



**HAL**  
open science

## Le granite du sondage de Gassane (Sénégal) : un témoin de l'ouverture de l'Atlantique central au Jurassique ?

Hervé Bertrand, Michel Villeneuve, Michel Corsini, Jean-Louis Paquette,  
Matar Ndiaye, Andreas Gärtner

### ► To cite this version:

Hervé Bertrand, Michel Villeneuve, Michel Corsini, Jean-Louis Paquette, Matar Ndiaye, et al.. Le granite du sondage de Gassane (Sénégal) : un témoin de l'ouverture de l'Atlantique central au Jurassique ?. Géologues, 2019. hal-03024703

**HAL Id: hal-03024703**

**<https://hal.science/hal-03024703>**

Submitted on 25 Nov 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Le granite du sondage de Gassane (Sénégal) : un témoin de l'ouverture de l'Atlantique central au Jurassique ?**

Hervé Bertrand<sup>1</sup>, Michel Villeneuve<sup>2</sup>, Michel Corsini<sup>3</sup>, Jean-Louis Paquette<sup>4</sup>, Matar Ndiaye<sup>5</sup>, Andreas Gärtner<sup>6</sup>

### **Abstract**

We investigate the age and chemical composition of the granitic basement of the Gassane borehole in Senegal.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  and U/Pb dating yield ages of  $200.3 \pm 2$  Ma and  $198.4 \pm 1.8$  Ma, respectively, demonstrating that it is not related to the Variscan orogenesis as previously thought. Rather, we suggest that this granite derived from crustal anatexis caused by mafic intrusions of the central atlantic magmatic province (CAMP).

### **Introduction**

La majeure partie de la géologie de surface du Sénégal est représentée par les formations sédimentaires cénozoïques du bassin côtier sénégal-mauritanien. La reconstitution de l'histoire géologique de ce pays est donc largement tributaire de la géophysique et des forages. Deux campagnes de sismique et de forages ont été réalisées par les compagnies pétrolières d'abord entre 1952 et 1962 (par la Société des Pétroles du Sénégal, la Société Africaine des Pétroles et la Compagnie des Pétroles Total d'Afrique de l'Ouest), puis entre 1990 et 1995 dans le cadre du projet « MSGBC » supporté par la Banque Mondiale (Atlantic resources LTD). Au total 112 forages ont été effectués dans ce bassin côtier (principalement au Sénégal) dont 16 ont atteint le substratum paléozoïque (métamorphique ou sédimentaire) ou les dépôts syn-rift du Trias provenant de l'altération du Paléozoïque (Ndiaye, 2012 ; Ndiaye et al., 2016). Parmi ceux-ci, le forage de Gassane a atteint un socle granitique qui fait l'objet de cette note. Nous montrons que ce granite est contemporain de la province magmatique de l'Atlantique central (CAMP) et suggérons que sa genèse est provoquée par des intrusions basiques de la CAMP au sein de la croûte lors du rifting de l'Atlantique central au début du Mésozoïque.

### **Cadre géologique**

Le bassin côtier Sénégal-mauritanien est rempli de sédiments déposés sur la marge africaine de l'Océan Atlantique qui constituent une série méso-cénozoïque pratiquement continue depuis la période syn-rift au Trias jusqu'à l'actuel. La puissance de la série varie de 10m à l'Est à 10 000m à l'Ouest. De forts épaisissements du Jurassique au Crétacé inférieur et au Crétacé supérieur (Sénonien) reflètent des périodes de forte subsidence correspondant respectivement à l'ouverture de l'Atlantique central puis de l'Atlantique équatorial (Latil-Brun et al., 1986 et Flicoteaux et al., 1988).

Des études géophysiques portant sur la gravimétrie (Guetat, 1981 ; Ponsard et al., 1988), le magnétisme (Roussel et Liger, 1983) ou les sondages geo-électriques (Ritz et Bellion, 1988), ainsi que de nombreuses publications géologiques (Spengler et al., 1966 ; Guieu, 1976 ; Michaud, 1984 ; Chanut et Micholet, 1988 ; Latil-Brun et al., 1986 ; Flicoteaux et al., 1988 ; Villeneuve et Rochet, 1992 ; Villeneuve et al., 1992 ; Villeneuve et al., 2012 ; Ndiaye, 2012 ; Ndiaye et al., 2016) ont largement contribué à la connaissance de ce bassin. La nouvelle carte géologique du Sénégal (BRGM, 2009) ainsi que des mémoires de Master2 ayant fourni des modèles en 3D du substratum et du bassin lui-même (Nzamba, 2009 ; Daoudi, 2010) ont aussi contribué à cette connaissance géologique.

Le bassin méso-cénozoïque est bordé au Nord par la partie archéenne de la dorsale Reguibate, à l'Est par la chaîne métamorphique des Mauritanides déformée par les orogènes panafricaines (700 à 550 Ma) puis par l'orogène varisque (340-

<sup>1</sup> Laboratoire de Géologie de Lyon, Ecole Normale Supérieure de Lyon, Lyon Université. Courriel : [herve.bertrand@ens-lyon.fr](mailto:herve.bertrand@ens-lyon.fr)

<sup>2</sup> OSU Pythéas, Aix-Marseille Université. Courriel : [michel.villeneuve65@gmail.com](mailto:michel.villeneuve65@gmail.com).

