

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) : CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

Faten BECHIRI-BENMERZOUG^{*et**}, Abba AZZOUNI-SEKKAL^{**}, Bernard BONIN^{***}, Hamid BECHIRI^{***et****} et Rabéa KHELOUI^{****}

RÉSUMÉ

Le pluton de Silet est localisé dans la partie centrale du bloc d'Iskel. Il recoupe la série volcano-détritique du Pharusien I à l'est, le batholite tonalitique de Tamteq et des gabbros au SO. Sa forme générale est elliptique avec un grand axe (16 km) orienté NO le long d'une grande zone de cisaillement qui paraît avoir contrôlé sa mise en place.

Deux faciès pétrographiques ont été identifiés: **(i)** un faciès central à amphibole + biotite (syénogranite); **(ii)** un faciès de bordure à biotite seule (monzogranite). La texture est grenue prophyroïde à monzonitique montrant la paragenèse suivante : feldspath potassique + plagioclase + biotite ± amphibole + quartz + titanite + zircon + apatite ± thorite. Le métamorphisme épizonal est exprimé par l'assemblage [muscovite + calcite + chlorite + albite + actinote + oxydes de Fe-Ti].

La température de cristallisation de l'amphibole varie de 780 à 635°C pour une pression moyenne de 0,3 GPa, celle de la biotite du faciès de bordure est de l'ordre de 635°C.

Le pluton de Silet constitue un élément permettant de comprendre les processus de la longue formation du terrane d'Iskel, initialement océanique, puis évoluant vers une position continentale par obduction, l'ensemble de l'évolution s'accompagnant d'épisodes magmatiques variés.

Mots clés - Hoggar - Bloc d'Iskel - Pluton potassique de Silet - Pétrographie - Minéralogie - Pression - Température.

* École Normale Supérieure, Vieux-Kouba, Alger, Algérie (faty_benmerzoug@yahoo.fr).

** Laboratoire de Métallogénie et Magmatisme de l'Algérie, FSTGAT, USTHB, BP. 32, El Alia, 16111 Bab Ezzouar, Alger, Algérie (azzouniabla@yahoo.fr).

*** UMR 8148 "IDES", Département des Sciences de la Terre, Université de Paris-Sud, F-91405 Orsay CEDEX, France (bernard.bonin@u-psud.fr).

**** Division Exploration, Sonatrach, Boumerdès, Algérie (bechiri_hamid@yahoo.fr)

- *Manuscrit déposé le 25 Avril 2009, accepté après révision le 08 Juin 2009.*

**THE SILET PLUTON (ISKEL TERRANE, HOGGAR, ALGERIA):
MAPPING, PETROGRAPHY AND MINERALOGY.****ABSTRACT**

The Silet pluton is located in the central part of the Iskel Block. It intersects the Pharusian I volcanic-detrital series in the East, the Tamteq tonalite batholith and gabbros in the South-West. Its general shape is elliptic with a 16 km-long NW-SE trending major axis along a mega-shear zone, which seems to have controlled its emplacement.

Two major rock types were identified: i) a central amphibole biotite syenogranite, ii) a peripheral biotite monzogranite. The coarse-grained texture is porphyritic to anti-rapakivi and displays the following paragenesis: K-feldspar + plagioclase + biotite ± amphibole + quartz + titanite + zircon + apatite ± thorite. Epizonal metamorphism is expressed by [muscovite + calcite + chlorite + albite + actinolite + Fe-Ti oxides] assemblage.

Moderate temperatures of crystallization (from 780 down to 635°C) and pressures (~0.3 GPa) reflect emplacement at \approx 12 km depth.

The Silet pluton constitutes a piece of the long-lasting igneous episodes within the Iskel terrane that was initially oceanic and evolved eventually towards a continental context through obduction (Liégeois and *al.*, 2003; Azzouni and *al.*, 2003).

Keywords - Hoggar - Iskel block - Silet pluton - Petrography - Mineralogy - Pressure-temperature.

1 - INTRODUCTION

Le Hoggar, partie centrale du Bouclier Touareg, est constitué par un collage panafricain de nombreux terrains de compositions et d'âges variés (Black et *al.*, 1994) (fig. 1). Les terrains sont actuellement limités par un réseau de chevauchements et de zones de cisaillement (Lapique et *al.*, 1986). Les zones de suture sont jalonnées par des complexes annulaires granitiques et syénitiques de type "Taourirt" (Bechiri-Benmerzoug, 1998; Azzouni-Sekkal et *al.*, 2003) d'âge cambrien inférieur, par exemple, le Tiouïene daté à 523 ± 1 Ma (Paquette et *al.*, 1998).

Dans le Hoggar occidental, correspondant à la chaîne pharusienne définie par Lelubre (1952), le rameau oriental est séparé du rameau occidental par l'unité granulitique d'In Ouzzal (Bertrand et Lassere, 1976). Appelé au-

trefois fossé pharusien, il comprend d'ouest en est les terrains de Tin-Zaouatine, In-Tedeïni et Iskel (fig. 1). Il se caractérise par le développement de complexes volcano-sédimentaires peu métamorphiques, affectés par des plis serrés isoclinaux droits ou déversés orientés NS (fig. 2).

Le terrain d'Iskel forme une bande N-S de près de 700 km de long et 60 km de large en moyenne. Il est inséré entre le terrain néoprotérozoïque d'In-Tedeïni à l'ouest et le microcontinent LATEA d'âge archéen à néoprotérozoïque à l'est (Liégeois et *al.*, 2003). Deux cycles majeurs (Pharusien I et II), séparés par une discordance majeure, ont été mis en évidence dans la région de Silet dans les formations du Néoprotérozoïque (Bertrand et *al.*, 1966). Les formations volcano-sédimentaires sont envahies par de vastes batholites calco-alcalins, associés à des stocks mafiques à ultra-

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

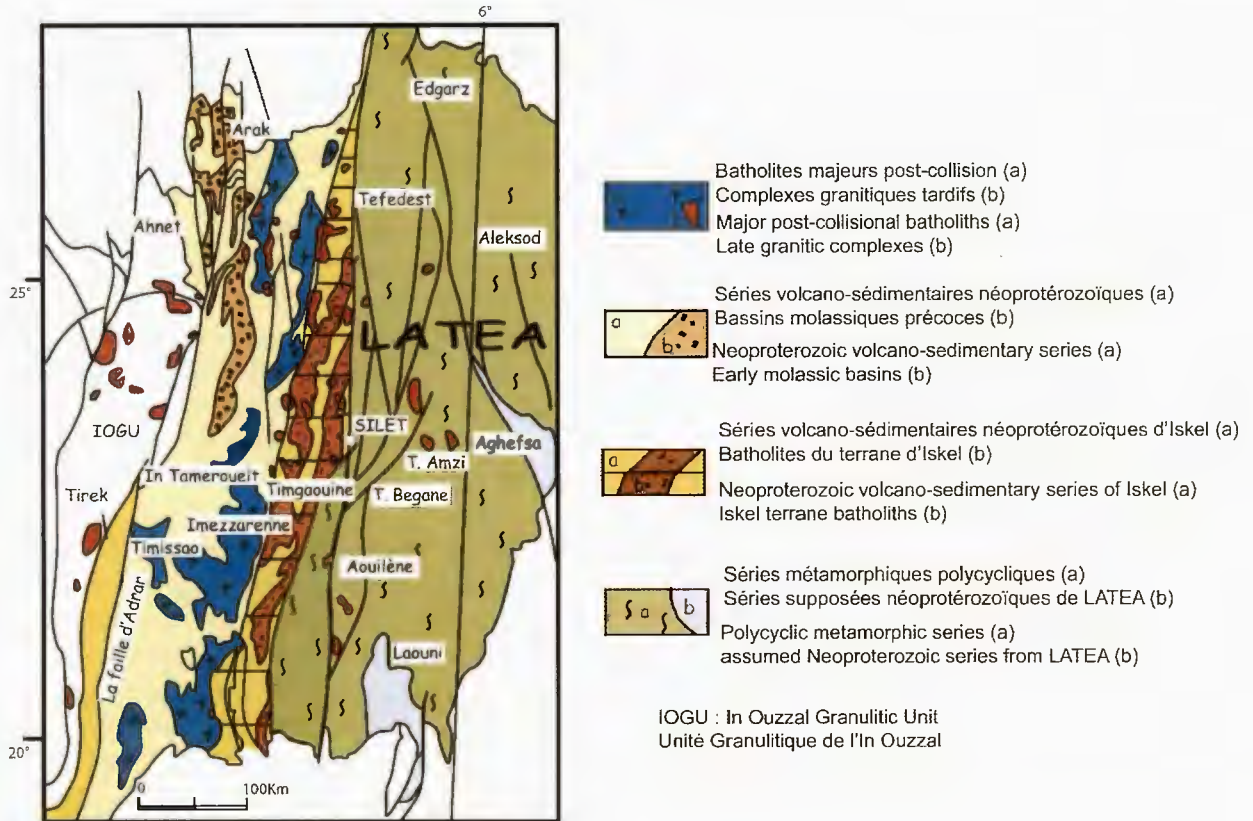


Fig. 1 - Carte géologique simplifiée des terrains pharusiens accrétés au métacraton LATEA (les basaltes tertiaires ne sont pas représentés) (modifiée d'après Caby, 2003).

Simplified geological map of the Pharusian terranes accreted to the LATEA metacraton (Tertiary basalts are not represented) (modified after Caby, 2003).

mafiques, qui constituent au moins 50% de la surface des affleurements. Leur faciès apparemment monotone leur a valu le terme général de “granite à chlorite” (Gravelle, 1969). Seuls deux plutons situés près du massif volcanique d'Irrelouchem ont fourni des âges U-Pb sur zircon autour de 870 et 840 Ma (Caby et al., 1982). De tels âges, du Néoproterozoïque inférieur et moyen, sont rares dans le Hoggar et ont justifié l'individualisation du terrain d'Iskel dans la chaîne pharusienne (Black et al., 1994).

Il était donc important de réexaminer plus en détail les massifs de “granite à chlorite”. Parmi ceux-ci, le pluton de Silet (Bechiri-Ben-

merzoug et al., 2007, et travaux en cours) se distingue par ses fortes teneurs en K et le développement du feldspath alcalin. Cette note se propose d'en présenter les caractères géologiques, pétrographiques et minéralogiques principaux.

2 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE

2-1. Les formations du Pharusien I

Ces formations volcano-sédimentaires épi- à méso-zonales sont représentées par la série de Timesselarsine et le complexe de l'oued Edjedjou. Elles sont affectées par des plis couchés précoces d'axe NE-SO (F1). Ces plis ont été repris dans une phase de déformation (F2) mar-

quée par des plis sub-méridiens. La phase F2 est certainement d'âge panafricain (Chikhaoui, 1981).

La série de Timesselarsine est localisée entre un massif de diorite quartzique, daté à 870 Ma (Caby et al., 1982) et la faille de l'oued Timeselarsine. Elle se présente sous forme d'un monoclin à pendage NO. Les formations sédimentaires de plate-forme sont constituées par des calcaires versicolores, des quartzites microconglomératiques, des schistes à chlorite – séricite et de rares siléxoïdes rubanés roses ou verts. Les formations volcaniques sont représentées par des basaltes en coussins et/ou massifs interstratifiés et présentent des caractères géochimiques transitionnels à faiblement alcalins. Des écailles métriques à décimétriques de péridotite serpentinisée très schistosée sont intercalées (Dupont, 1987).

Le complexe de l'Oued Edjedjou, localisé dans le quart NO de la carte géologique (fig. 2), est une association volcanique (laves dacitiques, andésitiques et basaltiques) et volcanoclastique (brèches et tufs de lapilli) métamorphisée dans le faciès des schistes verts. Les métavolcanites sont recoupées par le batholite granodioritique de Tin-Tekadiouit (Fabriès et Gravelle, 1977, Kheloui et Kermia, 2002), les granites alcalins de type «Taourirt» (Bechiri-Benmerzoug et Azzouni-Sekkal, 2001) et des complexes cumulatifs à caractère tholéiitique (Bechiri, 2005).

