

## **La Province Magmatique de l'Atlantique Central (CAMP) dans le Sud-Ouest algérien : Etat des lieux et perspectives.**

**Moulley Charaf CHABOU<sup>1</sup>, Hervé BERTRAND<sup>2</sup>, Amar SEBAI<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre,  
Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Algérie. E-mail : charaf.chabou@univ-setif.dz*

*<sup>2</sup>Ecole normale supérieure de Lyon et Université Lyon 1, 46, allée d'Italie, 69364 Lyon, France.*

*<sup>3</sup>Département Génie Minier, Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie.*

Les coulées de basaltes continentaux (en anglais continental flood basalts ou CFB) sont d'immenses accumulations de coulées de laves majoritairement basaltiques sur la croûte continentale. Généralement associées à des essaims de dykes et à des sills, elles couvrent sur les continents de vastes surfaces (parfois plus de  $2 \times 10^6$  km<sup>2</sup>) et forment avec leurs équivalents océaniques (plateaux océaniques) les Grandes Provinces Ignées (en anglais Large Igneous Province ou LIP). Les provinces basaltiques continentales sont caractérisées par la composition chimique relativement uniforme de leurs laves qui sont essentiellement tholéïtiques, d'où le terme de provinces tholéïtiques continentales souvent utilisé dans la littérature pour les désigner. De plus, elles sont souvent en relation avec la fragmentation des continents et la création des domaines océaniques.

L'origine des grandes provinces volcaniques est problématique : certains auteurs pensent qu'elles sont les manifestations en surface de panaches chauds remontant soit de la base du manteau supérieur (vers 670 kilomètres de profondeur), soit de la couche D'' à la frontière noyau-manteau, à 2900 kilomètres. D'autres préfèrent invoquer des processus géodynamiques indépendants de l'intervention d'un panache.

Une importante activité magmatique a accompagné la fragmentation initiale de la Pangée aboutissant à l'ouverture de l'Atlantique Central au début du Jurassique. Cette activité est à l'origine de la plus vaste province magmatique continentale, couvrant plus de 7 millions de km<sup>2</sup>, connue sous le nom de province magmatique de l'Atlantique Central, d'après Marzoli et al. (1999). Suite à la dislocation continentale et à l'ouverture de l'Océan Atlantique, les témoins de la CAMP sont aujourd'hui dispersés sur quatre continents : Amérique du Nord, Amérique du Sud, Afrique et Europe.

Dans les bassins occidentaux du Sahara algérien, on connaît depuis longtemps l'existence d'un magmatisme mésozoïque, constitué principalement de dolérites, dont la mise en place est supposée liée à l'ouverture de l'Atlantique central .

Notre étude concerne les formations magmatiques de la CAMP du Sud-Ouest algérien (bassins de Béchar, du Hank, de Reggane, de Tindouf et région de Fersiga). Nos résultats portent sur la datation  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  (une dizaine d'échantillons), la géochimie (une centaine d'échantillons) et la composition isotopique (Sr-Nd) (une vingtaine d'échantillons) des sills et des dykes des bassins de Tindouf, de Reggane, du Hank, de Béchar et de la région de Fersiga, ainsi que des coulées du bassin de Béchar.

Les datations  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  effectuées sur les dolérites du Sud-Ouest algérien ont donné des spectres perturbés indiquant des âges approximatifs situés entre  $194,5 \pm 3$  Ma et  $200,8 \pm 1,8$  Ma (Chabou et al., 2007). Un âge plateau de  $200,8 \pm 2,3$  Ma a cependant été obtenu sur des plagioclases d'une dolérite du bassin de Tindouf. Cet âge de  $200,8 \pm 2,3$  Ma qui constitue le premier âge-plateau obtenu sur les dolérites du Sahara algérien est la meilleure estimation de mise en place du magmatisme de la CAMP en Algérie. Malgré les spectres perturbés, dans l'ensemble, les âges sont concordants avec ceux précédemment obtenus sur la CAMP, dont le secteur étudié représente l'extrémité orientale.

Les dolérites et basaltes du Sud-Ouest algérien ont des compositions de tholéiites continentales pauvres en titane, typiques de la CAMP. Cette étude permet de reconnaître pour la première fois, l'existence dans le Sahara algérien, de quatre groupes géochimiquement distincts, qui sont corrélés aux quatre unités (inférieure, intermédiaire, supérieure et récurrente) définies dans le haut Atlas marocain. C'est la première fois qu'on signale l'existence de l'unité récurrente (limitée jusqu'à présent à quelques bassins du Haut Atlas marocain) parmi les intrusions de la CAMP sur le continent africain. Le volume de magma de cette unité récurrente mise en place dans le bassin de Tindouf est très important. Nous avons récemment mis en évidence l'existence d'immenses sills appartenant à cette unité, intercalés dans le Carbonifère inférieur du flanc Nord du bassin de Tindouf.

