à celle de l'épidote s.l.

De plus, la fréquence de la forme (110) chez la lawsonite a été vérifiée (V. GOLDSCHMIDT, 1913; M. W. PORTER and R. C. SPILLER, 1951).

Enfin, l'angle de $64^\circ \pm 2^\circ$, mesuré sur les faces verticales des porphyroblastes peut effectivement correspondre à l'angle de (110) : ($\bar{1}\bar{1}0$) de la lawsonite.

En effet, si, d'après M. W. PORTER and R. C. SPILLER (1951), l'angle calculé est de $67^\circ 16'$, les paramètres de H. STRUNZ (1970) nous permettent de calculer un angle de $65^\circ 50'$ entre (110) et ($\bar{1}\bar{1}0$).

Ainsi, la mesure de l'angle entre deux faces bien conservées des porphyroblastes pseudomorphosés dans les glaucophanoschistes de l'île de Groix et la valeur du rapport paramétrique acquise par cette mesure nous permettent de renforcer l'idée déjà émise par J. COGNE *et al.* (1966) concernant la pseudomorphose de la lawsonite dans ces faciès métamorphiques à glaucophane.

MINÉRAUX PRÉSENTS DANS LES PSEUDOMORPHES

Les minéraux qui occupent actuellement le volume des porphyroblastes pseudomorphosés sont : l'épidote s. str., la clinozoïsite, la biotite et/ou la chlorite, l'albite, la glaucophane (associée parfois à des acicules hornblendiques vert-bleu), le grenat, le sphène, le quartz, accessoirement l'apatite et, dans un cas, la calcite.

Nous citons à part le mica blanc, parce que l'examen aux rayons X du produit de la pseudomorphose a permis d'y reconnaître avec certitude, non seulement le mica potassique (muscovite ou phengite?), mais aussi le mica sodique (paragonite).

Examen roentgenographiques : présence de paragonite.

L'étude roentgenographique du « produit » de la pseudomorphose de quelques porphyroblastes simples (ces porphyroblastes, qui proviennent de la longue paroi N-S précédant à l'Ouest la marque Amer de la Baie de Locmaria, ont pu être isolés

TABLEAU II (suite).

PSEUDO-MORPHE		PARAGONITE		MUSCOVITE		CLINOZOISITE		CHLORITE		GLAUCOPHANE	
d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I
2.423	f	2.415	51			2.439?	14				
2.403	f					2.398	23				
2.373	f			2.369	26						
2.338	f	2.353	24								
2.292	f					2.288	18	2.278	12		
2.154	f					2.154	11				
2.099	f	2.104	31	2.118?	7	2.104	21				
						2.097	23				
2.065	f	2.087	16			2.063	13				
1.987	f	1.985?	5								
1.945	f			1.956	14						
1.927	f	1.933	23								
1.873	f	1.889?	5			1.873	13				

Liste des raies principales observées pour les pseudomorphes et pour les minéraux correspondant (d'après I. Y. BORG and D. K. SMITH, 1969).

Intensités relatives (I) :

tF = très forte; F = forte; m = modérée; f = faible; l = raie large.

L'examen des différentes réflexions a confirmé l'existence de la muscovite, de la clinozoisite, d'une chlorite et d'un peu de glaucophane.

Ces minéraux avaient déjà été reconnus après étude microscopique.

Mais l'examen aux rayons X a permis de reconnaître, avec certitude, la présence notable de paragonite.

Ce minéral se caractérise particulièrement par des réflexions harmoniques (001) décalées vers les petits angles par rapport aux raies harmoniques (001) de la muscovite.

Vu la complexité du mélange analysé, l'étude des polymorphes de la muscovite et de la chlorite n'a pas abouti à des données satisfaisantes.

Caractéristiques minéralogiques de la pseudomorphose.

Bien que certains pseudomorphes montrent la présence simultanée des minéraux cités précédemment (p. 328), il est important de préciser dès à présent que tous ceux-ci ne peuvent en aucun cas être considérés comme symptomatiques de l'association minéralogique qui s'est substituée aux porphyroblastes originels lors de la pseudomorphose.

En clair, cela signifie que certains d'entre eux sont des minéraux reliques et/ou des inclusions initialement présentes dans les porphyroblastes de présumée lawsonite.

