

Données texturales et minéralogiques

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **18 (1987-1991)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

- a. survivance indubitable d'une structure type d'un granite porphyroïde (à feldspaths alcalins phéno-endoblastiques),
- b. survivance d'un faciès de bordure, à grain fin, micro-granitique,
- c. mise en évidence de méta-aplites injectées dans la série monocyclique de Moosalp, présumée permo-carbonifère,
- d. disposition à l'échelle régionale du corps des gneiss œillés de Randa selon un pseudo-laccolite, à sa racine probablement discordant, puis dans sa partie frontale globalement concordant à la lithostratigraphie du flanc inverse de la nappe de Siviez-Mischabel,
- e. mise en évidence du contact primaire d'intrusion au sein de la série de Moosalp; ceci permet d'affirmer que la mise en place du granite de Randa date de la fin du Paléozoïque supérieur,
- f. mise en évidence au sein du métagranite de Randa d'hétérogénéités originelles de faciès; par exemple: faciès mégaporphyroïde de l'apophyse frontale supérieure Randa 2.

Les gneiss œillés de Randa se singularisent également par des «absences» caractéristiques:

- a. absence d'enclaves (xénolithes ou autolithes); parfois certains schlieren très laminés pourraient rappeler des enclaves surmicacées; d'une manière plus générale, le métagranite de Randa ne présente aucune relation observable avec des roches (ultra-) et/ou mafiques,
- b. absence ou impossibilité de mettre en évidence une auréole de contact,
- c. absence de filons internes du type lamprophyres,
- d. si l'on observe de nombreuses pegmatites concordantes et discordantes au sein de l'ensemble de l'Ergischhorn, aucune relation ne permet d'en coupler la genèse avec la mise en place du corps granitique de Randa.

3. DONNÉES TEXTURALES ET MINÉRALOGIQUES

3.1. *Buts poursuivis et moyens adoptés*

L'élucidation de l'hérédité pré-métamorphique d'un gneiss œillé par le biais de critères texturaux et minéralogiques nécessite préalablement d'en fixer les buts et les moyens.

Il conviendrait idéalement de s'abstraire des effets conjugués de la cataclase et du métamorphisme qui, modifiant et détruisant les paragenèses anté-cinématiques, induisent des convergences texturales, dues pour l'essentiel aux «recristallisations-néoformations» syn- à post-cinématiques.

Pour ce faire, notre recherche se devra de traquer le moindre marqueur d'origine (magmatique, deutérique, métasomatique, détritique, etc.) en empruntant les directions suivantes d'investigation:

- a. Déchiffrement de la texture afin d'en restituer les étapes permettant, d'une part de décomposer les effets de la «déformation *s.l.*-recristallisation-

néoformation» sur les divers minéraux et, d'autre part, dans la mesure où l'on parviendra à préciser ces effets, de les dépasser et de parvenir ainsi à reconstituer la texture d'origine.

b. Etude détaillée des mégaclastes feldspathiques qui, vu leur compé-
tence relative par rapport à leur matrice quartzo-micacée, sont les plus sus-
ceptibles de receler des reliques significatives et ceci selon trois points de
vue:

- mise en évidence d'éventuels marqueurs magmatiques et/ou deutéri-
ques tels que: habitus automorphe phénocristallin; nature et disposition
des inclusions, notamment plagioclasiques; association graphique et écorce
rapakivi; associations symplectiques, notamment quartz-muscovite; alté-
rations deutériques; franges endoblastiques réactionnelles;

- à partir de mesures diffractométriques, relatives notamment au degré
d'ordre Al/Si et à la composition Or-Ab-An, tenter d'obtenir des données
thermométriques sur des paires feldspathiques reliques à l'équilibre;

- à partir de données géochimiques, notamment de mesures ponctuelles
du Ba, tenter de mettre en évidences des stades de croissance (MEHNERT et
BUSCH 1981, LONG et LUTH 1986).

Par commodité, on utilisera la convention consistant à désigner un mi-
néral relique par I et un minéral «alpin» par II ou III; de plus on recourra
souvent aux abréviations suivantes: go = gneiss œillé; Fe.K = feldspath po-
tassique; Fe.alc = feldspath alcalin; Mi = microcline; Ab.éch = albite en
échiquier.

Le terme Microcline I ne signifie pas que cette forme structurale, inter-
médiaire à maximum, était la forme structurale pré-métamorphique stable;
il s'agit d'une structure de substitution, par inversion monoclinique → tri-
clinique, au stade deutérique et/ou métamorphique; il n'en demeure pas
moins qu'il dérive d'un feldspath alcalin primaire, donc qu'il témoigne
d'une relique «pré-alpine».

3.2. Description de la texture et des minéraux

3.2.1. Textures

Caractérisation: mégaclastique-granolépidoblastique, du type fluxion,
caractéristique des gneiss mylonitiques œillés au sein desquels la «recristal-
lisation-néoformation» oblitère les effets de la cataclase.

Description: Les entités œillées feldspathiques (long. max. // à [001]: 0,5-8
cm; moyenne: 2,5 cm) de forme très variable – idiomorphe quadrangulaire,
sigmoïde plus ou moins asymétrique, elliptique plus ou moins tronçonné –
sont englobés dans une matrice à dominante quartzo-micacée, elle-même
affectée d'un rubanage mixte (compositionnel, granulométrique) résultant
de la différenciation métamorphique. A ce rubanage s'ajoute un rubanage
par réorientation préférentielle du grand axe [c] des mégaclastes reliques.

La partie centrale des entités œillées est constituée par :

a. du matériel monocristallin et polycristallin monogénique (90%) dans l'ordre décroissant de fréquence :

- microcline I métastable et perthitique,
- albite en échiquier par substitution du précédent,
- plagioclase I,
- albite II néoformée,
- quartz I à tendance dihexaédrique plus ou moins corrodé,

b. du matériel polycristallin polygénique (10%) – ce type complexe de partie centrale pourrait résulter de trois genèses distinctes : 1) orthoclaste hypergranulé, pénétré par les minéraux de la matrice et partiellement recristallisé, 2) paraclaste polygénique, 3) tectoclaste individualisé à la faveur de la «déformation-recristallisation».

Lors du processus de destructuration d'un mégacristal, relativement compétent par rapport à son contexte, la cataclase provoque les effets progressifs suivants : 1) apparition de veines de tension et/ou de diaclases, ondulation des plans de macles primaires, puis formation de bandes de déformation et de «kink-bands», 2) fracturation, granulation et fragmentation du mégacristal dont on devine encore la continuité optique, 3) rotation des fragments qui s'interpénètrent ou se séparent les uns des autres, puis se bréchifient (d'où une découpe anguleuse, concave, esquilleuse) et permettent à la restauration de cicatrifier les joints, parfois selon une schistosité pénétrative (fig. 12 a et b).

La matrice montre une trame finement orientée et ondulée, caractérisée par l'alternance tranchée et régulière des lits suivants :

- lits lépidoblastiques, à dominante phengite II-épidote *s.l.*, qui ne pénètrent jamais les entités œillées, si ce n'est à la faveur de la fracturation au sein d'une zone d'entraînement ; paragenèse type observée : phengite II-épidote *s.l.* – allanite-chlorite-sphène (plus ou moins leucoxène) – rutile-carbonates-rares biotites II vertes-rares grenats II – accessoires – reliques, parfois non réorientées, de muscovite I et de biotite I rétromorphes,
- rubans de quartz* partiellement restaurés en mosaïque engrenée à contours indentés,
- lits granoblastiques à dominante quartz-albite II néoformée-carbonates-microcline II.

Estimation modale : il est très délicat, voire utopique, de tenter d'approximer les proportions modales en raison principalement de l'hétérogénéité de la taille des minéraux. Toutefois on a tenté de les comptabiliser par XRD selon la méthode du standard externe en corrigeant les résultats bruts selon les coefficients d'absorption de masse de chaque phase présente. La figure 13 présente les points figuratifs dans le diagramme Q-A-P de STRECKEISEN. On a écarté les échantillons comportant des mégacristaux d'albite en échiquier car cette phase résulte par substitution d'une phase potassique primaire et devrait donc être comptabilisée sous A ; or par XRD il est exclu de

