

HYPOTHÈSE D'UNE ACCRÉTION OCÉANIQUE ÉBURNÉENNE ET SES IMPLICATIONS SUR L'ORIGINE DES KIMBERLITES ET ÉCLOGITES SAHARIENNES (ALGÉRIE).

Sid Ali KECHID*

RÉSUMÉ

L'hypothèse d'un épisode particulier d'accrétion océanique à l'Eburnéen est une contribution au débat actuel concernant l'origine des kimberlites (ou diamants détritiques) et des éclogites (ou grenats détritiques) sahariens. Cette hypothèse, qui est inscrite dans un cadre global de l'histoire du Bouclier targui, vient en réponse au problème relatif à l'épaississement lithosphérique, imposé en tant que condition préalable à la genèse des kimberlites, et à celui relatif à la multiplication des plans de subductions, supposés à l'origine des éclogites « panafricaines », des modèles récents.

Un modèle de subduction à angle faible, par imbrication d'une lithosphère océanique, selon des processus comparables à ceux décrits sous le craton sud-africain du Kaapvaal, permet de bien représenter un épaississement de la lithosphère saharienne contemporain de l'orogénèse éburnéenne, dont les racines seraient préservées dans les zones orientales, éloignées de la suture actuelle, ainsi que le mode de mise en place d'éclogites rétrogrades dont les protolithes seraient des metabasites panafricaines et/ou éburnéennes. Le démantèlement de kimberlites et d'éclogites anté-panafricaines constituerait la source des minéraux détritiques retrouvés en nombre dans les alluvions sahariens (diamants, grenats, Mg-ilménite, chromite). Ce modèle peut également rendre compte de l'importante extension horizontale d'une déformation éburnéenne homogène, observée sur une grande superficie du Hoggar.

Mots clés - Accrétion océanique – Eburnéen – Kimberlites – Eclogites.

HYPOTHESIS OF AN EBURNEAN OCEANIC ACCRETION AND ITS IMPLICATIONS ON THE ORIGIN OF SAHARIAN KIMBERLITES AND ECLOGITES (ALGERIA)

ABSTRACT

The hypothesis of a peculiar episode of an Eburnean oceanic accretion is a contribution to the present debate concerning the origin of Saharian kimberlites (or detrital diamonds) and eclogites (or detrital garnets). This hypothesis, which is inscribed in a global context of the Targui shield history, is a response to the problem of lithospheric thickening, imposed as previous condition for kimberlites genesis, and of repeated subductions, supposed in the begening of «Panafrican» eclogites formation, of recent models.

A low-angle subduction model by lateral imbrications of an oceanic lithosphere, during Eburnean orogeny, by comparable processes to those described under the south-african Kaapvaal craton, could be useful for representing a thickening of the Saharian lithosphere, whose roots would be conserved in eastern zones, far from the today suture, as well as the origin of retrogressed eclogites

*Laboratoire de métallogénie et magmatisme de l'Algérie. FSTGAT-USTHB, BP 32, El Alia 16111, Alger, Algérie.
E-mail: kechidsa3@yahoo.fr

- *Manuscrit déposé le 15 Janvier 2007, accepté après révision le 07 Mars 2007.*

whose protoliths would be metabasites of Panafrican and/or Eburnean ages. The break up of earlier Panafrican kimberlites and eclogites can account for the source of the numerous detrital minerals found in saharian quaternary alluvions deposits (diamond, garnet, Mg-ilmenite, chromite). This model can also account for the important horizontal extension of a homogeneous eburnean deformation, observed in a large area of the Hoggar.

Key words - Oceanic accretion – Eburnean – Kimberlites – Eclogites.

INTRODUCTION

Les interprétations géodynamiques généralement retenues sur la structure actuelle du Bouclier targui montrent que l'orogénèse panafricaine aurait conservé les empreintes ubiquistes d'événements anciens, pouvant représenter les indices supplémentaires importants d'une histoire magmatique (kimberlites) et métamorphique (éclogites) probablement polyphasée. La découverte récurrente de diamant détritique (Reggane, In Ouzzal, Silet, Tiririne; ex : Kaminsky et *al.*, 1990) et d'ilménite magnésienne (Atakor, In Téria; ex : Dautria, 1988; Kechid, 2006) impliquerait des profondeurs de cristallisation supérieures à celle, à priori, retenue pour la lithosphère saharienne (≤ 150 km). De même, la présence de mélilitites à olivine dans le bassin d'Illizi (In Téria), qui sont des laves génétiquement proches des kimberlites, peut constituer un argument supplémentaire en faveur d'une lithosphère originelle épaisse qui aurait subi les effets relativement récents d'une érosion thermique. Par ailleurs, il est admis depuis longtemps que les éclogites puissent représenter des marqueurs de subduction qui ont pu opérer, et ce, dès l'Archéen, en témoignent les inclusions de paragéneses éclogitiques dans des diamants de kimberlites anciens (3300 Ma), preuve que les conditions physiques (lithosphère épaisse) et mécaniques (subduction) étaient déjà réunies à cette époque, ou bien la subduction des fameuses komatiites. Le modèle de mise en place des éclogites « panafricaines » rétrogrades par le biais de processus de subductions multiples, restreints à la seule période panafricaine (Caby et Monier, 2003), se heurte à des contraintes d'ordre essentiellement géométriques, imposées par la tectonique globale, et géochronologiques, étant donné les âges

panafricains déterminés, qui ne reflèteraient, peut-être, que les empreintes rétro-morphiques tardives de leur exhumation et non de leur histoire métamorphique complète, notamment celle prograde de subduction de protolithes ophiolitiques panafricains ou méta-ophiolitiques anté-panafricains.

L'hypothèse d'une accretion océanique éburnéenne, inspirée du modèle sud-africain de diverticulation latérale d'une lithosphère océanique sous le craton du Kaapvaal (Helmstaedt et Schulze, 1989; Shirey et *al.*, 2003)), permet, dans le cas du Bouclier targui, et de prévoir les mécanismes pouvant générer un épaississement de la lithosphère saharienne et la mise en place des kimberlites, et de représenter les principaux réservoirs des éclogites.