Malgré la complexité et la diversité des assemblages minéralogiques qui occupent aujourd'hui le volume des anciens cristaux prismatiques des glaucophanoschistes groisillons, il est en effet possible de dégager quelques caractéristiques minéralogiques et structurales, soit parce qu'elles contrastent nettement avec celles de la roche encaissante, soit parce qu'elles présentent au contraire des analogies frappantes avec celles-ci.

L'étude de ces analogies et de ces contrastes a fait l'objet d'un autre travail (C. FELIX, 1972).

Aussi, nous contenterons-nous d'en rappeler ici les faits essentiels.

A. — On trouve dans tous les pseudomorphes les mêmes minéraux que ceux qui forment l'association primaire caractéristique des glaucophanoschistes, à savoir :

glaucophane — épidote — grenat — sphène.

Étant donné les liens structuraux et texturaux évidents qui lient ces minéraux présents au sein des pseudomorphes à la texture régionale des glaucophanoschistes (schistosité de cristallisation), il semble logique de considérer ceux-ci comme des phases reliques qui se sont trouvées incluses dans les porphyroblastes aujourd'hui disparus, et de les exclure par conséquent de l'association minéralogique qui s'est substituée à ceux-ci.

Parmi ces minéraux en inclusions, seule la glaucophane offre un caractère résiduel.

Par contre, le grenat, le sphène et l'épidote n'ont nullement été affectés lors de la pseudomorphose.

C'est la raison pour laquelle on peut dire que celle-ci ne résulte pas du remplacement d'une espèce minérale (Lawsonite) par d'autres minéraux, mais plus précisément de l'instabilité de cette Lawsonite en présence de la Glaucophane : c'est du moins ce que laisse supposer le caractère nettement résiduel de ce dernier minéral.

La clinozoïsite, le mica blanc, la biotite et/ou la chlorite, les acicules hornblendiques et l'albite, sont donc les minéraux symptomatiques de la pseudomorphose.

B. — Quelques remarques s'imposent toutefois :

1° Ainsi que nous l'avons montré ailleurs (C. FELIX, 1972), il n'est pas rare de constater que, dans certains glaucophanoschistes, des pseudomorphes à minéralogie et à structure complexes « se substituent » à des formes plus simples.

Schématiquement, les résultats de cette « substitution » peuvent se résumer comme suit :

- a. en même temps que l'albite devient de plus en plus abondante dans certaines formes, on voit décroître la quantité de mica blanc (sans doute la paragonite?);
- b. simultanément, la glaucophane relique se dégrade minéralogiquement (= apparition d'acicules hornblendiques vert-bleu), tandis que la biotite, et surtout la chlorite, occupent un volume de plus en plus important.

2° Seule, la clinozoïsite semble garder la même importance qualitative dans les assemblages minéralogiques des différents types de pseudomorphes.

L'étude détaillée de ces faits nous a ainsi amené à conclure que l'hypothèse d'une paragenèse à

Glaucophane + Lawsonite

n'était pas à exclure dans les glaucophanoschistes groisillons.

CONCLUSIONS

1. Les résultats de l'examen goniométrique des porphyroblastes pseudomorphosés des glaucophanoschistes de l'île de Groix ne s'opposent donc pas à l'hypothèse de cristaux originels de lawsonite émise par J. COGNE *et al.* (1966).

L'étude structuro-minéralogique de ces pseudomorphes s'accorde même parfaitement avec l'opinion de ces auteurs, en montrant que la possibilité d'une paragenèse à glaucophane + lawsonite n'est pas à exclure dans le cadre de l'évolution métamorphique plurifaciale de Groix.

2. Cette évolution plurifaciale des glaucophanoschistes peut ainsi se résumer de la façon suivante, par la succession des paragenèses minérales.

- (1) Glaucophane — épidote — grenat — sphène (— muscovite s.l.)
- (1') Glaucophane — épidote/lawsonite — grenat — sphène (— muscovite s.l.)
- (2) Hornblende vert-bleu — clinocllore et/ou biotite — albite — épidote — grenat — sphène \pm minéral noir opaque (— muscovite s.l.)
- (3) Clinocllore — albite — épidote — sphène \pm minéral noir opaque (— muscovite s.l.)

La paragenèse (1'), caractérisée par la paire glaucophane + lawsonite, stable en présence d'épidote, succède dans le temps à la paragenèse primaire (1) contemporaine de l'apparition de la schistosité régionale de cristallisation.