<sup>3</sup> Géoazur, Université Côte d'Azur. Courriel : [corsini@unice.fr](mailto:corsini@unice.fr)

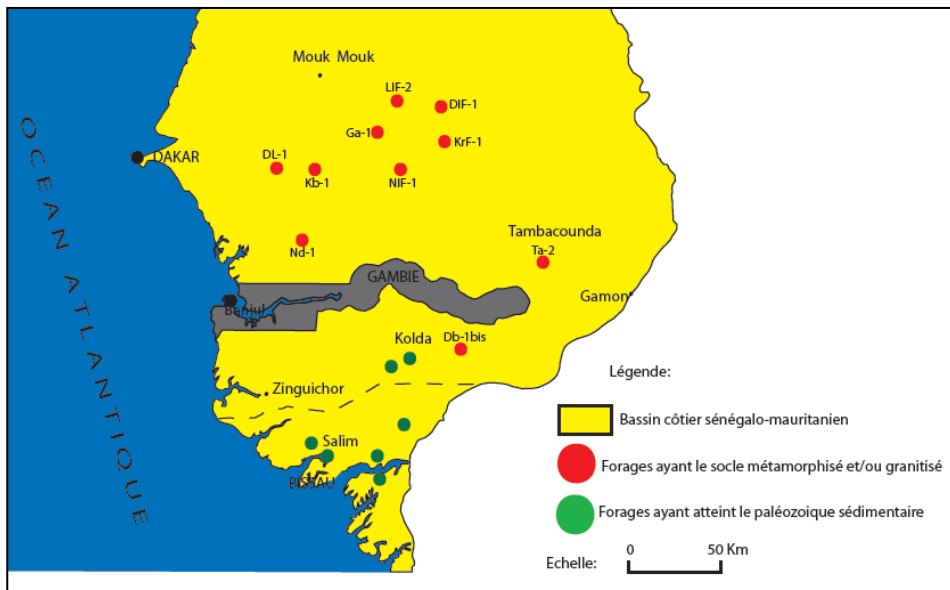
<sup>4</sup> Laboratoire Magmas & Volcans, Clermont Université, UCA - CNRS – IRD. Courriel : [j.l.paquette@opgc.univ-bpclermont.fr](mailto:j.l.paquette@opgc.univ-bpclermont.fr)

<sup>5</sup> Département de Géologie, Dakar Université, Sénégal. Courriel : [matar.ndiaye@ucad.edu.sn](mailto:matar.ndiaye@ucad.edu.sn)

<sup>6</sup> Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Dresden, Germany. Courriel : [andreas.gaertner@senckenberg.de](mailto:andreas.gaertner@senckenberg.de)

300 Ma) et au Sud par le bassin Bové (Ordovico-Dévonien). Selon Villeneuve et al. (2015) le substratum du bassin comprend trois parties : à l'Ouest le WTB (Western Thrust belt) qui correspond à la partie orientale de la chaîne Appalachiennne, à l'Est le block sénégalais qui sépare le WTB des Mauritanides et au Sud le bassin de Casamance qui est le prolongement septentrional du bassin Bové. Lorsque le substratum a été atteint par les forages, les « cuttings » correspondants ont été étudiés mais bien peu ont livré des âges. Quelques sédiments ont fourni, grâce à leurs pollens, des âges allant du Silurien (Kolda) au Carbonifère (Viséen) et au Permien moyen (Villeneuve et al., 2015).

Un évènement majeur en Afrique de l'Ouest est la mise en place de la province magmatique de l'Atlantique central (CAMP) dont le pic d'activité marque la limite Trias-Jurassique (Davies et al., 2017). Il s'agit de vastes systèmes de sills et/ou de dykes basiques affleurant en Mauritanie, au Mali (Bertrand, 1991 ; Verati et al., 2005), en Guinée (Bertrand et Villeneuve, 1989 ; Deckart et al., 1997, 2005), au Liberia (Dupuy et al., 1988) et des intrusions litées du Kakoulima, en Guinée (Deckart et al., 1997, 2005) et de Freetown, au Sierra Leone (Calegaro et al., 2017). Ce magmatisme est attesté au Sénégal oriental (Bassot et al., 1986) et sous le bassin côtier, à la base du forage ND1 (Fig. 1 ; Ndiaye et al. 2016).