2-2. Les formations du Pharusien II

Les formations du Pharusien II ne sont affectées que par une seule phase de déformation, qui s'exprime par une schistosité (S2) sub-verticale. Les séries à dominance détritique sont métamorphosées dans un épizonal (Gravelle, 1969; Fabriès et Gravelle, 1977; Caby et al., 1982). Les formations volcano-sédimentaires sont représentées par la série

d'Amded au nord et son équivalent, la série grésopélitique au sud. Les formations volcaniques comprennent la série d'Irellouchem et des formations localisées au sud du complexe granitique de Taharaït N'abror (Dupont, 1987).

La série d'Amded débute par des bancs calcaires ou des conglomérats polygéniques à gros galets de jaspes étirés et de quartzites. Cet ensemble est surmonté par une épaisse série pélitique à intercalations de microconglomérats, de grès et de tufs, recoupée au sommet par des sills doléritiques à caractère tholéiitique (Dupont, 1987).

La série grésopélitique commence par des conglomérats grossiers passant à des diamictites, des arkoses et des pélites à intercalations volcaniques (laves et pyroclastites andésitiques à rhyolitiques épi-métamorphiques), surmontés par des niveaux carbonatés. Elle est injectée par plusieurs générations de roches intrusives acides et basiques (gabbro-diorite du massif d'Iskel, batholite d'Imezzarène, complexes granitiques d'Iskel et de Tihoyarine) (fig. 2).

La série d'Irellouchem : Localisée au Nord de Silet, elle forme les reliefs de l'Adrar Irrellouchem. Elle débute par des brèches acides et des jaspes rubanés associés à des basaltes andésitiques, suivis par des coulées basaltiques aphyriques et des andésites basiques. L'ensemble est coiffé par des intercalations métriques de tufs à lapilli associés à des coulées de rhyodacite et des ignimbrites rhyolitiques. La série présente un caractère calcoalcalin (Chikhaoui, 1981; Dupont et al., 1986). La méthode Rb/Sr sur roches totales appliquée aux roches volcaniques de la série de l'Irellouchem permet de définir une isochrone à 680 ± 36 Ma, les roches de la série d'Amded donnent un âge identique (Dupont, 1987).

Les formations volcaniques et volcano-sédimentaires sont recoupées par plusieurs ba-

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

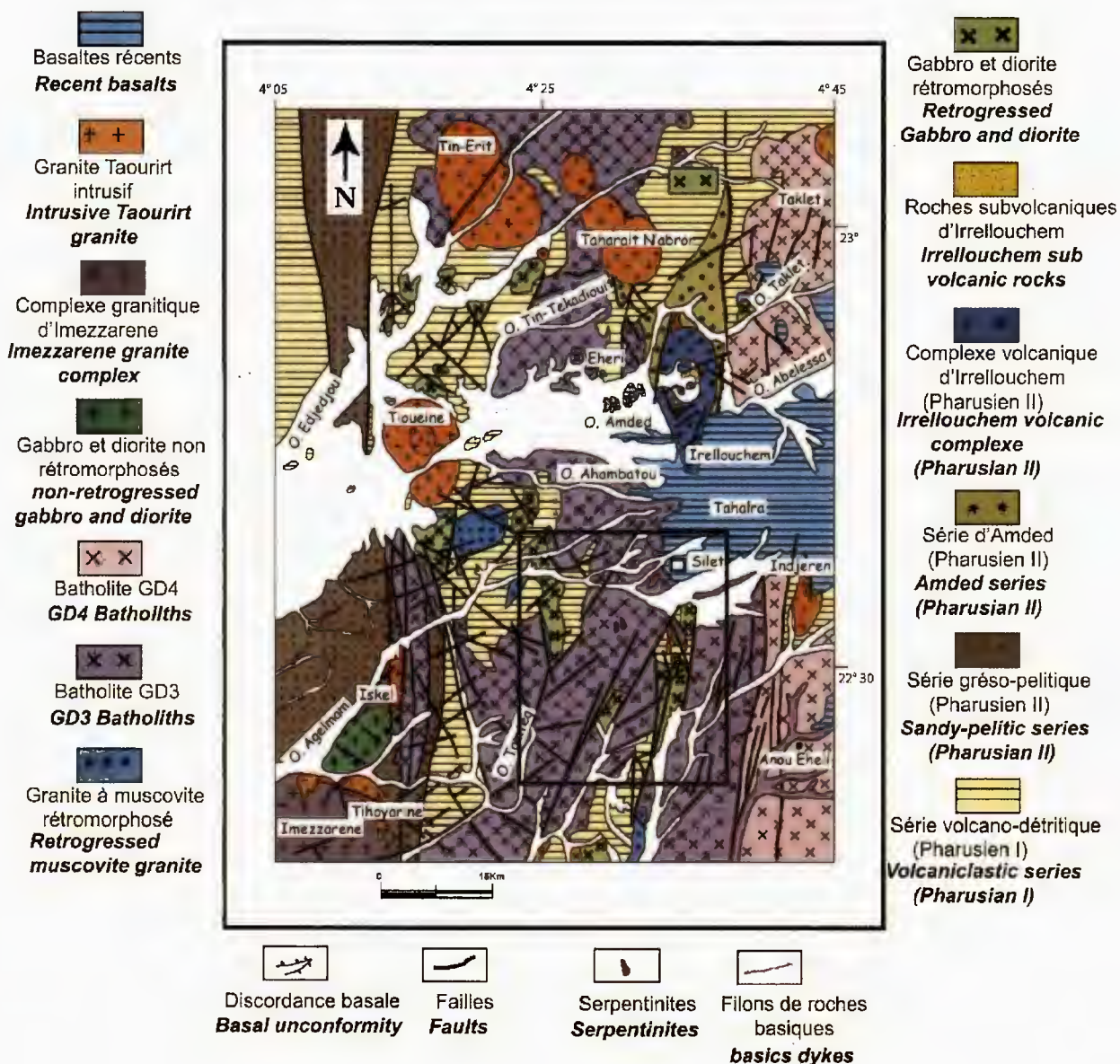


Fig. 2 - Carte géologique de la région de Silet, modifiée selon nos observations d'après Gravelle (1969), SONAREM (1977), Caby et al. (1982) et Dupont (1987).

Geological map of the Silet area, updated according to our own observations after Gravelle (1969), SONAREM (1977), Caby et al. (1982), and Dupont (1987).

tholites granodioritiques de type TTG (Bechiri-Benmerzoug, travaux en cours) et le pluton de Silet à caractère potassique.

3 - GÉOLOGIE, CARTOGRAPHIE DU PLUTON DE SILET

Le pluton de Silet (fig. 3) est localisé à 10 km au SE du village du même nom, il couvre une superficie de 100 km². Il a une forme générale complexe allongée dont le grand axe est orienté NNO-SSE. Sa bordure orientale est limitée par une grande faille NE-SO. Une bande de cisaillement dextre orientée nord-sud partage le pluton en deux zones, occidentale et orientale, et semble contrôler sa mise en place.

La majeure partie du massif affleure à l'ouest de la zone de cisaillement. Le pluton de Silet recoupe les formations volcano-détritiques du Pharusien I au nord-ouest et le batholite de Tamtèq au sud. Sa limite nord est masquée par les alluvions de l'oued Akikert, empêchant l'observation de son éventuel contact avec le batholite d'Ahambatou.

La masse principale forme un reg où subsistent des boules et des dalles granitiques (planche A, photo n° 1). Les bordures du pluton, mieux préservées, constituent des collines pouvant atteindre 5 m de haut (planche A, photo n° 2). Quelques enclaves microgrenues sombres, arrondies et de taille centimétrique, ont été observées, ainsi que des filons granitiques orientés N-S.

Le faciès central, rose, est moucheté à grain moyen, alors que le faciès de bordure a un grain moyen à fin. Le faciès de bordure constitue le toit du pluton, folié avec intercalation de bandes d'aplite. La foliation magmatique parallèle aux contacts, le sens de direction centrifuge des linéations minérales et les fabriques planaires C-S (fig. 4) sont compatibles avec un mouvement normal, suggérant un effondrement gravitaire local. La combinaison du mouvement transcurrent dextre le long de la zone de cisaillement et des structures extensives observées dans les bordures du pluton suggère un champ de contraintes transtensif durant la mise en place du magma et son refroidissement.

4 - PÉTROGRAPHIE

Deux faciès principaux composent ce massif. À l'œil nu, les roches sont de couleur rosâtre, la cassure fraîche laisse apparaître une texture grenue à grain moyen, parfois grossier. Les cristaux d'orthose peuvent atteindre 5 mm de long, associés à des lattes blanchâtres de plagioclase ne dépassant pas 2 mm de longueur.

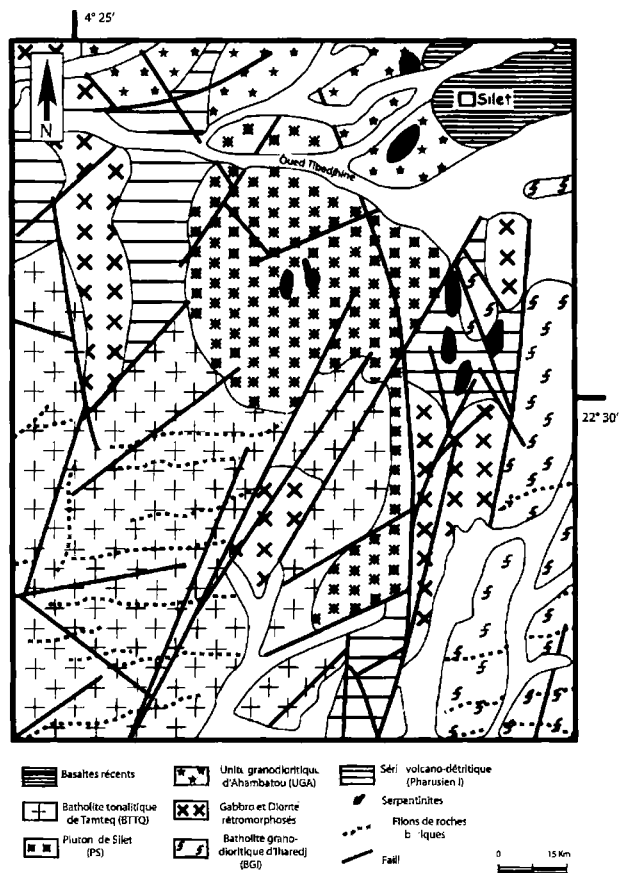


Fig. 3 - Carte géologique du pluton de Silet.

Geological map of the Silet Pluton.

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

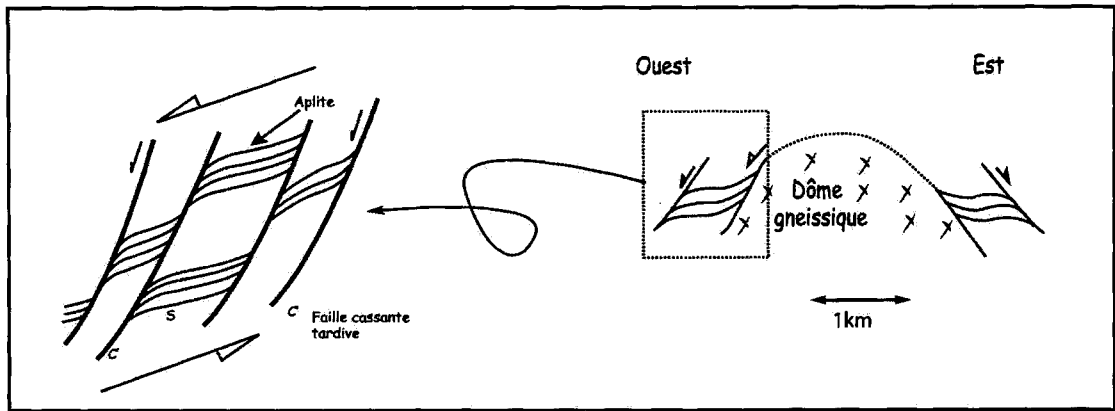


Fig. 4 - Détail de la bordure NO du pluton de Silet montrant le sens de mouvement.