I - ÉVOLUTION DE LA LITHOSPHERE SAHARIENNE

I. a. Histoire anté-panafricaine

Les informations disponibles sur l'histoire anté-panafricaine montrent que la disposition actuelle (craton ouest-africain / zone mobile orientale; fig. 1) a probablement existé aussi à l'Eburnéen et, peut-être même, à l'Archéen. En somme l'histoire panafricaine (océanisation-collision) ne serait qu'un « remake » de l'histoire éburnéenne (et archéenne ?). En effet, dès les années 70, des controverses ont vu le jour entre, d'une part, Choubert et Faure-Muret et les géologues du Hoggar (Gravelle, Caby, Bertrand...), d'autre part, concernant les âges donnés aux différentes formations décrites dans le Hoggar (et reconnues, semble-t-il, au Maroc par les premiers auteurs) et, donc, du début de l'initiation

HYPOTHÈSE D'UNE ACCRÉTION OCÉANIQUE ÉBURNÉENNE ET SES IMPLICATIONS
SUR L'ORIGINE DES KIMBERLITES ET ÉCLOGITES SAHARIENNES (ALGÉRIE)

de l'océan panafricain. Pour Choubert et Faure-Muret (1971), cet océan aurait commencé à être initié dès 1600 Ma (âge de la série à stromatolithes). Il est à noter que Michard (1976) avait déjà imaginé l'existence d'un sillon géosynclinal qui se serait constitué antérieurement à 1600 Ma, à la marge nord du Craton ouest-africain, dans l'Anti-Atlas marocain. Quant à l'histoire post-éburnéenne, inscrite dans le môle In Ouzzal, mais que l'on peut généraliser à tout le Hoggar, la remontée isostasique a été probablement très lente, car les premières formations discordantes visibles sur le môle In Ouzzal cratonisé, sont rapportées à celles de la

Série verte (d'âge environ 850 Ma ; Caby, 1970). Dans le même ordre d'idée, Moussine-Pouchkine et *al.* (1988) ont estimé dans le même domaine une lacune d'environ 800 Ma, comprise entre la fin de l'orogénèse éburnéenne jusqu'au début de l'orogénèse panafricaine, qu'ils imputent à l'exceptionnelle stabilité du socle, en liaison avec une cratonisation parfaite. Par ailleurs, les résultats récents montrent que le môle In Ouzzal a été affecté par la mise en place de complexes basiques/ultrabasiques supposés panafricains (Talbi et *al.*, 2007) et de granitoïdes tardi-panafricains (580 Ma ; Fezza et *al.*, 2005).

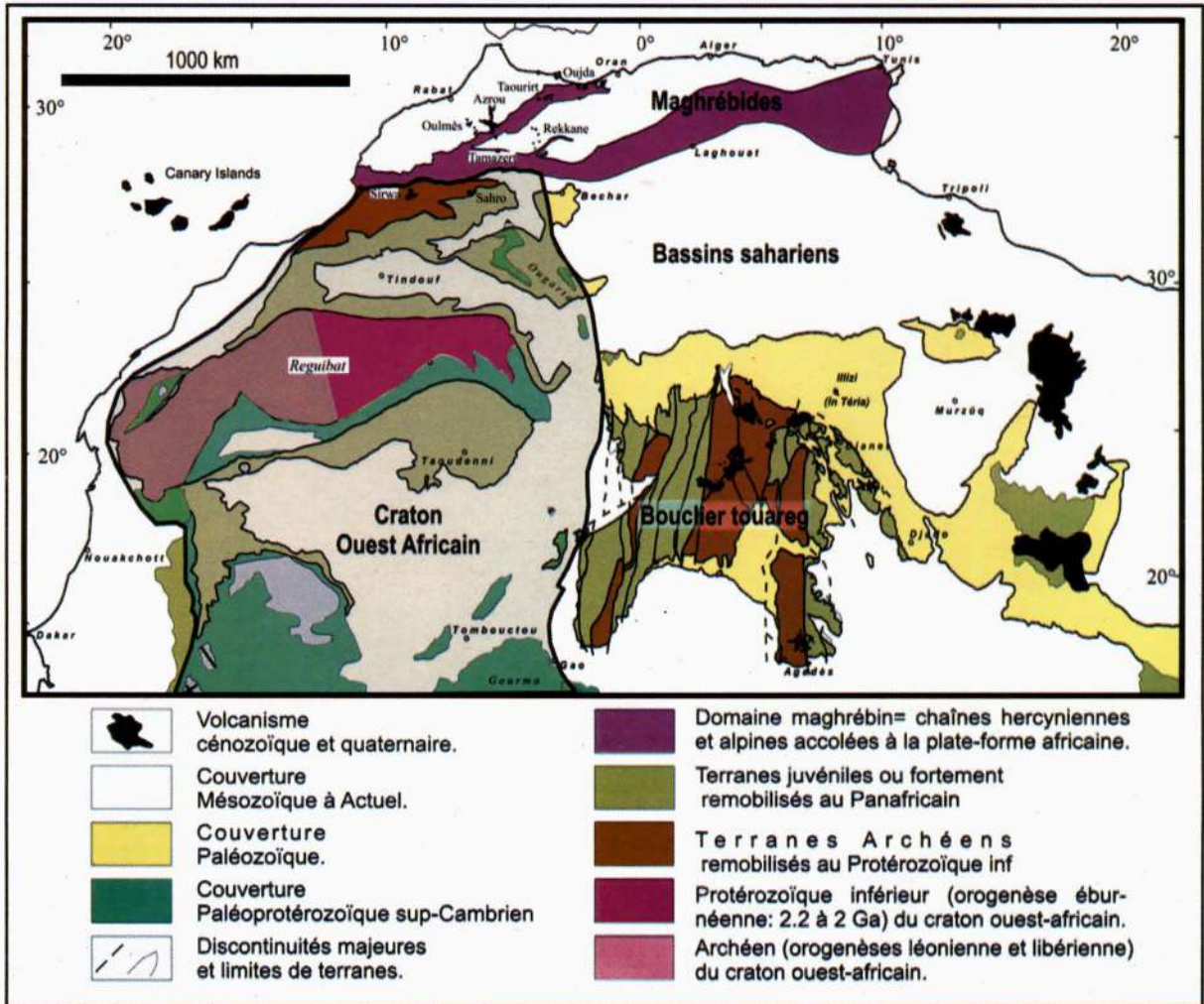


Fig. 1- Carte géologique des grands ensembles structuraux de l'Afrique du NW (In : Liégeois et *al.*, 2005).

*Geological map of main structural domains of northwestern Africa (In : Liégeois et *al.*, 2005).*

I. b. Amplitude de la tectonique Eburnéenne

Une étude tectonique récente (Benyahia et *al.*, 2005) dans le micro-bloc de Tamanrasset (Hoggar central), a montré dans des gneiss granulitiques une déformation ductile témoignant d'une tectonique chevauchante ayant servi à l'édification de la chaîne éburnéenne, dont il ne reste que la racine granulitique. Cette étude fait suite à d'autres travaux, dans d'autres régions du Hoggar peu réactivées au Panafricain, où cette déformation éburnéenne a été mise en évidence dans des ensembles orthogneissiques de l'Aleksod (Hoggar central; Bertrand, 1974), ou bien au sein d'un mélange tectonique intense entre de grands complexes basiques et du matériel gneissique, dans les conditions du faciès granulite de haute pression, dans les Gour-Oumelelen (Hoggar central; Latouche, 1978), de même que dans des formations gneissiques, du même grade que les précédentes, dans le môle d'In-Ouzzal (Hoggar occidental; Haddoum et *al.*, 1994).

Une telle amplitude de la déformation peut trouver une explication dans le cadre de la présente hypothèse, dans le sens où, à l'Eburnéen le fonctionnement d'accidents profonds, induits par imbrication et diverticulation d'une lithosphère océanique sous la « zone mobile orientale », s'est propagé dans les niveaux continentaux superficiels (fig. 6).