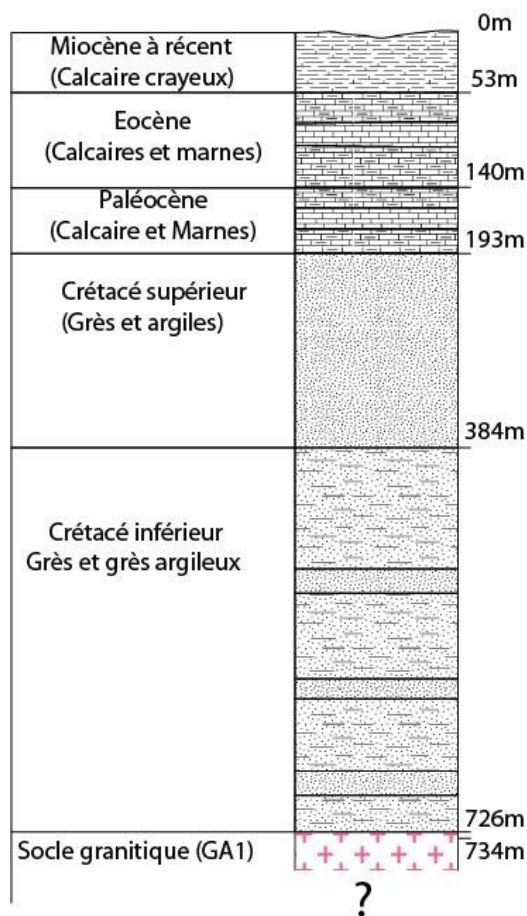


**Figure 1.** Localisation des principaux forages pétroliers dans le bassin côtier du Sénégal (Nzamba, 2009).

### Description du forage de Gassane

Le forage de Gassane fait partie des forages géologiques commandités par la SPS (Société des Pétroles du Sénégal) dans le bassin côtier sénégal-mauritanien. Il est localisé dans la partie nord du Sénégal (coordonnées GPS : 14°58'27,5''N, 15°14'30,5''W ; voir figure 1). Réalisé en janvier /février 1959, il s'est arrêté à 736,4m de profondeur après avoir atteint un socle granitique à 726m.

La succession stratigraphique du forage (Fig. 2) débute dans les calcaires crayeux du Quaternaire et du Miocène (0 à 53m), se poursuit par une suite de calcaires et de marnes de l'Eocène (entre 53 et 140m), puis du Paléocène (entre 140 et 193m). Ces calcaires et marnes recouvrent des argiles et des grès attribués au Crétacé supérieur entre 193 et 384m. Le Maastrichtien est mis en évidence entre 193 et 294m et le Sénonien inférieur entre 294 et 384m. En- dessous, le forage a recoupé des argiles et des grès du Crétacé inférieur, entre 384 et 726m puis directement des granites roses attribués, à l'époque, au substratum paléozoïque. L'échantillon Ga1 étudié ici a été prélevé dans cette formation de base, forée sur 8m. On notera l'absence de dépôts du Trias et du Jurassique, le Crétacé inférieur étant au contact direct du granite. Ce forage est centré sur une anomalie gravimétrique positive de l'ordre de 50 mgals, allongée sur une cinquantaine de kilomètres le long d'un axe SW-NE, qui précise la géométrie de ce corps granitique en profondeur (Ponsard et al., 1988 ; Ndiaye et al., 2016).



**Figure 2.** Succession stratigraphique du forage de Gassane et position de l'échantillon granitique Ga1 (d'après Société des Pétroles du Sénégal, 1959).

### Pétrologie et géochimie

D'un point de vue minéralogique, l'échantillon étudié est un granite s.s. présentant un faciès homogène à l'échelle du forage (Fig. 3). Il est constitué majoritairement d'orthose (en cristaux rosés centimétriques) et de quartz, ainsi que de plagioclase (oligoclase) en proportion moindre. Les ferromagnésiens sont surtout de la biotite, accompagnée d'hornblende, peu abondante. Les feldspaths sont en partie altérés en séricite. Quelques zircons sont visibles en inclusions dans la biotite et des oxides ferro-titanés sont présents en position interstitielle. D'un point de vue minéralogique, ce granite peut donc être considéré comme calco-alcalin.