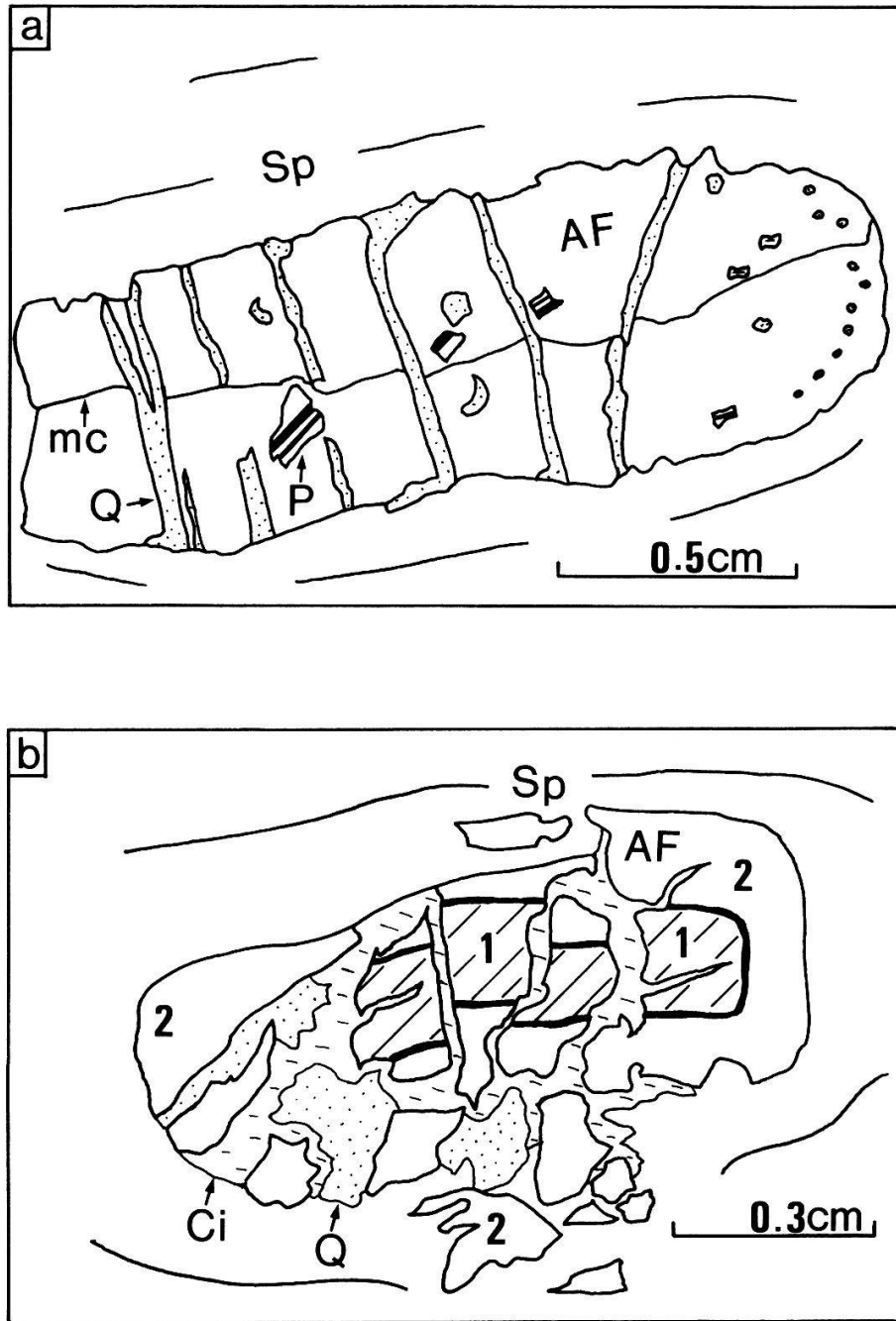


Figure 12. – Mégaclastes de Microcline I.

a) mégaclaste monocristallin poécilitique.

Sp: schistosité principale; mc: trace de la macle de Carlsbad; Q: quartz de remplissage dans des veines de tension; P: plagioclases magmatiques; AF: feldspath alcalin (Microcline I). A noter sur la droite un sertissage de quartz en gouttes.

b) mégaclaste polycristallin (déstructuré) de Microcline I.

Q: quartz néoformé; Ci: cicatrisation par quartz-calcite-albite; 1: noyau du feldspath alcalin, optiquement distinct de sa bordure (2) – ceci soulignant deux stades de croissance primaire.

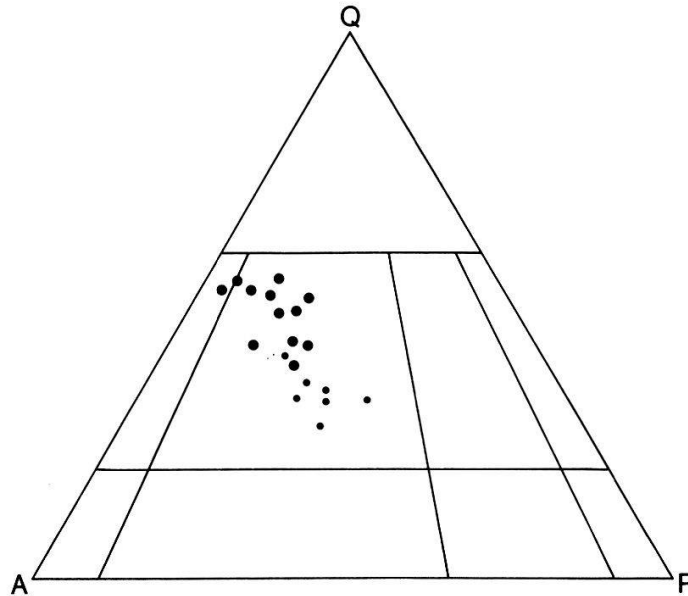


Figure 13. – Diagramme modal QAP de STRECKEISEN (estimation par XRD). Selon la classification modale de LAMEYRE et BOWDEN (1982), cette aire de distribution correspond aux granites crustaux.

- : gneiss œillés de Randa (corps principal)
- : gneiss œillés de Randa 2

parvenir à différencier l'albite néoformée de l'albite en échiquier, d'où une ambiguïté à éviter dans la mesure du possible. De plus la composition de l'albite varie de cas en cas et dépasse souvent la limite conventionnelle An5; ceci a conduit à considérer dans tous les cas l'albite comme un plagioclase, d'où une inévitable distorsion du mode calculé par rapport au mode granitique d'origine. Par comptage de points, il a été possible d'estimer le mode de quelques blastomylonites prélevées dans le corps principal de Randa. La moyenne livre le résultat suivant:

Qtz (30%); Mi I et II (10-15%); Ab.éch. (10-15%); Ab II (35%); Micas blancs (10-15%); Epidotes sl. (<5%).

3.2.2. Les entités œillées

3.2.2.1. Les parties centrales reliques

a. Microcline I perthitique et ses substituts

Caractérisation: Microcline I, à l'origine monocristallin, de type intermédiaire à maximum, maclé Carlsbad, plus rarement quadrillé selon le système conjugué Albite-Péricline; cette association prévaut toujours dans les zones et franges microclinisées ou blastiques réactionnelles.

Composition: généralement homogène, ne traduisant aucun zonage significatif: Or 83-97 Ab 0-16 An 0-4 (proportions atomiques normées) avec Or95 Ab4 An1 comme composition moyenne – (fig. 14.a).

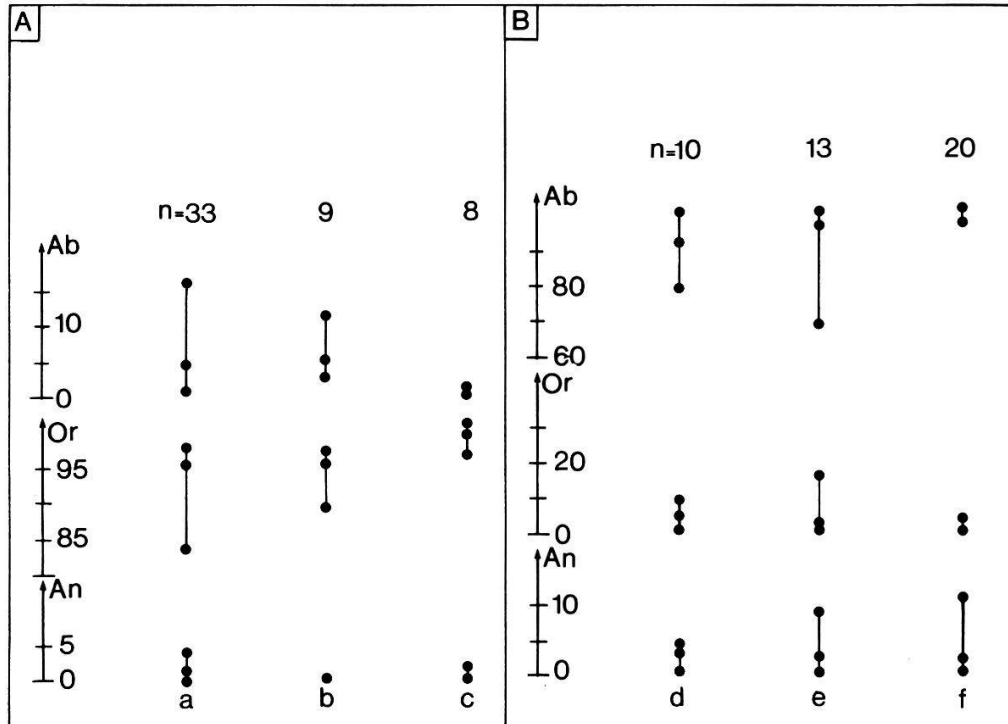


Figure 14. – Composition des feldspaths alcalins (analyses par XRD et microsonde), en % pondéral, (pt. médian = moyenne).

a: Microcline I rélictuel; b: antiperthites dans l'Albite en échiquier; c: Microcline II alpin (néoformation et/ou recristallisation); d: Albite en échiquier mégaclasitique; e: macroperthites dans le Microcline I; f: Albite II néoformée.

Structure: triclinique exprimée par un indice de triclinicité (Δ de GOLDSMITH et LAVES, 1954b) compris entre 0,65-0,95; indicateurs complémentaires t_{1m} (max)=0,12 et $t_{2o} + t_{2m} = 0,1$ – (fig. 15.a, 16, 17 et 18). La mesure quasi ponctuelle du $-2V_{np}$ par platine universelle permet d'exprimer l'hétérogénéité de la structure: $64 \leq 2V_{np} \leq 88^\circ$ avec 81° comme moyenne ($n=23$) (fig. 15.b). De plus l'indicateur de normalité $\Delta a(\text{\AA})$ de STEWART et WRIGHT (1974) est compris entre +0,2 et -0,12, ce qui marque une anomalie de structure probablement due d'une part à l'inversion monoclinique/triclinique et d'autre part aux contraintes mécaniques supportées par le monocristal (fig. 19). On observe à ce propos que le substitut deutérique et/ou syncinématique du Fe.K, à savoir l'albite en échiquier présente une maille cohérente avec un $\Delta a(\text{\AA})$ compris dans les limites de normalité $\pm 0,05$ (fig. 19).

