

LES XÉNOLITES MANTELLIQUES DU VOLCANISME ALCALIN PLIO- QUATERNAIRE D'AÏN TÉMOUCHENT (ORANIE NORD-OCCIDENTALE) : TÉMOINS D'INTERACTIONS MANTEAU SUPÉRIEUR – MAGMAS BASALTIQUES.

Mohamed ZERKA*, Jean-Yves COTTIN**, Michel GREGOIRE***
et Mohammed TABELIOUNA*

RÉSUMÉ

Les produits volcaniques alcalins du complexe éruptif plio-quaternaire d'Aïn-Témouchent (Oranie nord-occidentale) renferment de nombreux xénolites de péridotite (lherzolites, harzburgites et wehrlites). Ce sont des roches, à spinelle +/- amphibole +/- feldspath +/- mica, caractérisées par des textures montrant des traces de déformation et de recristallisation typiques de tectonites mantelliennes. En l'absence de véritables affleurements de socle profond en Oranie, l'étude des enclaves mantelliennes constitue un jalon supplémentaire pour la connaissance du manteau supérieur sur la bordure occidentale de la plaque d'Alboran.

Par leurs caractéristiques pétrographiques, les xénolites mantelliennes d'Aïn Témouchent traduisent des hétérogénéités texturales et minéralogiques du manteau supérieur sous-oranais. Leurs compositions chimiques (éléments majeurs et éléments de transition) reflètent l'évolution de leur caractère réfractaire depuis les lherzolites jusqu'aux harzburgites alors que celles des wehrlites ne semblent pas s'accorder avec un simple modèle de fusion partielle. Les lherzolites et les harzburgites sont appauvries en terres rares et leurs spectres de terres rares montrent une évolution depuis une allure convexe de type DMM (Depleted Mantle MORB type), dans les lherzolites à spinelle, jusqu'à une allure concave en U asymétrique dans les harzburgites et les lherzolites à spinelle +/- amphibole +/- feldspath. Ce type d'évolution reflèterait la surimposition de processus métasomatiques à un épisode de fusion partielle antérieur. Les wehrlites sont toutes enrichies en terres rares et leurs spectres de terres rares traduiraient une oblitération presque totale d'un caractère réfractaire antérieur par des processus d'interactions entre le manteau supérieur péridotitique et des magmas basaltiques qui l'ont infiltré. Ces processus d'interactions seraient ainsi responsables d'une « wehrlitisation » importante de certaines zones du manteau supérieur sous-oranais.

Mots-clés - Volcanisme alcalin - Xénolites mantelliennes - Fusion partielle - Interactions - Métasomatisme - Magmas basaltiques - Oranie.

* Laboratoire de Magmatisme et Synthèse Géodynamique des Bassins Algériens, Département des Sciences de la Terre, Université d'Oran, B.P. 1524 Oran. E-mail : mzerka@yahoo.fr

** Laboratoire de Géologie-Pétrologie-Géochimie, Université de Saint Etienne, 23, rue du Dr. Paul Michelon, 42023 Saint Etienne Cedex 2, France.

*** UMR 5562-Observatoire Midi-Pyrénées, 14 Av. E. Belin, 31400, Toulouse, France.

- *Manuscrit déposé le 05 Mai 2009, accepté après révision le 28 Décembre 2009.*

MANTLE XENOLITHS FROM THE PLIO-QUATERNARY ALKALINE VOLCANISM OF AÏN TÉMOUCHENT (NORTH-WEST- ERN ORANIE): WITNESSES OF UPPER MANTLE – BASALTIC MAGMAS INTERACTIONS.

ABSTRACT

The alkaline volcanic products of the Plio-Quaternary eruptive complex of Aïn-Témouchent (North-Western Oranie) contain numerous peridotite xenoliths (lherzolites, harzburgites and wehrlites). They are spinel +/- amphibole +/- feldspar +/- mica-bearing rocks characterized by textures showing traces of deformation and recrystallization typical of mantle tectonites. In the absence of deep basement occurrences in the Oranie, the study of the mantle xenoliths contributes to a better knowledge of the upper mantle along the Western margin of the Alboran Plate.

The mantle xenoliths of Aïn Témouchent evidence the textural and the mineralogical heterogeneities of the upper mantle under the Oranie. Their chemical compositions (major and transition elements) show an evolution from poorly depleted lherzolites to highly depleted harzburgites whereas those of wehrlites do not agree with a simple model of partial melting. Lherzolites and harzburgites are depleted in Rare Earth Elements and their REE patterns show an evolution from a DMM type (Depleted Mantle MORB type), in spinel lherzolites, to an asymmetrical U shaped in spinel +/- amphibole +/- feldspar harzburgites and lherzolites. This evolution could reflect surimposed metasomatic processes over an earlier episode of partial melting. Wehrlites are both enriched in Rare Earth Elements and their REE patterns evidence an almost total obliteration of an earlier depleted character by interaction processes between a peridotitic upper mantle and infiltrated basaltic magmas. These processes of interactions would be, thus, responsible for the significant “wehrlitization” of some areas of the upper mantle beneath the Oranie.

Keywords - Alkaline volcanism - Mantle xenoliths - Partial melting - Interactions - Metasomatism - Basaltic magmas - Oranie.

I- INTRODUCTION

L'Oranie nord-occidentale, située à la jonction du Tell algérien et du Moyen Atlas marocain (fig.1), a été le siège d'une importante activité volcanique néogène à quaternaire (Sadran, 1958; Megartsi, 1985; Coulon *et al.*, 2002; Bendoukha, 2008 et Bendoukha *et al.*, 2009).

Ce volcanisme est caractérisé par un changement de composition au cours du temps : de calco-alcalin au Miocène, il devient alcalin au Plio-Quaternaire avec, localement, un épisode transitionnel assez discret. Cette évolution, qui apparaît généralisée à l'ensemble du pourtour

de la Méditerranée occidentale, est attribuée soit à un contexte particulier de subduction de la plaque Alboran sous la plaque Afrique et, dont, l'activité aurait été stoppée au Pliocène inférieur (Maury *et al.*, 2000), soit à un contexte d'amincissement lithosphérique lié à la réactivation d'un vaste cisaillement parallèle à la marge nord-africaine (Hernandez *et al.*, 1987; Piqué *et al.*, 1998) ou encore à une combinaison complexe, dans l'espace et dans le temps, des deux processus (Zerka *et al.*, 2002; Zerka, 2004; Cottin *et al.*, 2007).

Les laves alcalines (basanites à benmoiréites), du complexe éruptif plio-quaternaire d'Aïn-Témouchent, ont remonté une grande di-

LES XÉNOLITES MANTELLIQUES DU VOLCANISME ALCALIN PLIO-QUATÉRNAIRE D'AIN TÉMOUCHENT (ORANIE NORD-OCCIDENTALE) : TÉMOINS D'INTERACTIONS MANTEAU SUPÉRIEUR – MAGMAS BASALTIQUES.

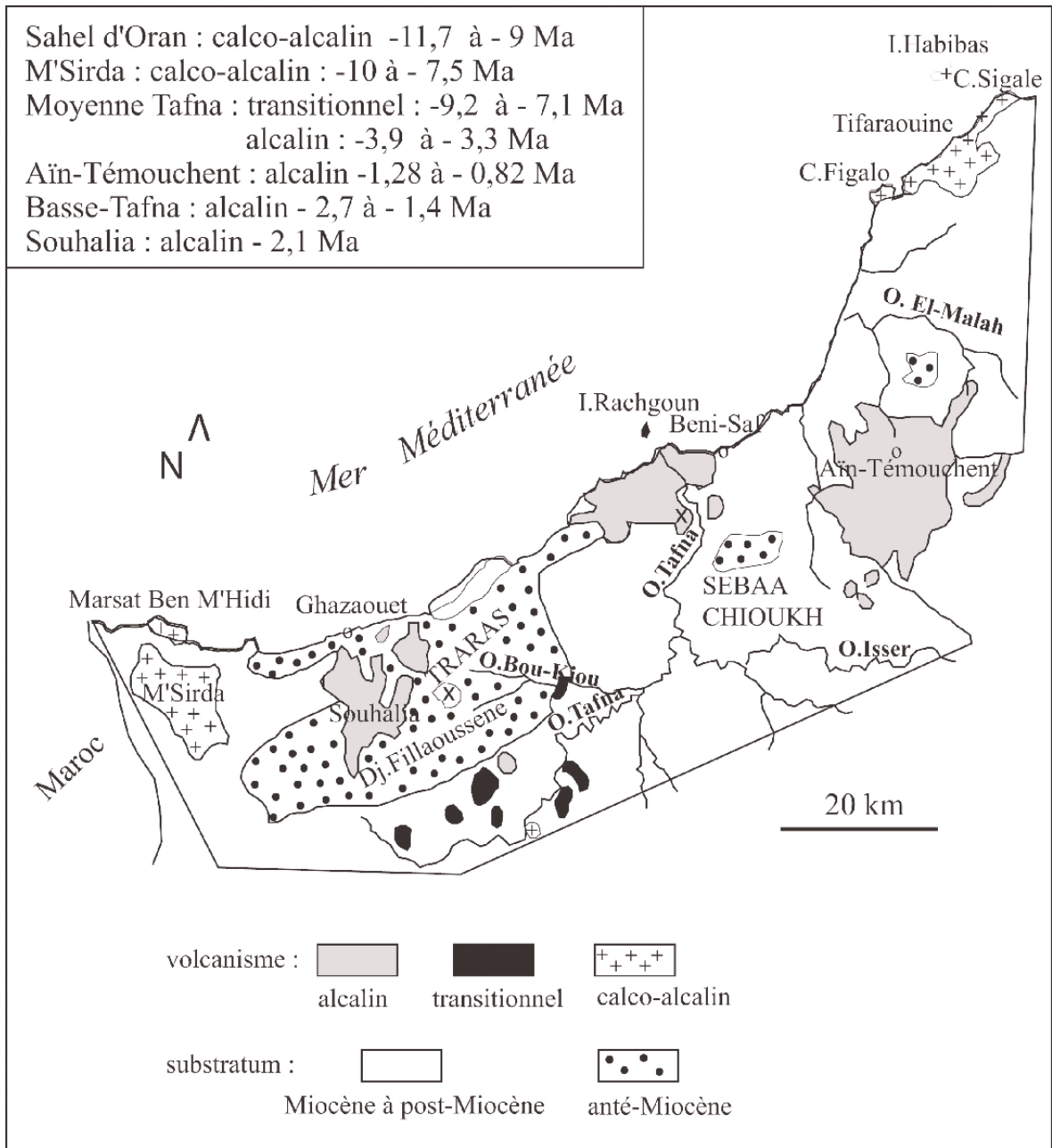


Fig. 1 - Localisation et âges du volcanisme néogène d'Oranie (Megartsi, 1985; Coulon et al., 2002)
Location and ages of Neogene volcanism in the Oranie (Megartsi, 1985; Coulon and al., 2002)

versité d'enclaves ultramafiques comprenant principalement des xénolites mantelliques péridotitiques et des ségrégats basaltiques (clinopyroxénites et hornblendites). En l'absence de véritables affleurements de socle profond en Oranie, l'étude des xénolites mantelliques constitue un jalon supplémentaire pour la connaissance du manteau supérieur le long de la bordure occidentale de la plaque d'Alboran.

II- PÉTROGRAPHIE

Les xénolites mantelliques du volcanisme alcalin d'Aïn-Témouchent se récoltent aisément parmi les produits pyroclastiques qui constituent les cônes stromboliens et les anneaux de tufs. Ils se subdivisent en trois groupes pétrographiques principaux : des lherzolites; des harzburgites et des wehrlites (fig.2).

De façon générale, les roches étudiées montrent des traces de déformation et de recristallisation en tous points identiques à celles décrites par Mercier et Nicolas (1975) dans les xénolites mantelliques du Massif Central français. Les principaux types texturaux : protogranulaire;

porphyroclastique; et équigranulaire, définis par ces auteurs, peuvent être en effet reconnus.

Les lherzolites correspondent au groupe pétrographique le plus abondant parmi les xénolites mantelliques d'Oranie et représentent plus de 70 % de l'échantillonnage effectué. Elles sont toutes à spinelle +/- amphibole +/- plagioclase. Les textures porphyroclastiques plus ou moins recristallisées sont les plus fréquentes (ph. 1), mais quelques échantillons sont équigranulaires (ph. 2). Les lherzolites porphyroclastiques sont à grain moyen et contiennent une proportion de porphyroclastes d'olivines et de pyroxènes (3 à 6 mm) supérieure à 10 % par rapport à la matrice néoblastique grenue fine (0,5 à 1 mm). Les lherzolites équigranulaires sont à grain très fin (< 1 mm) mais quelques porphyroclastes d'orthopyroxène et de spinelle y subsistent cependant.

De manière générale, la foliation est bien exprimée dans les faciès lherzolitiques. Elle est marquée par l'étirement des silicates ferro-magnésiens, pyroxènes surtout, et soulignée par l'alignement des spinelles. L'olivine apparaît parfois en agrégats polycristallins résultant très probablement de la fragmentation de gros individus. Les cristaux de pyroxènes sont tous à bords dentelés et montrent très souvent des exolutions mutuelles. Le spinelle, brun à brun noir, apparaît le plus souvent en cristaux vermiculés pouvant atteindre 2 mm de long. Il est interstitiel entre les olivines et les pyroxènes. De petits grains de spinelle (quelques dixièmes de mm) sont également disséminés dans la matrice néoblastique. Le plagioclase (0,1 à 0,3 mm) est assez souvent en contact intime avec le spinelle mais peut être également disséminé dans la matrice néoblastique. L'amphibole brune apparaît, dans certaines lherzolites, en très petites sections (0,1 à 0,2 mm) xénomorphes à subautomorphes et disséminées aux joints de grains.