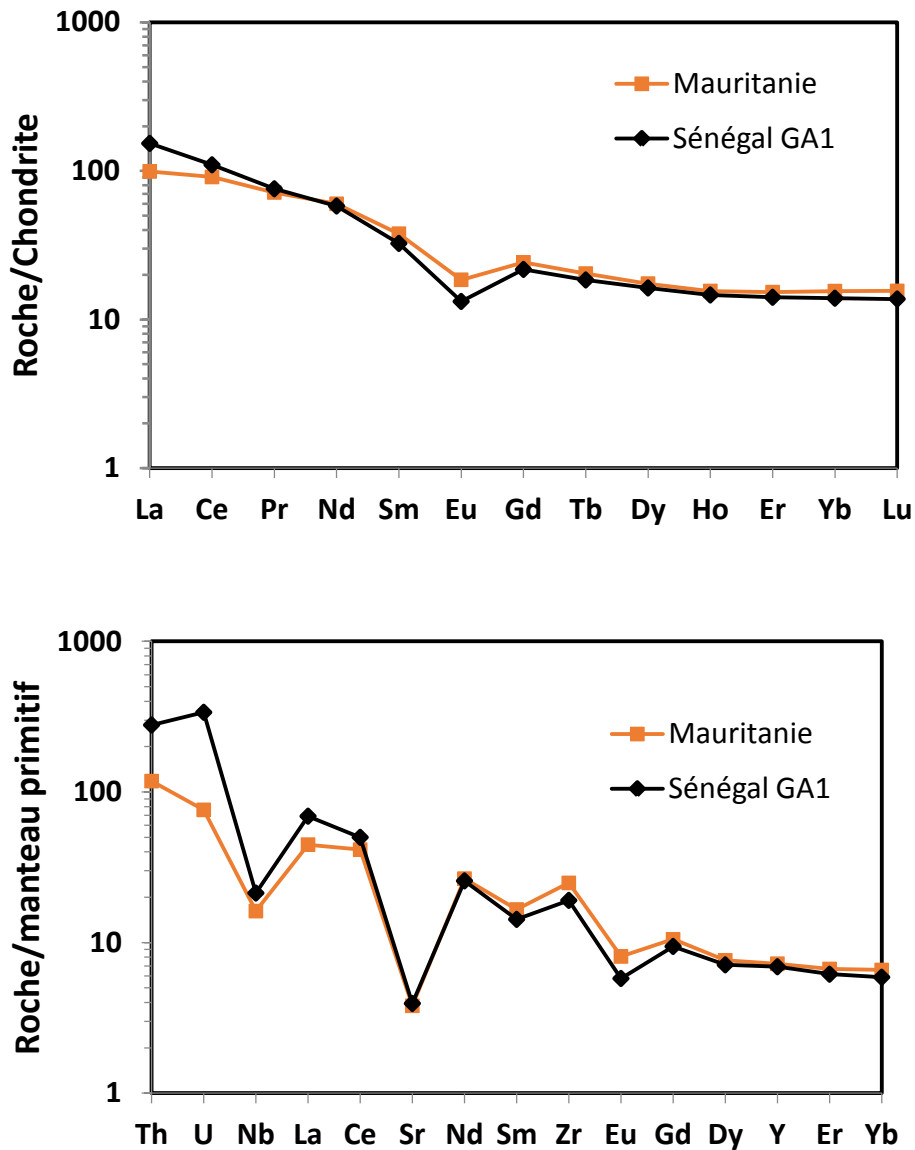


**Figure 3.** Photographie d'un morceau de carotte correspondant à l'échantillon Ga1 (diamètre de la carotte : 6cm). Cliché : M.Villeneuve.

L'analyse chimique de la roche a été réalisée au CRPG par ICP-OES pour les éléments majeurs et par ICP-MS pour les éléments traces (Table 1). D'un point de vue géochimique, il s'agit d'un granite légèrement peralumineux ( $Al/(Ca+Na+K) = 1,07$  ;  $Al/(Na+K) = 1,31$ ), pauvre en calcium ( $CaO : 1,31 \%$ ) et riche en potassium ( $K_2O : 5,10 \%$ ). Ses caractéristiques chimiques (et minéralogiques) le rapprochent des KCG (granites calco-alcalins riches en potassium) de Barbarin (1999). Les spectres de terres rares et d'éléments trace (Fig. 4) montrent un enrichissement en terres rares légères ( $La/Yb_N : 11,02$ ) et présentent une anomalie négative en Nb, Sr et à un degré moindre en Eu. Aucune roche associée ni enclave n'ont été observées à l'échelle du forage.

|                                    |               |           |              |           |              |
|------------------------------------|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| <b>SiO<sub>2</sub></b>             | <b>71,91</b>  | <b>Co</b> | <b>3,8</b>   | <b>La</b> | <b>47,46</b> |
| <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>13,69</b>  | <b>Rb</b> | <b>276</b>   | <b>Ce</b> | <b>88,76</b> |
| <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>3,54</b>   | <b>Sr</b> | <b>82</b>    | <b>Pr</b> | <b>9,24</b>  |
| <b>FeO</b>                         |               | <b>Y</b>  | <b>31,45</b> | <b>Nd</b> | <b>34,80</b> |
| <b>MgO</b>                         | <b>0,48</b>   | <b>Zr</b> | <b>214</b>   | <b>Sm</b> | <b>6,33</b>  |
| <b>CaO</b>                         | <b>1,31</b>   | <b>Nb</b> | <b>15,21</b> | <b>Eu</b> | <b>0,97</b>  |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>             | <b>2,98</b>   | <b>Ba</b> | <b>560</b>   | <b>Gd</b> | <b>5,62</b>  |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>              | <b>5,10</b>   | <b>Hf</b> | <b>5,63</b>  | <b>Tb</b> | <b>0,87</b>  |
| <b>TiO<sub>2</sub></b>             | <b>0,39</b>   | <b>Th</b> | <b>23,69</b> | <b>Dy</b> | <b>5,25</b>  |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>  | <b>0,11</b>   | <b>U</b>  | <b>7,10</b>  | <b>Ho</b> | <b>1,05</b>  |
| <b>MnO</b>                         | <b>0,06</b>   | <b>Cs</b> | <b>17,22</b> | <b>Er</b> | <b>2,96</b>  |
| <b>H<sub>2</sub>O+</b>             | <b>0,48</b>   |           |              | <b>Yb</b> | <b>2,90</b>  |
| <b>H<sub>2</sub>O-</b>             | <b>0,20</b>   |           |              | <b>Lu</b> | <b>0,44</b>  |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>100,25</b> |           |              |           |              |

**Table 1.** Analyse chimique du granite de Gassane (inédit H. Bertrand). Eléments majeurs en poids% ; éléments traces en ppm.