Detail of the NW border of the Silet Pluton illustrating the movement direction.

Le quartz forme des globules translucides ne dépassant pas 2 mm de diamètre. Les minéraux colorés, amphibole et biotite, sont éparpillés dans la roche et montrent souvent une couleur verdâtre témoignant d'une chloritisation plus au moins importante. Le faciès central est à amphibole + biotite, le faciès de bordure à biotite seule (Bechiri-Benmerzoug et al., 2007).

Le faciès central à amphibole + biotite

C'est le faciès dominant. Il s'agit d'un syénogranite à texture grenue porphyroïde (planche A, photo n° 3). La paragenèse est :

feldspath alcalin + plagioclase + quartz + amphibole + biotite + titanite + apatite + zircon + allanite + oxydes opaques.

La texture monzonitique, ou anti-rapakivi, se marque par de gros cristaux de feldspath potassique (40% du volume total de la roche) englobant le plagioclase oligoclase An_{15} (< 20%) en cristaux automorphes à sub-automorphes. Le plagioclase est partiellement à totalement altéré en séricite. L'amphibole, hornblende verte, forme des cristaux automorphes en sections losangiques ou rectangulaires (planche A, photo n° 3), avec des plans de clivages souvent

soulignés par de fines baguettes d'actinote et/ou des oxydes de fer. La biotite, en sections rectangulaires, est totalement altérée en chlorite. Elle inclut le zircon et l'apatite en baguettes (planche A, photo n° 4). Comme elle est capable de concentrer la déformation, elle montre parfois des plans de clivages en escalier (planche A, photo n° 4). Le quartz (30%) forme de grandes plages xénomorphes à extinction fortement onduleuse.

Le faciès de bordure à biotite

Ce faciès a été rencontré en bordure du pluton. La texture est grenue porphyroïde à grain moyen (planche B, photos n° 5), parfois orientée. Le plagioclase oligoclase An_{27} forme de grands cristaux automorphes zonés et envahis de fines paillettes de séricite. Le feldspath potassique perthitique n'est pas altéré, mais montre les macles du microcline, indiquant une recristallisation à basse température, la transition monoclinique → triclinique se produisant à moins de 500°C. Les pourcentages modaux identiques des deux feldspaths (30 à 35%) font du faciès de bordure un monzogranite. Le quartz (28%) est interstitiel à extinction onduleuse. La biotite (5%), seul minéral mafique présent, constitue de belles plages brunes pléochroïques, souvent de forme sigmoïde (planche

B, photo n° 6), témoignant d'un champ de contraintes important. Quelques cristaux de biotite sont associés à des cristaux xénomorphes d'oxydes opaques. D'autres incluent le zircon et l'apatite. La titanite a deux habitus, soit en grands cristaux automorphes à sub-automorphes déstabilisés (planche B, photo n° 7a), soit en petits cristaux losangiques (planche B, photo n° 7b).

Les minéraux post-magmatiques, comme la chlorite, l'épidote, la muscovite et les oxydes de Fe-Ti, témoignent du métamorphisme de bas degré (épizonal) qui affecte toutes les roches du pluton de Silet.

5 - MINÉRALOGIE

Les compositions chimiques des minéraux ont été déterminées à la microsonde électronique (SX50) de Jussieu (Camparis, Universités de Paris 6-7), sous les conditions analytiques suivantes: tension d'accélération 15 kV, intensité du courant 12 nA, temps de comptage 10 s, faisceau électronique focalisé à 2 μm , minéraux naturels comme standards. Les résultats des analyses et les formules structurales sont donnés en annexe (tableaux I, II, III et IV).

Le feldspath alcalin présente une large gamme de compositions (fig. 5) (tabl.I). Dans le faciès central, le feldspath alcalin présente une composition intermédiaire ($0.19 < X_{\text{Or}} < 0.31$, $0.55 < X_{\text{Ab}} < 0.75$) avec une quantité appréciable de Ca ($0.05 < X_{\text{An}} < 0.17$). Une étude cristallographique détaillée est nécessaire pour distinguer les différentes phases présentes dans les cristaux. Le faciès de bordure contient une orthose de composition X_{Or} variant entre 0.885 et 0.975, pratiquement sans Ca.

Le plagioclase est de type albite – oligoclase ($\text{An}_{17} - \text{An}_{25}$) (fig. 5) dans les deux faciès. Les bordures des cristaux et l'albite secondaire sont plus sodiques.

L'amphibole calcique est une magnésio-hornblende (fig. 6). Les valeurs du rapport TSi et $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe})$ sont compris entre 6.32 et 7.4 et entre 0.54 et 0.67, respectivement (tabl. II). Ces fluctuations reflètent les variations des teneurs en ces éléments lors du refroidisse-

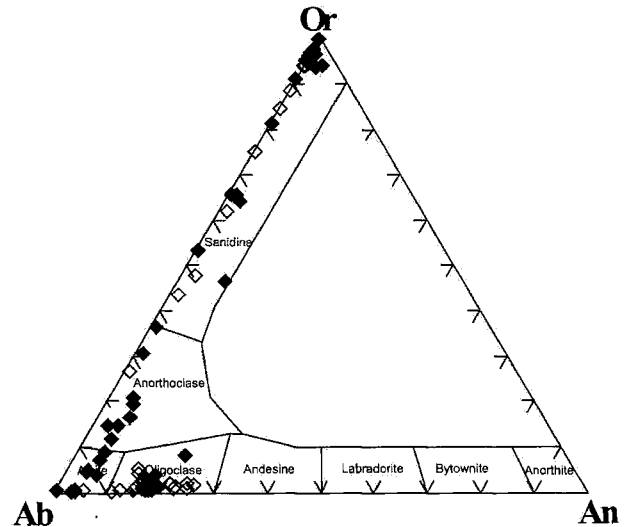


Fig. 5 - Feldspaths du pluton de Silet dans le diagramme Or-Ab-An. Losanges pleins: faciès central; losanges vides: faciès de bordure.

Feldspars of Silet pluton plotted on the Or-Ab-An diagram. Full diamonds: central facies; empty diamonds: marginal facies.

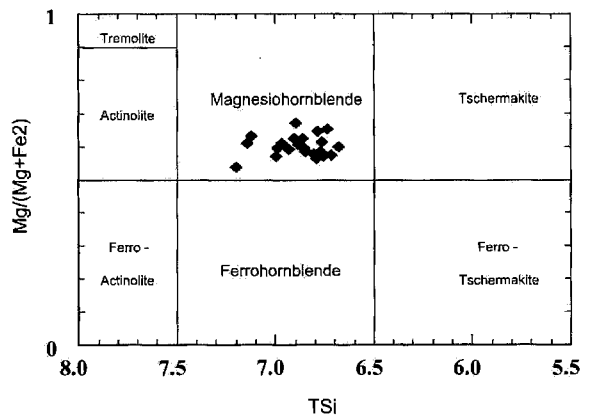


Fig. 6 - Amphiboles du faciès central dans le diagramme $[\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe})] - \text{Si}$ (Leake et al., 1997).

Amphiboles of the central facies plotted on the $[\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe})]$ vs. Si diagram (Leake et al., 1997).

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

ment du magma. Les substitutions les plus fréquentes dans les magmas calco-alcalins sont celles faisant intervenir Al et Ti (substitutions édenite et tschermakite, respectivement) (fig. 7a et 7b). Dans l'amphibole du faciès central du pluton de Silet, Al occupe préférentiellement le site tétraédrique (fig. 7c) et le site octaédrique est essentiellement rempli par Mg, Fe et Ti. La pression contrôle la teneur en Al total en favorisant la substitution couplée de type tschermakite, où Al^{VI} remplace Mg dans le site M2 et Al^{IV} remplace Si dans le site T (Schmidt, 1992). En effet, les teneurs en Ti varient de 0.052 à 0.182 des cœurs vers les bordures.

La biotite a été rencontrée dans les deux faciès, mais celle du faciès central est totalement altérée. Donc, seule la biotite du faciès de bordure a été analysée (tabl. III). Cette dernière, bien que primaire, montre des différences significatives selon qu'elle provient de la bordure nord ou de la bordure sud. La biotite de la bordure nord présente un rapport $[Fe/(Fe+Mg)]$ compris entre 0.43 et 0.46 et des valeurs de Al^{IV} de 2.17 à 2.46. La biotite de la bordure sud est plus ferrifère ($0.48 < [Fe/(Fe+Mg)] < 0.55$) et des teneurs en Al^{IV} peu variables (2.35 – 2.46) (fig. 8). Toutes les compositions occupent le champ des séries calco-alcalines du diagramme de Nachit et *al.*, (1985) (fig. 9).

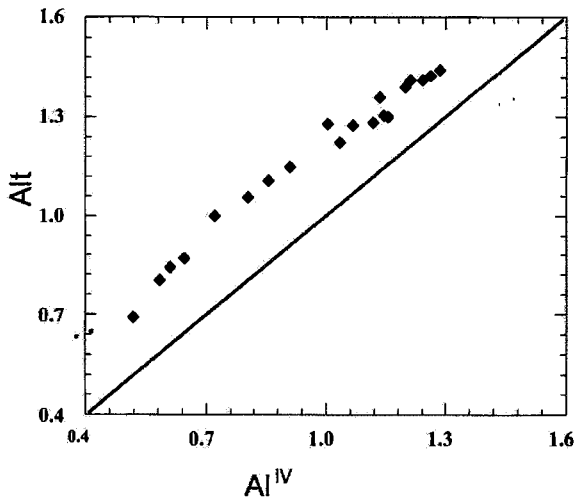
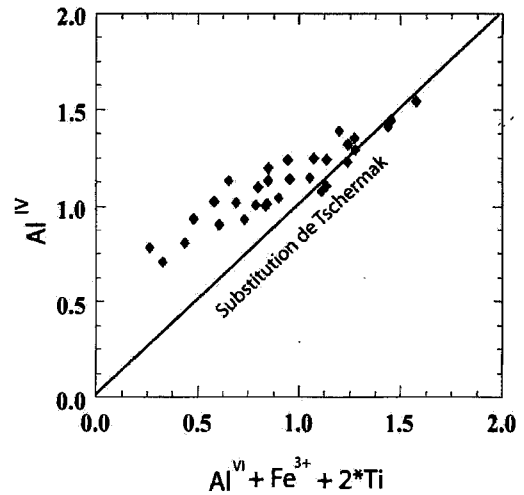
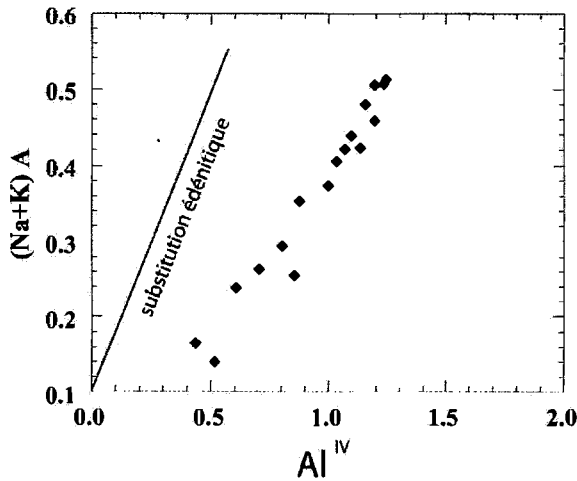


Fig. 7 - Substitutions cationiques des amphiboles du faciès central du pluton de Silet: (a) $(Na+K)_A - Al^{IV}$ (type édenite), (b) $Al^{IV} - (Al^{VI} + Fe^{3+} + 2*Ti)$ (type Tschermak), (c) $Al^{IV} - Al^I$.

Cationic substitutions of the Silet central facies amphiboles (a) $(Na+K)_A$ vs. Al^{IV} (edenite), (b) Al^{IV} vs. $(Al^{VI} + Fe^{3+} + 2*Ti)$ (Tschermak's molecules), (c) Al^{IV} vs. Al^I .