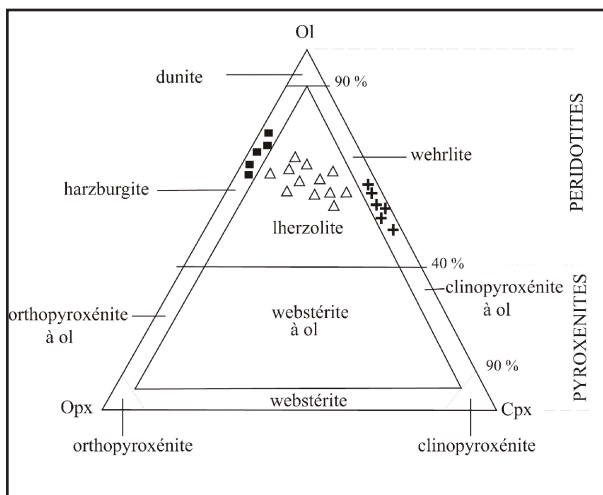


Fig. 2 - Nomenclature des xénolites mantelliques d'Oranie dans le diagramme Ol-Opx-Cpx

*Mantle xenoliths of the Oranie
in the Ol-Opx-Cpx diagram*

Par ailleurs, dans certaines lherzolites à spinelle, amphibole et plagioclase, nous avons pu

observer des cristaux poecilitiques de clinopyroxène (2 à 3 mm) englobant des néoblastes d'olivine et de spinelle. Ce type de clinopyroxène apparaît également associé à des associations symplectitiques constituées d'olivine, de spinelle, de plagioclase et de verre volcanique. Ces symplectites semblent se développer préférentiellement au contact de porphyroclastes d'orthopyroxène et d'olivine.

Les harzburgites sont peu abondantes et représentent moins de 25 % de l'échantillonnage effectué. Elles sont constituées essentiellement d'olivine et d'orthopyroxène. Le clinopyroxène (3 à 4 %) et le spinelle (< 3 %) sont également présents. L'amphibole et le plagioclase apparaissent également mais en plus faibles quantités (moins de 1 %).

Les harzburgites sont généralement à gros grain (5 à 8 mm) et montrent le plus souvent des textures porphyroclastiques recristallisées (ph. 3). Les roches à texture protogranulaire sont peu abondantes (ph. 4). L'évidence de traces de déformation n'est marquée que par la présence, dans l'olivine surtout, d'extinctions onduleuses ou de bandes de pliage. Les cristaux d'olivine et de pyroxènes sont assez gros (3 à 8 mm). Les sections de péridot sont souvent à tendance tabulaire. Dans certaines harzburgites, de gros néoblastes polygonaux d'olivine, 1 à 2 mm, sont également présents. L'orthopyroxène est gris jaunâtre, le clinopyroxène est vert clair et très légèrement pléochroïque. Les cristaux de pyroxènes sont à contours irréguliers ou courbes, le plus souvent inter-lobés. Parfois, ils sont à tendance polygonale. Le spinelle, brun à brun noir, apparaît en sections amiboïdes ou à bords dentelés de 1 à 5 mm de long. Quelques petits néoblastes de spinelle (moins de 0,5 mm) sont parfois disséminés dans la roche aux joints de grains. L'amphibole apparaît toujours sous forme de petits néoblastes (0,1 à 0,5 mm) disséminés dans la roche. Le feldspath montre deux habitus lorsqu'il est

présent dans les harzburgites. Il peut auréoler du spinelle brun noir à aspect vermiculé et spongieux, ou être disséminé dans la matrice néoblastique sous forme de minuscules grains (< 0,3 mm). Il est limpide et des macles poly-synthétiques peuvent apparaître.

Signalons enfin, que dans certaines harzburgites à spinelle et plagioclase, du verre a été observé sous forme de fines veinules interstitielles.

Les wehrlites constituent un groupe de roches assez exceptionnel parmi les xénolites mantelliques d'Oranie. Elles représentent moins de 5 % de l'échantillonnage effectué. Ces roches sont constituées essentiellement d'olivine et de clinopyroxène auxquels s'ajoute de façon constante du spinelle (3 à 5 %), quelques fois de l'amphibole et/ou du mica noir et très rarement du feldspath (< 1 %). L'amphibole peut être abondante (jusqu'à près de 15 %) alors que le mica noir est plus discret (moins de 7 %). Amphibole et mica noir peuvent coexister ensemble dans le même échantillon. L'orthopyroxène n'apparaît que sous forme de très rares reliques presque complètement résorbées et englobées dans du clinopyroxène poecilitique.

Les wehrlites présentent des caractères texturaux tout à fait particuliers. En effet, elles montrent des textures porphyroclastiques très recristallisées mais avec une évidence de surimposition de textures magmatiques caractérisées notamment par le développement de cristaux poecilitiques de clinopyroxène, d'amphibole et de mica noir ainsi que par des circulations de verre qui interagissent avec les minéraux des péridotites (ph. 5 et 6). Les traces de déformation apparaissent surtout dans l'olivine dont il subsiste quelques porphyroclastes, de 2 à 4 mm de long, affectés de kink-bands. L'olivine est plus abondante en petits néoblastes, de 0,2 à 1 mm à tendance polygonale, dispersés dans la matrice ou englobés dans le clinopyroxène,

l'amphibole ou le mica noir. Le clinopyroxène, verdâtre et légèrement pléochroïque, se présente le plus souvent en plages interstitielles, de 1 à 5 mm, à tendance poecilitique et parfois à aspect spongieux. Il peut être très riche en inclusions d'olivine, de spinelle, de mica noir, de grains de sulfures ainsi que des inclusions vitreuses et/ou fluides (ph. 5). Les petits néoblastes subautomorphes (0,5 à 1 mm) sont moins nombreux. Le clinopyroxène recristallise parfois aux dépens de l'orthopyroxène dont il ne subsiste que quelques reliques dans certains échantillons. L'amphibole est brune et très pléochroïque. Elle se présente en plages, de 1 à 5 mm de large, interstitielles et poecilitiques (ph. 6). Elle englobe toujours du spinelle, de l'olivine et quelques fois du clinopyroxène. Le mica noir, de teinte marron, est très fortement pléochroïque (ph. 7). Il est franchement interstitiel et s'observe aux joints de grains sur plusieurs mm de long. Il est également à tendance poecilitique et inclut de petits grains sub-automorphes d'olivine et de spinelle. Le spinelle est brun à brun-noir et apparaît soit en petits porphyroclastes, de moins de 2 mm, amiboïdes ou à bords dentelés, soit en néoblastes automorphes, 0,1 à 0,5 mm, le plus souvent inclus dans les silicates ferromagnésiens ou dans les poches de verre (ph. 6 et 7). Le feldspath apparaît, dans une seule wehrlite à spinelle et amphibole, sous forme de minuscules baguettes bourgeonnant sur du spinelle en contact avec du verre.

Par ailleurs, l'autre caractéristique importante des wehrlites mantelliques d'Oranie réside dans la présence assez fréquente de verre, grisâtre à marron clair, qui s'insinue entre les joints de grains formant parfois des veinules ou des poches dans lesquelles baignent de minuscules spinelles automorphes associés à des microcristaux d'olivine ou d'amphibole (ph. 7).

Par leurs caractères pétrographiques (textures, compositions minéralogiques et présence

en abondance de verre), les wehrlites constituent une particularité essentielle des gisements de xénolites mantelliques d'Oranie par rapport à d'autres gisements connus dans le monde, aussi bien, en contexte océanique qu'en domaine continental.

III- MINÉRALOGIE

En fonction de leurs rapports mg^* ($=100Mg/(Mg+Fe)$), les olivines des harzburgites ($90,6 < mg^* < 91,9$) et des lherzolites ($89,9 < mg^* < 90,4$) sont toujours plus magnésiennes et plus riches en nickel que celles des wehrlites ($85,5 < mg^* < 89,1$) qui sont, en revanche, plus enrichies en calcium (tab.I; fig.3). Par ailleurs, les olivines apparaissant en néoblastes ou en cristaux associés au verre dans les wehrlites, sont également moins magnésiennes que les porphyroclastes.

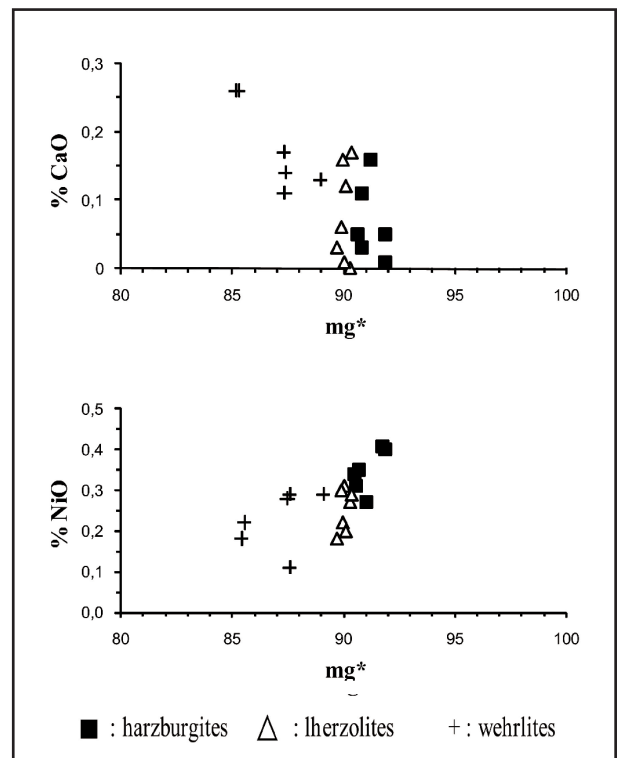


Fig. 3 - CaO et NiO vs mg^* des olivines
CaO and NiO vs mg^ in olivines*

LES XÉNOLITES MANTELLIQUES DU VOLCANISME ALCALIN PLIO-QUATÉRNAIRE D'AIN TÈMOUCHENT (ORANIE
NORD-OCCIDENTALE) : TÉMOINS D'INTERACTIONS MANTEAU SUPÉRIEUR – MAGMAS BASALTIQUES.

Tableau I - Compositions chimiques et formules structurales des olivines des xénolites d'Oranie

Chemical compositions and structural formulas of the Oranie xenoliths olivine

mg* = 100MgO/FeO+MgO

	1	2	3	4	4	4	4	4	5	5	5	6	7	7	7	8	9		
	BG	DZ-1-T	Ben005	R98	DZ-1-G	DZ11	Ben003	D14	K2	K3	D15	K1	K7	Ben004	DF	Ben016	K6	Ben030	K4-1
SiO ₂	40,79	40,35	41,08	41,30	41,12	40,53	40,40	40,44	41,79	40,51	40,64	40,56	41,30	39,35	39,71	40,36	39,76	40,30	41,14
FeO	9,05	9,00	7,92	7,91	8,51	8,92	9,30	9,67	8,88	9,45	9,47	9,71	9,34	13,82	13,87	11,77	12,07	10,44	11,71
NiO	0,34	0,35	0,41	0,40	0,27	0,31	0,29	0,22	0,28	0,27	0,31	0,30	0,20	0,22	0,18	0,29	0,28	0,29	0,11
MnO	0,11	0,15	0,13	0,00	0,22	0,12	0,10	0,13	0,23	0,02	0,20	0,16	0,10	0,27	0,26	0,18	0,18	0,15	0,26
MgO	49,18	50,30	50,58	50,35	49,70	49,78	49,35	49,50	48,12	49,57	49,06	49,21	48,60	46,05	45,70	46,75	47,50	48,04	46,53
CaO	0,05	0,11	0,01	0,05	0,16	0,03	0,06	0,00	0,20	0,01	0,12	0,10	0,07	0,26	0,26	0,14	0,17	0,13	0,11
Total	99,52	100,26	100,13	99,92	99,98	99,69	99,50	99,96	99,50	99,83	99,80	100,04	99,51	99,97	99,98	99,49	99,96	99,35	99,86
FS à 4 oxygènes																			
Si	1,001	0,986	0,998	1,009	1,002	0,995	0,994	0,992	1,023	0,994	0,998	0,994	1,005	0,986	0,993	1,003	0,986	0,998	1,016
Fe	0,186	0,184	0,161	0,160	0,173	0,186	0,191	0,198	0,182	0,194	0,195	0,199	0,193	0,290	0,290	0,245	0,250	0,216	0,242
Ni	0,007	0,007	0,008	0,000	0,005	0,006	0,006	0,005	0,006	0,005	0,006	0,006	0,004	0,004	0,004	0,006	0,006	0,006	0,002
Mn	0,002	0,003	0,003	0,000	0,005	0,003	0,002	0,003	0,005	0,000	0,004	0,003	0,002	0,006	0,006	0,004	0,004	0,003	0,005
Mg	1,800	1,832	1,832	1,819	1,805	1,814	1,811	1,810	1,756	1,813	1,795	1,799	1,785	1,720	1,704	1,731	1,757	1,773	1,713
Ca	0,001	0,003	0,000	0,001	0,004	0,001	0,002	0,000	0,005	0,000	0,003	0,003	0,002	0,007	0,007	0,004	0,005	0,003	0,003
Total	2,997	3,015	3,002	2,990	2,994	3,005	3,006	3,008	2,977	3,006	3,001	3,004	2,989	3,013	3,004	2,993	3,008	2,999	2,981
mg*	90,64	90,88	91,93	91,90	91,24	90,87	90,44	90,12	90,62	90,34	90,23	90,04	90,27	85,59	85,45	87,63	87,53	89,14	87,63
% Fo	90,54	90,74	91,80	91,92	91,02	90,56	90,37	90,00	90,38	90,33	90,04	89,91	90,15	85,32	85,20	87,42	87,37	89,01	87,40

1 : harzburgites à spinelle (*spinel harzburgites*) - 2 : harzburgites à spinelle et amphibole (*spinel and amphibole harzburgites*) - 3 : harzburgites à spinelle et feldspath (*spinel and feldspar harzburgites*) - 4 : lherzolites à spinelle (*spinel lherzolites*) - 5 : lherzolites à spinelle, amphibole et feldspath (*spinel, amphibole and feldspar lherzolites*) - 6 : wehrlites à spinelle (*spinel wehrlites*) - 7 : wehrlites à spinelle et mica (*spinel and mica wehrlites*) - 8 : wehrlites à spinelle, amphibole et plagioclase (*spinel, amphibole and plagioclase wehrlites*) - 9 : wehrlites à spinelle, amphibole et mica (*spinel, amphibole and mica wehrlites*).