Perthites: en fait le Microcline I est lardé de perthites *s.l.* dont on peut sérier les types suivants:

– Macroperthites de type rubans anastomosés (type e de SPRY 1969), parfois maclées selon la loi de l'Albite; elles joignent en général la bordure albitique du mégafeldspath hôte. Composition: Ab 98 An 2. Largeur: 50-200 μ . La figure 14.e livre les compositions des perthites *s.l.*

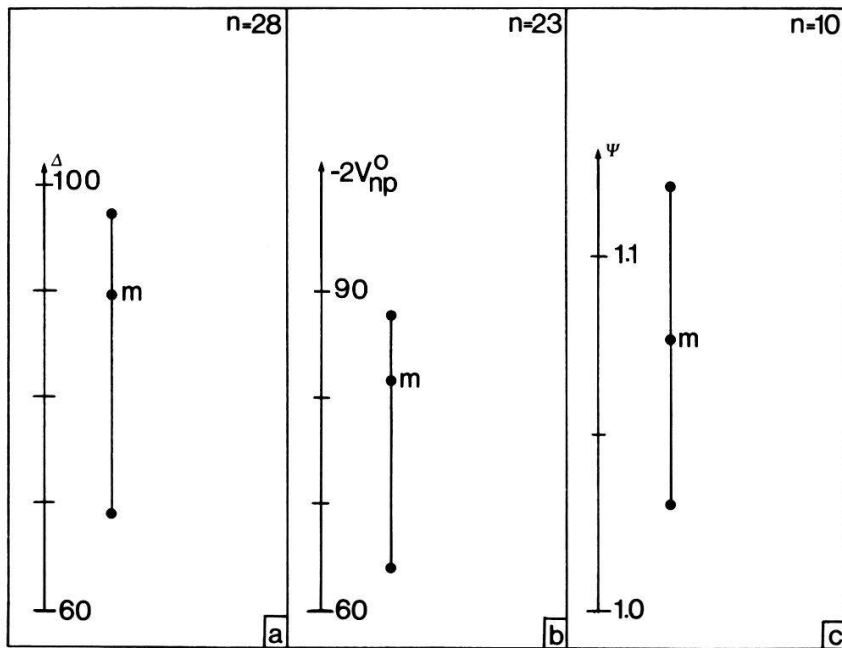


Figure 15. – Données cristallographiques et optiques sur les feldspaths alcalins.

a: indice de trilinearité de GOLDSMITH et LAVES (1954) du Microcline I.

m: moyenne,

b: mesures quasi ponctuelles de $-2V_{np}$ par platine universelle au sein du Microcline I.

c: $(1\bar{3}1-131)$ CuK α 1 dans l'Albite en échiquier mesuré par XRD.

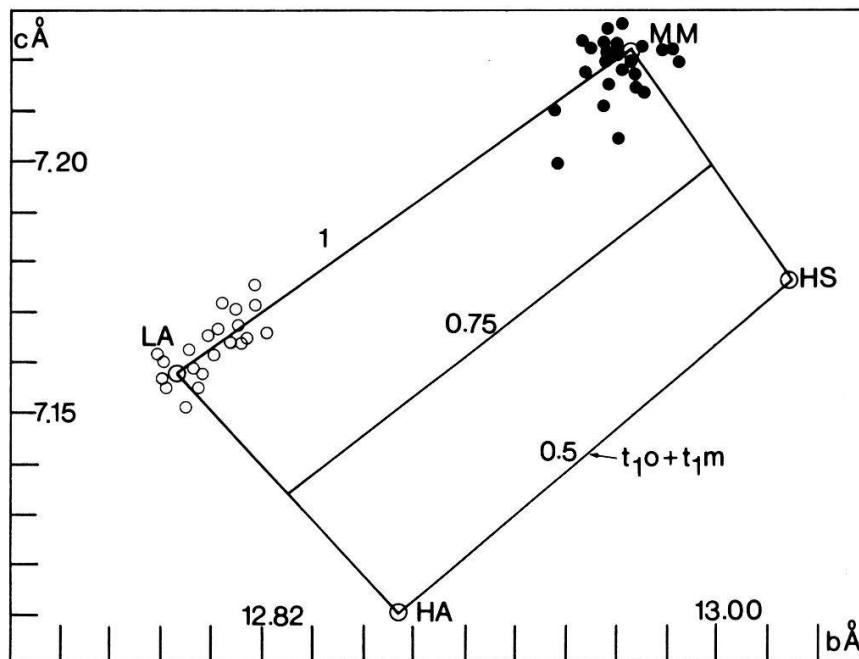


Figure 16. – Distribution de Al^{3+} dans les sites tétraédriques T1o et T1m (somme).

MM: maximum microcline; LA: low albite; HS: high sanidine; HA: high albite.

En cercles noirs: Microcline I; en cercles vides: Albite en échiquier.

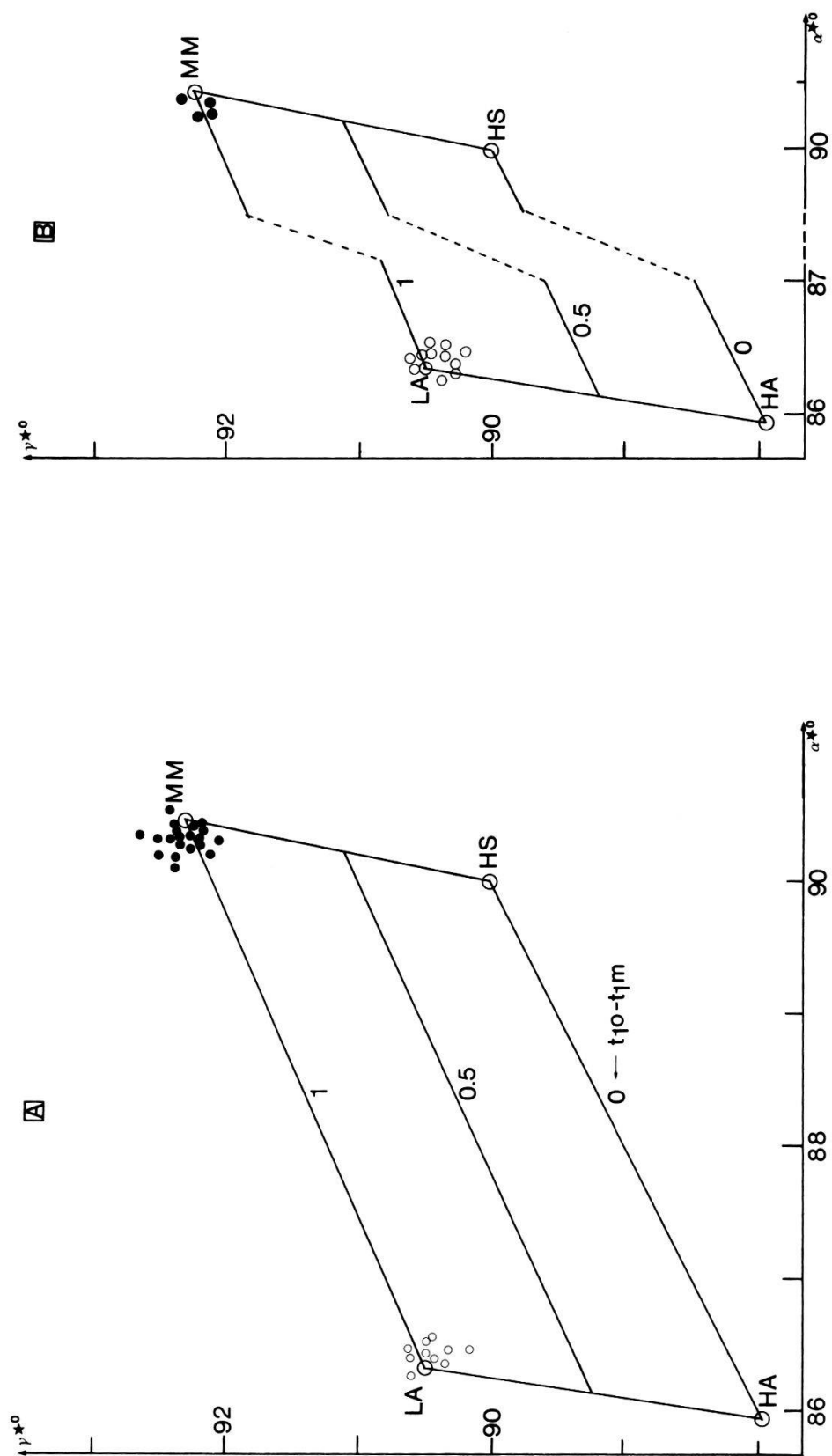


Figure 17. — Distribution de Al^{3+} dans les sites tétraédriques T10 et T1m (différence). (mêmes abréviations que dans la fig. 16)

A: Feldspaths alcalins des GO. du corps principal de Randa.

B: Feldspaths alcalins des GO. des apophyses frontales.

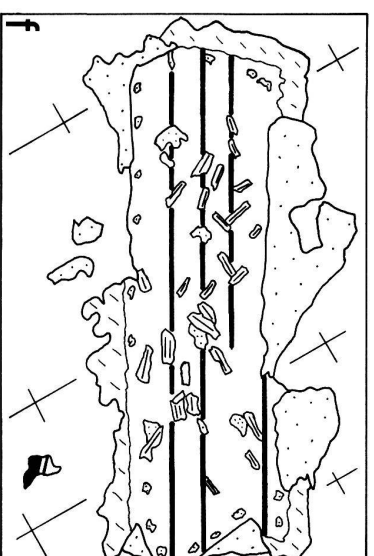
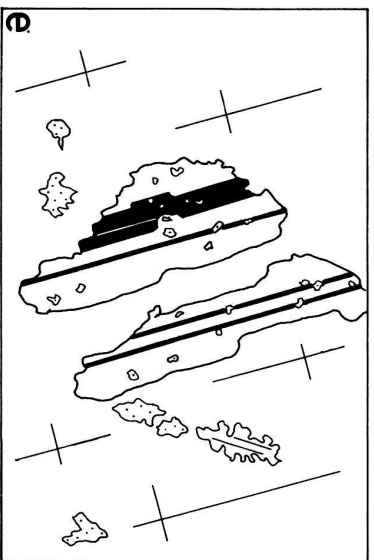
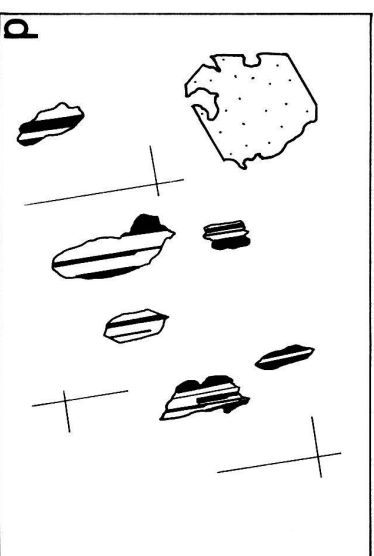
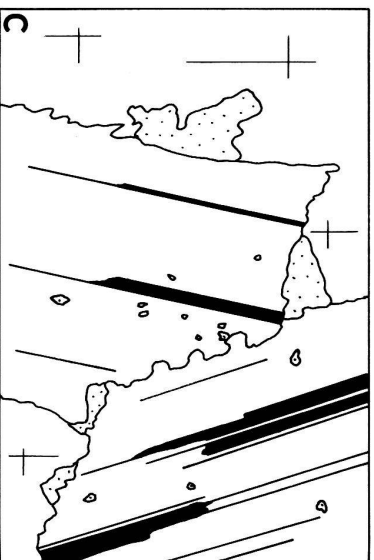
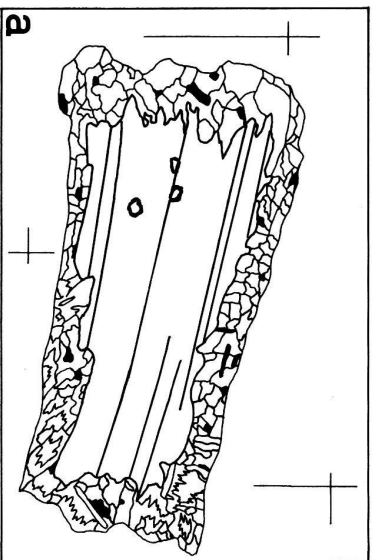