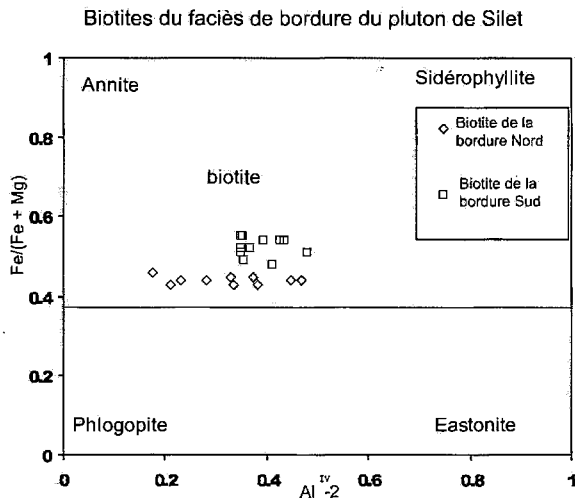


Fig. 8 - Biotites du faciès de bordure du pluton de Silet dans le diagramme Fe/(Fe+Mg) – (Al^{IV} – 2) (Deer et al., 1966).

Biotites of the marginal facies of the Silet Pluton plotted on the Fe/(Fe+Mg) vs. (Al^{IV} – 2) diagram (Deer and al., 1966).

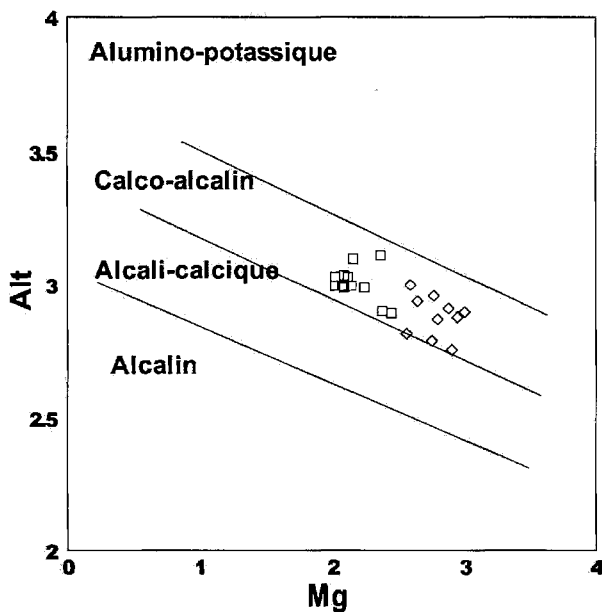


Fig. 9 - Biotites du faciès de bordure du pluton de Silet dans le diagramme Al^I – Mg (Nachit et al., 1985). Losanges: bordure nord, carrés: bordure sud.

Biotites of the marginal facies of Silet pluton plotted on the Al^I vs. Mg diagram (Nachit et al., 1985). Diamonds: northern margin, squares: southern margin.

La titanite est le minéral accessoire le plus abondant. Elle forme des cristaux primaires, issus de la réaction incongruente: ilménite + liquide + O₂ ⇒ titanite + magnétite + quartz (Wones, 1989), et des cristaux secondaires, provenant de la déstabilisation de minéraux mafiques et opaques. Les analyses chimiques sont semblables pour les deux types (tabl. IV-1) et montrent des totaux égaux à 96 % en moyenne. La somme des teneurs en éléments en traces (La, Ce, Hf, Nd, Pr, Sm, Th et Nb ont été détectés et analysés), comprise entre 0.83 et 1.63%, est inférieure à 1.7 %, une carence caractéristique de la titanite associée à l'allanite et au zircon.

Le zircon est un minéral précoce dans la séquence de cristallisation par rapport aux autres minéraux accessoires et cardinaux. Il est en inclusions dans l'amphibole, la biotite, les feldspaths et le quartz. Il se présente en cristaux de section quadratique ou en prismes allongés. De formule simple ZrSiO₄, le zircon peut incorporer plus de 50 éléments. Les plus abondants sont: Si, Al, P, S dans le site de coordinance 4, Zr, Hf, Y, U, Th, REE dans le site de coordinance 8 (Speer, 1980a) (tabl. IV-2). Quelques cristaux montrent quatre stades de croissance soulignés par des fronts de croissance et des zonations qui se recoupent (planche B, photo n° 8a). D'autres présentent un cœur parfois résorbé à bords flous (planche B, photo n° 8b) qui correspond à un xénoctistal.

L'allanite, rare, a été rencontrée uniquement dans le faciès central en cristaux bruns à rougeâtres. L'allanite a pour formule structurale A₂ M₃ O (SiO₄) (Si₂O₇) (OH), avec A = Ca, REE, Y, Th,... et M = Al, Ti, Fe, Zr,... (Dollase, 1971; Exley, 1980; Gieré, 1986). Les analyses chimiques (tabl. IV-3) ont des totaux compris entre 90 et 93% en poids d'oxydes. Les teneurs en Al₂O₃, CaO et FeO^T (12%, 11% et 12%, respectivement) sont comparables à celles de la littérature (Exley, 1980). En revanche, les te-

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

neurs en terres rares dépassent 20% en poids d'oxydes. En particulier, les teneurs moyennes en Ce_2O_3 (10.64%) et La_2O_3 (7.25%) sont supérieures à celles des allanites des granitoïdes de la suite "Taourirt" (6.25% et 3.20% en moyenne, respectivement) (Azzouni-Sekkal et Bonin, 1998), mais les teneurs en Sm_2O_3 et Y_2O_3 sont très faibles ($0 < Y_2O_3 < 0.05\%$ et $0.04 < Sm_2O_3 < 0.24\%$). Ces caractères typiques de l'allanite des magmas calco-alcalins sont liés à la cristallisation simultanée de l'amphibole.

L'apatite, de cristallisation relativement précocce, forme des prismes trapus ou allongés, limpides à fort relief (tabl. IV-4). C'est une fluorapatite, avec des teneurs en F variant de 2.1 à 4.4%. Elle ne contient pas les terres rares en quantité notable, car elles sont incorporées préférentiellement dans l'allanite.

6 - GÉOTHERMOBAROMÉTRIE

Le baromètre utilisant Al dans l'amphibole (Al-in-hornblende) est largement utilisé pour évaluer la profondeur de la mise en place des suites plutoniques felsiques (Vyhnal et al., 1991; Ghent et al., 1991; Anderson et Smith 1995; Ague et Brandon, 1996). Cependant, l'application de ce baromètre exige des conditions d'utilisation particulières afin d'obtenir des résultats fiables. Toutes les calibrations du baromètre Al-in-hornblende (Hammarström et Zen, 1986; Hollister et al., 1987; Johnson et Rutherford, 1989; Schmidt, 1992) sont fondées sur l'assemblage [hornblende + biotite + plagioclase + feldspath potassique + quartz + titanite + oxydes Fe-Ti]. Cette association est présente dans le faciès central du pluton de Silet.

L'application du baromètre Al-in-hornblende aux systèmes naturels a été longtemps controversée à cause de l'influence de facteurs comme la fugacité de l'oxygène et la température qui peuvent affecter les teneurs en Al contenu dans l'amphibole et qui ne sont pas toujours

pris en compte (Anderson et Smith, 1995). Ague (1997) a évalué les conditions P-T de la mise en place du batholithe californien mésozoïque de Sierra Nevada grâce à la réaction: trémolite + phlogopite + 2 anorthites + 2 albites = 2 pargasites + 6 quartz + feldspath K (1), couplée au thermomètre d'Holland et Blundy (1994). Malgré des fluctuations erratiques allant jusqu'à 0.15 GPa, les pressions obtenues à partir de l'équation (1) s'accordent avec les calculs utilisant les calibrations dans l'intervalle de pression 0.1-0.9 GPa, soit empiriques (Johnson et Rutherford, 1989), soit expérimentales (Schmidt, 1992), du baromètre Al-in-hornblende.

Pour l'amphibole du faciès central du pluton de Silet, nous avons donc utilisé le baromètre, puisque les conditions d'utilisation retenues par Anderson et Smith (1995), c'est-à-dire $0.4 < Fe_T / (Fe_T + Mg) < 0.65$ et $Fe^{3+} / (Fe^{3+} + Fe^{2+}) < 0.2$, Mg et Fe étant calculés par la méthode de 13 cations (tableau III), sont remplies. La figure 10 résume les résultats des calculs, avec une valeur moyenne de la pression comprise entre 0.285 et 0.341 GPa. Si l'on estime la densité moyenne de la croûte supérieure d'Iskel à 2.67 – 2.78, la profondeur de mise en place du pluton de Silet peut s'évaluer à environ 10 – 13.5 km, déterminant ainsi la limite entre croûte inférieure plastique et croûte supérieure cassante.

Pour estimer la température de cristallisation de l'amphibole du faciès central, nous avons utilisé deux thermomètres : le thermomètre de Holland et Blundy (1994) qui s'appuie sur la coexistence de l'amphibole et du plagioclase dans la même roche; le thermomètre de Féménias et al. (2006) qui a été établi à partir de la teneur en titane dans l'amphibole ($T = 2603 / (1.7 - \ln\{Ti\})$). Les températures calculées avec différents couples magnésiohornblende – oligoclase et à partir de Ti dans l'amphibole se situent dans l'intervalle $685^\circ C < T < 778^\circ C$ (tabl.

V-1). La gamme des températures reflète la progression de la cristallisation de l'amphibole entre liquidus et solidus.

Les températures calculées à partir des thermomètres de Schreurs (1985) (fig. 10) et de Henry (2005) sont de 671°C et 592°C (tabl.V-2), pour la biotite du faciès de la bordure nord et celle de la bordure sud, respectivement. Si la température calculée pour la biotite de la bordure nord s'accorde avec celle du solidus, celle de la biotite de la bordure sud correspond plus vraisemblablement à une rééquilibration tardive subsolidus.

7 – CONCLUSIONS

Le pluton de Silet (Bechiri-Benmerzoug et al., 2007 et travaux en cours) est constitué par un cœur syénogranitique à amphibole – biotite et une bordure monzogranitique à biotite seule. Il se distingue des autres batholites affleurant dans la partie centrale du terrain d'Iskel par sa richesse en potassium et l'abondance du feldspath alcalin.

Les températures (variant de 780 à 670°C) et la pression (0.3 GPa environ) de la cristalli-

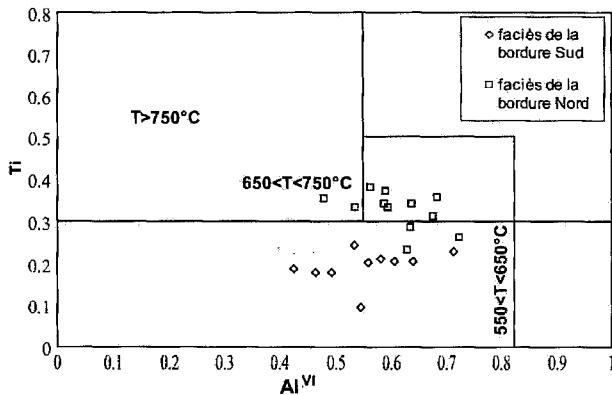


Fig. 10 -Biotites du faciès de bordure du pluton de Silet dans le diagramme $Al^{VI} - Ti$.

Biotites of the marginal facies of the Silet pluton plotted on the Al^{VI} vs. Ti diagram.

sation des minéraux magmatiques indiquent une mise en place à moyenne profondeur (12 km en moyenne). Le pluton de Silet constitue un jalon important dans la longue série d'épisodes magmatiques accompagnant le développement au cours du Néoprotérozoïque du terrain d'Iskel, initialement océanique, puis évoluant progressivement vers un contexte de plus en plus continental s'achevant par l'obduction sur le microcontinent LATEA.

Remerciements : Nous remercions vivement les professeurs Ouzegane et Ouabadi pour leurs critiques constructives. Ce travail est une contribution au projet CNPRU (G00220070025) intitulé : Pétrologie et Métallogénie des xénolites associés au volcanisme alcalin, des massifs mafiques et ultramafiques et de leur encaissant (Hoggar, Tassili). Nous remercions la Direction de l'ORGM de Boumerdès et Tamanrasset pour les moyens logistiques mis à notre disposition durant les missions de terrain en particulier Mr. Ouzza Belkhir et Mr. Bitam.