Les clinopyroxènes des xénolites mantelliques d'Oranie (tab. II), correspondent tous à des diopsides ($\text{En}_{42-49} - \text{Fs}_{5-7.8} - \text{Wo}_{45-50}$), riches en chrome (jusqu'à près de 1,5 % de Cr_2O_3) et en aluminium (Al_2O_3 : 3,8 à 8,4 %). Ils sont toujours plus magnésiens dans les harzburgites ($91,8 < \text{mg}^* < 93,8$) et les lherzolites ($90,5 < \text{mg}^* < 95$) que dans les wehrlites ($84,7 < \text{mg}^* < 89,4$). Les clinopyroxènes des wehrlites sont, par contre, plus enrichis en fer et titane mais plus pauvres en sodium (fig.4).

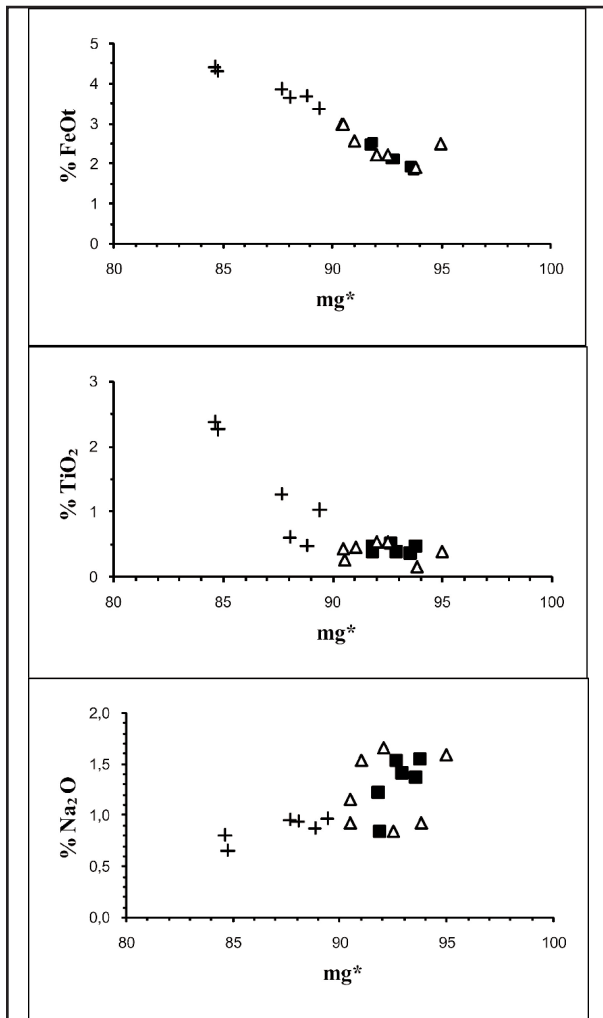


Fig. 4 - Eléments majeurs vs mg^* des clinopyroxènes (voir légende fig. 3)

Major elements vs mg^* in clinopyroxenes
(see legend fig. 3)

Les orthopyroxènes sont très proches du pôle enstatite ($\text{En}_{87,4-92,2}$; tab. III) et leurs rapports mg^* sont globalement compris entre 90 et 92. Ils sont plus magnésiens dans les harzburgites ($90,8 < \text{mg}^* < 92,1$) que dans les lherzolites ($89,8 < \text{mg}^* < 91$). Les reliques d'orthopyroxène, englobées dans du clinopyroxène dans les wehrlites, sont également moins magnésiennes ($89,9 < \text{mg}^* < 90,4$) mais enrichies en calcium et titane (fig.5).

Les spinelles des roches étudiées montrent de larges variations de composition depuis des pléonastes chromifères jusqu'à des chromites magnésiennes et alumineuses (tab.IV). Les teneurs en Al_2O_3 (34,8 à 57 %) et celles en Cr_2O_3 (10,7 à 28,9 %) varient ainsi de façon très significative même à l'échelle du même groupe pétrographique. Les rapports mg^* des spinelles évoluent également dans un large intervalle ($66,6 < \text{mg}^* < 84$). Les spinelles des harzburgites ($74,4 < \text{mg}^* < 81,2$) et ceux des lherzolites ($77,1 < \text{mg}^* < 84,1$) sont nettement plus magnésiens que ceux des wehrlites ($66,6 < \text{mg}^* < 72,9$) qui sont, par contre, enrichis en fer et titane (fig.6).

Les amphiboles des xénolites mantelliques d'Oranie sont toutes calciques et ferro-magnésiennes et correspondent toutes à des pargasites (tab.V). Elles sont plus magnésiennes ($88,5 < \text{mg}^* < 91,6$) et plus sodiques (Na_2O : 3,5 à 3,7 %) dans les lherzolites et les harzburgites (fig.7). Dans les wehrlites ($81,5 < \text{mg}^* < 83,9$), elles sont, en revanche, nettement plus enrichies en titane (TiO_2 : 4,1 à 4,5 %) et en potassium (K_2O : 1,6 à 1,9 %) et sont similaires aux amphiboles associées à des événements magmatiques localisés à proximité du Moho dans différents contextes continentaux et océaniques (Yaxley et Kamenetsky, 1999; Moine et al., 2001; Sano et Kimura, 2007). Les pargasites des lherzolites et des harzburgites sont pauvres en potassium ($\text{K}_2\text{O} < 0,15$ %) mais plus enrichies en sodium (Na_2O : 3,5 à 3,7 %),

LES XÉNOLITES MANTELLIQUES DU VOLCANISME ALCALIN PLIO-QUATÉRNAIRE D'AIN TÉMOUCHENT (ORANIE
NORD-OCCIDENTALE) : TÉMOINS D'INTERACTIONS MANTEAU SUPÉRIEUR – MAGMAS BASALTIQUES.

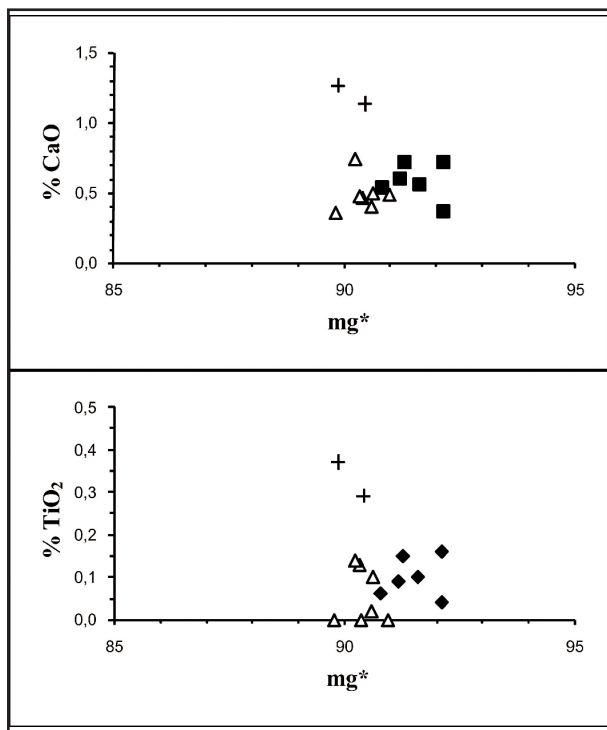


Fig. 5 - %CaO et %TiO₂ vs mg* des orthopyroxènes
(voir légende fig. 3)

CaO (wt%) and TiO₂ (wt%) vs mg* in orthopyroxenes
(see legend fig. 3)

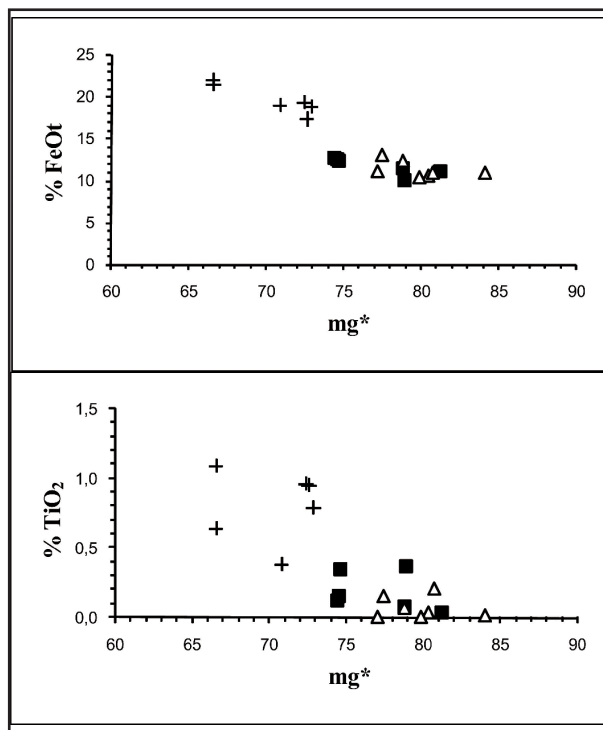


Fig. 6 - %FeOt et %TiO₂ vs mg* des spinelles
(voir légende fig. 3)

FeOt (wt%) and TiO₂ (wt%) vs mg* in spinels
(see legend fig. 3)

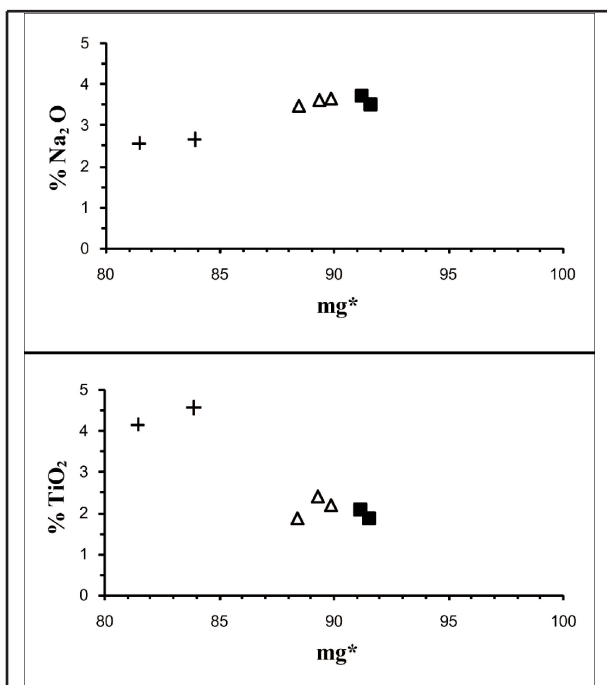


Fig. 7 - %TiO₂, %K₂O et %Na₂O vs mg* des amphiboles
(voir légende fig. 3)

TiO₂ (wt%), %K₂O (wt%) and %Na₂O (wt%) vs mg* in
amphiboles (see legend fig. 3)

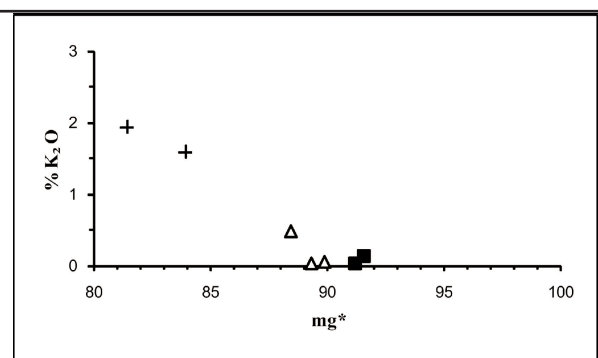


Tableau II - Compositions chimiques et formules structurales des clinopyroxènes des xénoliths d'Oranie (1 à 9 voir tableau I)
Chemical compositions and structural formulas of the Oranie xenoliths pyroxenes (1 to 9 see table I)