I. c. Amplitude des délaminations lithosphériques panafricaines

L'origine et les caractéristiques géochimiques du volcanisme alcalin intraplaque du domaine panafricain, qui seraient liées à des processus de délaminations lithosphériques (Black et Liégeois, 1993) comparables à ceux décrits sous l'Himalaya ou sous le plateau du Colorado, montre en réalité que ce phénomène tectonique est généralement concentré au niveau des zones de suture et n'excéderait pas 200 à 300 km d'extension horizontale. Ainsi, les parties centrales des zones mobiles, ou celles qui sont éloignées des zones de sutures, peuvent conserver une lithosphère relativement épaisse, ce qui est probablement le cas pour le vaste domaine panafricain, large de 1000 km.

D'ailleurs, le résultat principal des travaux concernant le plateau du Colorado montre plutôt un épaissement de la lithosphère continentale pendant le Phanérozoïque. Cet épaissement est interprété comme étant le résultat de délaminations successives d'une lithosphère océanique en subduction (fig.2), mais impliquant dans ce cas particulier un angle faible, plutôt caractéristique de l'Archéen, en raison des vitesses d'expansion relativement élevées considérées à cette époque (40-80 cm/an; Arndt, 1983). Cependant, selon certains auteurs, ce mécanisme de subduction à angle faible, particulier à l'Archéen, peut exceptionnellement opérer à des époques post-archéennes, comme c'est le cas au Phanérozoïque sous le plateau du Colorado (Helmstaedt et Gurney, 1984; Helmstaedt et Schulze, 1988). La subduction est matérialisée sous ce plateau nord-américain par un empilement répété d'écaillés de roches ultramafiques et de roches sédimentaires, sous forme de duplex sous la croûte continentale (ex : Boyer et Elliott, 1983), à l'instar de la cordillère occidentale d'Amérique du Nord (Page et *al.*, 1986), où ce type de structure tectonique est démontré par des résultats d'études sismiques.

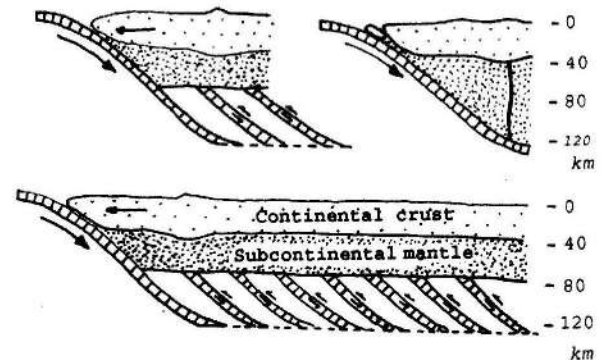


Fig. 2 - Exemple de modèle d'imbrication progressive de blocs ophiolitiques lors d'une subduction à angle faible (Plateau du Colorado). La zone de subduction initiale à arc insulaire (en haut à droite) est surmontée par une lithosphère continentale après augmentation de la vitesse de convergence (d'après Helmstaedt et Schulze, 1988).

Example of progressive imbrication model of ophiolite slabs during low angle subduction (Colorado plateau). Initial subduction zone with islander (upper right) is overridden by continental lithosphere after increase in convergence rate (From Helmstaedt et Schulze, 1988).

HYPOTHÈSE D'UNE ACCRÉTION OCÉANIQUE EBURNÉENNE ET SES IMPLICATIONS
SUR L'ORIGINE DES KIMBERLITES ET ÉCLOGITES SAHARIENNES (ALGÉRIE)

I. d. Caractéristiques thermiques

Les caractéristiques thermiques de la lithosphère saharienne (fig.3) sont en faveur d'une évolution non uniforme, depuis des zones très profondes (>150 km), ayant échappé aux effets réducteurs de l'érosion thermique (ex : Hoggar, méridien 7° E), jusqu'aux zones fortement amincies, en rifting (Tassilis), en passant par des zones relativement peu profondes (Plateforme saharienne). Cependant, cette observation ne transparait pas dans les représentations traditionnelles, selon lesquelles le Hoggar, par exemple, doit être considéré dans son intégralité, au même titre que les deux autres domaines sahariens, comme un ensemble uniforme, autonome, entièrement et fortement délaminé. Les interprétations des résultats combinés sur le flux thermique des régions sahariennes et des données de pétrologie théorique (Lesquer *et al.*, 1990) ne sortent pas des limites de cette contrainte, et une reconsidération plus appropriée du solidus (péridotite + fraction volatile; ex: Wyllie, 1978)

permet d'obtenir une intersection avec le géotherme du Hoggar (méridien 7°E) à une profondeur clairement supérieure à 150 km (fig.3).

Bien que la découverte de kimberlites n'est pas encore rendue effective au Sahara, la présence de diamant détritique et d'ilménite très magnésienne (ex : 15% MgO, Dautria, 1988; 12% MgO, Kechid et Megartsi, 2005; Kechid, 2006) autorise la considération d'épisodes kimberlitiques dans cette région. Rappelons que même sous les régions soumises à de fortes érosions thermiques et extractions magmatiques (rifts), la lithosphère peut conserver latéralement une épaisseur originelle (fig.4). De plus, l'allure du géotherme du Hoggar (fig.3), qui paraît traduire une faible élévation de la température en fonction de la profondeur, caractériserait, du moins dans la zone Hoggar où les mesures de flux thermique ont été réalisées (méridien 7°E), une lithosphère relativement très épaisse, qui serait plutôt comparable à celle des domaines cratoniques qu'à celle des zones mobiles auxquelles le

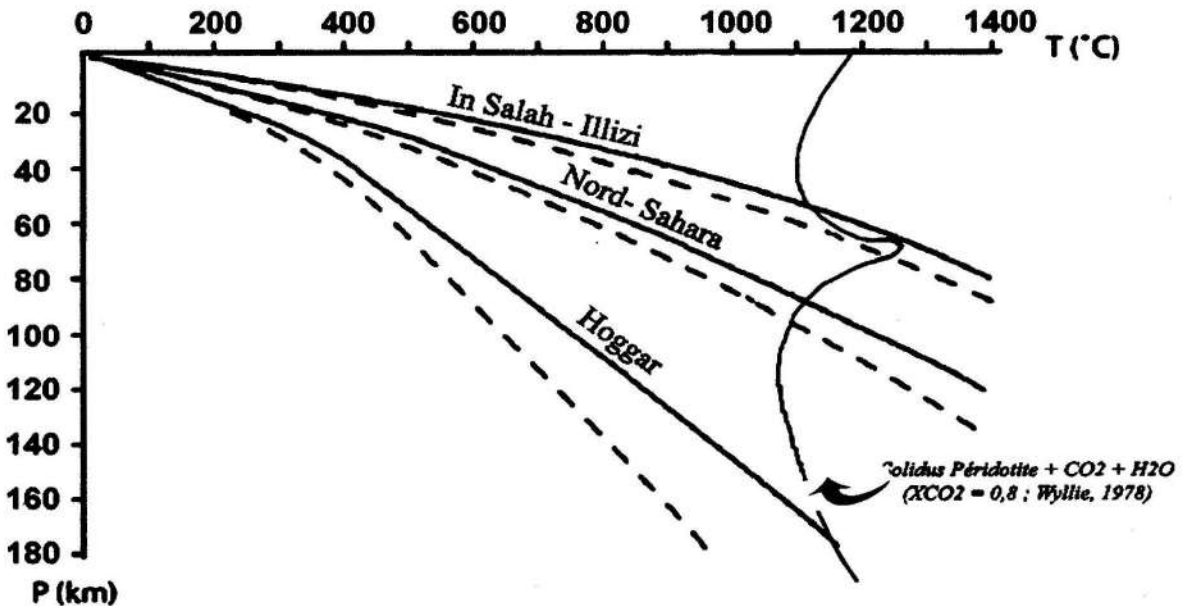


Fig. 3 - Représentation des géothermes sahariens (Lesquer *et al.*, 1990) et du solidus des péridotites ($X_{CO_2} = 0,8$; Wyllie, 1978).