**Figure 4.** Spectres de terres rares et d'éléments traces du granite de Gassane (inédit H. Bertrand). Les spectres d'un granite du sud mauritanien (Lahondère et al., 2005) sont montrés en comparaison.

### Géochronologie

La seule datation radiométrique connue dans le bassin côtier senegalo-mauritanien provenait du sondage de Kolobane (Kb1, voir figure 1), situé à une quarantaine de kilomètres au SW de celui de Gassane, où une cornéenne à biotite du socle précambrien a fourni un âge de  $234 \pm 8$  Ma par la méthode Rb/Sr (Chanut et Micholet, 1988). Selon ces auteurs, cet âge reflète un rajeunissement attribué à un événement thermique triasique lié à l'ouverture de l'Océan Atlantique. Les autres échantillons de roches métamorphiques ou granitiques étaient considérés comme appartenant au substratum Paléozoïque.

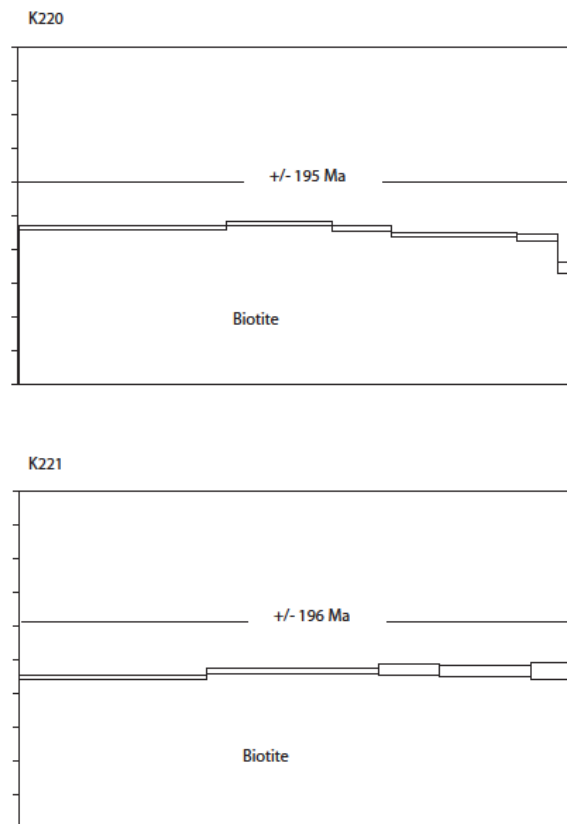
*Géochronologie  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$*

Une biotite et une amphibole du granite du forage de Gassane ont été analysées par la méthode  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  au laboratoire Géoazur de l'Université de Nice. Les minéraux ont été séparés par broyage et triés à la main. Après irradiation, les échantillons ont été analysés par paliers de chauffage successifs grâce à un dispositif de laser. Les âges sont donnés au niveau d'erreur  $2\sigma$ , et les incertitudes relatives à l'âge des plateaux comprennent les erreurs analytiques et les erreurs de la valeur J.

- Un monograin d'amphibole a fourni un âge moyen à  $198,2 \pm 2$  Ma correspondant à 96,3 % de  $^{39}\text{Ar}$  libéré et à cinq étapes (Fig. 5A). L'isochrone inverse pour les étapes du plateau donne un âge concordant à  $198,2 \pm 2$  Ma (MSWD = 5,69 ; rapport initial  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  de  $200,8 \pm 231,0$ ).

- Un monograin de biotite a fourni un âge plateau à  $200,3 \pm 2$  Ma correspondant à 66,5 % du  $^{39}\text{Ar}$  libéré et à quatre étapes (Fig. 5B). L'isochrone inverse pour les étapes considérées donne un âge concordant à  $198,5 \pm 2$  Ma (MSWD = 0,3 ; rapport initial  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  de  $237,8 \pm 1566,3$ ) (non présenté).

Les âges de  $198,2 \pm 2$  Ma et  $200,3 \pm 2$  Ma, obtenus respectivement sur amphibole et biotite, sont identiques dans les marges d'erreurs. L'âge plateau à  $200,3 \pm 2$  Ma est considéré comme la meilleure estimation de l'âge du granite.