	1	2	3	4	4	4	4	4	5	5	6	7	7	7	8	9		
BG	DZ1-T	Ben005	R98	DZ1-G	DZ11	Ben003	D14	K2	K3	D15	K1	K7	Ben004	DFp	Ben016	K6	Ben030	K4-1
SiO ₂	51,61	52,70	51,82	51,75	51,62	51,62	53,68	51,97	52,09	51,71	51,51	51,56	48,11	48,10	51,05	51,06	51,47	49,65
Al ₂ O ₃	6,76	4,51	5,68	5,55	6,49	6,49	4,16	7,22	6,84	5,24	5,99	5,90	8,35	8,23	4,70	5,32	5,37	6,37
TiO ₂	0,51	0,39	0,48	0,39	0,38	0,38	0,16	0,46	0,54	0,54	0,44	0,27	2,26	2,38	0,47	0,61	1,02	1,26
Cr ₂ O ₃	0,87	1,12	1,41	1,26	1,10	1,10	0,61	0,94	0,92	0,92	1,21	0,84	0,59	0,47	0,94	1,05	1,05	0,66
FeO ^t	2,13	2,54	1,89	2,12	2,50	2,50	1,90	2,56	2,23	2,21	3,00	3,00	4,32	4,40	3,69	3,65	3,37	3,85
NiO	0,20	0,08	0,10	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,13	0,03	0,06	0,16	0,00	0,02	0,03	0,06	0,08	0,02
MnO	0,15	0,02	0,08	0,11	0,07	0,07	0,23	0,03	0,00	0,03	0,06	0,03	0,00	0,05	0,12	0,08	0,08	0,13
MgO	15,10	16,04	15,36	15,50	15,40	15,40	16,22	14,58	14,46	15,39	15,97	16,08	13,51	13,61	16,52	15,12	16,00	15,39
CaO	20,82	21,92	21,15	21,40	20,28	20,28	22,03	20,72	21,10	22,82	20,43	20,98	22,11	21,89	21,49	22,06	20,49	21,21
Na ₂ O	1,54	0,84	1,55	1,22	1,59	1,42	0,93	1,53	1,66	0,84	1,15	0,93	0,65	0,80	0,87	0,94	0,97	0,95
K ₂ O	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01
Total	99,69	100,16	99,52	100,27	99,47	99,45	99,95	100,02	99,97	99,74	99,82	99,75	99,95	99,95	99,88	99,99	99,93	99,49
FS à 6 oxygènes																		
Si	1,874	1,908	1,886	1,875	1,886	1,886	1,938	1,877	1,884	1,870	1,872	1,896	1,769	1,769	1,878	1,869	1,854	1,814
Al IV	0,126	0,092	0,108	0,114	0,114	0,114	0,062	0,123	0,116	0,130	0,128	0,104	0,231	0,231	0,122	0,131	0,146	0,186
Al VI	0,163	0,093	0,134	0,149	0,165	0,165	0,115	0,184	0,176	0,098	0,128	0,108	0,131	0,126	0,082	0,098	0,087	0,088
Ti	0,014	0,011	0,013	0,013	0,010	0,010	0,004	0,012	0,015	0,015	0,012	0,007	0,062	0,066	0,013	0,017	0,021	0,035
Cr	0,025	0,032	0,029	0,041	0,032	0,032	0,017	0,027	0,026	0,027	0,035	0,025	0,017	0,014	0,027	0,030	0,031	0,019
Fet	0,065	0,077	0,056	0,074	0,076	0,076	0,057	0,077	0,067	0,068	0,091	0,092	0,133	0,135	0,108	0,112	0,097	0,110
Ni	0,007	0,001	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,001	0,002	0,005	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001
Mn	0,004	0,003	0,002	0,003	0,002	0,002	0,007	0,000	0,000	0,001	0,002	0,001	0,000	0,002	0,004	0,002	0,002	0,004
Mg	0,817	0,866	0,845	0,829	0,807	0,807	0,873	0,785	0,779	0,846	0,865	0,881	0,741	0,746	0,851	0,825	0,876	0,838
Ca	0,810	0,850	0,827	0,818	0,794	0,794	0,852	0,802	0,818	0,902	0,795	0,826	0,871	0,862	0,847	0,865	0,807	0,830
Na	0,108	0,059	0,109	0,096	0,113	0,113	0,065	0,107	0,116	0,060	0,081	0,066	0,046	0,057	0,062	0,067	0,069	0,067
K	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
Total	4,013	3,992	4,019	4,006	4,016	3,999	3,991	3,994	4,001	4,018	4,011	4,011	4,003	4,009	3,995	4,018	3,993	3,992
mg*	92,67	91,84	93,76	93,56	92,88	94,98	93,83	91,03	92,04	92,55	90,47	90,53	84,79	84,65	88,87	88,07	89,43	87,70
%En	48,29	48,30	48,90	48,65	48,12	48,12	48,99	47,18	46,81	46,59	49,40	48,97	42,46	42,80	47,12	45,78	49,21	47,13
%Fs	3,84	4,29	3,24	3,35	4,23	3,71	4,53	3,20	4,63	3,74	5,20	5,11	7,61	7,75	5,98	6,22	5,45	6,19
%Wo	47,87	47,41	47,86	48,00	48,45	47,35	47,81	48,19	49,16	49,67	45,40	45,91	49,93	49,45	46,90	48,00	45,34	46,68

LES XÉNOLITES MANTELLIQUES DU VOLCANISME ALCALIN PLIO-QUATÉNAIRE D'AÏN TÊMOUCHENT (ORANIE
NORD-OCCIDENTALE) : TÉMOINS D'INTERACTIONS MANTEAU SUPÉRIEUR – MAGMAS BASALTIQUES.

**Tableau III - Compositions chimiques et formules structurales des orthopyroxènes des xénolites d'Oranie
(1 à 8 voir tableau I)**

Chemical compositions and structural formulas of the Oranie xenoliths orthopyroxenes (1 to 8 see table I)

	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	8	8
	BG	DZ-1-T	Ben 005	R98	DZ-1 G	DZ 11	Ben003	D14	K2	K3	D15	K1	K7	Ben030	Ben030
SiO ₂	55,74	53,99	56,72	55,99	55,29	55,00	55,75	54,74	55,08	55,86	54,36	54,18	54,87	53,62	54,45
Al ₂ O ₃	3,29	4,71	2,31	3,97	3,20	4,01	2,85	3,99	3,88	3,08	4,70	4,87	3,87	3,72	3,62
TiO ₂	0,09	0,06	0,04	0,16	0,15	0,10	0,00	0,02	0,00	0,00	0,13	0,10	0,14	0,37	0,29
Cr ₂ O ₃	0,81	0,71	0,36	0,07	0,42	0,59	0,29	0,39	0,39	0,44	0,48	0,59	0,50	0,74	0,57
FeOt	5,68	6,06	5,27	5,15	5,80	5,54	6,85	6,27	6,00	6,32	6,32	6,10	6,30	6,59	6,22
NiO	0,09	0,10	0,07	0,10	0,08	0,10	0,06	0,00	0,00	0,07	0,05	0,08	0,15	0,05	0,11
MnO	0,13	0,18	0,15	0,10	0,16	0,11	0,14	0,18	0,13	0,09	0,13	0,08	0,16	0,13	0,19
MgO	32,99	33,57	34,63	33,75	34,08	33,94	33,82	33,85	33,90	33,30	33,12	33,09	32,68	32,80	33,00
CaO	0,60	0,54	0,37	0,72	0,72	0,56	0,36	0,40	0,48	0,46	0,47	0,49	0,74	1,26	1,13
Na ₂ O	0,07	0,05	0,02	0,05	0,06	0,06	0,02	0,04	0,07	0,03	0,03	0,10	0,08	0,10	0,12
K ₂ O	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,48	99,98	99,95	100,06	99,98	100,02	100,14	99,88	99,93	99,65	99,79	99,68	99,49	99,38	99,70
FS à 6 oxygènes															
Si	1,930	1,870	1,950	1,920	1,910	1,900	1,922	1,895	1,902	1,934	1,884	1,875	1,915	1,879	1,895
Al IV	0,070	0,130	0,050	0,080	0,090	0,100	0,078	0,105	0,098	0,066	0,116	0,125	0,085	0,121	0,105
Al VI	0,070	0,060	0,040	0,080	0,040	0,060	0,038	0,058	0,060	0,060	0,076	0,074	0,074	0,032	0,044
Ti	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003	0,003	0,004	0,010	0,008
Cr	0,020	0,020	0,010	0,000	0,010	0,020	0,008	0,011	0,001	0,012	0,013	0,016	0,008	0,020	0,016
Fet	0,170	0,180	0,150	0,150	0,170	0,160	0,198	0,181	0,130	0,175	0,183	0,177	0,172	0,193	0,181
Ni	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,001	0,002	0,004	0,001	0,003
Mn	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,005	0,004	0,003	0,004	0,002	0,005	0,004	0,006
Mg	1,700	1,730	1,770	1,730	1,760	1,750	1,753	1,746	1,745	1,719	1,711	1,707	1,700	1,713	1,712
Ca	0,020	0,020	0,010	0,030	0,030	0,020	0,013	0,015	0,018	0,017	0,017	0,031	0,028	0,047	0,042
Na	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,005	0,002	0,002	0,007	0,005	0,007	0,008
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	3,990	4,020	4,000	4,000	4,020	4,010	4,017	4,020	3,963	3,990	4,011	4,019	4,000	4,027	4,020
mg*	91,19	90,81	92,14	92,12	91,29	91,61	89,80	90,59	90,97	90,38	90,33	90,63	90,24	89,87	90,44
%En	90,11	89,84	91,49	90,85	90,04	90,63	89,26	89,91	92,18	89,95	89,51	89,14	89,49	87,71	88,48
%Fs	8,73	9,12	7,79	7,79	8,59	8,30	10,08	9,32	6,87	9,16	9,58	9,24	9,05	9,88	9,35
%Wo	1,16	1,04	0,72	1,37	1,37	1,07	0,66	0,77	0,95	0,89	0,91	1,62	1,46	2,41	2,17

Tableau IV - Compositions chimiques et formules structurales des spinelles (1 à 9 voir Tableau I)
Chemical compositions and structural formulas of spinels (1 to 9 see Table I)

	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	7	7	7	7	8	9
	BG	DZ1-T	Ben 005	R98	DZ-1 G	DZ-1 G	DZ 11	Ben003	D14	K2	K3	D15	K1	K7	Ben.004	DF	Ben 016	K6	Ben030	K4-1					
Al ₂ O ₃	39,86	41,85	40,02	47,39	45,17	48,93	53,92	56,77	56,51	56,97	54,28	47,93	50,07	49,65	41,57	35,40	41,67	34,84	38,21						
TiO ₂	0,12	0,35	0,16	0,08	0,37	0,04	0,04	0,00	0,21	0,00	0,02	0,15	0,07	0,96	0,79	1,09	0,38	0,95	0,64						
Cr ₂ O ₃	28,90	27,13	28,78	21,40	24,28	19,23	12,98	11,69	10,71	11,75	12,81	18,79	17,91	11,35	20,72	26,26	21,17	28,54	22,52						
FeO _t	12,74	12,29	12,55	11,39	10,07	11,05	10,55	11,13	10,88	10,43	10,93	12,96	12,25	19,23	18,78	21,41	18,88	17,24	21,89						
NiO	0,00	0,32	0,17	0,00	0,12	0,28	0,27	0,21	0,18	0,27	0,33	0,31	0,20	0,27	0,19	0,20	0,28	0,19	0,19						
MnO	0,16	0,00	0,16	0,00	0,16	0,14	0,10	0,05	0,15	0,04	0,08	0,15	0,08	0,20	0,18	0,27	0,18	0,16	0,12						
MgO	17,77	18,18	17,79	19,67	19,55	20,28	20,15	19,84	20,82	20,61	21,57	19,04	19,61	18,25	17,12	15,40	17,22	17,73	16,03						
Total	99,55	100,12	99,63	99,93	99,72	99,95	98,01	99,69	99,46	100,07	100,02	99,33	100,19	99,91	99,35	100,03	99,78	99,65	99,60						
FS à 32 oxygènes																									
Al	10,517	10,910	10,568	12,002	11,566	12,278	13,493	13,910	13,627	13,835	13,263	12,184	12,520	12,624	10,872	9,577	11,120	9,048	10,088						
Ti	0,020	0,060	0,027	0,013	0,060	0,006	0,010	0,000	0,032	0,000	0,003	0,024	0,011	0,156	0,136	0,188	0,063	0,162	0,107						
Cr	5,115	4,744	5,098	3,636	4,170	3,237	2,179	1,922	1,733	1,914	2,100	3,208	3,004	1,936	3,544	4,766	3,701	5,119	3,990						
Fe ³⁺	0,347	0,211	0,293	0,349	0,120	0,478	0,318	0,100	0,313	0,185	0,634	0,552	0,434	1,115	1,280	1,469	1,042	1,671	1,611						
Fe ²⁺	2,038	2,038	2,026	1,698	1,695	1,489	1,556	1,824	1,514	1,592	1,261	1,784	1,691	2,230	2,152	2,640	2,334	1,600	2,684						
Ni	0,000	0,057	0,032	0,000	0,023	0,048	0,046	0,035	0,030	0,045	0,013	0,056	0,034	0,048	0,032	0,038	0,006	0,036	0,034						
Mn	0,030	0,000	0,030	0,000	0,028	0,025	0,018	0,009	0,026	0,007	0,059	0,024	0,014	0,037	0,032	0,054	0,034	0,031	0,022						
Mg	5,931	5,994	5,943	6,302	6,331	6,438	6,380	6,148	6,350	6,330	6,667	6,120	6,297	5,870	5,800	5,270	5,677	6,335	5,352						
Total	24,000	24,014	24,017	24,000	23,993	24,001	24,000	23,983	23,864	23,968	24,001	23,952	24,005	24,016	23,848	24,002	23,977	24,002	23,888						
mg*	74,42	74,63	74,58	78,78	78,88	81,21	80,39	77,12	80,75	79,90	84,09	77,43	78,83	72,47	72,94	66,62	70,87	72,65	66,60						
cr*	32,72	30,30	32,54	23,25	26,50	20,86	13,91	12,14	11,28	12,15	13,67	20,84	19,35	13,30	24,58	33,23	24,97	36,13	28,34						

LES XÉNOLITES MANTELLIQUES DU VOLCANISME ALCALIN PLIO-QUATÉRNAIRE D'AÏN TÈMOUCHENT (ORANIE
NORD-OCCIDENTALE) : TÉMOINS D'INTERACTIONS MANTEAU SUPÉRIEUR – MAGMAS BASALTIQUES.

sont comparables aux amphiboles d'origine mantellique plutôt associées à des événements métasomatiques (Downes, 2001; Downes et al., 2004; Ionov et al., 1999; Ionov et al., 2006 Grégoire et al., 2005; Shaw et al., 2005; Ishimaru et al., 2007).