Sketch of saharian geotherms (Lesquer *et al.*, 1990) and peridotite solidus ($X_{CO_2}=0.8$; Wyllie, 1978).

Hoggar est traditionnellement rattaché dans son ensemble. Sachant que dans d'autres contrées du Hoggar (ex : Atakor ; Dautria, 1988) où il s'est produit une importante érosion thermique, provoquée par l'intrusion d'une forte source de chaleur (point chaud) à la base de la lithosphère, matérialisée par l'établissement d'un gradient géothermique probablement comparable à ceux des bassins sahariens, cela veut dire que le géotherme en question ici n'est pas représentatif de l'ensemble du Hoggar. Cela veut dire aussi qu'en dehors des régions plus ou moins perturbées thermiquement et, sans doute, tectoniquement, le Hoggar peut conserver encore les témoins d'une lithosphère épaisse ou les stigmates d'un craton ancien. Aussi, en raison de la contiguïté et de l'histoire commune des trois sous-ensembles sahariens (Tassilis, Plateforme saharienne et Hoggar), on est tenté d'établir une relation entre les trois géothermes correspondants (fig.3). En effet, si on considère le géotherme du Hoggar comme étant « fossile »,

dans le sens où il aurait caractérisé à une époque donnée une lithosphère commune à ces trois sous-ensembles, réunis au sein d'un même bloc structural, on peut imaginer que le morcellement de ce bloc, suite à une inversion des efforts tectoniques (distension) et/ou à l'intrusion d'une source de chaleur importante (point chaud), peut conduire, en un temps relativement court (Glico et al., 1985), à une évolution plus ou moins prononcée de cette lithosphère commune, tel qu'on peut le lire à travers l'allure des trois géothermes. Au Sahara, ces phénomènes distensifs sont décrits dès le début du Paléozoïque, avec les dépôts cambro-ordoviciens des Tassilis, et se sont manifestés plus tard, au Tertiaire et au Quaternaire, par l'intrusion de points chauds et des émissions de laves alcalines au Hoggar et dans les Tassilis. Cet ensemble, encore soudé au Panafricain, devait, pour cela et au moins en partie, posséder les caractéristiques d'une lithosphère suffisamment épaisse (>150 km) pour pouvoir générer des kimberlites.

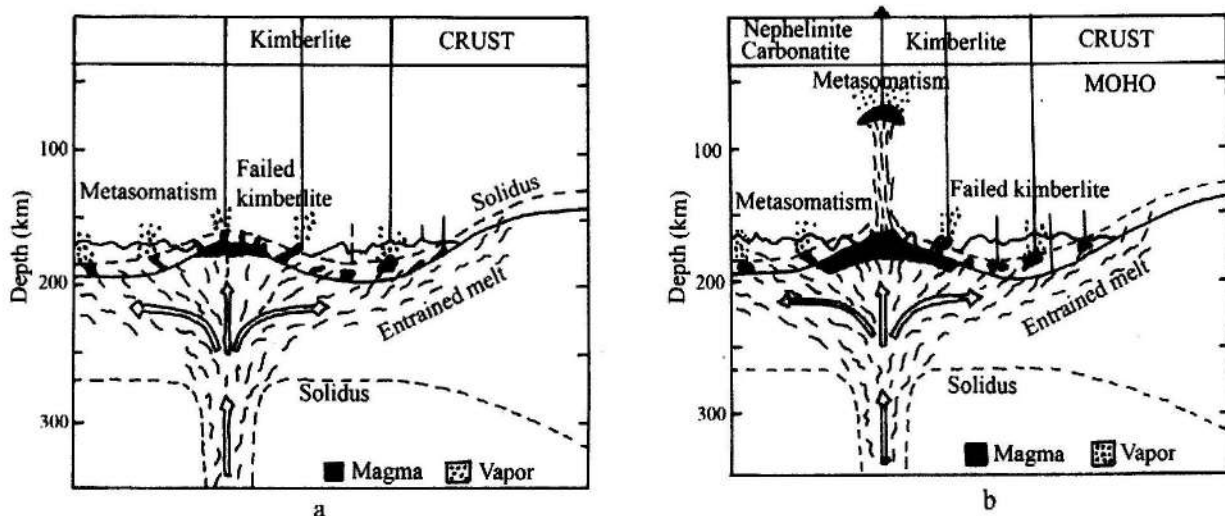


Fig. 4 – Coupes illustrant (a) l'intrusion d'un point chaud et la formation de chambres magmatiques, dans le domaine limité par le solidus de la péridotite et la limite asthénosphère/lithosphère, à la base d'un craton et (b) un amincissement lithosphérique au dessus d'un point chaud, avec infiltration de magmas et métasomatisme du manteau, sous un rift (Wyllie, 1989).

Sections showing (a) an intruding hot-spot and the formation of magmatic chambers, in the domain between the peridotite solidus and the asthenosphere/lithosphere boundary, the corresponding isotherms, beneath a craton, and (b) a thinning of the lithosphere above a hot-spot, with infiltrating magmas and mantle metasomatism, beneath a rift zone (Wyllie, 1989).

HYPOTHÈSE D'UNE ACCRÉTION OCÉANIQUE ÉBURNÉENNE ET SES IMPLICATIONS
SUR L'ORIGINE DES KIMBERLITES ET ÉCLOGITES SAHARIENNES (ALGÉRIE)

II. ACCRÉTION OCÉANIQUE ÉBURNÉENNE ET RAPPORTS AVEC LES KIMBERLITES ET ÉCLOGITES

II. 1. Représentation géodynamique

Cette hypothèse est inspirée du modèle retenu pour les provinces diamantifères d'Afrique du Sud (Helmstaedt et Schulze, 1989), lequel s'est avéré particulièrement judicieux pour lever l'énigme posée par la présence d'éclogites archéennes dans certaines kimberlites du craton du Kaapvaal. Dans leur nouveau modèle africain, ces auteurs considèrent une lithosphère océanique archéenne (océan Limpopo), située entre le craton du Mozambique et celui du Kaapvaal, qui, en s'enfonçant sous ce dernier craton, va se délaminer latéralement tout en contribuant à un épaissement lithosphérique. Des données pétrologiques et géochronologiques récentes, appuyées par des résultats sur la structure sismique du craton sud-africain, sont venues confirmer l'existence d'un réservoir lithosphérique d'éclogites archéennes lié à un seul épisode de subduction océanique (Shirey *et al.*, 2003; fig.5).