Granite de Gassane ( forage Sénégal)

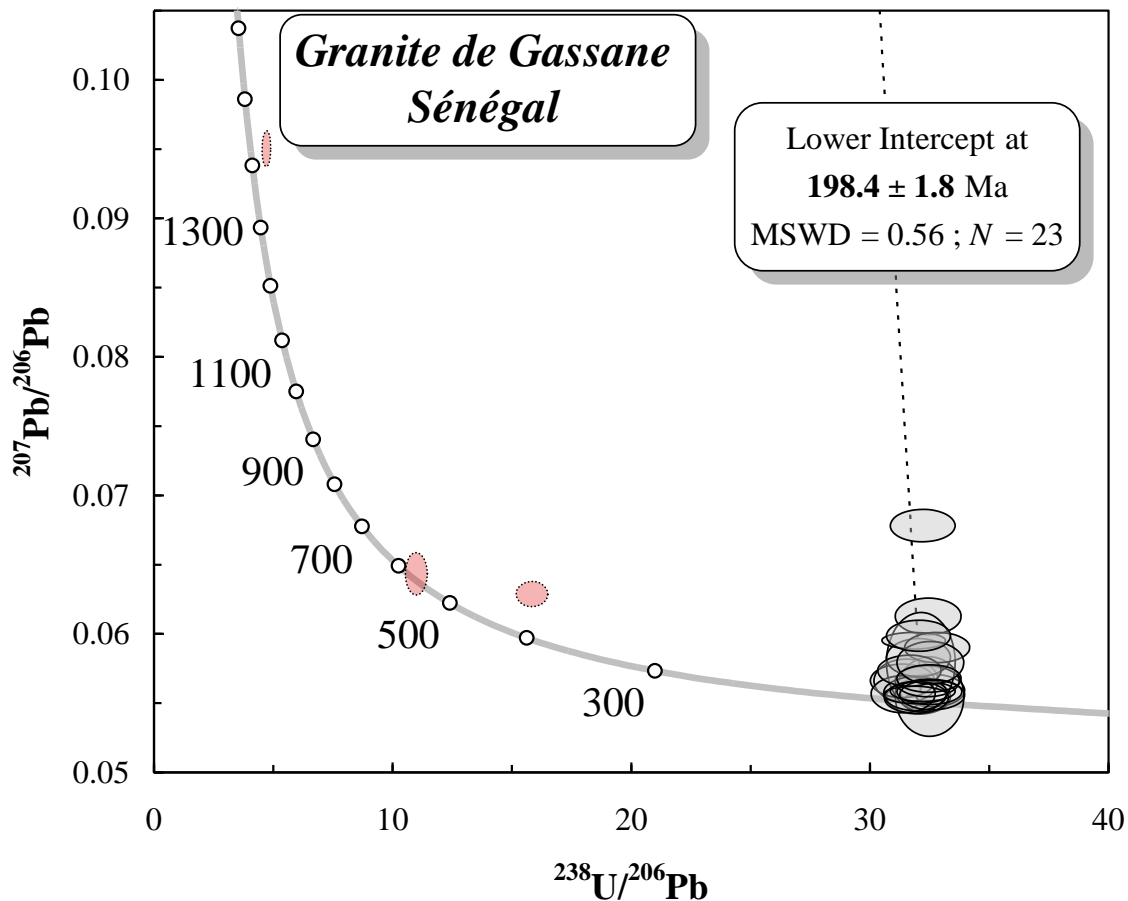
**Figure 5.** Spectres d'âge  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  en fonction du pourcentage d'argon 39 dégazé (inédit M. Corsini). Les âges sur chaque étape et l'âge plateau sont donnés au niveau d'erreur  $2\sigma$ . Les âges sont calculés selon le logiciel Ar-Ar Calc (Koppers, 2002). Tableau des résultats disponibles sur demande.

## Géochronologie U-Pb sur zircons

La datation U-Pb sur zircons a été obtenue par ICP-MS couplé à l'ablation laser. Les détails des techniques analytiques utilisées sont décrits dans Hurai et al., (2010) ainsi que Paquette et al., (2014 et 2017). Durant les analyses, le diamètre des spots laser étaient de 33 $\mu$ m, la fluence du laser de 4J/cm<sup>2</sup> avec une fréquence de tir de 4Hz.

Les zircons analysés sont de petite taille (<100 $\mu$ m) et de teinte jaune pâle, automorphes mais peu allongés (rapport longueur/épaisseur de 2 à 4) et contiennent systématiquement des inclusions minérales indéterminées. Les teneurs en uranium sont variables de 170 à 2180 ppm, généralement supérieures à 400 ppm. Les rapports Th/U sont >0.2, ce qui est symptomatique d'une origine magmatique des cristaux de zircons.

Reportés dans un diagramme <sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb vs <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb (Tera and Wasserburg, 1972), 23 des 26 analyses définissent un alignement dont l'intercept supérieur avec la Concordia indique la présence d'une faible proportion de Pb commun en lien avec les nombreuses inclusions contenues dans les zircons et un intercept inférieur à 198,4  $\pm$  1,8 Ma (MSWD = 0,56). Cet âge est interprété comme celui de la cristallisation des zircons lors du magmatisme du granite de Gassane. Les 3 analyses restantes définissent des âges hérités provenant du recyclage du socle à 400 Ma, 560 Ma et 1250 Ma, respectivement (Fig. 6). A noter que le cœur d'un cristal de zircon a donné un âge à 560 Ma tandis que la bordure du même cristal a donné un âge de 198 Ma.