Le mica noir qui n'apparaît que dans les wehrlites est très magnésien (Fe/Fe+Mg : 0,12

Tableau V - Compositions chimiques et formules structurales des amphiboles des xénolites d'Oranie (2 à 9 voir tableau I)

Chemical compositions and structural formulas of the Oranie xenoliths amphiboles (2 to 9 see table I)

	2	2	5	5	5	8	9
	Ben005	R98	Ben003	D15	K7	Ben030	K4-1
SiO ₂	43,13	43,52	42,81	42,83	42,66	40,95	41,01
TiO ₂	1,87	2,06	2,38	2,17	1,87	4,54	4,14
Al ₂ O ₃	14,52	14,40	14,19	14,77	14,45	14,13	14,48
Cr ₂ O ₃	2,02	1,68	1,12	1,11	2,04	1,04	0,25
FeOt	2,92	3,09	3,73	3,44	3,91	5,37	6,18
NiO	0,10	0,12	0,11	0,06	0,12	0,08	0,09
MnO	0,03	0,06	0,07	0,08	0,06	0,06	0,27
MgO	17,78	17,98	17,52	17,18	16,80	15,74	15,24
CaO	11,80	11,00	11,87	11,66	11,18	11,48	11,58
Na ₂ O	3,50	3,72	3,60	3,63	3,46	2,63	2,54
K ₂ O	0,14	0,04	0,03	0,06	0,47	1,59	1,93
Total	97,81	97,67	97,43	96,99	97,02	97,61	97,71
	FS à 23 oxygènes						
Si	6,153	6,110	6,076	6,095	6,083	5,921	5,952
Al IV	1,847	1,890	1,924	1,905	1,917	2,079	2,048
Al VI	0,427	0,492	0,450	0,572	0,511	0,329	0,428
Ti	0,201	0,218	0,254	0,232	0,201	0,494	0,452
Cr	0,228	0,186	0,126	0,125	0,230	0,119	0,029
Fe ³⁺	0,158	0,163	0,208	0,175	0,055	0,057	0,014
Fe ²⁺	0,190	0,200	0,234	0,234	0,412	0,593	0,736
Mn	0,004	0,007	0,008	0,010	0,007	0,007	0,033
Mg	3,781	3,763	3,707	3,645	3,571	3,393	3,297
Ni	0,011	0,014	0,013	0,007	0,014	0,009	0,011
Ca	1,804	1,655	1,805	1,778	1,708	1,778	1,801
Na	0,968	1,013	0,991	1,002	0,680	0,737	0,715
K	0,025	0,007	0,005	0,011	0,267	0,293	0,357
Total	15,797	15,717	15,801	15,790	15,655	15,809	15,873
mg*	91,57	91,21	89,33	89,90	88,45	83,94	81,47

à 0,17) et correspond à de la phlogopite, (tab. VI; fig.8). Il est riche en chrome (jusqu'à près de 1,6 % de Cr₂O₃) et en titane (TiO₂ : 3,7 à 6,2 %).

Le feldspath peut apparaître dans quelques rares harzburgites, lherzolites ou wehrlites (tab.VII). Sa composition, assez variable d'un type pétrographique à un autre, correspond glo-

Tableau VI - Compositions chimiques et formules structurales des micas des wehrlites (7 et 9 voir tableau I)

Chemical compositions and structural formulas of micas (7 and 9 see table I)

	7	7	7	7	9
	DF	DF	Ben 016	K 6	K4-1
SiO ₂	36,10	37,50	36,91	37,07	37,53
Al ₂ O ₃	16,69	15,94	15,88	16,74	16,41
TiO ₂	6,24	5,88	5,25	3,67	5,37
Cr ₂ O ₃	1,30	1,32	1,57	1,37	nd
FeOt	6,74	4,69	5,72	5,33	5,91
NiO	0,07	0,15	0,12	0,19	0,16
MnO	0,12	0,07	0,09	0,00	0,00
MgO	18,59	19,31	18,56	20,29	19,92
CaO	0,12	0,09	0,03	0,01	0,00
Na ₂ O	1,02	0,84	0,58	0,79	0,95
K ₂ O	8,98	9,27	9,39	9,31	9,30
Total	95,97	95,06	94,10	94,77	95,55
	FS à 22 oxygènes				
Si	5,239	5,382	5,403	5,379	5,369
Al IV	2,761	2,618	2,597	2,621	2,631
Al VI	0,093	0,077	0,143	0,242	0,135
Ti	0,681	0,635	0,578	0,399	0,577
Cr	0,015	0,150	0,182	0,157	0,000
Fet	0,818	0,563	0,700	0,647	0,706
Ni	0,008	0,017	0,011	0,022	0,000
Mn	0,015	0,009	0,003	0,000	0,018
Mg	4,022	4,131	4,051	4,389	4,247
Ca	0,019	0,014	0,005	0,002	0,000
Na	0,287	0,234	0,165	0,222	0,264
K	1,662	1,697	1,753	1,723	1,697
Total	15,620	15,527	15,591	15,803	15,644
mg*	83,10	88,01	85,26	87,15	85,73
Fe/Fe+Mg	0,17	0,12	0,15	0,13	0,14

balement à du plagioclase de type andésine-labrador ($An_{39-62,5}$). Du feldspath alcalin ($An_{15-18} - Ab_{68-71} - Or_{14}$) a été également observé dans une harzburgite.

IV- CHIMIE GLOBALE

IV.1- Les éléments majeurs (tab. VIII)

D'une manière générale, toutes les harzburgites et toutes les lherzolites étudiées (mg^* : 89,3 à 92,3) se classent parmi les xénolites mantelliques «normaux» ($mg^* > 88$: Weber, 1991). Les wehrlites ($87,7 < mg^* < 88,8$) rappellent, quant à elles, les péridotites ferrifères caractérisées par des rapports $mg^* < 88$ (Weber, 1991).

Dans les harzburgites, les rapports mg^* élevés (90,7 à 92,3) ainsi que les faibles teneurs en Al_2O_3 (1,5 à 2 %), CaO (0,6 à 1,6 %), Na_2O (< 0,02 %) et TiO_2 (< 0,1 %) reflètent clairement la pauvreté de ces roches en clinopyroxène et en spinelle. Le rapport Al_2O_3/CaO (1,3 à 2,7) est supérieur à la valeur de 1,2 estimée pour le manteau primitif (pyrolite de McDonough et Sun, 1995). Toutes ces particularités chimiques leur confèrent un caractère réfractaire par rapport aux estimations du manteau primitif.

Les compositions des lherzolites (mg^* : 89,4 à 91; Al_2O_3 : 1,8 à 4 %; CaO : 1,6 à 3 %;

Tableau VII - Compositions chimiques et formules structurales des feldspaths des xénolites d'Oranie (3 à 8 voir tableau I)

Chemical compositions and structural formulas of the Oranie xenoliths feldspar (3 to 8 see table I)

	3	3	5	5	5	8	8
	DZ-1 G	DZ11	Ben003	D15	K7	Ben030	Ben030
SiO ₂	57,24	62,97	52,14	55,19	56,18	55,76	55,42
Al ₂ O ₃	26,87	20,81	29,93	28,28	28,08	25,62	26,24
TiO ₂	0,17	0,62	0,00	0,06	0,00	0,15	0,22
FeO	0,18	1,10	0,08	0,19	0,24	0,64	0,49
MgO	0,06	0,28	0,02	0,09	0,05	0,25	0,25
CaO	8,63	3,17	12,95	10,72	8,72	9,32	10,42
Na ₂ O	5,89	8,24	4,29	5,37	5,59	6,47	5,76
K ₂ O	0,91	2,49	0,02	0,01	0,81	1,10	0,88
Total	99,95	99,68	99,43	99,91	99,67	99,31	99,68
FS à 8 oxygènes							
Si	2,568	2,831	2,379	2,487	2,556	2,565	2,539
Al	1,421	1,103	1,609	1,501	1,500	1,389	1,417
Ti	0,006	0,021	0,000	0,002	0,000	0,005	0,008
Fe	0,007	0,041	0,003	0,007	0,009	0,025	0,019
Mg	0,004	0,019	0,001	0,006	0,003	0,017	0,017
Ca	0,512	0,153	0,633	0,518	0,425	0,410	0,462
Na	0,415	0,718	0,379	0,469	0,493	0,577	0,512
K	0,052	0,143	0,001	0,001	0,047	0,065	0,051
Total	4,985	5,027	5,007	4,991	4,987	5,053	5,025
%An	52,30	15,08	62,49	52,43	44,04	38,97	45,07
%Ab	42,39	70,85	37,41	47,47	51,09	54,85	49,95
%Or	5,31	14,07	0,10	0,10	4,87	6,18	4,98

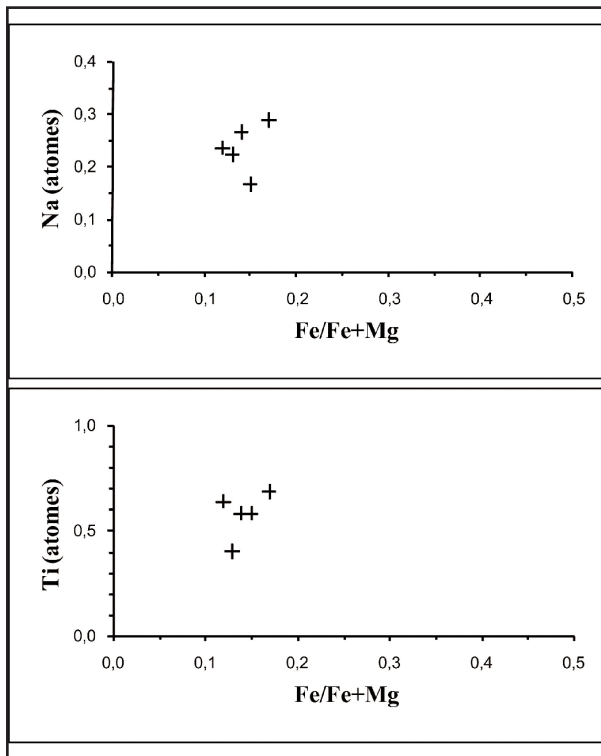


Fig. 8 - Diagramme Na (atomes) et Ti (atomes) vs Fe/Fe+Mg des micas des wehrlites

Na (atoms) and Ti (atoms) vs Fe/Fe+Mg diagrams in wehrlites micas

LES XÉNOLITES MANTELLIQUES DU VOLCANISME ALCALIN PLIO-QUATÉRNAIRE D'AÏN TÉMOUCHENT (ORANIE
NORD-OCCIDENTALE) : TÉMOINS D'INTERACTIONS MANTEAU SUPÉRIEUR – MAGMAS BASALTIQUES.

TiO₂ < 0,15 %; Na₂O < 0,40 % et Al₂O₃/CaO : 1 à 1,2) sont globalement très proches de celles estimées pour le manteau primitif (pyrolite de McDonough et Sun, 1995).

Les wehrlites montrent des compositions assez homogènes (mg* : 87,7 à 88,8; Al₂O₃ : 1,6 à 2,3 %; CaO : 3 à 4 % et TiO₂ : 0,22 à 0,25 %). L'enrichissement en calcium et en titane, par rapport aux harzburgites et aux lherzolites, reflète une plus forte proportion modale du cli-

nopyroxène dans ces roches et certainement une plus forte proportion de verre interstitiel. Leur rapport Al₂O₃/CaO (0,4 à 0,6) est largement inférieur aux valeurs estimées pour les roches mantelliennes fertiles (pyrolite de McDonough et Sun, 1995).