Figure 20. – Inclusions primaires (magmatiques *s.l.*) du Microcline I.
a: Biotite I dentelliforme déformée en muscovite, sphène et Ti-oxydes; sertis de noir: zircons métamictes. Gr. X 40.
b: Plagioclases I muscovitisés au cœur et albitisés en bordure. Gr. X 25.
c: Jumelage de deux Plagioclases I simulant une symplectite. (En pointillé: joints de quartz) Gr. X 50.
d: Inclusions primaires orientées de Plagioclase I; à noter leur morphologie résorbée. À gauche en haut, un quartz magnétique subhexagonal corrodé. Gr. X 10.
e: Inclusions primaires orientées et résorbées de Plagioclase I, pigmentées de micro-quartz. Gr. X 25.
f: Plagioclase I partiellement muscovitisé au cœur et sertis d'une bordure réactionnelle d'albite (trais) et de quartz (pointillé). Gr. X 40.
(Pour plus de détails, se reporter au texte).

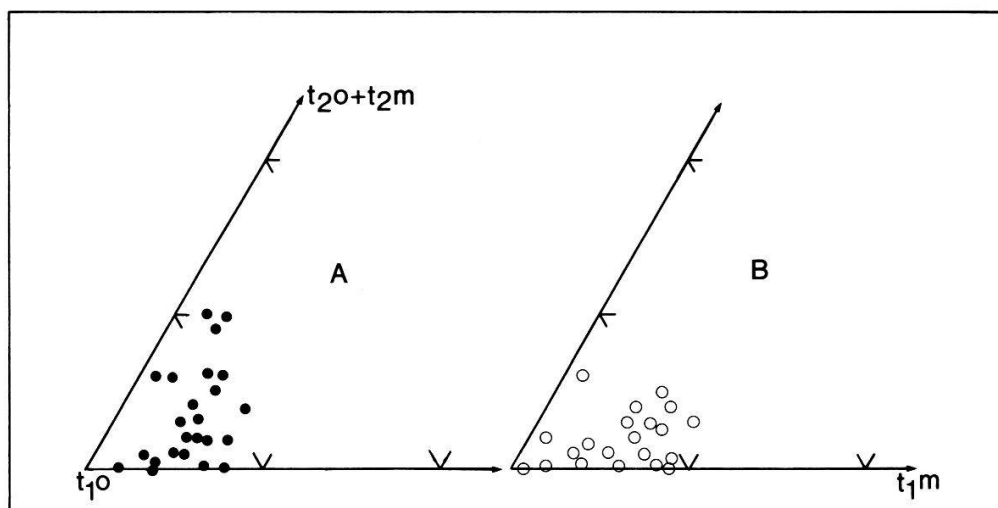


Figure 18. – Distribution de Al^{3+} dans T10, T1m et T2.

A: Microcline I; B: Albite en échiquier.

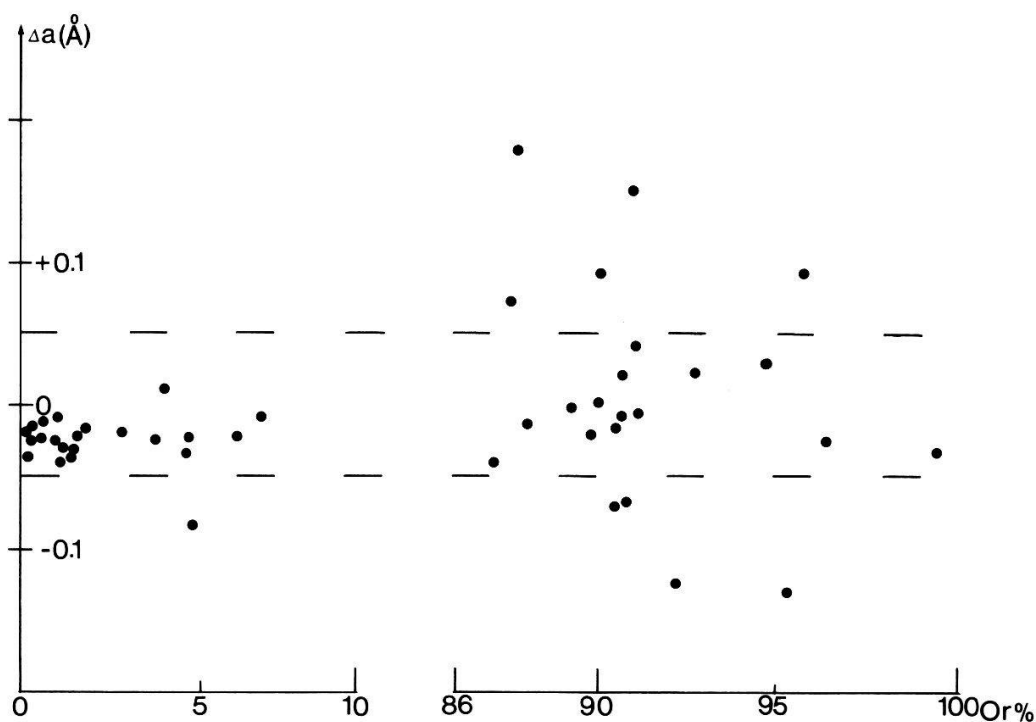


Figure 19. – Valeurs du «strain index» $\Delta a(\text{\AA})$ de STEWART et WRIGHT (1974). A gauche: Albite en échiquier; à droite: Microcline I.

– Macroperthites de type vermiculaires réticulées ou flammées (type h et i de SPRY) concentrées vers l'écorce du mégacristal. Mêmes maillage, composition et dimension.

– Perthites type plaques, maclées selon la loi de Carlsbad, sans orientation préférentielle, distribuée aléatoirement au sein du mégacristal. Ce type rappelle la cleavelandite décrite par LAVES et SOLDATOS (1963). Composition Ab100.

– Perthites de contours, type «ring-patch» (AUGUSTITHIS 1975), soulignant des bords reliques de croissance du mégafeldspath hôte. Composition Ab100.

– Probables perthites d'exsolution, fines et régulières, selon un réseau plus ou moins perpendiculaire par rapport à la trace de la macule de Carlsbad. Par XRD, composition calculée par la position de -201 : Ab 95-100.

Inclusions: le Microcline I est fortement poecilitique; on entend par inclusions l'ensemble des phases susceptibles d'être antérieures ou synchrones de la cristallogénèse du feldspath alcalin primaire. On peut répertorier la paragenèse d'inclusions suivante:

Plagioclase I – Qtz I – Muscovite I – Biotite I – Zircon

Plagioclase I: il s'agit d'inclusions primaires (de type FRASL 1954) souvent orientées préférentiellement par rapport au mégafeldspath hôte (fig. 20. d et e); elles sont parfois disposées selon des zones concentriques mimant des bords relictuels de croissance dudit mégacristal. De plus, elles sont en général alignées selon les clivages (001) et (010) du Microcline I. On observe ainsi de manière constante que 2 ou 3 inclusions plagioclasiques se trouvent être parallèles comme si elles avaient été parallélisées par un processus commun (face en croissance de l'hôte, film intergranulaire tardimagmatique, etc).

Leur maclage complexe est du type 3 et 4 selon GORAI (1951) et témoigne d'une origine magmatique. Leur morphologie est contrastée (idiomorphe, corrodée, résorbée, ovalisée) traduisant une histoire polyphasée. Affectés d'une altération deutérique caractéristique, elles montrent une muscovitisation centrale et une albitisation de bordure (fig. 20.b et e). On trouvera dans les figures 21 et 22 la composition de cette muscovite.

Les inclusions plagioclasiques I regroupées en agrégats (2 à 8 plages) suggèrent davantage une texture de type synneusis (VANCE 1969) qu'une intercroissance épitaxiale ou une croissance simultanée de cristaux qui finissent par se jumeler. Ceci demeure conjectural, au vu en particulier de la ligne ondulée de suture (fig. 20.c) qui contredit quelque peu la découpe prétendue rectiligne des sutures de synneusis. Toutefois ces agrégats primaires traduisent sans nulle doute une croissance en milieu «liquide», donc magmatique, quelque soit le mode de jumelage.

A noter enfin une intime collusion entre ces inclusions et le quartz, soit en gouttes internes soulignant des bords rélictuels de croissance, soit en cristaux xénomorphes, d'équiorientation optique qui sertissent le plagioclase I – (fig. 20.f).

Leur composition non zonale est comprise entre An 3-17.

Quartz I: il convient de distinguer le quartz dihexaédrique de première génération (HT°) plus ou moins corrodé (fig. 20.d) du quartz graphique et du quartz symplectiquement associé à la muscovite. Quel que soit le mode spécifique de genèse de ces habitus et associations, ils témoignent tous d'un

milieu ortho- à tardi-magmatique et confortent l'opinion selon laquelle la genèse du mégafeldspath hôte est aussi magmatique. De plus on observe de nombreux microquartz de forme énigmatique (triangulaire, cornée, pointue, en demi-lune, etc) et dépourvus d'extinction roulante qui sont disséminés uniformément au sein du mégaclaste.