Nous remercions également le professeur J.R. Kienast pour les séances de microsondes offertes.

BIBLIOGRAPHIE

AGUE, J.J. 1997. Thermodynamic calculation of emplacement pressures for batholithic rocks, California: implications for the aluminum-in-hornblende barometer. *Geology*, 25, pp. 563-566.

AGUE, J.J. AND BRANDON, M.T. 1996. Regional tilt of the Mount Stuart batholith, Washington, determined using aluminum-in-hornblende barometry : implications for northward translation of Baja British Columbia. *Geological Society of America*, bulletin 108, pp. 471-488.

ANDERSON, J.L. AND SMITH, D.R., 1995. The effects of temperature and fO_2 on the Al-in-hornblende barometer. *American Mineralogist*, 80, pp. 549-559.

AZZOUNI-SEKKAL, A. ET BONIN, B. 1998. Les minéraux accessoires des granitoïdes de la suite Taourirt, Hoggar (Algérie): conséquences pétrogénétiques. *Journal of African Earth Science*, 26, pp. 65-87.

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

- AZZOUNI-SEKKAL, A., LIÉGEOIS, J.P., BECHIRI-BENMERZOU, F., BELAIDI-ZINET, S. AND BONIN, B. 2003.** The "Taourirt" magmatic province, a marker of the closing stage of the Pan-African orogeny in the Tuareg Shield: review of available data and Sr-Nd isotope evidence. *Journal of African Earth Sciences*, 37, pp. 331-350.
- BECHIRI, H. 2005.** Le complexe basique-ultrabasique de Tin-Erit: étude pétrographique, minéralogique, géochimique (Hoggar occidental, Algérie). *Thèse de magister, FSTGAT/USTHB*, 125 pp.
- BECHIRI-BENMERZOU, F. 1998.** Le complexe granitique du Tin-Erit: cartographie, pétrologie, minéralogie et géochimie (Hoggar occidental, Algérie). *Thèse de magister, IST/USTHB*, 165 p.
- BECHIRI-BENMERZOU, F. ET AZZOUNI-SEKKAL, A. 2001.** Le complexe annulaire Panafricain du Tin-Erit: un exemple d'évolution subsolvus – hypersolvus d'une suite granitique. *Bulletin du service géologique de l'Algérie*, vol. 12, n° 2, pp. 183-200.
- BECHIRI-BENMERZOU, F., LIÉGEOIS, J.P., AZZOUNI-SEKKAL, A., BONIN, B., BECHIRI, H. ET KHELOU, R. 2007.** Géochimie et géochronologie du pluton potassique de Silet (Terrane d'Iskel, Hoggar, Algérie). *IGCP485 and IGCP497 Joint Conference, El Jadida, Morocco, November 28-December 5, 2007*, pp. 3-4.
- BERTRAND, J.M.L., BOISSONNAS, J., CABY, R., GRAVELLE, M. ET LELUBRE, M. 1966.** Existence d'une discordance dans l'antécambrien du "fossé" pharusien de l'Ahaggar occidental (Sahara central). *Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris*, 262, pp. 2197-2200.
- BERTRAND, J.M.L. AND LASSERE, M. 1976.** Pan-african and Precambrian history of the Hoggar (Algerian Sahara) in the light of new geochronological data from the Aleksod area. *Precambrian Research*, 3, pp. 343-362.
- BLACK, R., LATOUCHE, L., LIÉGEOIS, J.P., CABY, R. ET BERTRAND, J.M. 1994.** Pan-African displaced terranes in the Tuareg Shield (Central Sahara). *Geology*, 22, pp. 641-644.
- CABY, R., 2003.** Terrane assembly and geodynamic evolution of central-western Hoggar : synthesis. *Journal of Earth. Sciences*, 37, pp. 133-159.
- CABY, R., ANDREOPULOS-RENAUD, U. ET GRAVELLE, M. 1982.** Cadre géologique et géochronologique U/Pb sur zircon des batholites précoces dans le segment panafricain du Hoggar central (Algérie). *Bulletin de la Société Géologique de France*, XXIV, pp. 677-684.
- CHIKHAOUI, M. 1981.** Les roches volcaniques du Protérozoïque supérieur de la chaîne Panafricaine dans le NW de l'Afrique (Hoggar, Anti-Atlas, Adrar des Iforas). *Thèse doctorat d'État, Université de Montpellier*, 183 p.
- DEER, W.A., HOWIE, R.A. AND ZUSSMAN, J. 1966.** Rock-forming minerals. *Longmann ed., London*.
- DOLLASE, W.A.C. 1971.** Refinement of the crystal structures of epidote, allanite and hancockite. *American Mineralogist*, 56, pp. 447-464.
- DUPONT, P.L. 1987.** Pétrologie et géochimie des ensembles magmatiques Pharusien I et Pharusien II dans le rameau oriental de la chaîne pharusienne (Hoggar, Algérie), implications géodynamiques pour l'évolution d'une chaîne mobile au Protérozoïque supérieur. *Thèse de doctorat de l'Université de Nancy I*, 283 p.
- DUPONT, P.L., LAPIERRE, H., GRAVELLE, M. ET BERTRAND, J.M. 1986.** Caractérisation du magmatisme protérozoïque supérieur en Afrique de l'Ouest et implications géodynamiques: des rifts intra-cratoniques au Panafricain. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 24, pp. 96-109.
- EXLEY, R.A. 1980.** Microprobe studies of REE-rich accessory minerals: implications for Skye granite petrogenesis and REE mobility in hydrothermal systems. *Earth and Planetary Science Letters*, 48, pp. 97-110.
- FABRIÈS, J. ET GRAVELLE, M. 1977.** Modalité du magmatisme au Protérozoïque supérieur dans la région de Silet (Hoggar central). *Bulletin de la Société Géologique de France*, XIX, pp. 995-1004.

- FÉMÉNIAS, O., MERCIER, J.C.C., NKONO, C., DIOT, H., BERZA, T., TATU, M. AND DEMAIFFE, D. 2006. Calcic amphibole growth and compositions in calc-alkaline magmas: evidence from the Motru Dike Swarm (Southern Carpathians, Romania). *American Mineralogist*, 91, pp. 73-81.
- FROST, B. R., ARCULUS, R. J., BARNES, C. G., COLLINS, W. J., ELLIS, D. J. AND FROST, C. D. 2001. A geochemical classification of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42, pp. 2033-2048.
- GHEENT, E.D., NICHOLLS, J., SIMONY, P.S., SEVIGNY, J.H. AND STOUT, M.Z. 1991. Hornblende geobarometry of the Nelson Batholith, South-Eastern British Columbia: tectonic implications. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 28, pp. 1982-1991.
- GIERÉ, R. 1986. Zirconolite, allanite and hoegbomite in marble skarn from the Bergell contact aureole: implications for mobility of Ti, Zr and REE. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 93, pp. 459-470.
- GRAVELLE, M. 1969. Recherche sur la géologie du socle précambrien de l'Ahhagar centro-occidental dans la région de Silet-Tibehaouine. *Thèse de Doctorat d'État, Université de Paris*, 781 p.
- HAMMARSTRÖM, J.M. AND ZEN, E. 1986. Aluminium in hornblende: an empirical igneous geo-barometer. *American Mineralogist*, 71, pp. 1297-1313.
- HELTZ, R.T. 1973. Phase relations of basalts in their melting range of $P_{H_2O} = 5$ kb as a function of oxygen fugacity. Part I: mafic phases. *Journal of Petrology*, 14, pp. 249-302.
- HENRY, D.J., GUIDOTTI, C.V. AND THOMSON, J.A. 2005. The Ti-saturation surface for low-to-medium pressure metapelitic biotites: implications for geothermometry and Ti-substitution mechanisms. *American Mineralogist*, 90, pp. 316-328.
- HOLLAND, T. AND BLUNDY, J. 1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 116, pp. 433-447.
- HOLLISTER, L.S., GRISSOM, G.C., PETERS, E.K., STOWELL, H.H. AND SISSON, V.B. 1987. Confirmation of the empirical correlation of Al-in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *American Mineralogist*, 72, pp. 231-239.
- HOLLOWAY, J.R. AND BUMHAM, C.W. 1972. Melting relations of basalt with equilibrium water pressures less than total pressure. *Journal of Petrology*, 73, pp. 1-29.
- JOHNSON, M.C. AND RUTHERFORD, M.J. 1989. Experimental calibration of the aluminum-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley caldera (California) volcanic rocks. *Geology*, 17, pp. 837-841.
- KHELOUI, R. ET KERMIA, M. 2002. Granites et roches basiques associées: pétrographie, minéralogie et géochimie (majeurs), Bloc d'Iskel (Hoggar occidental, Algérie). *Mémoire d'ingénieur, IST/USTHB*. 130 p.
- LAPIQUE, F., BERTRAND, J.M. AND MERIEM, D. 1986. A major Pan-African decoupling zone in the Timgaouine area (Western Hoggar). *Journal of African Earth Sciences*, 5, pp. 617-625.
- LEAKE, B.E. 1965. The relationship between tetrahedral aluminium and the maximum possible octahedral aluminium in natural calciferous and subcalciferous amphiboles. *American Mineralogist*, 50, pp. 843-851.
- LEAKE, B.E. 1971. On aluminous and edenitic hornblende. *Mineralogical Magazine*, 38, pp. 389-407.
- LEAKE, B.E., WOOLLEY, A. R., BRICH, W. D., GILBERT, M. C., GRICE, M. D., HAWTHORNE, F. C., KATO, A., KISCH, H. J., KRIVOVICHEV, V. G., LINTHOUT, K., LAIRD, J. AND MANDARINO, J. 1997. Nomenclature of Amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names. *Mineralogical Magazine*, 61, pp. 295-321.

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

- LELUBRE, M. 1952.** Recherche sur la géologie de l'Ahaggar central et occidental (Sahara central). *Bulletin du Service Géologique d'Algérie*, 22, tome 1, 354 p., tome 2, 387 p.
- LIÉGEOIS, J.P., LATOUCHE, L., BOUGHRARA, M., NAVEZ, J. AND GUIRAUD, M. 2003.** The LATEA metacraton (central Hoggar, Tuareg shield, Algeria): behaviour of an old passive margin during the Pan-African orogeny. *Journal of African Earth Sciences*, 37, pp. 161-190.
- NACHIT, H., RAZAFIMAHEFA, N., STUSSI, J.M. ET CARON, J.P. 1985.** Compositions chimiques des biotites et typologie magmatique des granitoïdes. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 301, pp. 813-818.
- PAQUETTE, J.L., CABY, R., DJOUADI, M.T. AND BOUCHEZ, J.L. 1998.** U-Pb dating of the end of the Pan-African orogeny in the Tuareg Shield: the post-collisional syn-shear Tioueine pluton (Western Hoggar, Algeria). *Lithos*, 45, pp. 245-254.
- SCHMIDT, M.W. 1992.** Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: an experimental calibration of Al-in hornblende barometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 110, pp. 304-310.
- SCHREURS, J. 1985.** Prograde metamorphism of metapelites, garnet-biotite thermometry and prograde changes of biotite chemistry in high-grade rocks of west Usimaa, south-west Finland. *Lithos*, 18, pp. 69-80.
- SONAREM, 1977.** Carte géologique et géolithologique du Hoggar au 1/1000 000^{ème}.
- SPEER, J. A. 1980.** Zircon. In : Ribbe, D.H. editor, Orthosilicates. *Reviews in Mineralogy*, 5, pp. 67-103.
- VYHNAL, C.R., MCSWEEN, H.Y. AND SPEER, J.A. 1991.** Hornblende chemistry in southern Appalachian granitoids: implications for aluminum hornblende thermobarometry and magmatic epidote stability. *American Mineralogist*, 76, pp. 176-188.
- WONES, D. R. 1989.** Significance of the assemblage titanite + magnetite + quartz in granitic rocks. *American Mineralogist*, 74, pp. 744-749.