Ce modèle, qui peut opérer, mais exceptionnellement, pour les périodes postarchéennes (Helmstaedt et Gurney, 1984; Helmstaedt et Schulze, 1989) implique dans le cas du Hoggar, lors de l'orogénèse éburnéenne, une subduction à angle faible et une résorption de la lithosphère océanique par diverticulation latérale, entraînant l'enfouissement du craton ouest-africain sous une «zone mobile orientale» (fig.6). Les épaisseurs de la lithosphère entière (océanique + continentale) qui en résulteraient semblent excéder les 150 km et augmenter au-delà de quelques centaines de km (200 km) en direction de l'Est, à partir du craton ouest-africain. A l'instar des écaillages représentatifs des modèles himalayen ou du plateau du Colorado, on peut noter ici une faible amplitude des délaminations lithosphériques, lesquelles sont confinées à la zone de suture. Ce mécanisme d'épaississement de la lithosphère saharienne devrait survivre, du moins dans sa partie orientale, à l'orogénèse panafricaine dont les effets seraient probablement plus prononcés à l'Ouest du Bouclier targui, à l'image du détachement du môle In Ouzzal du craton ouest-africain, et en liaison avec une subduction, d'angle fort, ayant entraîné la partie rigide de la nouvelle lithosphère océanique jusqu'à la discontinuité 670 km, le recyclage de sa partie profonde dans l'asthénosphère, et la production d'un volcanisme intra-plaque (Ringwood, 1982).

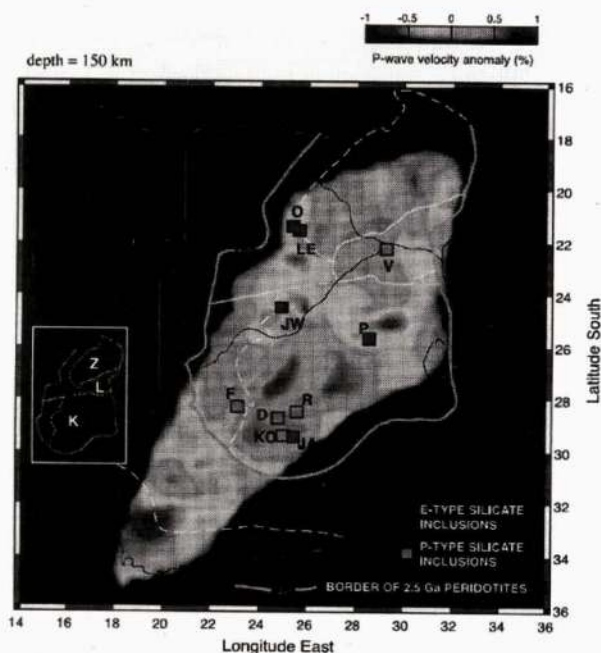


Fig. 5 - Image tomographique du manteau lithosphérique du craton sud-africain, à partir de données sismiques des ondes P et une profondeur de 150 km.

Tomographic image of south-african lithospheric craton from seismic P waves data and 150 km depth.

Z: Craton du Zimbabwe (*Zimbabwe craton*); L: Ceinture mobile du Limpopo (*Limpopo mobile belt*); K: Craton du Kaapvaal (*In Shirey et al., 2003*) (*Kaapvaal craton (In Shirey et al., 2003)*).

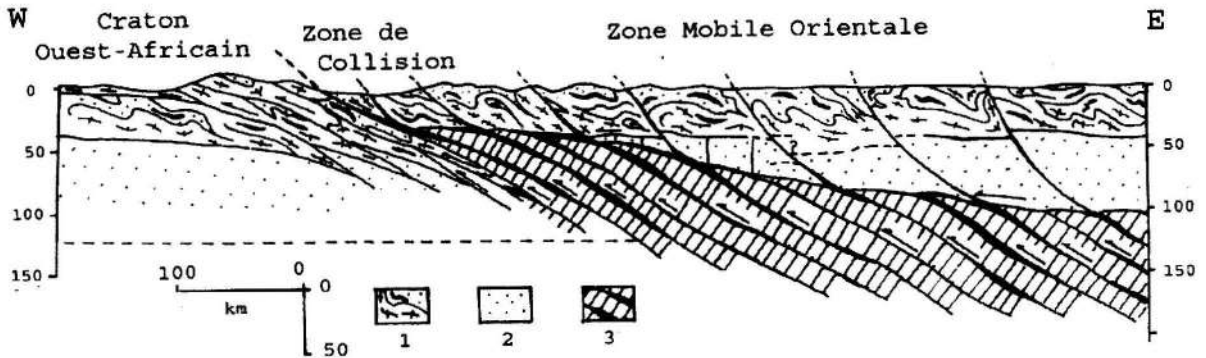


Fig. 6 - Modèle d'accrétion d'une lithosphère océanique montrant la subduction du craton ouest-africain et l'imbrication de segments ophiolitiques sous une zone mobile orientale.

Model of accreted oceanic lithosphere showing the subduction of west-african craton and the imbrication of ophiolitic slabs under an eastern mobile zone.

1: formations supracrustales à lentilles de roches mafiques et ultramafiques archéennes et éburnéennes (*supracrustal formations with archaean and eburnean mafic-ultramafic rock lenses*). **2:** manteau subcontinental (*subcontinental mantle*). **3:** lithosphère océanique subductée à lentilles de roches mafiques et ultramafiques très déformées (*subducted oceanic lithosphere with very deformed mafic-ultramafic rock lenses*).

II. 2. Rapports avec les kimberlites

Les âges obtenus aussi bien sur les diamants (1000-3300 Ma) que sur les kimberlites (100-1200 Ma) dans le monde, indiquent que ce n'est pas tant l'âge très ancien (archéen) d'une lithosphère mais plutôt d'autres conditions essentielles, telles que la mise en place d'une source importante de chaleur (point chaud) à la base de la lithosphère et l'épaisseur de cette dernière, qui peuvent être également retenues. Dans le cas d'un rift, le flux continu des diapirs générés par le point chaud et la concentration d'autres magmas à la limite asthénosphère / lithosphère va favoriser de futurs amincissements de la lithosphère. Selon certains auteurs (Gliko *et al.*, 1985), il suffit seulement de « quelques nombreux millions d'années » pour réduire de moitié l'épaisseur de la lithosphère, pour peu que des conditions thermiques appropriées soient réunies à la base de la lithosphère. Pendant cet épisode d'amincissement lithosphérique, par érosion thermique à la verticale du point chaud, les kimberlites peuvent continuer de se former, mais dans des chambres magmati-

ques situées latéralement par rapport à l'axe de symétrie de cette source de chaleur (fig.4).