Biotite I: rétromorphe, pseudomorphosée parfois totalement par une association type de l'altération deutérique: muscovite-rutile-sphène-oxydes de Ti; de très nombreux zircons métamictes, à l'origine stockés dans la biotite, y sont associés. La biotite dentelliforme (fig. 20.a) est sertie par de la muscovite et des zircons disposés en mâchoire. Ces inclusions de biotite brun-rouge sont particulièrement abondantes dans les mégafeldspaths des gneiss œillés de Randa 2.

Muscovite I: soit en inclusions indépendantes (muscovitisation deutérique du feldspath alcalin primaire), soit en inclusions dans les inclusions de plagioclases I, soit en association symplectique avec le quartz, de préférence en bordure du mégafeldspath hôte.

Zircon I: une étude en cours sur la typologie du zircon selon la méthode de PUPIN (1980) des gneiss œillés de Randa fournira la matière d'une note ultérieure. D'une manière très simpliste, on se limite à mentionner la présence de trois catégories de zircon au sein du Microcline I, à savoir:

- zircon idiomorphe (prisme allongé bipyramidé) et monophasé,
- zircon subidiomorphe, à pointe émoussée et monophasé,
- zircon très métamicté, xénomorphe, lié à la biotite I,

La matrice livre les mêmes tendances morphologiques.

Ecorces, franges blastiques, substitutions: le Microcline I, hormis les inclusions relictuelles mentionnées ci-dessus, présente à sa bordure et dans ses discontinuités (veines de tension) de multiples phénomènes de corrosion, substitution, blastèse parmi lesquels on peut sérier les catégories suivantes:

- frange d'accroissement blastique de microcline II finement moiré et non perthitique (Or 98, microcline maximum),
- frange d'accroissement blastique d'albite II, maclée selon la loi de l'Albite ou selon des macles fusiformes de déformation,
- substitution totale (5% des cas), partielle ou sélectivement selon les discontinuités par de l'albite en échiquier; cette substitution peut se produire soit précocement au stade deutérique (GUITARD 1970), soit à la faveur d'une déformation plastique par tronçonnage; pour notre part nous penchons pour un remplacement syncinématique, favorisé par la composition très albitique du plagioclase matriciel. Il convient de rappeler que la typologie des macles de l'albite en échiquier résulte par mimétisme de celles du microcline et qu'elle ne saurait se développer sans support triclinique préalable. Sa composition est comprise entre Ab 80-98 Or 0-10 An 0-4, avec une moyenne représentative de Ab 92 Or 4 An 4; elle s'approche de la structure idéale de la Low Albite (fig. 14.d, 15.c, 16, 17, 18 et 19. La substitution

complète est en particulier achevée dans les apophyses frontales (Randa 1 et 2) des gneiss œillés de Randa en raison d'un régime de déformation plus intense que dans le corps principal; cette déformation, inclus la cataclase, favorisant la remobilisation de la phase fluide qui joue le rôle du catalyseur prépondérant de ladite substitution,

– écorce relictuelle plagioclasique, pseudo-rapakivi: dans le cadre du dépistage d'une hérédité pré-métamorphique, la mise en évidence d'une écorce «rapakivi» présente un intérêt primordial étant donné la signature génétique que livre cette écorce. L'observation montre, notamment dans l'apophyse frontale supérieure de Randa 2, que des mégafeldspaths ovales ou quadrangulaires sont sertis d'une bordure plus ou moins discontinue de plagioclases en mosaïque (max. An 13), localement séricitisés, muscovitisés ou saussuritisés. Il est sans doute abusif d'affirmer qu'il s'agit en l'occurrence d'un contexte rapakivi, mais il y a lieu de prétendre que cette écorce est primitive (= cogénétique du mégafeldspath alcalin primaire) et qu'elle ne doit pas être considérée comme une blastèse ou une substitution acquise.

Les veines de tension: généralement orientées selon (001) et subsidiairement selon (100) du mégafeldspath hôte; on assimile la texture propre aux veines de tension à celles résultant de la déformation paracristalline avec tronçonnement (BARD 1980). On y note une croissance syncinématique par extensions incrémentales de quartz II et d'albite II maclée polysynthétiquement qui dessinent parfois des peignes orientés perpendiculairement au plan de fracturation, caractéristiques des cristallisations syntaxiales. Parfois l'albite néoformée traverse la veine de part en part, en continuité épitaxiale par rapport au mégafeldspath hôte.

b. Autres mégaclastes reliques: Quartz I et Plagioclase I

Quartz I: en partie centrale, il constitue des nodules plus ou moins lenticulés (2-20mm × 1-5mm), souvent monocristallins, parfois fragmentés et granulés dans les bords, étirés // à S1 et aplatis selon le plan de rubanage. Aucune morphologie «dihexaédrique à éclat opalescent bleuté» (quartz phénocristallin de HT° décrit par LJUNGGREN (1954) et GUITARD (1970)) n'a pu être mise en évidence de manière indubitable; toutefois de nombreux monocristaux subhexagonaux sont sans nul doute des reliques et pourraient dériver d'une origine magmatique. A cela s'ajoute parfois la présence d'une découpe concave qui rappelle des figures de golfes corrodés typiques des phénocristaux. Le quartz I, suivant les degrés subis de déstructuration et de restauration, montre d'abord des figures de translation et de glissement (= lamelles de déformation à extinction roulante), puis, par flexuration et polygonalisation, il se trouve décomposé en petits grains engrenés à contours indentés (= quartz en ruban). Ces derniers présentent également des extinctions onduleuses ce qui prouve que la déformation s'est poursuivie après cette polygonalisation. La restauration naissante,

marquée par la texture polygonale à points triples, n'a pu être observée que dans certains individus «abrités».

Plagioclase I ?: à de rares reprises, on observe des méga-albites (An 2-4, \varnothing 1 cm) fraîches, maclée Albite. Dépouées d'antiperthites et de zonage, elles pourraient dériver soit d'une porphyroblastèse antécinématique soit, par recristallisation, d'un plagioclase relique. Il est toutefois possible d'affirmer que ce type d'albite n'est pas cogénétique de l'albite II matricielle et qu'elle ne résulte pas d'un processus d'albitisation syn- à post-cinématique.

3.2.2.2. Les zones abritées

A leur propos, il convient de ne faire que quelques remarques de synthèse:

- Ces zones sont constituées par deux populations distinctes de minéraux agencés selon une texture granoblastique: 1) des fragments arrachés au mégaclaste central (Mi I, Ab.éch, Qtz I), 2) des minéraux recristallisés ou néoformés (Mi II, Ab II, Qtz II, Phengite II, Biotite II, Calcite, Chlorite).

- La dimension des grains au sein de la zone abritée est de manière générale supérieure à celle de la matrice.

- La dimension et la forme d'une zone abritée sont fonction à la fois de la taille du mégaclaste (DEBAT 1974) et de son orientation par rapport au plan de rubanage.

3.2.2.3. Les zones d'entraînement

Une zone d'entraînement apparaît de manière optimale dans les conditions suivantes: 1) rapport $M/M+m$ élevé avec M =volume d'un mégaclaste et m =volume de la matrice, 2) $\beta > 50^\circ$ avec β =angle entre [001] et S1. Ceci signifie que plus un mégaclaste est morphologiquement anisotrope (longueur \gg largeur) et plus il est discordant, plus on observe le développement de deux zones d'entraînement dissymétriques. Les minéraux constitutifs de ces zones sont bien sûr des fragments arrachés, puis étirés, du mégaclaste central. Parfois ces fragments recristallisent en fragments équidimensionnels et peuvent conduire à des croissances syntaxiales (surtout au sein du quartz).

3.2.2.4. Liseré synschisteux

Les mégaclastes sont systématiquement moulés par des liserés de trois types:

- Liseré mixte quartzo-phengitique,
- Liseré monogénique, soit quartz en ruban, soit phengite II,
- Liseré composite: épidote *s.l.*-allanite-sphène-opaques.

Ce sont ces liserés qui, à la faveur d'une fracture, s'introduisent dans le mégaclaste en y dessinant une schistosité pénétrative (fig. 8.c).

3.2.3. La matrice

On décrira plus brièvement les minéraux de la matrice car, hormis quelques phases reliques (Muscovite I, Biotite I, Allanite, Zircon), ils résultent tous du métamorphisme alpin et ne présentent donc guère d'intérêt dans la perspective de ce travail. On trouvera dans THÉLIN (1983) une description plus exhaustive.

Le mode estimé de la matrice est le suivant (à titre indicatif):

Microcline II <5% – Albite II 20% – Quartz II 40% – Muscovite I <5% – Phengite II 10-15% – Biotite I (si présent) <1-2% – Biotite II 5% – Epidotes (pistachite, clinozoïsite à bordure de pistachite, allanite) 5% – Carbonates (calcite et carb. de Fe) (si présent) 3% – Chlorite – Accessoires – Opaques. Rétrormorphoses communes de l'épizone: séricitisation, saussuritisation, chloritisation, albitisation, carbonatation.

Le tableau 2 présente les compositions représentatives des micas présents dans les gneiss œillés de Randa, de plus les figures 21 et 22 illustrent la diversité de composition des micas blancs et démontrent la coexistence d'une muscovite relique et d'une phengite néoformée. Le tableau 3 résume la chronologie de la paragenèse globale en séparant d'une part les minéraux reliques (présumés magmatiques) et d'autre part les phases néoformées et/ou recristallisées.

Composition représentative des micas

Formules structurales:

Muscovite I:

(Na_{0.07} K_{1.77})_{1.84} (Al_{VI}_{3.16} Fe_t_{0.33} Mg_{0.5} Ti_{0.06})_{4.05} (Al_{IV}_{1.25} Si_{6.75})₈ O₂₂

Phengite II:

(Na_{0.02} K_{1.95})_{1.97} (Al_{VI}_{2.91} Fe_t_{0.7} Mg_{0.5} Ti_{0.01})_{4.12} (Al_{IV}_{1.2} Si_{6.8})₈ O₂₂

Biotite I:

(Na_{0.01} K_{1.82})_{1.83} (Al_{VI}_{0.43} Fe_t_{2.52} Mg_{2.68} Ti_{0.30})_{5.93} (Al_{IV}_{2.45} Si_{5.55})₈ O₂₂

Biotite II:

(Na_{0.02} K_{1.78})_{1.80} (Al_{VI}_{0.27} Fe_t_{2.86} Mg_{3.17} Ti_{0.12})_{6.42} (Al_{IV}_{2.61} Si_{5.39})₈ O₂₂

Tableau 2. – Composition structurale des micas. (Analyse par microsonde).