Les compositions en éléments en traces et isotopiques des formations magmatiques de la CAMP du Sud-Ouest algérien, et celles situées dans les régions voisines du Maroc et du Mali, indiquent que ces roches sont probablement issues d'une même source mantellique lithosphérique enrichie de type lherzolite à spinelle-grenat, via différents degrés de fusion partielle. Les formations magmatiques du bassin de Tindouf apparentées à l'unité récurrente sont probablement issues d'une source magmatique plus appauvrie et moins profonde de type lherzolite à spinelle avec intervention d'un composant asthénosphérique. Ces nouvelles données indiquent que les magmas de la CAMP enregistrent la même évolution chimique dans le Sud-Ouest algérien que dans le Haut Atlas marocain, ce qui témoigne d'une continuité des sources et/ou des processus magmatiques à cette échelle. Par ailleurs, la distribution géographique de ces unités magmatiques n'est pas répartie n'importe comment dans le Sahara. Les premières unités sont localisées dans le bassin de Taoudenni (Mali) et dans la région de Fersiga (Algérie) et appartiennent à l'important essaim de dykes du bassin de Taoudenni. Ce essaim de dykes semble constituer le point de départ de l'activité magmatique de la CAMP dans le Nord-Ouest de l'Afrique (Sahara). La seconde unité se concentre dans le bassin de Reggane, tandis que les deux dernières unités ont été mises en évidence dans le bassin de Tindouf. Cette distribution géographique des unités géochimiques de la CAMP dans le Sahara est signalée pour la première fois et doit être prise en compte dans les modèles sur l'origine de la CAMP dans la région.

En Algérie, la limite orientale de la CAMP semble coïncider avec la suture panafricaine. Aucune formation magmatique de la CAMP n'est connue dans le domaine panafricain. Par ailleurs, aucun témoin du magmatisme de la CAMP n'a été identifié à ce jour sur le bouclier Reguibat (toute l'activité magmatique semble se concentrer dans les bassins sédimentaires qui entourent ce bouclier). Un problème posé par la CAMP est l'inexistence dans le Sahara de coulées basaltiques épaisses, alors que la majorité des LIPs du Méso-Cénozoïque sont associées à d'immenses coulées ou trapps. Ces coulées ont-elles été érodées durant le Jurassique et le Crétacé comme certaines études le suggère ? (Fabre et al., 1996). En tout cas, cette hypothèse permet d'expliquer l'absence de roches sédimentaires du Trias et du Jurassique dans le Sud-Ouest algérien. La mise en place de ces coulées, et le rebond isostatique qui a suivi leur érosion a peut-être empêché le dépôt de sédiments du Trias et du Jurassique dans la région.

Du point de vue métallogénique, les travaux de Zerrouki (1998) dans la région de Béchar ont montré que la mise en place du dyke de Ksi-Ksou (le plus long dyke de la CAMP, avec au moins 800 km de longueur) a généré une circulation de solutions hydrothermales mettant en place des minéralisations de fer et de galène. Des indices de minéralisation de wolfram et de béryllium ont également été mis en évidence au passage de ce dyke dans la région de l'Ougarta.

Dans la région de Reggane, les roches mères des diamants de Bled el Mass n'ont pas encore été trouvées. Des études semblent indiquer que les émissions kimberlitiques ou lamproïtiques diamantifères se seraient produites peu de temps après le magmatisme de la CAMP de la région (Touahri et al., 1996). Il est intéressant de noter que les kimberlites diamantifères de l'Afrique de l'Ouest se sont mises en place dans le même système de failles emprunté par le magmatisme de la CAMP dans cette région. Ainsi, en Afrique de l'Ouest, les kimberlites sont associées géographiquement aux dolérites mésozoïques de la CAMP. Il semblerait que ce soit aussi le cas à Reggane, où le placer diamantifère du Djebel Aberraz se situe au voisinage des dykes et des sills de la région d'Aïn ech Chebbi et de Hassi Taïbine. Des kimberlites ou lamproïtes diamantifères se cachent-elles dans le vaste système doléritique du bassin de Reggane ? Un ancien manuscrit du Touat semble indiquer l'existence de telles roches dans le Bled el Mass (Godard et al., 2014 ; ce volume)