**Figure 6.** Datation U-Pb sur zircons du granite de Gassane (inédit J.L. Paquette). Tableau des résultats disponibles sur demande.

## Discussion

### *Le granite de Gassane et la chronologie de la CAMP*



Les datations effectuées par deux méthodes différentes sur trois phases minérales du même granite ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  sur biotite et amphibole, U/Pb sur zircon) donnent des âges concordants à l'incertitude analytique près. Ces âges, respectivement de  $200,3 \pm 2$  Ma ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) et de  $198,4 \pm 1,8$  Ma (U/Pb), montrent que le granite de Gassane s'est mis en place au tout début du Jurassique, ce qui pose la question de sa relation avec le magmatisme de la CAMP, dans le cadre du rifting conduisant à l'ouverture de l'Atlantique central. Bien que légèrement postérieur au pic d'activité, autour de 201 Ma (Davies et al., 2017 ; Marzoli et al., 2018) ce granite est clairement contemporain de la CAMP. Les datations disponibles (quoique limitées au vu de l'ampleur de l'évènement magmatique) montrent qu'une intense activité intrusive a perduré sur plusieurs millions d'années (de la fin du Trias au début du Jurassique) en Afrique de l'Ouest. Des injections multiples sont notamment documentées dans l'intrusion litée de Freetown au Sierra Leone, de  $202,4 \pm 2,3$  Ma à  $198,8 \pm 0,22$  Ma (Callegaro et al., 2017), ainsi qu'en Guinée, dans l'intrusion litée du Kakoulima et dans les sills du Fouta Djallon, de  $204,7 \pm 1,5$  à  $196,7 \pm 2,2$  Ma et de  $203,5 \pm 0,2$  to  $192,3 \pm 0,6$  Ma, respectivement (Deckart et al., 1997). Toutes ces intrusions sont cependant basiques, aucune composition granitique n'y étant directement associée. En l'état actuel, l'absence de roches acides semble être une caractéristique de la CAMP en général : seul un dyke de microgranite associé à des gabbros recoupant les nappes d'Akjoujt (Mauritanie) a fourni un âge U/Pb sur zircon de  $199,1 \pm 3,6$  Ma (Pitfield et al., 2004).

### *Origine du granite de Gassane*

Les produits ultimes de différenciation par cristallisation fractionnée des magmas tholéitiques de la CAMP se limitent à quelques ségrégations granophyriques d'extension limitée au sein des intrusions et des coulées les plus épaisses, ne dépassant guère des teneurs en  $\text{SiO}_2$  de 60% (Marzoli et al., 2018). Un corps granitique peralumineux à 72% de silice et d'une ampleur comparable au granite de Gassane (8 mètres forés et probablement beaucoup plus d'après l'anomalie gravimétrique; Ponsard et al., 1988 ; Ndiaye et al., 2016), n'a jamais été observé au sein de la CAMP et ne peut résulter d'un processus de cristallisation fractionnée de magmas basiques.

L'hypothèse privilégiée est celle d'une fusion crustale impliquant des sédiments pélitiques (alumineux et pauvres en Ca), hypothèse déjà proposée pour rendre compte de granitoïdes associés à des dolérites dans l'extrême sud mauritanien (Lahondère et al., 2005). Ces auteurs réfutent l'hypothèse d'une cristallisation fractionnée et invoquent la fusion poussée de sédiments grauwackeux. Ces granitoïdes n'ont pas été datés, mais certains ont une composition très proche du granite de Gassane (teneur en  $\text{SiO}_2$ , indice d'aluminosité et spectre d'éléments traces identiques, voir figure 4). En ce qui concerne le granite de Gassane, l'analyse d'un cristal de zircon dont le cœur et la bordure ont donné un âge de  $\sim 550$  Ma et de 198,4 Ma, respectivement (voir figure 5), constitue un solide argument en faveur d'une fusion crustale impliquant le Panafricain. La présence d'un zircon hérité de plus 1,4 Ga (voir figure 5) suggère l'implication possible d'un socle encore plus ancien dans le processus d'anatexie.

Bien que le granite de Gassane lui-même ne soit pas partie intégrante de la CAMP, sa genèse n'en est donc cependant pas indépendante. Il est probable que l'anatexie ait été déclenchée par l'injection de magmas basiques de la CAMP au sein de la croûte. De telles injections sont en effet bien documentées sur tout le pourtour du Sénégal, en Guinée où la puissance des intrusions dépasse le kilomètre au Kakoulima, et les 500 mètres dans le Fouta Djallon (Deckart et al., 1997, 2005), dans le sud mauritanien (Lahondère et al., 2005) et au Mali occidental (Bertrand, 1991). Au Sénégal, il en est probablement de même sous la couverture sédimentaire. 90 mètres de dolérites attribuées à la CAMP ont été traversés par le forage Nd1 (voir figure 1 ; Ndiaye et al., 2016) et un important faisceau de dykes E-W est pressenti d'après les anomalies magnétiques (Reyre, 1984).