RELIQUES MAGMATIQUES	Métamorphisme alpin			
	syncinématique		postcinématique	
	RC	NF	NF	RT
Feldspath alcalin +inclusions primaires plagio,bt,mu,qtz +altérations deutériques	Mi I Ab éch.			
	<-----Mi II----->			
Plagioclase I et Albite		Ab-Ol II	Ab III	Albiti- sation
Quartz I dihexaédrique	<-----Qtz II----->		Qtz III	
Biotite I brun-rouge (muscovitisation)		Bt II verte		
Muscovite I		Ph II		Sériciti- sation
		Ep Chl II Gr(al) Rt-Le-Sph Op(Py-Mg)	Chl III	Chloriti- sation
			Cal Cc.Fe	Carbona- tisation
Accessoires Zi-Ap-All		Ap		

Abréviations: **RC**:recristallisations; **NF**:néoformations; **RT**:rétromorphoses

Mi:microcline;Ab:albite;éch:en échiquier;Ol:oligoclase;Qtz:quartz;
Bt:biotite;Mu:muscovite;Ph:phengite;Ep:épidotes sl.;Chl:chlorite;
Gr(al):grenat à dominante almandin;Rt:rutile;Le:leucoxène;Sph:sphène;
Op:opaques;Py:pyrite;Mg:magnétite;Cal:calcite;Cc.Fe:carbonates de fer
indifférenciés,ankérite présumée;Zi:zircon;Ap:apatite;All:allanite.

Ordre présumé de cristallisation au stade magmatique: 1°)Plagio I - Qtz I - Bt I - Zi
2°)Fe.alc(orthomagmatique à subsolidus)
3°)Muscovite et albite(deutérisme)
Muscovite>>Biotite

Tableau 3. – Chronologie de la paragenèse des gneiss œillés de Randa sur la base des données texturales et minéralogiques.

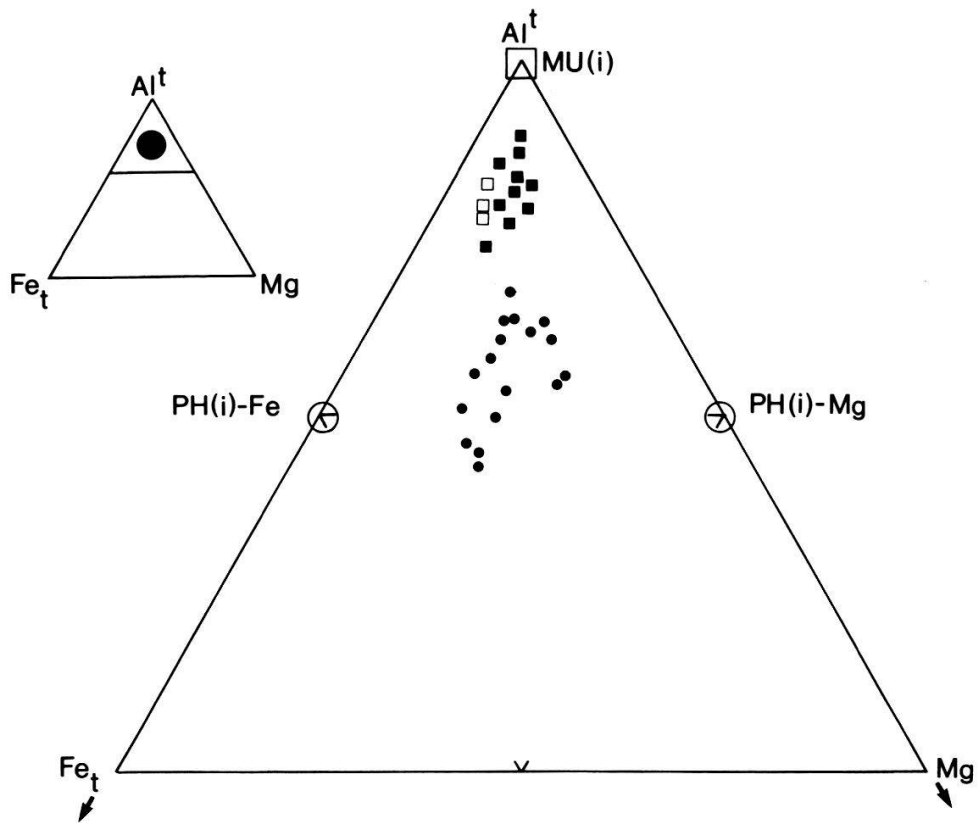


Figure 21. – Composition des micas blancs- diagramme Altot-Fetot-Mg. (Analyses par microsonde).

Mu(i)-muscovite idéale; PH(i) -phengite idéale, Fe-ferrifère, Mg-magnésienne.

Carrés noirs: Muscovite I matricielle; carrés vides: inclusions de Muscovite I dans le Microcline I; cercles noirs: Phengite II alpine.

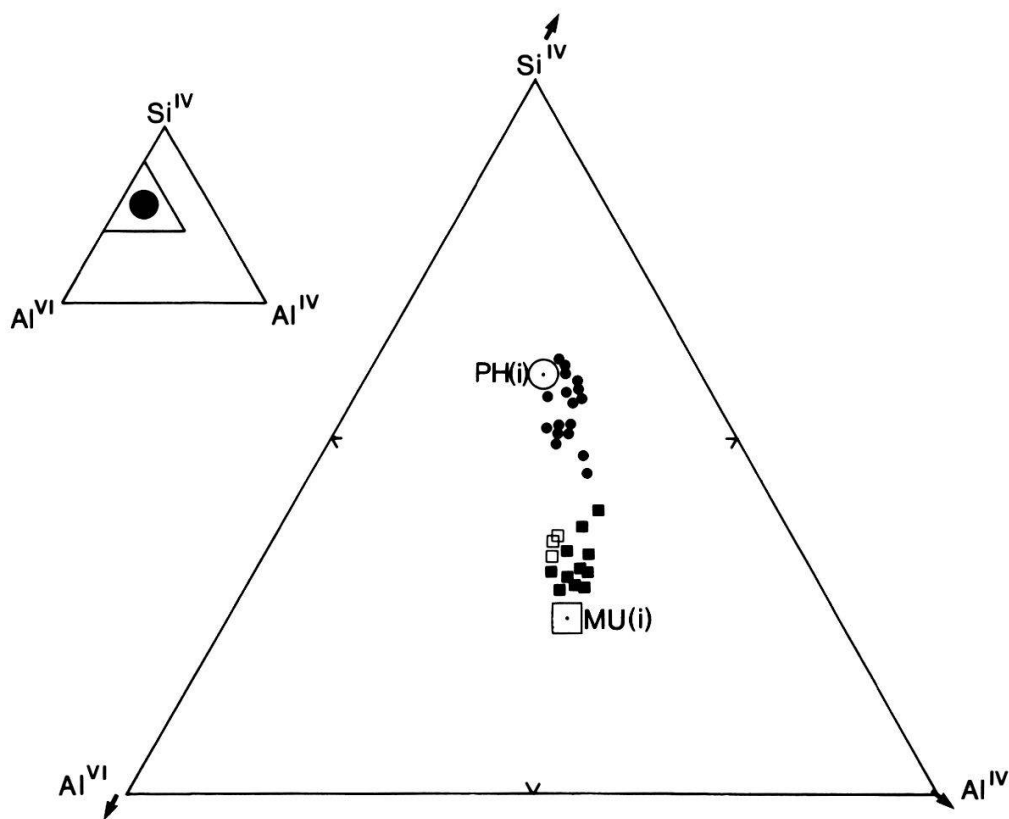


Figure 22. – Composition des micas blancs-diagramme Si^{IV}-Al^{IV}-Al^{VI}.

(Mêmes abréviations que dans la fig. 21.)

Données spécifiques sur quelques minéraux de la matrice:

- Muscovite I: incolore, non pléochroïque, à extinction lamellaire, $0^\circ \leq -2V_{np} \leq 12^\circ$; origine deutérique présumée.
- Phengite II: léger pléochroïsme normal vert-clair, $10^\circ \leq -2V_{np} \leq 25^\circ$; par XRD: polytype unique 2M1.
- Biotite I: pseudomorphosée partiellement en muscovite-sphène-rutile et pigmentée de zircons métamictes; origine magmatique présumée; pléochroïsme normal brun-rouge (surtout dans GO. Randa 2).
- Biotite II: pléochroïsme vert-brun, fraîche, caractéristique d'un faciès schiste vert élevé.
- Rares micro-grenats frais: composition représentative dans la double représentation ternaire:

al	85	spe	5	py	10
gro	40	spe	10	py	50
- Microcline II: en plages xénomorphes, granoblastiques, \varnothing 0.05 mm, jamais maclé Carlsbad, toujours finement quadrillé (Ab-Pé) et moiré, non perthitique; composition homogène Or 96 (fig. 14.c), propriétés optiques homogènes, par exemple: $-2V_{np} = 83^\circ$. Ce Microcline se distingue donc fondamentalement du Microcline I relique.
- Albite II: en plages xénomorphes, rarement maclées; composition homogène Ab 98 avec parfois un léger zonage inverse à la bordure An 91 – (fig. 14.f).
- Allanite: caractérisée par un pléochroïsme brun-rouge; en habitus tentaculaire, souligné par des protubérances dentelliformes; parfois poecilitique (inclusions de quartz et biotite I); souvent de grande taille (\varnothing max. = 0,7 mm), présumée relictuelle.

3.3. Nature d'origine des mégafeldspaths potassiques

On a souligné plus haut que du point de vue textural et minéralogique c'est par le biais des mégaclastes feldspathiques que l'on peut, en raison de leur compétence relative, espérer mettre en évidence des marqueurs d'origine préservés. On se propose donc de détailler les indices fournis par les éléments suivants:

- données cristallographiques et implications thermométriques,
- la distribution du Ba,
- les inclusions primaires de plagioclases I.