Globalement, les variations de composition en éléments majeurs des xénolites mantelliennes d'Oranie, révèlent une évolution continue et pratiquement linéaire, depuis les lherzolites

Tableau VIII - Compositions en éléments majeurs (%) et traces (ppm) des xénolites d'Oranie (1 à 8 voir Tableau I)

Major (wt%) and traces elements (ppm) compositions of the Oranie xenoliths (1 to 8 see Table I)

mg* = 100 MgO/MgO + FeO

	1	2	3	4	4	4	4	4	5	5	6	7	7	8
%	DZ 1	Ben005	DZ 11	Ben003	D 14	K 2	K 3	K 5	D 15	K 7	Ben004	Ben016	K6	Ben030
SiO ₂	42,15	42,50	42,89	43,56	43,34	43,74	43,96	44,54	43,25	42,81	40,78	40,98	40,83	40,96
Al ₂ O ₃	1,49	1,50	1,96	2,51	2,48	3,36	2,86	3,86	1,83	2,37	1,85	1,57	2,27	1,73
TiO ₂	0,07	0,03	0,05	0,08	0,04	0,10	0,10	0,15	0,05	0,07	0,22	0,25	0,22	0,22
FeOt	9,08	8,00	8,58	8,19	8,96	9,15	9,47	9,08	8,71	8,84	11,23	11,56	10,36	10,44
MnO	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,12	0,13	0,19	0,20	0,18	0,16
MgO	45,37	46,91	43,81	42,51	41,53	40,14	40,90	38,67	43,22	41,60	40,88	42,11	41,70	42,73
CaO	1,18	0,56	1,58	2,23	2,46	2,81	2,49	3,19	1,57	1,96	3,63	3,62	4,01	3,14
Na ₂ O	0,02	0,00	0,02	0,00	0,08	0,16	0,41	0,05	0,15	0,06	0,11	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	0,05	0,01	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,05	0,28	0,04
P ₂ O ₅	0,03	0,00	0,03	0,00	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04
PF	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total	99,57	99,63	99,05	99,21	99,07	99,61	100,38	99,71	98,92	97,87	98,95	100,38	99,87	99,46
mg*	90,74	92,29	90,92	91,06	90,08	89,58	89,44	89,31	90,68	90,22	87,71	87,72	88,76	88,83
ppm														
Sc	6,2	5,42	6,65	5,5	7,5	8	7,2	8,5	7	9,2	14,6	11,6	12,9	10,1
V	120	145	110	130	93	87	98	105	108	98	90	80	74	62
Cr	2320	2120	2200	2100	1800	1750	1900	1830	2010	1920	1861	2331	2174	1962
Ni	2539	2495	2482	2347	2270	2214	2217	2026	2504	2510	1646	2085	1984	2143
La	0,6	0,82	0,43	0,74	0,7	0,06	0,05	0,15	0,58	0,92	3,04	2,56	2,08	2,06
Ce	1,12	0,96	0,97	0,92	1,08	0,29	0,31	0,65	0,75	1,7	5,39	6,21	4,53	5,03
Nd	0,33	0,38	0,43	0,33	0,26	0,5	0,43	0,66	0,6	0,85	4,14	3,68	2,54	2,97
Sm	0,07	0,06	0,08	0,09	0,1	0,13	0,14	0,35	0,15	0,16	0,95	0,75	0,54	0,64
Eu	0,02	0,02	0,02	0,06	0,03	0,08	0,08	0,11	0,08	0,05	0,31	0,22	0,19	0,2
Gd	0,07	0,06	0,08	0,35	0,15	0,42	0,4	0,58	0,25	0,25	0,94	0,66	0,55	0,63
Dy	0,11	0,05	0,07	0,27	0,18	0,39	0,36	0,52	0,39	0,35	0,78	0,57	0,53	0,58
Er	0,1	0,08	0,06	0,16	0,14	0,29	0,29	0,35	0,22	0,23	0,36	0,29	0,31	0,31
Yb	0,12	0,09	0,07	0,19	0,16	0,28	0,25	0,35	0,18	0,2	0,3	0,27	0,28	0,28

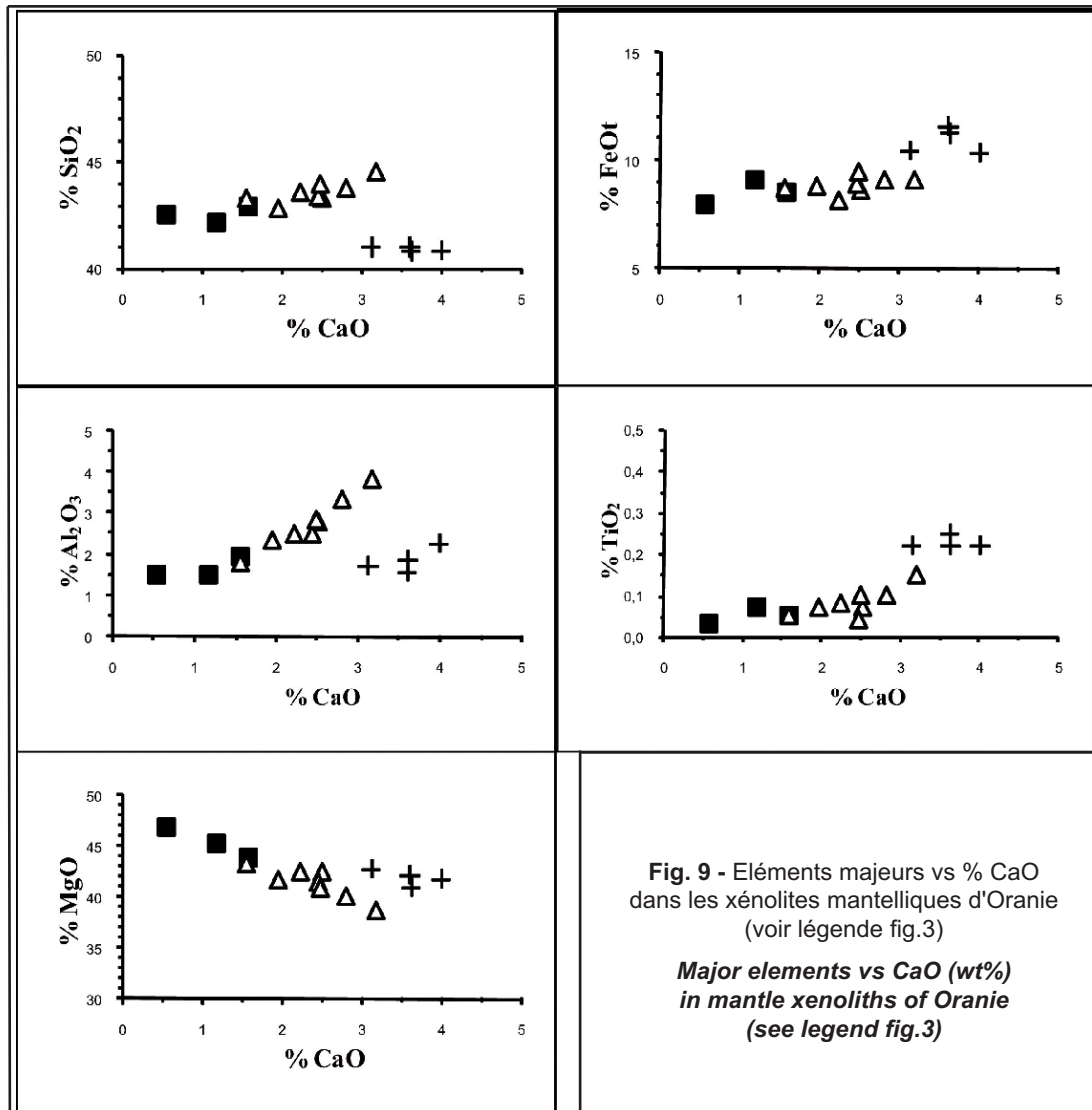
jusqu'aux harzburgites et, qui se traduit par une diminution des teneurs en silice, Al, Ti et fer corrélativement avec celles en calcium alors que les proportions en MgO augmentent (fig.9). Cette évolution est habituellement interprétée, dans les péridotites mantelliques, en terme de processus de fusion partielle progressive (Cabanes, 1988 ; Remaïdi, 1993). Les lherzolites à spinelle sont parmi les plus enrichies en Al_2O_3 , CaO, SiO_2 et FeO mais sont plus pauvres en magnésium (fig.9). Les wehr-lites sont, quant à elles, caractérisées par une évolution totalement différente de celle des

harzburgites et des lherzolites notamment en ce qui concerne les teneurs en Al_2O_3 , SiO_2 , FeO, MgO et TiO_2 .

IV.2- Les éléments en traces (tabl. VIII)

a) Les éléments de transition

Les teneurs en Ni, Cr, V et Sc sont relativement homogènes dans les roches étudiées. Ces éléments démontrent comme pour les éléments majeurs, l'évolution du caractère réfractaire,



depuis les lherzolites jusqu'aux harzburgites, en accord avec un processus de fusion partielle progressive (fig.10). Cette évolution se traduit par une augmentation des teneurs en V, Ni et Cr et une diminution de celles en Sc par rapport aux estimations pour le manteau primitif (pyrolite de McDonough et Sun, 1995). Dans les wehrlites, les teneurs en Sc sont élevées tandis que celles en V et Ni sont faibles. Ce groupe de roches ne s'intègre pas dans l'évolution du caractère réfractaire depuis les lherzolites aux harzburgites. L'enrichissement des wehrlites en Sc reflèterait également le caractère magmatique de leurs clinopyroxènes poecilitiques.

b) Les terres rares

De manière générale, toutes les harzburgites et les lherzolites étudiées sont appauvries en terres rares par rapport aux estimations du manteau primitif (McDonough et Sun, 1995). Les harzburgites à spinelle +/- amphibole montrent des spectres de terres rares légèrement concaves, en U asymétrique (fig.11), caractérisés par un enrichissement en terres rares légères par rapport aux terres rares moyennes et aux terres rares lourdes ($[La/Sm]_N$: 6,08 à 7,03; $[Sm/Yb]_N$: 0,88 – 2,22 et $[La/Yb]_N$: 5,35 à 15,61). Les lherzolites à spinelle montrent des spectres convexes de type DMM (Depleted

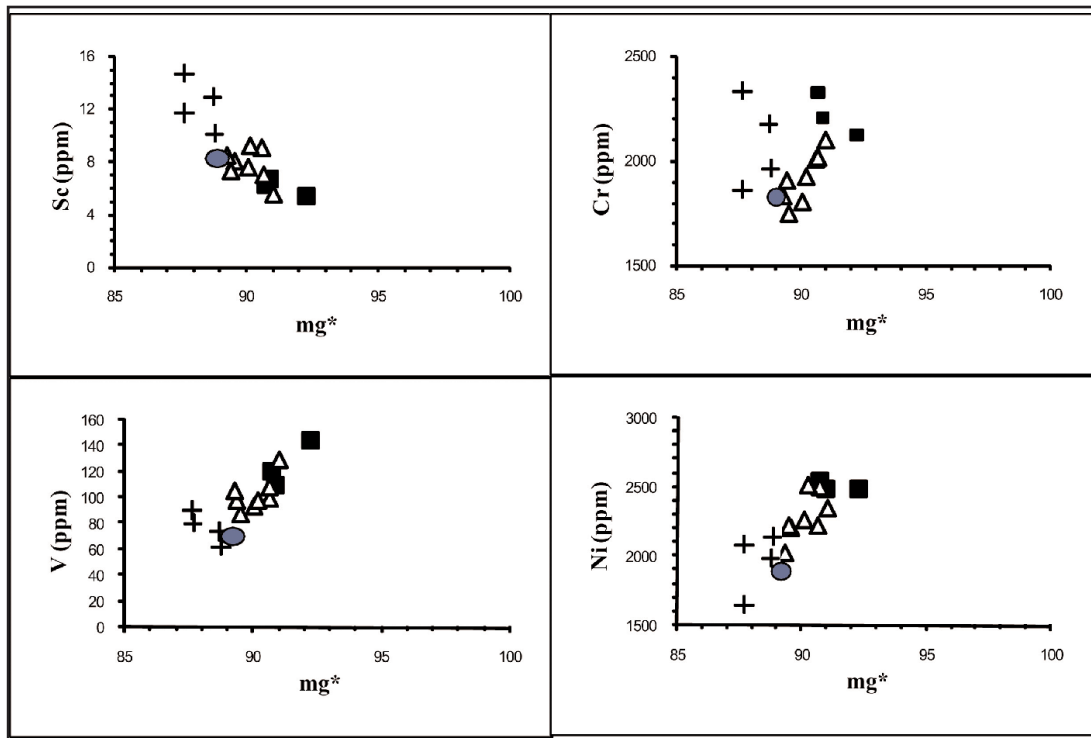


Fig. 10 - Eléments de transition (Ni, Cr, V et Sc) vs mg^* des xénolites mantelliques d'Oranie (voir légende fig.3)

Transition elements (Ni, Cr, V et Sc) vs mg^ in the Oraniamantle xenoliths (see legend fig.3)*

● : estimations pour le manteau primitif (Jagoutz et al., 1979) (*estimations for primitive mantle (Jagoutz et al., 1979)*)