Le plus souvent, les conditions idéales pour la formation des kimberlites ne sont pas toutes réunies dans une région donnée. Au NW de l'Afrique, par exemple, les données fournies par les travaux de géophysique (Lesquer *et al.*, 1990) montrent l'existence de seulement deux points chauds : l'un sous le massif de l'Atakor (Hoggar) et l'autre, plus important, au Sud des bassins sahariens (région des Tassilis), le long d'un couloir d'anomalies thermiques sensiblement E-W (Illizi-Ahnet). Quant au Craton ouest-africain et à moins de kimberlites très anciennes, il ne semble pas constituer un environnement diamantifère « actuel », à l'instar de la majorité des kimberlites sud-africaines (100 Ma), les relevés thermiques ne montrant pas de perturbations récentes remarquables dans cet ensemble saharien. Ce sont donc plutôt les deux régions mentionnées plus haut (Atakor, axe Illizi-Ahnet) qui pourraient théoriquement recéler les indices favorables à la prospection de ce type de roche, et cela pour les raisons suivantes :

- en dehors des effets relatifs à l'orogénèse panafricaine, l'amincissement lithosphérique observé sous ces deux régions serait récent (Cénozoïque à Quaternaire). Il est dû à une histoire polyphasée d'injections magmatiques, représentées par la suite « basaltes alcalins (ou néphélinites) - trachytes » dans l'Atakor (Dautria, 1988) et par la série « mélilitites à olivine - liquides carbonatitiques - pyroxénites alcalines », typique des rifts, à Illizi (Kechid et Megartsi, 2005; Kechid, 2006). Ces épisodes magmatiques répétés représentent autant d'épisodes d'érosion thermique qui ont laminé la lithosphère saharienne. A Illizi, la profondeur d'environ 100 km déterminée pour la mise en place des laves à mélilite laisse supposer, conformément aux données théoriques (Gliko et al., 1985), une épaisseur originelle conséquente de la lithosphère sous cette région, d'autant plus que ce type de lave est, par ailleurs, connu pour avoir un rapport génétique avec les kimberlites. Comme prévu en contexte de rift (Wyllie, 1989), l'amincissement lithosphérique est constaté au toit d'un point chaud, lequel peut continuer de se dilacerer latéralement pour former des chambres magmatiques et des kimberlites à la base d'une lithosphère encore épaisse (fig.4). Dans le cas d'Illizi, l'épaississement de la lithosphère, qui est dû à l'imbrication d'une lithosphère océanique éburnéenne sous une « zone mobile orientale », aurait été relativement peu affecté, dans ses parties les plus orientales, par l'orogénèse panafricaine.

- l'existence au Hoggar de compartiments ayant préservé les caractéristiques d'une lithosphère épaisse (ex : méridien 7°E; Lesquer et al., 1990), soit à travers la qualité de leurs géothermes, qui paraissent parfaitement comparables à ceux des cratons, soit à travers la présence de diamant alluvionnaire au Sahara, en général, ou de nodules d'ilménite magnésienne (Atakor, Illizi), force à considérer la probabilité d'épisodes kimberlitiques dans la construction des modèles géodynamiques impliquant la lithosphère saharienne.

II. 3. Rapports avec les éclogites

Le mode de mise en place des éclogites « panafricaines » tel qu'il est décrit dans les scénaris récents sur le Bouclier targui, en l'occurrence par le biais de mécanismes de subduction multiples (Caby et Monié, 2003), semble irréaliste tant sur les plans tectonique (tectonique globale) que pétrogénétique par rapport, notamment, aux conceptions traditionnelles sur l'origine du magmatisme alcalin intraplaque panafricain (Black et Liégeois, 1993). Il en est de même de la valeur des datations obtenues sur les éclogites du Hoggar : en l'absence d'assemblages reliques soit d'un métamorphisme prograde soit d'un autre cycle métamorphique plus ancien, comme il semble être le cas des éclogites en question, les âges panafricains trouvés pourraient correspondre seulement à la rétro-morphose (ou au recyclage) et à l'exhumation de ces roches au Panafricain. Par conséquent, l'âge du métamorphisme antérieur à cette période de collision panafricaine peut effectivement correspondre à la subduction de protolithes ophiolitiques panafricains, mais il peut aussi traduire le recyclage à cette époque d'éclogites ou autres metabasites anté-panafricaines, de sorte que les éclogites, notamment celles qui sont présentes dans les zones proches de la suture actuelle, n'aient en commun que les marques rétro-morphiques finales de leur exhumation.

Peu d'informations existent sur les roches associées aux éclogites du Hoggar, telles que celles qui sont décrites dans d'autres contextes semblables à celui du NW de l'Afrique (ex : Afrique du Sud, Plateau du Colorado): clinopyroxénites à grenat métasomatisées; grosspyrites; roches à grenat-disthène peralumineuses; alkrémities. Lors de la collision panafricaine, ce type d'association lithologique peut se retrouver à l'état de mélange chaotique, dans lequel il serait difficile de distinguer les roches d'âge strictement panafricain, des roches ayant peut-être connu une histoire polycyclique complexe

ou anté-panafricaine, avant leur recyclage dans les conditions de relativement basse température du faciès granulite (800-1000°C) au Panafricain. Dans ce contexte, il est possible que les granulites à saphirine du Hoggar puissent dériver de l'un ou des deux types lithologiques décrits plus haut (alkrémities ou roches peralumineuses). Par ailleurs, il existe peu de chance de retrouver au Hoggar les équivalents mantelliques de haute température (1400°C) de ces roches dérivant par fusion partielle, à haute pression, de péridotites à grenat (ex : O'Hara et Yoder, 1967) et affleurant sous forme de xénolites au sein de kimberlites dans les contextes évoqués plus haut, probablement à cause de leur démantèlement lors de cette dernière orogénèse ; leurs minéraux constitutifs pourraient ainsi se retrouver à l'état détritique dans les alluvions sahariens, aux côtés de ceux de protolithes métabasiques crustaux.

Peu d'informations existent également sur le chimisme et le zoning des grenats des roches à grenat (éclogites, péridotites, pyroxénites, grosspydites) du Hoggar, pouvant traduire leur évolution dans ce type de ceinture métamorphique de haute pression, ainsi que la complexité des phénomènes physiques (P, T) ou chimiques (métasomatose) intervenus au cours de leur histoire. Au Hoggar central, la présence, dans une bande blastomylonitique de la zone Nord-Serkout (Aleksod), de lentilles d'éclogites à zoïsite de taille exceptionnelle (500m x 50m), serait lié à une subduction ancienne, probablement anté-panafricaine, en raison de l'orientation NNE-SSW transverse de ce couloir mylonitique par rapport à la direction N-S des accidents majeurs de la chaîne panafricaine. Le chimisme des grenats de cette zone suit un trend métabasique (fig.7), ayant débuté dans la zone à grenat riche en almandin des éclogites du groupe C (Coleman *et al.*, 1965), caractéristique d'un métamorphisme prograde de coulées mafiques ou de gabbros d'une séquence ophiolitique subductée. L'enrichissement en Ca

déterminé dans ces grenats (Sauter, 1983) serait lié à une réaction de la lawsonite pour former de la zoïsite. Ce type de trend est comparable à celui décrit dans des grenats de xénolites éclogitiques retrouvés dans des brèches de diatrème du plateau du Colorado. Dans cette région, il a permis de caractériser une origine plutôt crustale (océanique) que mantellique pour ce type d'éclogites et de concevoir, exceptionnellement, l'hypothèse d'une subduction à angle faible au Phanérozoïque (Helmstaedt et Schulze, 1988). Le trend ultrabasique formé dans le champ des éclogites du groupe A est, quant à lui, représenté par des clinopyroxénites métasomatisées (fig.7).