Photo n° 1 - Affleurement en boules du pluton de Silet.
Boulder exposures of the Silet pluton.

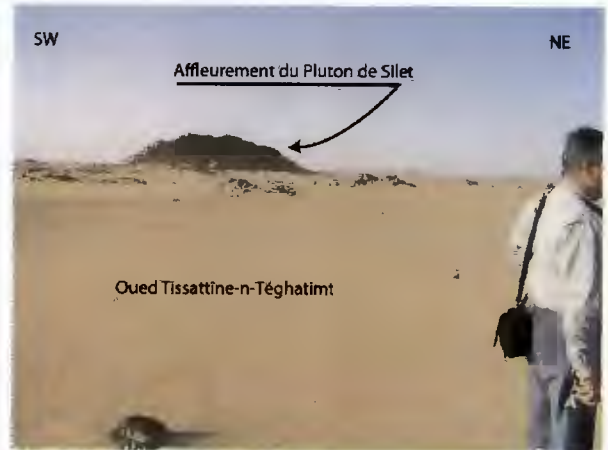


Photo n° 2 - Colline sud du pluton de Silet.
Southern hill of the Silet pluton.

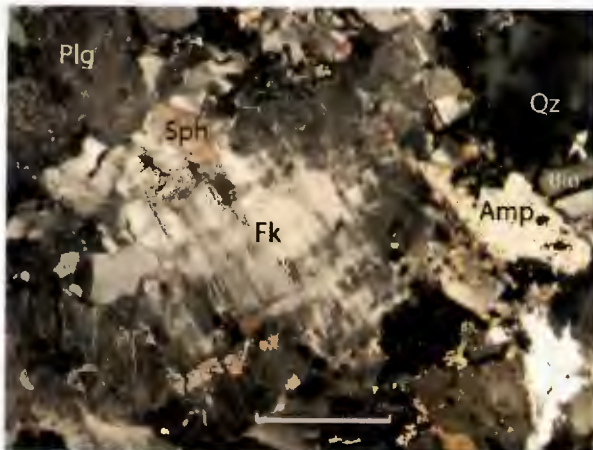


Photo n° 3 - Faciès central à texture grenue porphyroïde. Qz: quartz, Fk: feldspath alcalin, Plg: plagioclase, Amp: amphibole, Bio: biotite, Sph: titanite.

Central facies with coarse-grained porphyritic texture. Qz: quartz, Fk: alkali feldspar, Plg: plagioclase, Amp: amphibole, Bio: biotite, Sph: titanite.

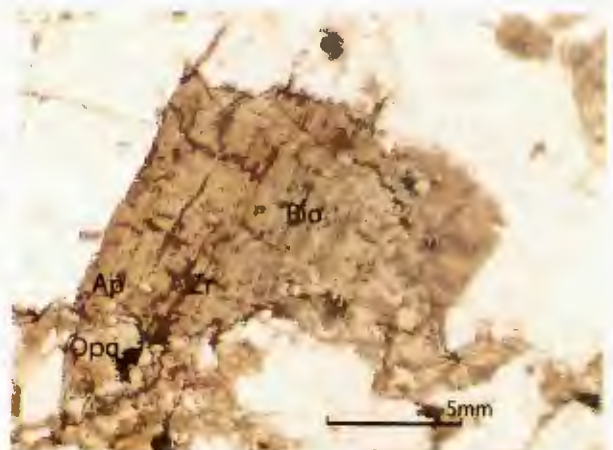


Photo n° 4 - Biotite montrant des plans de clivage en escalier. Bio: biotite, Opq: minéraux opaques, Ap: apatite, Zr: zircon.

Biotite with staircase cleavage planes. Bio: biotite, Opq: opaque minerals, Ap: apatite, Zr: zircon.

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

Planche B

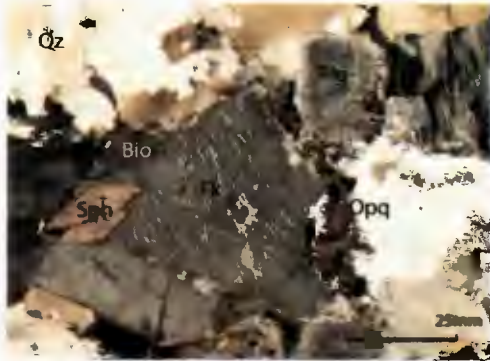


Photo n° 5 - Faciès de bordure. Qz: quartz, Fk: feldspath alcalin, Plg: plagioclase, Bio: biotite, Sph: titanite, Opq: minéraux opaques.

Marginal facies. Qz: quartz, Fk: alkali feldspar, Plg: plagioclase, Bio: biotite, Sph: titanite, Opq: opaque minerals.

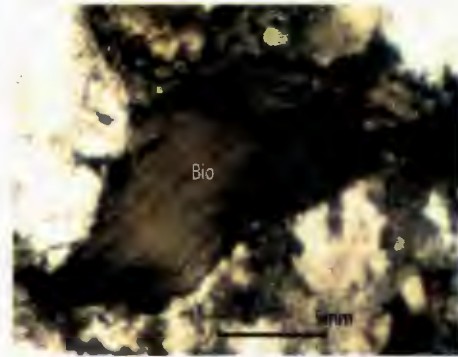


Photo n° 6 - Biotite sigmoïde du faciès de bordure. Bio: biotite.

Sigmoid biotite of the marginal facies. Bio: biotite.

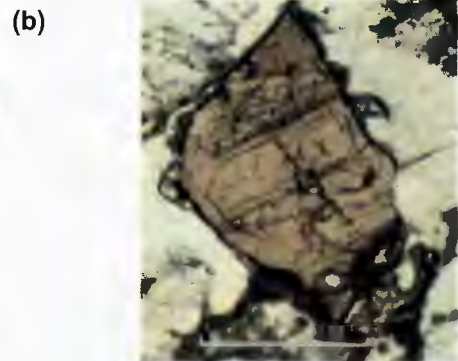
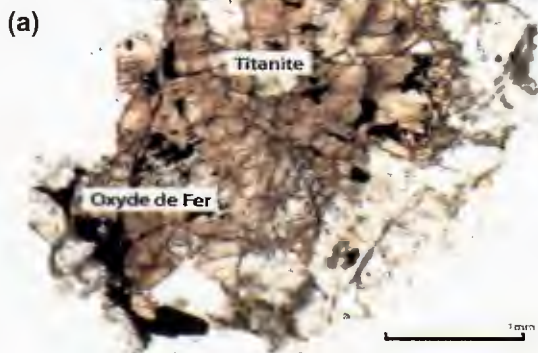


Photo n° 7 - Habitus de la titanite: (a) déstabilisée, (b) automorphe.

Titanite textures: (a) decayed (oxydes de Fe = iron oxides), (b) euhedral.

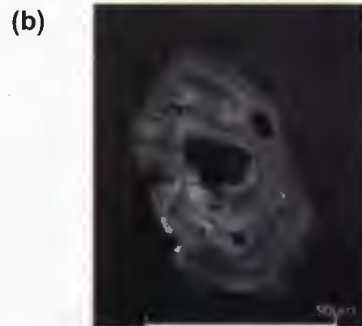


Photo n° 8 - (a) Fragment de cristal de zircon montrant quatre épisodes de croissance, (b) cristal automorphe de zircon montrant un cœur hérité et des bordures à zonation oscillatoire.

(a) Broken zircon crystal showing the four growth episodes, (b) euhedral zircon crystal showing an inherited core and oscillatory-zoned rims.

Tableau I - Analyses chimiques représentatives des feldspaths du pluton de Silet
(formules structurales calculées sur la base de 8 oxygènes)**Representative chemical compositions of feldspars of the Silet pluton**
(structural formulae calculated on the basis of 8 O anions)

| Echantillon | du faciès central | | | | | du faciès de bordures | | | | |
|--------------------------------|-------------------|--------|-----------|-----------|--------|-----------------------|-------|---------|---------|---------|
| | S 69 | S 69 | S 69 | S 69 | S 73 | S 55 | S 55 | S 55 | S 55 | S 55 |
| Analyse | 166 | 168 | 169 | 170 | 161/1 | 13 | 14 | 2 | 25 | 26 |
| SiO ₂ | 62,99 | 63,50 | 64,56 | 61,10 | 63,06 | 61,91 | 61,07 | 64,11 | 63,20 | 62,34 |
| TiO ₂ | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 0,08 | 0,00 | 0,04 |
| Al ₂ O ₃ | 20,25 | 23,27 | 22,13 | 22,57 | 23,92 | 23,52 | 24,62 | 18,62 | 18,73 | 18,75 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO | 1,55 | 0,09 | 0,26 | 1,54 | 0,04 | 0,25 | 0,09 | 0,11 | 0,03 | 0,07 |
| MnO | 0,16 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,04 | 0,02 | 0,08 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 |
| BaO | 0,36 | 0,12 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,48 | 0,48 | 0,24 |
| CaO | 2,57 | 3,68 | 1,12 | 3,47 | 4,23 | 5,27 | 5,25 | 0,05 | 0,00 | 0,01 |
| Na ₂ O | 6,62 | 9,20 | 8,55 | 6,26 | 7,99 | 8,77 | 8,34 | 1,17 | 0,49 | 0,26 |
| K ₂ O | 5,42 | 0,37 | 3,33 | 4,89 | 1,40 | 0,20 | 0,30 | 14,00 | 14,73 | 15,72 |
| Total | 99,97 | 100,31 | 100,13 | 99,96 | 100,64 | 100,32 | 99,73 | 98,66 | 97,67 | 97,43 |
| Si | 2,862 | 2,8 | 2,866 | 2,769 | 2,778 | 2,75 | 2,718 | 2,987 | 2,981 | 2,963 |
| Al | 1,083 | 1,208 | 1,157 | 1,205 | 1,241 | 1,23 | 1,291 | 1,022 | 1,04 | 1,049 |
| Ti | 0,001 | 0 | 0 | 0,001 | 0 | 0,002 | 0,001 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| Fe ₂ | 0,059 | 0,003 | 0,01 | 0,058 | 0,002 | 0,009 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,003 |
| Mn | 0,006 | 0,002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,001 | 0,002 | 0 | 0 |
| Mg | 0,002 | 0,001 | 0,005 | 0,007 | 0 | 0 | 0,001 | 0 | 0,001 | 0,001 |
| Ba | 0,006 | 0,002 | 0,002 | 0 | 0 | 0,006 | 0 | 0,009 | 0,009 | 0,004 |
| Ca | 0,125 | 0,174 | 0,053 | 0,169 | 0,2 | 0,251 | 0,251 | 0,003 | 0 | 0 |
| Na | 0,583 | 0,787 | 0,736 | 0,55 | 0,682 | 0,755 | 0,72 | 0,105 | 0,045 | 0,024 |
| K | 0,314 | 0,021 | 0,189 | 0,283 | 0,079 | 0,011 | 0,017 | 0,832 | 0,886 | 0,953 |
| Cations | 5,047 | 5 | 5,02 | 5,042 | 4,982 | 5,02 | 5,003 | 4,976 | 4,972 | 5,002 |
| Ab | 57 | 80,1 | 75,3 | 54,9 | 71 | 74,2 | 72,9 | 11,2 | 4,8 | 2,5 |
| An | 12,2 | 17,7 | 5,4 | 16,9 | 20,8 | 24,7 | 25,4 | 0,3 | 0 | 0 |
| Or | 30,7 | 2,1 | 19,3 | 28,2 | 8,2 | 1,1 | 1,7 | 88,5 | 95,2 | 97,5 |
| | anorthose | Plg | anorthose | anorthose | Plg | Plg | Plg | orthose | orthose | orthose |

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
 CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

Tableau II - Analyses chimiques représentatives des amphiboles du pluton de Silet
 (formules structurales calculées sur la base de 23 oxygènes et de 13 cations CNK)