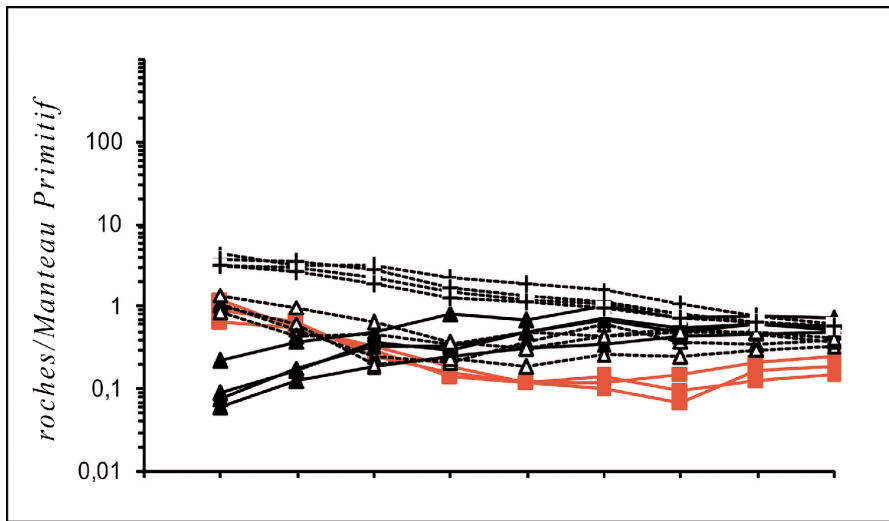


Fig. 11 - Spectres de terres rares des xénolites mantelliques d'Oranie (normalisés au Manteau Primitif, McDonough and Sun, 1995)

*REE patterns in the Oranie mantle xenoliths
(normalized to Primitive Mantle, McDonough and Sun, 1995)*

carrés rouges (*red squares*) : harzburgites à spinelle +/- amphibole +/- plagioclase (*spinel +/- amphibole +/- plagioclase harzburgites*).

triangles noirs (*black triangles*) : Iherzolites à spinelle (*spinel Iherzolites*).

triangles vides (*empty triangles*) : Iherzolites à spinelle +/- amphibole +/- plagioclase (*spinel +/- amphibole +/- plagioclase Iherzolites*).

croix (*cross*) : wehrlites (*wehrlites*).

Mantle MORB type) appauvris en terres rares légères par rapport aux terres rares moyennes et aux terres rares lourdes ($[La/Sm]_N$: 0,24 à 0,83 ; $[Sm/Yb]_N$: 0,52 à 0,74 et $[La/Yb]_N$: 0,12 à 0,52). Ces spectres deviennent parfois presque plats à partir des terres rares moyennes (fig.11). Les Iherzolites à spinelle +/- amphibole +/- plagioclase sont, en revanche, caractérisées par des spectres de terres rares, d'allure concave en U asymétrique (fig.11), enrichis en terres rares légères et en terres rares lourdes par rapport aux terres rares moyennes ($[La/Sm]_N$: 2,57 à 3,22; $[Sm/Yb]_N$: 0,71 à 0,76 et $[La/Yb]_N$: 1,95 à 2,28).

Les wehrlites sont globalement toutes enrichies en terres rares légères et en terres rares moyennes par rapport aux estimations du manteau primitif (McDonough et Sun, 1995). Leurs

spectres de terres rares sont très homogènes (fig.11) et indiquent un net enrichissement en terres rares légères par rapport aux terres rares moyennes et aux terres rares lourdes ($[La/Sm]_N$: 2,07 à 2,49; $[Sm/Yb]_N$: 2,14 à 3,52 et $[La/Yb]_N$: 5,28 – 7,27).

V- DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les xénolites mantelliques, associés aux produits volcaniques du complexe d'Aïn-Témouchent, forment trois groupes pétrographiques principaux : des harzburgites, des Iherzolites et des wehrlites. Ce sont des roches, à spinelle +/- amphibole +/- feldspath +/- mica noir, globalement caractérisées par des textures de déformation et de recristallisation typiques de tectonites mantelliques.

Par leurs caractéristiques pétrographiques, les xénolites mantelliques d'Aïn Témouchent traduisent des hétérogénéités texturales et minéralogiques du manteau supérieur sous-oranais. L'évolution depuis les lherzolites aux harzburgites se traduit principalement par une augmentation du rapport modal Opx/Cpx. Cette variation permet d'attribuer aux harzburgites un caractère plus réfractaire par rapport aux lherzolites (Sen *et al.*, 1993; Grégoire *et al.*, 2005; Ishimaru *et al.*, 2007; Sano et Kimura, 2007; Teitchou *et al.*, 2007).

Les wehrlites, caractérisées par le développement de textures poeciloblastiques, se surimposant à des textures de tectonites primaires, ainsi que par la présence de verre volcanique en volume plus important, diffèrent nettement des harzburgites et des lherzolites. Le clinopyroxène poecilitique résorbe de l'orthopyroxène. Les minéraux hydroxylés (amphibole et mica), plus abondants que dans les harzburgites et les lherzolites, sont également poecilitiques. Ils cristallisent surtout dans les poches et veinules de verre. La présence de clinopyroxène poecilitique résorbant de l'orthopyroxène a été également décrite dans de nombreux gisements de xénolites mantelliques et a été attribuée aux interactions entre manteau lithosphérique et magmas percolants (Grégoire *et al.*, 2000; Moine *et al.*, 2001; Shaw *et al.*, 2005; Médard *et al.*, 2006). De tels processus aboutissent notamment à la transformation de l'orthopyroxène en clinopyroxène. L'abondance de clinopyroxène poecilitique dans les wehrlites d'Oranie, associée à l'absence d'Opx, constitue donc un argument pour une histoire plus complexe que celle de simples résidus de fusion partielle. De plus, la présence de clinopyroxène, englobant et corrodant l'orthopyroxène, de feldspath et de minéraux hydroxylés poecilitiques (amphibole et mica) pourrait ainsi refléter une origine secondaire pour les wehrlites mantelliques d'Oranie suite à de profondes transformations de lher-

zolites ou de harzburgites pré-existantes et résultant d'importants processus de réactions "solides-liquides".

Les compositions chimiques en éléments majeurs et en éléments de transition montrent que les lherzolites et les harzburgites d'Oranie peuvent correspondre à des roches mantelliques évoluant depuis des faciès relativement fertiles jusqu'à des termes réfractaires dont les compositions sont compatibles avec celles de résidus de fusion partielle. Cependant, leurs teneurs en terres rares ne paraissent pas s'accorder, pour tous les échantillons, avec un modèle de simple fusion partielle qui se traduirait notamment par un appauvrissement systématique en terres rares légères par rapport aux terres rares moyennes et aux terres rares lourdes (Sen *et al.*, 1993; Shaw *et al.*, 2005; Teitchou *et al.*, 2007).

Globalement, les spectres de terres rares des lherzolites et des harzburgites d'Oranie montrent une évolution depuis une allure convexe de type DMM (Depleted Mantle MORB type), dans les lherzolites à spinelle, jusqu'à une allure concave en U asymétrique dans les harzburgites et les lherzolites à spinelle +/- amphibole +/- plagioclase. Ce type d'évolution est très comparable à celle décrite dans de nombreux gisements de xénolites mantelliques (Sen *et al.*, 1993; Grégoire *et al.*, 2005; Shaw *et al.*, 2005). Les spectres convexes de type MORB, appauvris en terres rares légères, sont interprétés en terme de fusion partielle. Les spectres concaves en U asymétrique, caractérisé par un enrichissement en terres rares légères par rapport aux terres rares moyennes et aux terres rares lourdes, traduiraient plutôt une fusion partielle suivie de processus métasomatiques dus à l'interaction entre le manteau péridotitique et des magmas qui le percolent. La présence d'amphibole +/- feldspath dans les harzburgites et dans certaines lherzolites traduirait ainsi la surimposition d'un métasoma-

tisme modal aux effets de processus de fusion partielle antérieurs dont les effets sont maintenant en grande partie estompés dans ces roches sauf, bien entendu, au niveau des compositions en éléments majeurs et les compositions modales.

Les wehrlites montrent des caractéristiques géochimiques et minéralogiques tout à fait particulières par rapport à celles des harzburgites et celles des lherzolites. Leur caractère plus ferrifère associé à un important enrichissement en terres rares légères, la présence d'amphibole, de mica, de feldspath, d'olivine plus ferrifère et de clinopyroxène moins magnésien mais plus alumineux et plus titanifère représentent autant d'arguments qui attestent de la percolation dans les péridotites d'un important volume de magma alcalin qui leur impose ainsi l'allure de leurs spectres de terres rares. Le net enrichissement en terres rares légères dans les wehrlites peut très bien refléter une oblitération presque totale d'un caractère réfractaire antérieur au cours de processus d'interactions entre le manteau supérieur péridotitique (lherzolites et/ou harzburgites) et des magmas basaltiques qui l'ont infiltré. Ces processus d'interactions seraient ainsi responsables d'une «wehrlitisation» importante de certaines zones du manteau supérieur sous-oranais. L'évidence de la percolation de liquides et des processus de dissolution/recristallisation associés sont attestés dans les wehrlites par :

1- la présence de veines et de poches de verre volcanique associée à la prédominance des textures poecilitiques indiquant des circulations de liquides et des recristallisations d'olivine, de clinopyroxène suite à la résorption d'orthopyroxène au cours de la réaction globale proposée par Zinngrebe et Foley (1995) :



2- la cristallisation tardive d'amphibole et de phlogopite correspondrait à la réaction propo-

sée par Ionov et *al.* (1994) et Yaxley et Kamenetsky (1999) :



3- une diminution des rapports mg* des roches totales et des minéraux;

4- l'enrichissement en Sc et en terres rares légères des roches reflèterait le caractère magmatique de leurs clinopyroxènes poecilitiques. Ce type d'enrichissement est habituellement attribué à un fractionnement chromatographique dans des péridotites mantelliques réagissant avec des liquides enrichis en terres rares légères (Shaw et *al.*, 2005; Médard et *al.*, 2006).

Enfin, l'affinité alcaline des liquides qui ont réagi avec les roches mantelliques d'Oranie est suggérée par : (i) les compositions riches en Al et Ti du clinopyroxène poecilitique; (ii) la cristallisation d'amphibole et de phlogopite dans les wehrlites et (iii) l'enrichissement en terres rares légères qui est caractéristique de roches du manteau supérieur infiltrées par des magmas alcalins (Shaw et *al.*, 2005; Médard et *al.*, 2006).

En conclusion, nous pouvons retenir que l'étude des xénolites mantelliques d'Oranie révèle une évolution très complexe du manteau supérieur sous-oranais. Cette évolution comprend deux étapes majeures : une fusion partielle et des interactions manteau-magmas basaltiques. La fusion partielle a permis de donner des lherzolites légèrement appauvries et des harzburgites plus réfractaires à partir d'un manteau lherzolitique fertile. Les interactions manteau-magmas sont responsables de la 'wehrlitisation' de certaines zones du manteau supérieur sous-oranais et de la surimposition d'un métasomatisme à grande échelle qui oblitère en grande partie les effets antérieurs de fusion partielle subis par les roches.

BIBLIOGRAPHIE

- BENDOUKHA, R. 2008.** Etude dynamique, pétrographique et géochimique du volcanisme plio-quaténaire d'Oranie (Algérie occidentale). *Thèse Doct. Etat, USTHB, Alger*, 226 p.
- BENDOUKHA, R., MEGARTSI, M., COTTIN, J.Y. ET TABELIOUNA, M. 2009.** Nouvelles données sur les caractères dynamiques et géochimiques du volcanisme alcalin mio-plio-quaténaire de l'Oranie (Algérie nord-occidentale). *Bulletin du Service Géologique National, vol. 20, n°3*, pp. 1-34
- CABANES, N. 1988.** Contribution à l'étude des zones de cisaillement dans le manteau supérieur. Analyse texturale, pétrologique et géochimique de deux gisements de péridotite en enclaves dans les basaltes alcalins, Monferrier (Hérault, France) et San Quintin (Baja, Californie). *Thèse Université, Montpellier*, 288 p.
- COTTIN, J.Y., DELPECH, G., ZERKA, M., O'REILLY, S.Y., LOUNI, A., GRÉGOIRE, M. AND LORAND, J.P. 2007.** Mantle xenoliths evolution during Neogene post-collisional transition from calcalkaline to alkaline volcanism in Oranie : a slab breakoff. *European Mantle Workshop : "Petrological evolution of the European Lithospheric mantle : from Archean to present day"*, Ferrara, August 29-31, abstract 72p.
- COULON, C., MEGARTSI, M., FOURCADE, S., MAURY, R.C., BELLON, H., LOUNI-HACINI, A., COTTIN, J., COUTELLE, A. AND HERMITTE, D. 2002.** Post-collisional transition from calcalkaline to alkaline volcanism during the Neogene In Oranie (Algeria) : magmatic expression of a slab breakoff. *Lithos*, 62, pp. 87-110.
- DOWNES, H. 2001.** Formation and modification of the shallow sub-continental lithospheric mantle: a review of geochemical evidence from ultramafic xenoliths suites and tectonically emplaced ultramafic massifs of Western and Central Europe. *Journal of Petrology*, 42, 1, pp. 233-250.
- DOWNES, H., MACDONALD, R., UPTON, B.G.J., COX, K.G., BODINIER, J.L., MASON, P.R.D., JAMES, D., HILL, P.G. AND HEARN, B.C. 2004.** Ultramafic xenoliths from the Bearpaw Mountains, Montana, USA : evidence for multiple metasomatic events in the lithospheric mantle beneath the Wyoming craton. *Journal of Petrology*, 45, 8, pp. 1631-1662.
- GRÉGOIRE, M., MOINE, B., O'REILLY, S.Y., COTTIN, J.Y. AND GIRET, A. 2000.** Trace element residence and partitioning in mantle xenoliths metasomatised by high alkaline silicate and carbonate-rich melts (Kerguelen Islands, Indian Ocean). *Journal of Petrology*, 41, pp. 477-509.
- GRÉGOIRE, M., TINGUELY, C., BELL, D.R. AND LE ROEX, A.P. 2005.** Spinel lherzolite xenoliths from the Premier kimberlite (Kaapvaal craton, South Africa) : nature and evolution of the shallow upper mantle beneath the Bushveld complex. *Lithos*, 84, pp. 185-205.
- HERNANDEZ, J., DE LAROUZIÈRE, F.D., BOLZE, J. ET BORDET, P. 1987.** Le magmatisme néogène bélico-rifain et le couloir de décrochement transalboran. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 8, t.III, n°2, pp. 257-267.
- IONOV, D.A., HOFMANN, A.W. AND SHIMIZU, N. 1994.** Metasomatism-induced melting in mantle xenoliths from Mongolia. *Journal of Petrology*, 35, part 3, pp. 753-785.
- IONOV, D., GRÉGOIRE, M. AND PRIKHOD'KO, V.S. 1999.** Feldspar-Ti-oxide metasomatism in off-cratonic continental and oceanic upper mantle. *Earth and Planetary Science Letters*, 165, pp. 37-44.
- IONOV, D., CHAZOT, G., CHAUVEL, C., MERLET, C. AND BODINIER, J.L. 2006.** Trace element distribution in peridotite xenoliths from Tok, SE Siberian craton : a record of pervasive, multi-stage métasomatism in shallow refractory mantle. *Geochimica and Cosmochimica, Acta*, 70, pp. 1231-1260.