Dans les alluvions du Domaine panafricain, des grenats éclogitiques ont été retrouvés aux côtés du diamant (Kechid, 2006), ce qui laisse penser que leur roche mère serait plus ancienne que les éclogites panafricaines encore préservées.

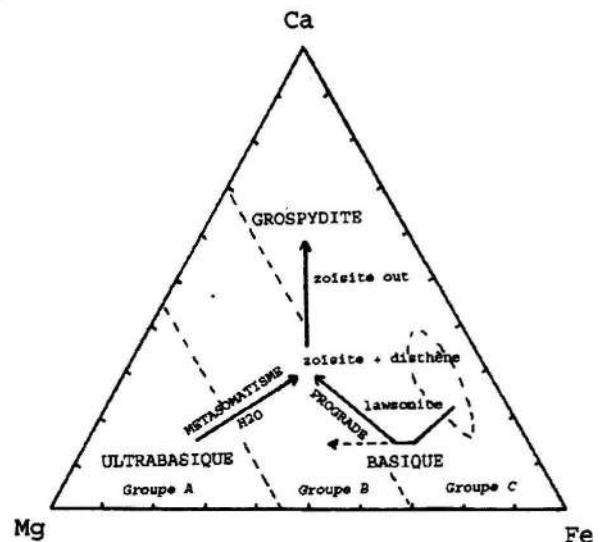


Fig. 7 - Diagramme montrant un exemple de trends chimiques de grenats de xénolites éclogitiques du plateau du Colorado (d'après Helmstaedt et Schulze, 1988).

Diagram representing an example of chemical trends of garnets in eclogite xenoliths from the Colorado Plateau (from Helmstaedt et Schulze).

HYPOTHÈSE D'UNE ACCRÉTION OCÉANIQUE EBURNÉENNE ET SES IMPLICATIONS
SUR L'ORIGINE DES KIMBERLITES ET ÉCLOGITES SAHARIENNES (ALGÉRIE)

L'extension des ophiolites éburnéennes jusque sous les zones orientales de cette région permet de générer des éclogites à la base de la lithosphère saharienne ainsi épaissie (fig.6). Lors de la collision entre le craton ouest-africain et « une zone mobile orientale », l'exhumation et la rétro-morphose de ces éclogites peut se faire par l'intermédiaire de contacts anormaux profonds pouvant s'exprimer indifféremment dans n'importe quel compartiment de ce nouveau bloc soudé. La subduction panafricaine caractérisée, quant à elle, par un angle fort, ne va pas favoriser une extension latérale des éclogites panafricaines aussi grande que lors de la subduction éburnéenne précédente ; ces metabasites seraient probablement concentrées en direction de la suture actuelle lors de la seconde collision (panafricaine) entre les deux cratons. Ainsi, de nouveaux protolithes éclogitiques éburnéens, auxquels il faut ajouter les produits de la subduction archéenne reconnue dans le Hoggar, peuvent être repris lors des serrages panafricains, de sorte que dans les parties orientales du Bouclier targui les éclogites puissent porter les traces rétro-morphiques panafricaines et des reliques de protolithes éclogitiques, ou d'un autre faciès métamorphique, alors que dans les parties occidentales proches de la suture, les éclogites seraient plutôt représentées par un mélange d'éclogites de ce dernier type et d'éclogites strictement panafricaines.

CONCLUSION

Si des mécanismes de subduction par extension latérale d'ophiolites ont réellement existé à l'Eburnéen dans le Hoggar, alors l'épaississement lithosphérique ainsi généré, particulièrement sous les zones orientales de ce domaine, aurait favorisé la formation et l'extrusion de kimberlites durant la période ayant précédé l'orogénèse panafricaine; ces roches ont pu également se former, dans l'intervalle Paléozoïque-Tertiaire, dans des chambres

magmatiques latérales, développées à la base de la lithosphère et de part et d'autre des points chauds connus de ce bouclier. Le démantèlement de ces roches, en particulier des kimberlites anté-panafricaines, serait matérialisé par les nombreux minéraux détritiques retrouvés (diamant, Mg-ilménite, chromite). Les écaillages successifs, éburnéens puis panafricains, ont respectivement exhumé des éclogites et roches associées distribuées sur toute la superficie du Hoggar (Eburnéen) et des éclogites essentiellement concentrées près de la suture actuelle (Panafricain + Eburnéen). Une partie des grenats détritiques des alluvions sahariens pourrait provenir aussi du démantèlement de très anciennes éclogites.

Remerciements : Je remercie M^r A. Ouabadi et M^r H. Haddoum pour les remarques et suggestions apportées à ce manuscrit. Je remercie également M^r M. Megartsi et M^{me}. A. Azzouni-Sekkal pour leur aide.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNDT, N.T. 1983. Role of thin, komatiite-rich oceanic crust in the archaean plate-tectonic process. *Geology*, 11, 372-375.
- BENYAHIA, O., HADDOUM, H., OUZEGANE, K., BENDAOU, A., DJEMAI, S. ET KIENAST, J.R. 2005. Fonctionnement et rôle des méga-zones de cisaillement dans la structuration du métacraton éburnéen du LATEA au Panafricain puis au Paléozoïque (région de Tamanrasset, Hoggar, Algérie). *Africa Geoscience Review*, Vol. 12, N°4, pp. 261-272.
- BERTRAND, J.M.L. 1974. Evolution polycyclique des gneiss précambriens de l'Aleksod (Hoggar central, Sahara algérien) – Aspects structuraux, pétrologiques, géochimiques et géochronologiques. *Thèse, Montpellier. Edit. C.N.R.S., collection C.R.Z.A., Ser. Géol.*, 19, (370 p).