3.3.1. Données cristallographiques et implications thermométriques

Une étude fine du Microcline I par XRD, couplée avec des mesures par microsonde, a été entreprise afin de tenter de répondre, du moins très partiellement, aux questions suivantes:

- Partant du fait établi (MARTIN 1974; PARSONS et BROWN 1984) que le degré d'ordre-désordre Al/Si d'un feldspath alcalin témoigne à la fois des

conditions thermodynamiques de sa cristallisation primaire et de son adaptation à des conditions ultérieures, notamment thermiques, on a tenté de quantifier la métastabilité du Microcline I et de prouver qu'il recèle des reliques de faible triclinicité, voire monocliniques, ce qui tendrait à faire croire qu'il résulte par inversion d'une forme de haute à moyenne température, compatible avec une cristallisation d'origine en milieu granitique.

– Tenter de mettre en évidence des paires feldspathiques reliques, idéalement en équilibre, afin à partir de leur composition de calculer la température d'équilibre et partant la température de cristallisation primaire.

A la suite des travaux pionniers de GOLDSMITH et LAVES (1954 a et b) et ORVILLE (1967), la quantification des propriétés d'un feldspath alcalin par XRD sur poudres a fait des progrès majeurs depuis vingt ans; on se doit de citer les travaux et revues dont nous nous sommes inspirés: WRIGHT (1968), STEWART et WRIGHT (1974), KROLL (1971); KROLL et RIBBE (1983), KROLL *et al.* (1986), RIBBE (1983 a et b, 1984), EGGLETON et BUSECK (1980). Ces travaux ont permis entre autres de quantifier en fonction de la topologie feldspathique la distribution préférentielle de Al^{3+} et Si^{4+} au sein des sites tétraédriques disponibles. On sait par ailleurs que cette distribution est l'expression intime du degré d'ordre-désordre et que ce degré est contrôlé pour l'essentiel par la température. Dans les Alpes, ces méthodes ont été utilisées par BAMBAUER et BERNOTAT (1982), BERNOTAT et BAMBAUER (1982) et HAMMERSCHLAG (1985) afin de situer l'isograde sanidine/microcline.

La mise en œuvre a consisté, à partir de diagrammes sur poudres, de calculer les paramètres de maille raffinés par le programme LATCON, utilitaire bien connu des cristallographes; puis on a calculé divers paramètres (programme FEALC) qui sont listés dans l'appendice 1. Les figures 15, 16, 17, 18 et 19 en donnent une représentation graphique. THÉLIN (1983) détaille le fondement théorique des concepts et équations utilisés.

Les résultats livrent pour l'essentiel les informations suivantes:

Indice de triclinicité: (présumé nul pour une structure C2/m)

- $0.65 \leq \Delta \leq 0.95$ (certains échantillons présentent des pics 131 et 1-31 mal individualisés l'un par rapport à l'autre; ceci témoigne d'une structure «randomly ordered», c'est-à-dire une structure dans laquelle des microdomaines C2/m et C-1 coexistent à très petite échelle au sein du mégafeldspath)

Distribution probabiliste de Al^{3+} et Si^{4+} dans les sites T1O, T1M, T2O et T2M: (cf. KROLL et RIBBE 1983 pour les équations utilisées)

- $t1m(\max) = 0.12$; $t2o + t2m(\max) = 0.10$
- par chauffage («dry heating») (1000° , pendant 5 jours) on a modifié cette distribution comme suit: $t1m(\max) = 0.31$; $t2o + t2m(\max) = 0.11$; cette évolution traduit un «ideal two-step ordering path» au sens de CHERRY et TREMBATH (1979).

Strain index $\Delta a(\text{\AA})$ de STEWART et WRIGHT (1974):

- le Microcline I présente souvent un $\Delta a(\text{\AA})$ anormal: $> \pm 0.05(\text{\AA})$
- l'Albite en échiquier présente un $\Delta a(\text{\AA})$ normal.

Parmi d'autres facteurs pouvant conduire à une anomalie de maille, donc de structure, STEWART et WRIGHT signalent les processus suivants: 1) on constate une déformation que dans les associations perthitiques (semi-) à cohérentes et nettement plus prononcées dans les phases potassiques que dans les phases sodiques; 2) la déformation résulte pour l'essentiel des contraintes induites lors du processus d'exsolution et par l'inversion diffusive de la symétrie; 3) cette déformation traduit au sein des phases tricliniques (microcline intermédiaire et maximum) la survivance en îlots de micro-domaines monocliniques métastables.

De ces résultats on peut, en résumé, proposer les interprétations suivantes qui portent à croire que le Microcline I est du point de vue cristallographique une relique complexe, contrairement au Microcline II de la matrice:

- inhomogénéité structurale (ordre Al/Si) de la phase potassique,
- présence d'une association perthitique discrète, semi- à cohérente,
- préexistence et survivance de micro-domaines monocliniques métastables.

La thermométrie «feldspathique» est un domaine qui a fait couler beaucoup d'encre durant la dernière décennie, nourrissant de multiples controverses (STORMER (ST) 1975, POWELL et POWELL (PP) 1977, WHITNEY et STORMER (WS) 1977, BROWN et PARSONS (BP) 1981, PARSONS et BROWN 1984).

On ne souhaite nullement discuter les fondements théoriques de la thermométrie des paires feldspathiques présumées à l'équilibre. HAMMERSCHLAG (1985) détaille ces fondements et compare la validité des divers géothermomètres sur le «marché». En accord avec lui, on considère le modèle de BROWN et PARSONS comme le plus performant, d'autant qu'il repose sur des fondements théoriques très solides (par exemple: le solvus ternaire Or-Ab-An de SECK 1971) et qu'il propose des tests permettant de savoir si la paire feldspathique considérée est à l'équilibre ou non. Il convient d'ajouter que la thermométrie de composition, basée sur $N_{An}\%$ dans le plagioclase et $N_{Ab}\%$ dans le feldspath potassique, semble fournir une meilleure approximation de la température de cristallisation d'une telle paire que la thermométrie structurale proposée par STEWART et WRIGHT (1974) qui repose sur le degré d'ordre-désordre Al/Si. Idéalement il conviendrait de tenir compte de $N_{Or}\%$ dans le plagioclase et de $N_{An}\%$ dans le feldspath potassique pour se calibrer sur le solvus ternaire; en pratique c'est très délicat à réaliser. Dans le cadre de notre étude, nous opposons deux paires feldspathiques représentatives, à savoir:

1) une paire relictuelle, considérée à l'équilibre (tests du solvus binaire et du diagramme de SECK):

Microcline I	Or 83	Plagioclase I	An 17
--------------	-------	---------------	-------

2) une paire «alpine», également à l'équilibre selon ces critères

Microcline II	Or 96	Albite II	An 2	
Résultats*	ST	PP	WS	BP
à 4Kbar:				
1 ^{re} paire:	493°	536°	573°	495°C
2 ^e paire:	330°	389°	399°	325°C $\approx \pm 15^\circ$ par ± 1 Kbar

* paramètres de Margule calculés par BROWN et PARSONS (1981)

Ces résultats, qui tiennent davantage de l'estimation que de l'absolue précision, permettent à tout le moins de sérier deux paires thermiques bien contrastées. On peut supposer que la première paire renvoie à une température tardimagmatique ou deutérique, alors que la deuxième paire porte la marque de l'épizone élevée. Il subsiste donc une paire feldspathique contiguë témoignant d'une (re-)cristallisation en milieu non métamorphique.

3.3.2. Distribution du Ba

De très nombreux travaux ont démontré que la quantité de Ba incorporée par les K-mégafeldspaths en milieu granitique est un excellent point d'accrochage pour argumenter quant à l'origine toujours controversée de leur cristallo-genèse. On trouve dans EMMERMANN (1969), MEHNERT et BUSCH (1981), LONG et LUTH (1986) l'essentiel des considérations dont nous nous sommes inspirés. L'article marquant de MEHNERT et BUSCH (*op. cit.*) propose à la fois une revue approfondie du problème et un modèle de croissance multiphasée des K-mégafeldspaths à partir d'observations texturales et du dosage quasi ponctuel du Ba par microsonde, notamment dans des mégafeldspaths du granite de l'Albtal en Forêt Noire. Le Ba se positionne dans le site M2+ des feldspaths et son incorporation dépend des conditions du milieu selon les paramètres suivants: variations de température, de viscosité, du régime des turbulences et de la composition de la phase fluide. Ces auteurs ont donc noté que dans un nombre significatif de cas le Ba était stocké en quantités contrastées selon des zones \pm concentriques au sein du mégacristal, à savoir un noyau orthomagmatique ($3000 \leq \text{Ba} \leq 5000$ ppm), une enveloppe tardimagmatique ($4000 \leq \text{Ba} \leq 15000$ ppm), une bordure endoblastique (≈ 1000 ppm Ba) et des infiltrations hydrothermales ($20000 \leq \text{Ba} \leq 30000$ ppm). De plus son mode de distribution (linéaire, saccadé, oscillatoire, etc.) n'est pas identique selon la zone considérée.

On a procédé à de très nombreux dosages et profils au sein du Microcline I (\parallel et \perp à (010) et l'on présente dans la figure 23 les résultats les plus caractéristiques. On peut observer, notamment sur les profils a et b, les allures suivantes:

- une teneur moyenne élevée en Ba au sein du noyau («core») symétriquement disposée par rapport à la macule de Carlsbad (mc) et distribuée régulièrement ($6000 \leq \text{Ba} \leq 8500$ ppm);

- une répartition présentant d'abruptes variations dans la portion intermédiaire («shells») selon des teneurs plus faibles que dans le noyau ($4000 \leq \text{Ba} \leq 7000$ ppm);
- une bordure («rim») à plus faible teneur décroissant très fortement (≈ 2000 ppm Ba).

On se doit de souligner que tous les profils n'ont pas la même allure zonaire (fig. 23.c). Toutefois les courbes mesurées dans le Microcline relique des gneiss œillés de Randa concordent à plusieurs reprises avec celles dosées par MEHNERT ET BUSCH (*op. cit.*) et LONG et LUTH (*op. cit.*). Quelle que soit l'exacte signature génétique que traduisent ces profils contrastés, il nous paraît indubitable d'affirmer qu'ils expriment une croissance multi-phasée dans des conditions thermiques élevées ($>700^\circ$ pour le noyau et l'enveloppe) et ceci dans un milieu fluide ou subsolidus. Il nous paraît rassurant de considérer que cette distribution chimique d'origine n'a pas été altérée par la recristallisation sous contrainte lors du métamorphisme; par conséquent le dosage du Ba des K-mégafeldspaths d'un gneiss œillé semble être une manière prometteuse d'envisager l'élucidation de leur cristallogénèse primaire.