- ISHIMARU, S., ARAI, S., ISHIDA, Y., SHIRASAKA, M. AND OKRUGIN, V.M. 2007. Melting and multi-stage metasomatism in the mantle wedge beneath a frontal arc inferred from highly depleted peridotite xenoliths from the Avacha volcano, Southern Kamchatka. *Journal of Petrology*, 48, 2, pp. 395-433.
- MAURY, R.C., FOURCADE, S., COULON, C., EL-AZZOUZI, M., BELLON, H., COUTELLE, A., OUABADI, A., SEMROUD, B., MEGARTSI, M., COTTON, J., BELANTEUR, O., LOUNI-HACINI, A., PIQUÉ, A., CAPDEVILA, R., HERNANDEZ, J. AND REHAULT, J.P. 2000. Post-collisional Neogene magmatism of the Mediterranean Maghreb margin : a consequence of a slab breakoff. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 331, pp. 159-173.
- MCDONOUGH, W.F. AND SUN, S.S. 1995. The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120, pp. 223-253.
- MÉDARD, E., SCHMIDT, M.W., SCHIANO, P. AND OTTOLINI, L. 2006. Melting of amphibole-bearing wehrlites : an experimental study on the origin of ultra-calcic nepheline-normative melts. *Journal of Petrology*, 3, pp. 481-504.
- MEGARTSI, M. 1985. Le volcanisme mio-plioquaternaire de l'Oranie nord-occidentale : géologie, pétrologie, géodynamique. *Thèse Doct. Etat, USTHB, Alger*, 296 p.
- MERCIER, J.C.C. AND NICOLAS, A. 1975. Textures and fabrics of upper mantle peridotites as illustrated by xenoliths from basalts. *Journal of Petrology*, 16, pp. 454-486.
- MOINE, B.N., GRÉGOIRE, M., O'REILLY, S.Y., SHEPARD, S.M.F. AND COTTIN, J.Y. 2001. High strength element (HFSE) fractionation in the upper mantle : evidence from amphibole-rich composite mantle from the Kerguelen Islands (Indian Ocean). *Journal of Petrology*, 42, pp. 2145-2167.
- PIQUÉ, A., AÏT-BRAHIM, L., EL-AZZOUZI, M., MAURY, R.C., BELLON, H., SEMROUD, B. ET LAVILLE, E. 1998. Le poinçon maghrébin : contraintes structurales et géochimiques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 326, pp. 575-581.
- REMAÏDI, M. 1993. Etude pétrologique et géochimique d'une association de péridotites réfractaires-pyroxénites dans le massif de Ronda (Espagne). Implications pour les mécanismes de circulation des magmas dans le manteau supérieur. *Thèse de Doct., Univ.de Montpellier*, 360 p.
- SADRAN, G. 1958. Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell oranais. *Publ. Serv. Carte Géol., Algérie*, nlle.série, bull. n°18, 533p.
- SANO, S. AND KIMURA, J.I. 2007. Clinopyroxene REE geochemistry of the Red Hills peridotite, New Zealand : Interpretation of magmatic processes in the upper mantle and in the Moho transition zone. *Journal of Petrology*, 48, 1, pp. 113-139.
- SEN, G., FREY, F.A., SHIMIZU, N. AND LEEMAN, W.P. 1993. Evolution of the lithosphere beneath Oahu, Hawai : Rare Earth Element abundance in mantle xenoliths. *Earth and Planetary Science Letters*, 119, pp. 53-69.
- SHAW, C.S.J., EYZAGUIRRE, J., FRYER, B. AND GAGNON, J. 2005. Regional variations in the mineralogy of metasomatic assemblages in the mantle xenoliths from the West Eifel volcanic field, Germany. *Journal of Petrology*, 46, 5, pp. 945-972.
- TEITCHOU, M.I., GRÉGOIRE, M., DANTAS, C. ET TCHOUA, F.M. 2007. Le manteau supérieur à l'aplomb de la plaine de Kumba (ligne du Cameroun), d'après les enclaves de péridotites à spinelle dans les laves basaltiques. *Comptes Rendus de Géoscience, Paris*, 339, pp. 101-109.
- WEBER, B. 1991. Interactions basalte-lithosphère mantellique en contexte intraplaque océanique: exemple de Tahiti et Tahaa (plaque rapide) et de la Réunion (plaque lente). *Thèse Univ., Ecole des Mines, Paris*, 222 p.
- YAXLEY, G.M. AND KAMENETSKY, V. 1999. In situ origin for glass in mantle xenoliths from South-Eastern Australia : insights from trace element compositions of glasses and metasomatic phases. *Earth and Planetary Science Letters*, 172, pp. 97-109.

LES XÉNOLITES MANTELLIQUES DU VOLCANISME ALCALIN PLIO-QUATERNAIRE D'ÂIN TÉMOUCHENT (ORANIE NORD-OCCIDENTALE) : TÉMOINS D'INTERACTIONS MANTEAU SUPÉRIEUR – MAGMAS BASALTIQUES.

- ZERKA, M. 2004.** Le Manteau sous la Marge maghrébine : relations 'infiltrations-réactions-cristallisations' et cisaillements lithosphériques dans les enclaves ultramafiques du volcanisme alcalin plio-quadernaire d'Oranie, exemples des complexes d'Âin Témouchent et de la Basse Tafna (Algérie nord-occidentale). *Thèse Doct. Etat, Univ. Oran*, 234 p.
- ZINNGREBE, E. AND FOLEY, S.F. 1995.** Metasomatism in mantle xenoliths from Gees, West Eifel, Germany : evidence from the genesis of calc-alkaline glasses and metasomatism Ca-enrichment. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 122, pp. 79-96.
- ZERKA, M., COTTIN, J.Y., GRÉGOIRE, M., LORAND, J.P., MEGARTSI, M. ET MIDOUN, M. 2002.** Les xénolites ultramafiques du volcanisme alcalin quadernaire d'Oranie (Tell, Algérie occidentale), témoins d'une lithosphère cisailée et amincie. *Comptes Rendus de Géoscience*, 334, pp. 387-394.

ERRATUM

La planche photo ci - dessous, omise lors de la mise en forme de la maquette finale du vol 22, n°1, du Bulletin du Service Géologique National, est à placer en page 26 (Article de M. ZERKA *et al.*)

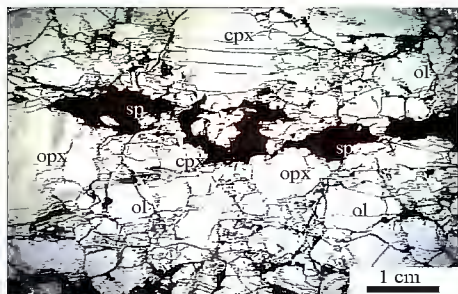


Photo 1 - Lherzolite porphyroclastique à spinelle. La foliation est soulignée par l'alignement et l'étirement des porphyroclastes de spinelle.
Porphyroclastic spinel ilmenite. The foliation is underlined by the alignment and the stretching of spinel porphyroclasts.

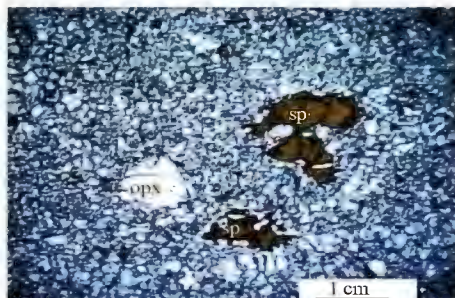


Photo 2 : lherzolite équi-granulaire à spinelle, amphibole et plagioclase. L'amphibole apparaît en très petits cristaux marron clair. Le plagioclase forme soit des sections limpides disséminées dans la matrice ou un liseré bordant le spinelle.
Equigranular spinel, amphibole and plagioclase ilmenite. Amphibole appears as very small crystals slightly brown coloured. Plagioclase form either limpid sections disseminated or bordering spinel.

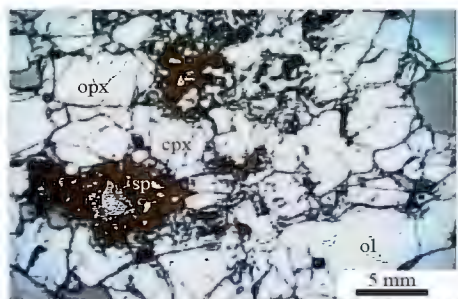


Photo 3- Harzburgite porphyroclastique recristallisée à spinelle et amphibole. L'amphibole apparaît en petits cristaux marron clair.
Recrystallized porphyroclastic spinel and amphibole harzburgite. Amphibole appears as very small crystals slightly brown coloured.

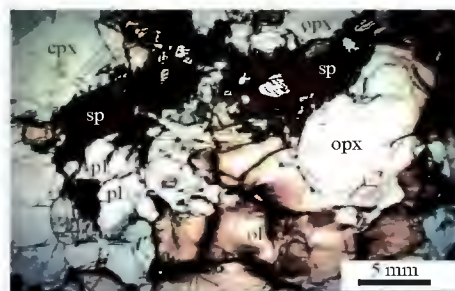


Photo 4- Harzburgite protogranulaire à spinelle et plagioclase
Protogranular spinel and plagioclase harzburgite.

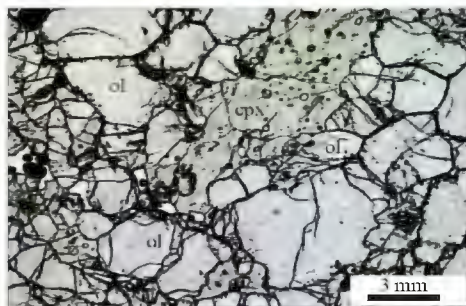


Photo 5 : wehrlite porphyroclastique recristallisée à spinelle. Le clinopyroxène est poecilitique et riche en inclusions de spinelle, mica et feldspath.
Recrystallized porphyroclastic spinel wehrlite. Clinopyroxene is poikilitic and rich in spinel, mica and feldspar.

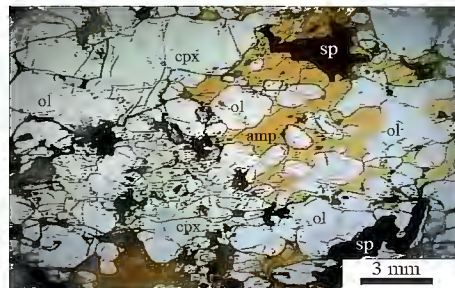


Photo.6 : wehrlite à spinelle et amphibole.
spinel and amphibole wehrlite

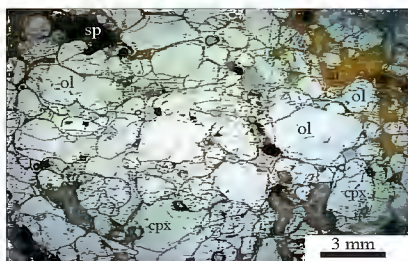


Photo.7 : wehrlite à spinelle et mica noir. Le verre, grisâtre à marron clair, s'insinue aux joints de grains.

spinel and mica wehrlite. The glass, light grey to slightly brownish, penetrates between the grains boundaries.

abréviations : ol : olivine - cpx : clinopyroxène - amp : amphibole - sp : spinelle - v : verre
ol : olivine - cpx : clinopyroxene - amp : amphibole - sp : spinel - v : glass