On constatera ainsi que l'épidote reste stable tout au long de cette évolution plurifaciale, de sorte que la paragenèse (1') semble plutôt se superposer à l'association primaire (1) et ce, d'autant plus qu'elle n'existe pas dans tous les faciès à glaucophane (voir C. FELIX, 1972 — influence de la valeur du rapport Fe_2O_3/FeO sur l'apparition de lawsonite dans les faciès glaucophaniques).

La pseudomorphose des minéraux porphyroblastiques, qui se caractérise par l'apparition de clinozoïsite, de mica blanc, et plus particulièrement encore de paragonite, d'albite, ... a donc pu se faire aux dépens de la paire lawsonite + glaucophane qui, suivant l'expression déjà utilisée par F. ELLENBERGER (1960) pour caractériser le métamorphisme alpin en Haute Maurienne, n'a constitué qu'une « paragenèse éphémère » dans l'évolution plurifaciale de Groix.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILEY, E. H. 1961. — Metamorphic facies of the Franciscan formation of California and their geologic significance. *Geol. Soc. Amer.*, Special paper **68**, pp. 4-5 (abstract).
- BORG, I. Y., and SMITH, D. K. 1969. — Calculated X-Ray powder pattern for silicate minerals. *Geol. Soc. Amer.*, Mem. **122**.
- COGNE, J. 1960. — Schistes cristallins et granites en Bretagne méridionale : le Domaine de l'Anticlinal de Cornouaille (Thèse). *Mém. expl. Carte géol. France*, 382 p.
- COGNE, J., JEANNETTE, D. et RUHLAND, M. 1966. — L'île de Groix. Étude structurale d'une série métamorphique à glaucophane en Bretagne méridionale. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, **19**, pp. 41-96.
- DONNAY, J. D. H. and NOWACKI, W. 1954. — Crystal Data. *Geol. Soc. Amer.*, Mem. **60**.
- ELLENBERGER, F. 1960. — Sur une paragenèse éphémère à lawsonite et glaucophane dans le métamorphisme alpin de Haute-Maurienne (Savoie). *Bull. Soc. Géol. de France*, II, pp. 190-194.

- ERNST, W. G. 1963. — Petrogenesis of glaucophane schists. *J. Petrology*, **4**, pp. 1-30.
- FELIX, C. 1969. — Étude pétrographique des roches basiques de l'Île de Groix (Bretagne méridionale) (Note préliminaire). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, **92**, pp. 359-370.
- FELIX, C. 1972. — Étude structuro-minéralogique des pseudomorphes de présumée Lawsonite des glaucophanoschistes de l'Île de Groix (Bretagne-France) : considérations sur la possibilité d'une paragenèse à Glaucophane — Lawsonite. *Ann. Soc. Géol. Belgique* (sous presse).
- FYFE, W. S. and TURNER, F. J. 1966. — Reappraisal of the metamorphic facies concept. *Contr. Miner. Petrol.*, **12**, pp. 354-364.
- GOLDSCHMIDT, V. 1913. — *Atlas der Krystallformen*. Heidelberg.
- PABST, A. 1960. — in DAVIS, G. A. — Lawsonite and pumpellyite in glaucophane-schist, North Berkeley Hills, California. With notes on the X-ray crystallography of lawsonite. *Am. J. Sci.*, **258**, pp. 689-704.
- PORTER, M. W. and SPILLER, R. C. 1951. — *The Barker Index of Crystals*, I. Heffer. Cambridge.
- RUMANOVA, I. M. and SKIPETROVA, R. I. 1959. — Crystal structure of Lawsonite. *Doklady Acad. Sci. USSR*, **124**, p. 324.
- STRUNZ, H. 1970. — Mineralogische Tabellen, **5**. *Akad. Verl.*, Leipzig.
- TURNER, F. J. 1968. — *Metamorphic Petrology*. Mc Graw — Hill Book Co. New York.
- WINKLER, H. G. F. 1965. — *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Springer Verlag. New York.

PLANCHE I



Échantillon d'un glaucophanoschiste épidotique à grenat avec sections rectangulaires et losangiques ou carrées de porphyroblastes pseudomorphosés.

La plupart d'entre eux montrent bien la zone épidotique centrale plus sombre que la zone périphérique à mica blanc et albite.