Representative chemical compositions of amphiboles of the Silet pluton
(structural formulae on the basis of 23 O anions and 13 CNK cations)

| Echantillon | S 69 | S 69 | S 69 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Analyse n° | 148 | 150 | 160 | 162/1 | 165/1 | 166/1 | 168/1 | 169/1 | 171/1 | 173/1 |
| SiO ₂ | 44,75 | 46,88 | 45,15 | 45,91 | 45,73 | 45,74 | 45,95 | 45,52 | 48,65 | 47,06 |
| TiO ₂ | 1,43 | 1,09 | 1,36 | 1,54 | 1,53 | 1,63 | 1,50 | 1,66 | 0,47 | 1,43 |
| Al ₂ O ₃ | 8,15 | 7,27 | 8,24 | 7,96 | 7,97 | 8,00 | 7,41 | 8,00 | 5,93 | 7,33 |
| FeO | 18,79 | 17,01 | 18,69 | 15,76 | 15,55 | 15,68 | 15,44 | 15,81 | 14,61 | 15,37 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| MnO | 0,59 | 0,53 | 0,77 | 0,49 | 0,57 | 0,60 | 0,60 | 0,51 | 0,57 | 0,62 |
| MgO | 10,35 | 10,79 | 10,24 | 11,85 | 11,83 | 11,89 | 12,11 | 11,71 | 13,49 | 12,13 |
| CaO | 11,14 | 11,61 | 11,43 | 12,59 | 13,08 | 13,14 | 13,23 | 13,45 | 13,46 | 12,91 |
| Na ₂ O | 1,11 | 1,02 | 1,24 | 1,26 | 1,08 | 1,01 | 1,18 | 1,00 | 1,02 | 1,04 |
| K ₂ O | 1,00 | 0,79 | 1,01 | 0,77 | 0,78 | 0,76 | 0,73 | 0,86 | 0,33 | 0,66 |
| Total | 97,31 | 97,08 | 98,12 | 98,17 | 98,17 | 98,56 | 98,15 | 98,54 | 98,55 | 98,57 |
| Si | 6,682 | 6,998 | 6,715 | 6,802 | 6,803 | 6,773 | 6,845 | 6,779 | 7,122 | 6,933 |
| Al ^{IV} | 1,318 | 1,002 | 1,285 | 1,198 | 1,197 | 1,227 | 1,155 | 1,221 | 0,878 | 1,067 |
| Al ^{VI} | 0,114 | 0,276 | 0,157 | 0,191 | 0,199 | 0,169 | 0,144 | 0,182 | 0,144 | 0,204 |
| Cr | 0 | 0,01 | 0 | 0,006 | 0 | 0,007 | 0,001 | 0 | 0,001 | 0,003 |
| Fe ₃ | 0,805 | 0,313 | 0,634 | 0,154 | 0,027 | 0,084 | 0 | 0 | 0,054 | 0,048 |
| Ti | 0,16 | 0,123 | 0,152 | 0,172 | 0,171 | 0,182 | 0,168 | 0,186 | 0,052 | 0,159 |
| Mg | 2,305 | 2,401 | 2,269 | 2,617 | 2,623 | 2,625 | 2,689 | 2,599 | 2,944 | 2,664 |
| Fe ₂ | 1,541 | 1,811 | 1,691 | 1,799 | 1,908 | 1,858 | 1,923 | 1,968 | 1,734 | 1,846 |
| Mn | 0,074 | 0,067 | 0,097 | 0,061 | 0,072 | 0,075 | 0,075 | 0,064 | 0,07 | 0,077 |
| Ca | 1,783 | 1,857 | 1,821 | 1,999 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Na | 0,217 | 0,143 | 0,179 | 0,001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,085 | 0,085 | 0,112 | 0,146 | 0,111 | 0,038 |
| Na | 0,105 | 0,151 | 0,178 | 0,36 | 0,312 | 0,29 | 0,342 | 0,29 | 0,291 | 0,296 |
| K | 0,19 | 0,15 | 0,191 | 0,145 | 0,147 | 0,143 | 0,138 | 0,163 | 0,062 | 0,124 |
| Total | 15,294 | 15,302 | 15,369 | 15,505 | 15,544 | 15,518 | 15,592 | 15,598 | 15,464 | 15,458 |
| Mg/(Fe+Mg) | 0,6 | 0,57 | 0,57 | 0,59 | 0,58 | 0,59 | 0,58 | 0,57 | 0,63 | 0,59 |

F. BECHIRI-BENMERZOUG, A. AZZOUNI-SEKKAL, B. BONIN,
H. BECHIRI ET R. KHELOUI

Tableau III - Analyses chimiques représentatives des biotites du pluton de Silet
(formules structurales calculées sur la base de 22 oxygènes)

Representative chemical compositions of biotites of the Silet pluton
(structural formulae on the basis of 22 O anions and total Fe as ferrous)

| Echantillon | Biotite de la bordure nord | | | | | | Biotite de la bordure sud | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | S 55 | S 55 | S 55 | S 55 | S 55 | S 55 | S 72 | S 72 | S 72 | S 72 | S 72 | S 72 |
| Analyse | 11 | 12 | 15 | 16 | 22 | 4 | 127 | 128 | 2 | 24 | 25 | 50 |
| SiO ₂ | 35,71 | 35,14 | 36,89 | 37,44 | 36,12 | 37,13 | 36,71 | 36,30 | 35,80 | 36,94 | 36,42 | 36,95 |
| TiO ₂ | 1,78 | 1,50 | 2,11 | 1,75 | 1,53 | 0,82 | 2,26 | 3,20 | 2,91 | 2,47 | 2,92 | 3,10 |
| Al ₂ O ₃ | 15,94 | 15,64 | 15,87 | 15,37 | 15,70 | 15,02 | 17,12 | 16,42 | 16,53 | 16,58 | 16,38 | 16,84 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,01 | 0,04 | 0,08 | 0,00 | 0,11 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO | 16,94 | 17,37 | 16,53 | 16,60 | 17,36 | 16,51 | 18,69 | 18,72 | 19,25 | 18,26 | 18,99 | 18,00 |
| MnO | 0,46 | 0,40 | 0,32 | 0,37 | 0,30 | 0,47 | 0,77 | 0,84 | 0,81 | 0,83 | 0,87 | 0,89 |
| MgO | 11,77 | 12,25 | 12,21 | 11,98 | 12,72 | 12,52 | 9,52 | 9,12 | 9,16 | 9,86 | 8,79 | 9,25 |
| CaO | 0,01 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,16 | 0,17 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 0,08 | 0,01 | 0,00 |
| Na ₂ O | 0,09 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,09 | 0,00 |
| K ₂ O | 8,07 | 9,04 | 9,01 | 9,33 | 7,97 | 9,28 | 9,00 | 9,49 | 9,18 | 9,62 | 9,22 | 9,31 |
| F | 0,41 | 0,87 | 0,95 | 0,14 | 0,94 | 0,54 | 1,09 | 1,05 | 1,46 | 0,90 | 0,68 | 1,40 |
| Cl | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,03 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 91,23 | 92,33 | 94,11 | 93,06 | 92,98 | 92,56 | 95,24 | 95,15 | 95,15 | 95,57 | 94,36 | 95,74 |
| Si | 5,625 | 5,553 | 5,666 | 5,77 | 5,618 | 5,789 | 5,632 | 5,605 | 5,564 | 5,65 | 5,647 | 5,65 |
| Al ^{IV} | 2,375 | 2,447 | 2,334 | 2,23 | 2,382 | 2,211 | 2,368 | 2,395 | 2,436 | 2,35 | 2,353 | 2,35 |
| Al ^{VI} | 0,582 | 0,464 | 0,536 | 0,56 | 0,494 | 0,547 | 0,725 | 0,591 | 0,59 | 0,637 | 0,639 | 0,683 |
| Ti | 0,211 | 0,178 | 0,243 | 0,202 | 0,179 | 0,096 | 0,261 | 0,371 | 0,341 | 0,284 | 0,341 | 0,357 |
| Fe ₂ | 2,232 | 2,295 | 2,123 | 2,14 | 2,258 | 2,153 | 2,397 | 2,418 | 2,502 | 2,335 | 2,462 | 2,302 |
| Cr | 0,002 | 0,005 | 0,009 | 0 | 0,013 | 0,001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mn | 0,062 | 0,053 | 0,041 | 0,048 | 0,04 | 0,062 | 0,1 | 0,109 | 0,106 | 0,107 | 0,114 | 0,115 |
| Mg | 2,765 | 2,886 | 2,795 | 2,752 | 2,949 | 2,911 | 2,177 | 2,099 | 2,123 | 2,249 | 2,031 | 2,108 |
| Ca | 0,002 | 0,007 | 0,007 | 0,005 | 0,026 | 0,029 | 0,012 | 0,002 | 0,001 | 0,013 | 0,001 | 0 |
| Na | 0,026 | 0,012 | 0,018 | 0,01 | 0,008 | 0,023 | 0,004 | 0,001 | 0,011 | 0,01 | 0,026 | 0 |
| K | 1,622 | 1,823 | 1,764 | 1,834 | 1,582 | 1,846 | 1,761 | 1,87 | 1,821 | 1,877 | 1,824 | 1,816 |
| Cations | 15,504 | 15,723 | 15,536 | 15,551 | 15,549 | 15,668 | 15,437 | 15,461 | 15,495 | 15,512 | 15,438 | 15,381 |
| Fe/(Fe+Mg) | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,52 | 0,54 | 0,54 | 0,51 | 0,55 | 0,52 |
| Mg/(Fe+Mg) | 0,55 | 0,56 | 0,57 | 0,56 | 0,57 | 0,57 | 0,48 | 0,46 | 0,46 | 0,49 | 0,45 | 0,48 |

LE PLE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

Tableau IV - 1 - Analyses chimiques représentatives des titanites du pluton de Silet
(formules structurales calculées sur la base de 20 oxygènes)

*Representative chemical compositions of titanites of the Silet pluton
(structural formulae on the basis of 20 O anions)*

| Echantillon | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 |
|--------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| n° d'analyse | 1 | 5 | 55 | 56 | 57 | 37 | 38 | 39 |
| SiO ₂ | 29,16 | 29,99 | 26,80 | 29,07 | 26,05 | 29,73 | 29,64 | 30,57 |
| TiO ₂ | 36,49 | 37,45 | 37,66 | 37,55 | 38,56 | 36,93 | 36,52 | 35,99 |
| Al ₂ O ₃ | 1,12 | 0,95 | 1,31 | 1,07 | 3,08 | 1,10 | 1,25 | 1,64 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 |
| FeO | 1,38 | 1,21 | 1,29 | 0,49 | 1,00 | 1,86 | 1,69 | 1,47 |
| MnO | 0,10 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,11 | 0,06 | 0,14 |
| MgO | 0,00 | 0,00 | 0,22 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,01 |
| CaO | 27,16 | 26,93 | 27,85 | 27,14 | 28,63 | 26,80 | 25,86 | 26,97 |
| Na ₂ O | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,15 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| K ₂ O | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| HfO ₂ | 0,23 | 0,21 | 0,24 | 0,21 | 0,25 | 0,24 | 0,00 | 0,29 |
| Ce ₂ O ₃ | 0,08 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,10 |
| La ₂ O ₃ | 0,18 | 0,07 | 0,17 | 0,08 | 0,15 | 0,19 | 0,00 | 0,20 |
| Nd ₂ O ₃ | 0,19 | 0,31 | 0,13 | 0,20 | 0,37 | 0,24 | 0,01 | 0,44 |
| Pr ₂ O ₃ | 0,03 | 0,03 | 0,17 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,03 |
| Sm ₂ O ₃ | 0,02 | 0,09 | 0,02 | 0,09 | 0,04 | 0,08 | 0,03 | 0,05 |
| Y ₂ O ₃ | 0,05 | 0,09 | 0,04 | 0,09 | 0,11 | 0,22 | 0,04 | 0,33 |
| Nb ₂ O ₅ | 0,13 | 0,05 | 0,16 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,05 |
| ThO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,15 | 0,00 | 0,15 |
| Total | 96,36 | 97,51 | 96,21 | 96,26 | 98,54 | 97,79 | 95,29 | 98,51 |
| Si | 3,99 | 4,039 | 3,851 | 3,964 | 3,525 | 4,015 | 4,066 | 4,089 |
| Al | 0,18 | 0,151 | 0,222 | 0,171 | 0,491 | 0,174 | 0,202 | 0,258 |
| Ti | 3,756 | 3,794 | 4,071 | 3,851 | 3,925 | 3,751 | 3,768 | 3,621 |
| Cr | 0 | 0,001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 |
| Mg | 0 | 0 | 0,046 | 0,007 | 0,001 | 0,005 | 0,01 | 0,001 |
| Fe ₂ | 0,158 | 0,136 | 0,155 | 0,056 | 0,113 | 0,21 | 0,194 | 0,165 |
| Mn | 0,012 | 0,01 | 0 | 0 | 0,003 | 0,013 | 0,007 | 0,015 |
| Na | 0,01 | 0,009 | 0,001 | 0,04 | 0,001 | 0,003 | 0 | 0 |
| Ca | 3,982 | 3,886 | 3,719 | 3,965 | 4,151 | 3,878 | 3,8 | 3,865 |
| K | 0 | 0,004 | 0,002 | 0,005 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hf | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| Ce | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| La | 0,01 | 0 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| Nd | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0,02 |
| Pr | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Y | 0 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0 | 0,02 |
| Nb | 0,01 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Th | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 12,13 | 12,06 | 12,127 | 12,09 | 12,26 | 12,1 | 12,05 | 12,08 |