- BLACK, R. AND LIEGEOIS, J.P. 1993.** Cratons, mobil belts, alcaline rocks and continental lithospheric mantle : the Pan-African testimony. *J. Geol. Soc.* 150, 89-98.
- BOYER, S.E. AND ELLIOTT, D. 1983.** Thrust systems. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 66, 1196-1230.
- CABY, R. 1970.** La chaîne pharusienne dans le Nord-Ouest de l'Ahaggar, Algérie. Sa place dans l'orogénèse du Précambrien supérieur en Afrique. *Ph.D. Thesis, Université de Montpellier*, 336 p., and Alger, 1983, *Bull. Dir. Mines Géol.*, 47, 289 pp.
- CABY, R. AND MONIÉ, P. 2003.** Neoproterozoic subduction and differential exhumation of Western Hoggar (Southwest Algeria): New structural, petrological and geochronological evidence. *Journal of African Earth Sciences*, 37, 133-159.
- CHUBERT, G. ET FAURE-MURET, A. 1971.** Tectonique de l'Afrique. *UNESCO (Sc. De la Terre, Nancy, N°6)*.
- COLEMAN, R.G., LEE, D.W., BEATTY, L.B. AND BRANNOCK, W.W. 1965.** Eclogites and eclogites. Their differences and similarities. *Geol. Sos. Am. Bull.* 76, 483-508.
- DAUTRIA, J.M. 1988.** Relations entre les hétérogénéités du manteau supérieur et le magmatisme en domaine continental distensif. Exemple des basaltes alcalins du Hoggar (Sahara central, Algérie) et de leurs enclaves. *Thèse de doctorat d'Etat. Université du Languedoc, Montpellier*, 421p.
- FEZZA, N., LIÉGEOIS, J.P., ABDALLAH, N. ET OUABADI, A. 2005.** Les massifs granitiques pan-africains du terrane d'In Ouzzal (Hoggar, Algérie), marqueurs de l'évolution métacratonique d'un vieux socle archéen : géochronologie et géochimie. *Le séminaire de géologie et de métallogénie des massifs du Hoggar et des Eglab. Tamanrasset.* p. 69.
- GLIKO, A.O., GRACHEV, A.F. AND MAGNITSKI, V.A. 1985.** Thermal model for lithospheric thinning and associated uplift in the neotectonic phase of intraplate orogeny activity and continental rifts. *J. Geodynam. Res.* 3, 137-153.
- HADDOUM, H., CHOUKROUNE, P. AND PEUCAT, J.J. 1994.** Evolution of the Precambrian In-Ouzzal block (Central Sahara, Algeria). *Precambrian Research*, 65, 155-166.
- HELMSTAEDT, H. AND GURNEY, J.J. 1984.** Kimberlites of southern Africa – Are they related to subduction processes. In *Kornprobst J., ed., Kimberlites I: Kimberlites and related rocks, Elsevier, Amsterdam.* pp. 425-435.
- HELMSTAEDT, H. AND SCHULZE, D.J. 1988.** Eclogite-facies ultramafic xenoliths from Colorado plateau diatreme breccias: comparison with evaluation of the subduction zone hypothesis, and implications for eclogite xenoliths from diamantiferous kimberlites, In: *D.C. Smith (Ed), Eclogites and Eclogite-Facies Rocks: Developments in Petrology 12, Amsterdam,* pp.387-450.
- HELMSTAEDT, H. AND SCHULZE, D.J. 1989.** Southern African kimberlites and their mantle sample : implications for Archaean tectonics and lithosphere evolution. In: *Ross, J., Jaques, A., Fergusson, J., Green, D., O'Reilly, S., Danchin, R., Janse, A., (Eds), Kimberlites and related rocks -Proceedings of the Fourth International Kimberlite Conference, Perth. Blackwells, Melbourne,* pp. 359-368.
- KAMINSKY, F.V., KONIOKHOV, Y., VERJAK, V.V., HAMANI, M. ET HENNI, A. 1990.** Diamants du Sahara Algérien. *Revue de minéralogie*, tome 12, n°5.
- KECHID, S.A. ET MEGARTSI, M. 2005.** Pétrogenèse des xénolithes mafiques et ultramafiques des laves à mélilite d'In Téria (Illizi, Algérie). *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie*, 16, 127-149.

HYPOTHÈSE D'UNE ACCRÉTION OCÉANIQUE EBURNÉENNE ET SES IMPLICATIONS
SUR L'ORIGINE DES KIMBERLITES ET ÉCLOGITES SAHARIENNES (ALGÉRIE)

- KECHID, S.A. 2006.** Les xénolites de péridotites réfractaires et de clinopyroxénites alcalines des laves à mélilite d'In Téria (Illizi, Algérie) : pétrologie et implications dans l'évolution géodynamique de la lithosphère saharienne. *Thèse d'Etat. Alger.* (224p).
- LATOUCHE, L. 1978.** Etude pétrographique et structurale de la région des Gour- Oumelalen. *Thèse d'état, Paris.* 255 p.
- LESQUER, A., TAKHERIST, D., DAUTRIA, J.M. AND HADIOUCHE, O. 1990.** Geophysical and petrological evidence for the presence of an « anomalous » upper mantle beneath the Sahara Basins (Algeria). *Earth Planet Sci Lett.* 96 : 407-418.
- LIÉGEOIS, J.P., BENHALLOU, A., AZZOUNI-SEKKAL, A., YAHIAOUI, R. AND BONIN, B. 2005.** The Hoggar swell and volcanism : Reactivation of the Precambrian Tuareg shield during Alpin convergence and West African cenozoïc volcanism. In: Foulger, G.R., Natland, J.H., Presnall, D.C. and Anderson, D.L., eds, Plates, plumes and Paradigms, *Geological Society of America Special Paper*, 388: 379-400.
- MICHARD, A., 1976.** Eléments de géologie marocaine. *Notes et mémoires du service géologique du Maroc.* N°252, Rabat.
- MOUSSINE-POUCHKINE, A., BERTRAND-SERFATI, J., BALL, E. ET CABY, R. 1988.** Les séries sédimentaires et volcaniques anorogéniques protérozoïques impliquées dans la chaîne panafricaine : la région de l'Adrar Ahnet (NW. Hoggar, Algérie). *Jour. Afr. Earth Sci.*, 7, 57-75.
- O'HARA, M.J. AND YODER, H.S., 1967.** Formation and fractionation of basic magmas at high pressures. *Scott. J. Geol.* 3, 67-117.
- PAGE, R.A., PLAFKER, G., FUIS, G.S., NOKLEBERG, W.J., AMBOS, E.L., MOONEY, W.D. AND CAMPBELL, D.L. 1986.** Accretion and subduction tectonics in the chugach Mountains and Copper River Basin, Alaska. Initial results of the Trans-Alaska Transect. *Geology* 14, 501-505.
- RINGWOOD, A.E. 1982.** Phase transformations and differentiation in subducted lithosphere: implications for mantle dynamics, basalt petrogenesis and crustal evolution. *J. Geol.* 90, 611-643.
- SAUTER, V. 1983.** Les éclogites et les amphibolites à grenat des terrains précambriens de l'Aleksod : leur signification dans le cadre de l'orogénèse panafricaine. *Thèse de 3^{ème} cycle. Paris.* (214 p).
- SCHIREY, S.B., HARRIS, J.W., RICHARDSON, S.H., FOUCH, M., JAMES, D.E., CARTIGNY, P., DEINES, P. AND VILJOEN, F. 2003.** Regional patterns in the paragenesis and age of inclusions in diamond, diamond composition and the lithosphere seismic structure of Southern Africa. *Lithos.*, 71, 243-258.
- TALBI, M., BENDAOU, A., KIENAST, J.R. ET OUZEGANE K. 2007.** Le massif ultrabasique d'In Allarene, In Ouzal. *B.S.G.N., Alger*, 18, n°1.
- WYLLIE, P.J. 1978.** Mantle fluid compositions buffered in peridotite-CO₂-H₂O by carbonates, amphibole and phlogopite. *J. Geol.*, 86, 687-713.
- WYLLIE, P.J. 1989.** The genesis of kimberlites and some low SiO₂, high-alkali magmas. In Kimberlites and related rocks, *Geological Society of Australia Spec. Pub.*, N°14- Blackwell Scientific Publisher, 1, 603-615.