Une étude sur les gabbro-dolérites triasico-liasiques (CAMP) de la région de Foum Zguid (Maroc) suggère que des roches gabbroïques différenciées contenant une concentration importante en nickel, en cobalt et en éléments du groupe du platine (PGE) existent en subsurface (Kutina et al., 1992). Enfin, dans l'Anti-Atlas occidental marocain, deux gisements de cuivre (Tazalakht et Imi n'Ifrhi) sont associés à un dyke de dolérite orienté NE-SO, appartenant à la CAMP (Choubert et Faure-Muret, 1983). Rappelons que ces dykes et roches gabbroïques du sud marocain ne sont que le prolongement vers le Nord du grand système de sills et de dykes du flanc nord du bassin de Tindouf en Algérie.

Nous avons récemment échantillonné des cheminées volcaniques appartenant à la CAMP dans la région du flanc Nord du bassin de Tindouf. Ces cheminées contiennent des dolérites différenciées bourrées de sulfures. L'étude de ces dolérites et sulfures associées est en cours pour mettre en évidence leur contenu en PGE. Ce type de dolérites est à l'origine de l'un des plus grands gisements de PGE (associé à des sulfures) au monde, celui du district de Noril'sk-Talnakh lié à la grande province basaltique continentale de Sibérie en Russie.

**Mots clés :** CAMP - Dolérites - Géochimie - Datation  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  - Sud-Ouest algérien -

## Références

- Chabou M.C. (2008). Datation  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  et Géochimie de la Province Magmatique de l'Atlantique Central dans le Sud-Ouest algérien. *Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Polytechnique, Alger*, 266 p.
- Chabou, M.C. (2001). Etude pétrographique et géochimique du magmatisme mésozoïque de l'Ouest de la plate-forme saharienne. *Mémoire de Magister, Ecole Nationale Polytechnique, Alger*, 181 p.
- Chabou M.C., Bertrand H., Sebai A. (2010). Geochemistry of the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) in south western Algeria. *Journal of African Earth Sciences, Elsevier*, 58 (2010) 211-213.
- Chabou M.C., Sebai A., Féraud G., Bertrand H., (2007). Datation  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de la Province Magmatique de l'Atlantique Central dans le Sud-Ouest algérien. *C.R. Geosciences, Elsevier*, 339(16) 970-978.
- Choubert G. et Faure-Muret A. (1983). Anti-Atlas. In : J. Fabre (Ed.) *Afrique de l'Ouest, Introduction géologique et termes stratigraphiques*, Pergamon, 1983, 80-95.
- Fabre J., Arnaud-Vanneau A., Belhadj Z., Monod Th. (1996). Evolution des terrains méso-cénozoïques d'une marge à l'autre du craton ouest-africain, entre le Tanezrouft (Algérie) et l'Adrar de Mauritanie. In : L. Bitam et J. Fabre (Eds.), *Géodynamique du craton ouest africain central et oriental : héritage et évolution post-panafricains. Mémoires du Service Géologique de l'Algérie, n°8, Boumerdès*, 1996, 187-229.
- Godard G., Chabou M. C., Adjerid Z. & Bendaoud A. (2014) - Discovery in Algeria of the first African diamonds by the ancient Arabo-Berbers: history and insight into the source rocks. *Comptes Rendus Geoscience*, vol. 346, pp. 179-189.
- Kutina J., Bennani A., Fredriksson K., Nelen J., Golightly D.W., Brown F.W., Brown Z.A., Rait N., Moore R. (1992). The gabbro-dolerite magmatism of the Foum Zguid region: Relation to deep structure of Morocco and possible potential for cobalt, nickel, and platinum-group elements. In : R. Mason (Ed.), *Basement Tectonics 7, Dordrecht, Kluwer Academic*, 175-193.
- Marzoli, A., Renne, P.R., Piccirillo, E.M., Ernesto, M., Bellieni, G., De Min, A. (1999). Extensive 200 Million-Year-Old Continental Flood Basalts of the Central Atlantic Magmatic Province. *Science* 284, 616-618.
- Touahri B., Fabre J., Piboule M., Kaddour M. (1996). Les diamants du Bled el Mass (Touat) : contexte géologique. In : L. Bitam et J. Fabre (Eds.), *Géodynamique du craton ouest africain central et oriental : héritage et évolution post-panafricains. Mémoires du Service Géologique de l'Algérie, n°8, Boumerdès*, 259-272.
- Zerrouki A. (1998). Les minéralisations de la région de Béchar (Sahara du Sud-Ouest) : une revue. *Bull. Serv. Géol. Algérie*, 9, 167-184.