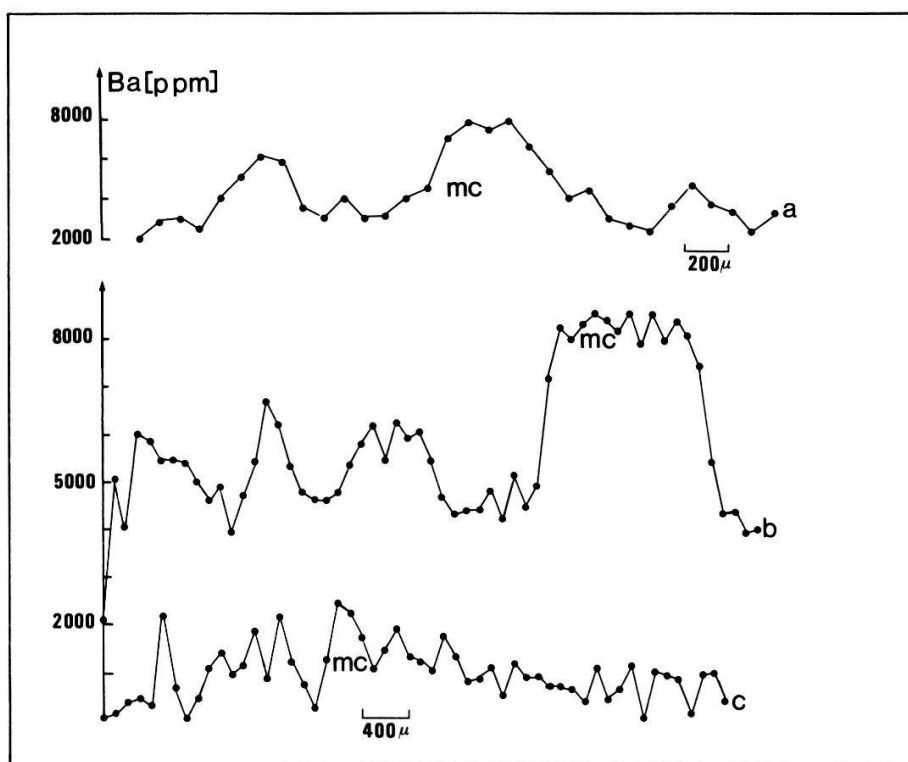


Figure 23. – Profils en Ba dans le Microcline I (perpendiculairement à la trace de la macle de Carlsbad -mc).

(Analyses par microsonde).

(Pour plus de détails, se reporter au texte).

3.3.3. *Inclusions primaires de plagioclases I*

S'il semble acquis que les inclusions micacées (Biotite I et Muscovite I) sont des inclusions d'origine magmatique, il reste à discuter le cas des inclusions plagioclasiques I orientées. La controverse à leur sujet porte surtout sur les conditions de leur incorporation dans les K-mégafeldspaths. A cet égard on peut résumer les théories possibles comme suit :

1. l'hypothèse magmatique (FRASL 1954, HIBBARD 1965) selon laquelle le K-mégafeldspath s'est développé à partir d'un liquide, a réorienté les plagioclases préexistants selon ses faces en croissance et les a englobés lors de son accroissement rapide ;

2. l'hypothèse subsolidus ou endoblastique (DRESCHER-KADEN 1948 et 1969, SMITHSON 1965) selon laquelle les K-mégafeldspaths sont autométasomatiques et se seraient formés dans un milieu globalement solide, finement imprégnés de fluides interstitiels de telle sorte qu'ils auraient réorienté en cours de croissance les composants de la matrice, inclus les plagioclases précoces, grâce à la mince enveloppe (film intergranulaire) de faible viscosité qui les séparait les uns des autres. Pour notre part nous avons observé au sein du Microcline I, comme décrit plus haut, toutes les caractéristiques des inclusions plagioclasiques I dites primaires et ceci tant du point de vue de la morphologie, de la composition, de l'orientation, de l'altération deutérique que du jumelage de type pseudo-synnesis. Ceci nous conduit à conclure qu'il ne fait aucun doute que ces plagioclases sont orthomagmatiques et que le doute ne subsiste que sur les conditions exactes de leur incorporation. Nos observations excluent toutefois une incorporation en milieu métamorphique au sens où le Microcline I dériverait d'une porphyroblastèse.

3.4. *Synthèse des critères texturaux et minéralogiques*

Les tableaux 3 et 4 (A-B-C) tentent de résumer l'essentiel de nos interprétations, suppositions et conclusions. A l'évidence, hormis les micas reliques et le Quartz I présumé phénocristallin, c'est le Microcline I et ses inclusions primaires qui fournissent les indices les plus sûrs d'une hérédité magmatique. On se doit même de souligner que dans nombre de spécimens ces indices sont remarquablement préservés. La conception du tableau-tryptique 4 doit beaucoup, au niveau du modèle, aux travaux de HIBBARD (1965), SWANSON (1977), CHESNEY (1981), MEHNERT et BUSCH (1981), WINKLER et SCHULTES (1982), SCHULER (1983). Ces auteurs, mis à part les derniers nommés, insistent tous sur la croissance multiphasée des K-mégafeldspaths en milieu granitique, du stade orthomagmatique aux stades subsolidus et deutérique. Nos observations ne contredisent pas ce modèle et on propose de considérer le Microcline I comme un phéno-endoblaste relique qui livre à l'examen minutieux les traces d'une histoire magmatique complexe, typique d'un granite crustal subsolvus et hypovolcanique, affecté par un deu-

térisme prononcé. Le tableau 3 présente en bref l'ordre présumé de cristallisation au stade magmatique *s.l.*; le quartz I, le plagioclase I et la biotite I devant être considérés comme les phases réfractaires et le mégafeldspath potassique comme une phase globalement subsolidus. La muscovite est dominante par rapport à la biotite et suggère un caractère de leucogranite.

4. DONNÉES GÉOCHIMIQUES

4.1. Buts poursuivis, limites et mise en œuvre

Le recours à la géochimie des éléments majeurs et accessoirement en traces vise deux buts complémentaires :

1. caractériser l'hérédité (ortho ou para) des gneiss œillés de Randa par rapport à des standards-types dont la composition est censée être représentative de chaque hérédité potentielle (granite, granite alcalin, arkose, grauwacke, etc.);

2. en cas d'hérédité ortho démontrée ou nettement suggérée, caractériser la typologie du granitoïde d'origine par rapport aux classifications chimico-minéralogiques les plus récentes ainsi que, corrélativement, le contexte géodynamique de mise en place.

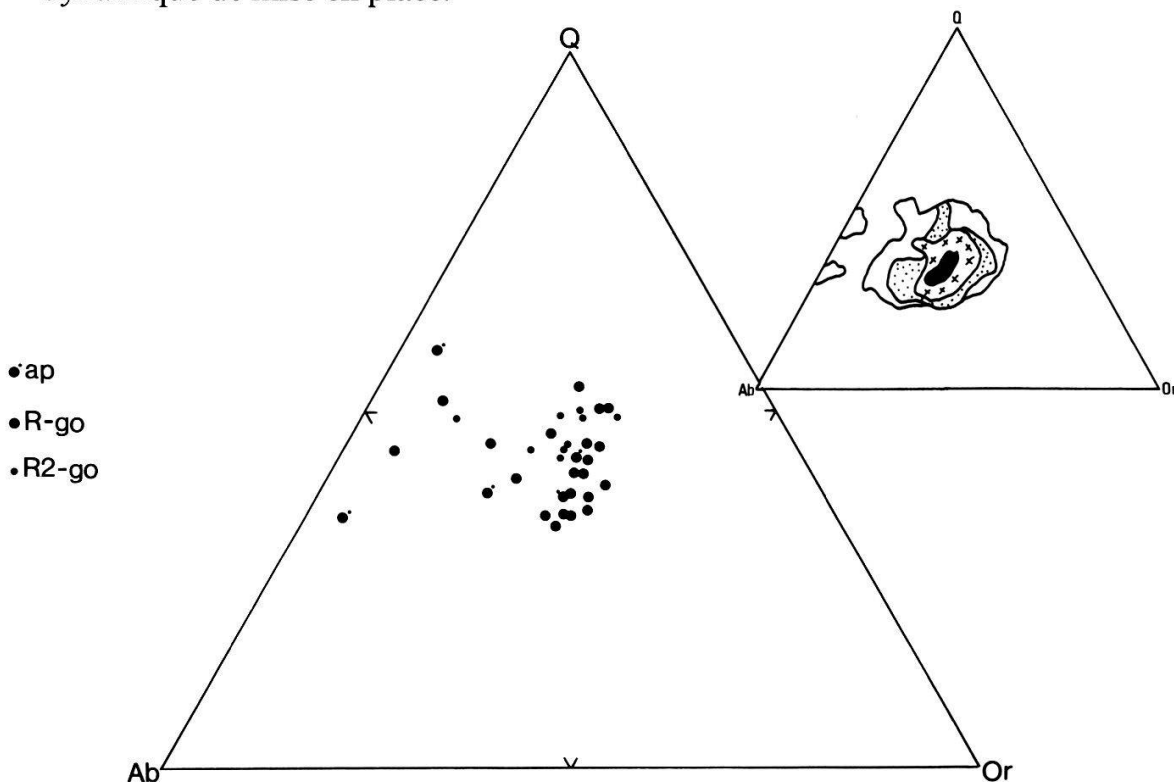


Figure 24. – Diagramme normatif Q-Ab-Or de WINKLER et VON PLATEN (1961).

A droite en haut, diagramme de fréquence relatif aux granites.

R-go: gneiss œillés du corps principal et de l'apophyse frontale inférieure; R2-go: gneiss œillés de l'apophyse frontale supérieure de Randa 2; ap: méta-aplites et faciès équigranulaires de bordure.