F. BECHIRI-BENMERZOUG, A. AZZOUNI-SEKKAL, B. BONIN,
H. BECHIRI ET R. KHELOUI

**Tableau IV-2 - Analyses chimiques représentatives des zircons du pluton de Silet
(formules structurales calculées sur la base de 16 oxygènes)**

**Representative chemical compositions of zircons of the Silet pluton
(structural formulae on the basis of 16 O anions)**

| Echantillon | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 | S 73 |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| n° d'analyse | 48 | 49 | 50 | 59 | 60 |
| SiO ₂ | 29,30 | 30,29 | 30,69 | 30,38 | 31,74 |
| HfO ₂ | 1,22 | 1,32 | 1,23 | 0,98 | 1,37 |
| Al ₂ O ₃ | 0,01 | 0,00 | 0,04 | 0,07 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,10 |
| UO ₂ | 0,04 | 0,09 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| CaO | 0,00 | 0,03 | 0,11 | 0,00 | 0,06 |
| Ce ₂ O ₃ | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,00 |
| La ₂ O ₃ | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Nd ₂ O ₃ | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pr ₂ O ₃ | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO | 0,07 | 0,08 | 0,36 | 0,30 | 0,51 |
| Sm ₂ O ₃ | 0,08 | 0,02 | 0,00 | 0,17 | 0,06 |
| Y ₂ O ₃ | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,22 | 0,04 |
| ZrO ₂ | 68,82 | 65,82 | 62,49 | 62,60 | 65,65 |
| Nb ₂ O ₅ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ThO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 |
| TiO ₂ | 0,07 | 0,02 | 0,07 | 0,06 | 0,07 |
| Cr ₂ O ₃ | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| MnO | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| NiO | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 99,90 | 97,96 | 95,09 | 95,10 | 99,61 |
| Zr | 3,919 | 4,078 | 3,942 | 3,962 | 3,967 |
| Si | 4,003 | 3,849 | 3,97 | 3,942 | 3,934 |
| Al | 0,001 | 0 | 0,005 | 0,011 | 0 |
| Ti | 0,007 | 0,002 | 0,006 | 0,005 | 0,007 |
| Cr | 0,004 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0 |
| Mg | 0,001 | 0,003 | 0 | 0,005 | 0,019 |
| Fe ₂ | 0,008 | 0,008 | 0,039 | 0,032 | 0,053 |
| Mn | 0,004 | 0,005 | 0,004 | 0 | 0 |
| Ca | 0 | 0,004 | 0,015 | 0 | 0,008 |
| Hf | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 |
| U | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ce | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| La | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pr | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| Sm | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 |
| Y | 0,01 | 0 | 0 | 0,02 | 0 |
| Nb | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Th | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ni | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 8,01 | 8,02 | 8,03 | 8,03 | 8,04 |

LE PLUTON DE SILET (TERRANE D'ISKEL, HOGGAR, ALGÉRIE) :
CARTOGRAPHIE, PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE.

Tableau IV-3 - Analyses chimiques représentatives des allanites du pluton de Silet
(formules structurales calculées sur la base de 25 oxygènes)

*Representative chemical compositions of allanites of the Silet pluton
(structural formulae on the basis of 25 O anions)*

| Echantillon | S 71 | S 71 | S 71 | S 71 | S 71 | S 71 | S 71 |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| n° d'analyse | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 |
| SiO ₂ | 30,29 | 31,11 | 30,57 | 31,07 | 30,90 | 30,86 | 30,67 |
| HfO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al ₂ O ₃ | 11,34 | 11,92 | 11,93 | 11,90 | 11,96 | 10,90 | 11,73 |
| MgO | 0,66 | 0,72 | 0,63 | 0,54 | 0,69 | 0,72 | 0,66 |
| UO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CaO | 10,99 | 11,56 | 11,50 | 11,10 | 11,61 | 11,09 | 11,31 |
| Ce ₂ O ₃ | 10,99 | 10,80 | 9,89 | 10,91 | 10,20 | 10,74 | 10,96 |
| La ₂ O ₃ | 8,37 | 7,04 | 6,98 | 7,29 | 7,29 | 6,91 | 6,91 |
| Nd ₂ O ₃ | 1,27 | 1,37 | 1,06 | 1,68 | 1,65 | 1,91 | 1,75 |
| Pr ₂ O ₃ | 0,57 | 0,90 | 0,44 | 0,70 | 0,65 | 0,88 | 1,15 |
| FeO | 12,58 | 12,22 | 12,06 | 10,87 | 11,90 | 12,97 | 11,83 |
| Sm ₂ O ₃ | 0,16 | 0,25 | 0,04 | 0,19 | 0,16 | 0,17 | 0,16 |
| Y ₂ O ₃ | 0,05 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ZrO ₂ | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Nb ₂ O ₅ | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Th ₂ O | 1,45 | 1,30 | 2,35 | 0,98 | 1,12 | 0,98 | 1,34 |
| TiO ₂ | 1,07 | 2,51 | 1,36 | 1,43 | 1,13 | 1,07 | 2,07 |
| P ₂ O ₅ | 0,02 | 0,08 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| K ₂ O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,00 | 0,62 |
| Na ₂ O | 0,11 | 0,81 | 0,11 | 0,17 | 0,20 | 0,11 | 0,17 |
| MnO | 0,56 | 0,16 | 0,62 | 0,65 | 0,78 | 0,69 | 0,52 |
| F | 0,47 | 0,66 | 0,55 | 0,67 | 0,26 | 0,27 | 0,63 |
| Cl | 0,16 | 0,17 | 0,21 | 0,22 | 0,00 | 0,21 | 0,04 |
| Total | 91,10 | 93,65 | 90,34 | 90,47 | 90,56 | 90,59 | 92,56 |
| Si | 3,211 | 3,16 | 3,226 | 3,254 | 3,22 | 3,254 | 3,175 |
| AlIV | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AlVI | 1,416 | 1,426 | 1,483 | 1,467 | 1,467 | 1,354 | 1,429 |
| Fe ₂ | 1,115 | 1,038 | 1,065 | 0,952 | 1,037 | 1,143 | 1,024 |
| Ti | 0,086 | 0,192 | 0,108 | 0,113 | 0,089 | 0,085 | 0,161 |
| Mg | 0,104 | 0,109 | 0,098 | 0,084 | 0,107 | 0,113 | 0,101 |
| Zr | 0 | 0 | 0,001 | 0,001 | 0 | 0,004 | 0 |
| Mn | 0,051 | 0,013 | 0,056 | 0,058 | 0,069 | 0,062 | 0,046 |
| Y | 0,003 | 0,002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ca | 1,248 | 1,258 | 1,3 | 1,245 | 1,296 | 1,253 | 1,255 |
| Th | 0,091 | 0,087 | 0,099 | 0,057 | 0,086 | 0,054 | 0,082 |
| Ce | 0,426 | 0,401 | 0,382 | 0,418 | 0,389 | 0,414 | 0,415 |
| La | 0,327 | 0,263 | 0,272 | 0,281 | 0,28 | 0,268 | 0,264 |
| Pr | 0,022 | 0,033 | 0,017 | 0,026 | 0,025 | 0,034 | 0,043 |
| Nd | 0,048 | 0,05 | 0,04 | 0,063 | 0,062 | 0,072 | 0,065 |
| Sm | 0,006 | 0,009 | 0,002 | 0,007 | 0,006 | 0,006 | 0,006 |
| Na | 0,023 | 0,16 | 0,023 | 0,035 | 0,039 | 0,023 | 0,034 |
| K | 0 | 0 | 0 | 0,002 | 0,005 | 0 | 0,082 |
| Hf | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 8,177 | 8,201 | 8,172 | 8,063 | 8,177 | 8,139 | 8,182 |

F. BECHIRI-BENMERZOUG, A. AZZOUNI-SEKKAL, B. BONIN,
H. BECHIRI ET R. KHELOUI

Tableau IV-4 - Analyses chimiques représentatives des apatites du pluton de Silet
(formules structurales calculées sur la base de 12 oxygènes)

Representative chemical compositions of apatites of the Silet pluton
(structural formulae on the basis of 12 O anions)

| Echantillon | S 71 | S 71 | S 73 | S 73 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n° d'analyse | 115 | 116 | 46 | 47 |
| SiO ₂ | 1,28 | 0,04 | 0,46 | 0,71 |
| Al ₂ O ₃ | 2,76 | 0,01 | 0,19 | 0,17 |
| FeO | 0,37 | 0,28 | 1,23 | 0,62 |
| MnO | 0,15 | 0,22 | 0,07 | 0,11 |
| MgO | 0,07 | 0,00 | 0,14 | 0,19 |
| CaO | 53,31 | 55,29 | 51,47 | 53,62 |
| Na ₂ O | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,08 |
| K ₂ O | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 |
| P ₂ O ₅ | 38,10 | 39,98 | 44,46 | 43,49 |
| F | 4,49 | 4,17 | 2,20 | 2,13 |
| Total | 100,55 | 100,03 | 100,26 | 101,14 |
| Fe ₂ | 0,028 | 0,021 | 0,088 | 0,044 |
| Mn | 0,011 | 0,016 | 0,005 | 0,008 |
| Mg | 0,009 | 0 | 0,017 | 0,024 |
| Ca | 5,094 | 5,332 | 4,721 | 4,907 |
| Na | 0,002 | 0,004 | 0,007 | 0,013 |
| K | 0,001 | 0,003 | 0 | 0,001 |
| Si | 0,114 | 0,004 | 0,039 | 0,06 |
| P | 2,877 | 3,047 | 3,223 | 3,145 |
| Total | 8,136 | 8,427 | 8,1 | 8,202 |

Tableau V-1 - Pressions de cristallisation des amphiboles du faciès central du pluton de Silet

Pressures of crystallization of amphiboles of the central facies of the Silet pluton

| Références | P (GPa) |
|------------------------------|---------------|
| Hammarstrom & Zen (1986) | 0.235 - 0.325 |
| Hollister et al. (1987) | 0.250 - 0.328 |
| Johnson et Rutherford (1989) | 0.181 - 0.257 |
| Schmidt (1992) | 0.292 - 0.377 |

Tableau V-2 - Températures de cristallisation des biotites du faciès de bordure du pluton de Silet

Temperatures of crystallization of biotites of the marginal facies of the Silet pluton

| Références | Biotite de la zone sud | Biotite de la zone nord |
|---------------------|------------------------|-------------------------|
| Schreurs (1985) | 650°C < T < 750°C | 550°C < T < 650°C |
| Henry et al. (2005) | 671°C | 592°C |