Le cas du granite de Gassane n'est sans doute pas isolé et l'effet thermique d'intrusions de la CAMP au sein de la croûte a pu générer des magmas granitiques en d'autres points du Sénégal et d'Afrique de l'ouest en général. Notamment, un socle granitique a également été atteint dans les forages de Diourbel (DL-1) et de Dioumanan (DIF-1 ; Villeneuve et al., 2015). Ces forages sont alignés sur celui de Gassane selon un axe ENE-WSW (voir figure 1), correspondant à un accident (Nzamba, 2009) qui a pu contrôler la venue de granites anatectiques au début du Jurassique.

### **Conclusions**

Contrairement aux interprétations antérieures, le granite collecté au fond du puits pétrolier de Gassane n'est pas lié à l'orogénèse varisque des Mauritanides (330-300 Ma), mais au rifting de l'Atlantique central. L'âge de  $\sim 198$ -200 Ma de ce granite suggère qu'il résulte de l'anatexie causée par des intrusions basiques de la CAMP au sein de la croûte. De telles venues

granitiques semblent se localiser le long de grands accidents de direction ENE-WSW qui sont probablement un héritage varisque des Mauritanides (Villeneuve et al., 1993) et qui prolongent, à terre, les failles transformantes de l'Océan Atlantique.

## References bibliographiques

- Barbarin B., 1999. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos* 46, 605-626.
- Bassot J.P., Cantagrel J.M. et Jamond C., 1986. Nouvelles données géochronologiques sur les dolérites et gabbros de l'est Sénégal et de la Guinée Bissau. Réflexions sur l'âge de mise en place et la répartition du magmatisme tholéitique « continental » à l'échelle de l'Afrique de l'ouest. *Garcia de Orta* 9, 1-14.
- Bertrand H. 1991. The Mesozoic tholeiitic province of Northwest Africa : a volcano-tectonic record of the early opening of Central Atlantic. In A.B. Kampunzu Ed. "Magmatism in extensional structural settings", Springer Verlag, p. 147-188.
- Bertrand H. et Villeneuve M., 1989. Témoins de l'ouverture de l'Atlantique Central au début du Jurassique: les dolérites tholéitiques continentales de Guinée (Afrique de l'Ouest). *C.R. Acad. Sci. Paris* 308, sér.II, p.93-99.
- Callegaro, S., Marzoli, A., Bertrand, H., Blichert-Toft, J., Reisberg, L., Cavazzini, G., Jourdan, F., Davies, J., Parisio, L., Bouchet, R., Paul, A., Schaltegger, U. et Chiaradia, M., 2017. Geochemical Constraints Provided by the Freetown Layered Complex (Sierra Leone) on the Origin of High-Ti Tholeiitic CAMP Magmas. *J. Petrology* 58, 1811-1840,
- Chanut, C., et Micholet, J., 1988. Le stade rift dans le bassin sédimentaire du Sénégal. *J. Afr. Earth Sci.* 7, 397-400.
- Daoudi, B., 2010. Interprétation et modélisation du remplissage sédimentaire du bassin côtier sénégal-mauritanien. Mémoire Master Set, Université de Provence, Marseille, France, 34 p.
- Davies, J., Marzoli, A., Bertrand, H., Youbi, N., Ernesto, M. et Schaltegger, U., 2017. End-Triassic mass extinction started by intrusive CAMP activity. *Nature Communications* 8:15596, doi:10.1038/ncomms15596 (2017).
- Deckart, K., Féraud, G. et Bertrand, H., 1997. Age of Jurassic continental tholeiites of French Guyana, Surinam and Guinea : implications for the initial opening of the Central Atlantic Ocean. *Earth Planet. Sci. Letters* 150, 205-220.
- Deckart, K., Bertrand, H. et Liégeois, J.-P., 2005. Geochemistry and Sr, Nd, Pb isotopic composition of the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) in Guyana and Guinea. *Lithos* 82, 289-314.
- Dupuy, C., Marsh, J., Dostal, J., Michard, A., et Testa, S., 1988. Asthenospheric and lithospheric sources for Mesozoic dolerites from Liberia (Africa): trace element and isotopic evidence. *Earth Planet. Sci. Letters* 87, 100-110.
- Flicoteaux, R., Latil-Brun, M.V., Michaud, L., 1988. Histoire de la subsidence post-rift du bassin côtier mauritano-sénégal-guinéen. Relation avec l'amincissement crustal pendant la période jurassique à Crétacé inférieur. Comparaison avec l'évolution des marges péri-atlantiques au niveau de l'Atlantique central et Equatorial (côte est des U.S.A., Sud-Sahara, Côte d'Ivoire, et Plateau du Demerara). *J. Afr. Earth Sciences* 7, 345-359.
- Guetat, Z., 1981. Etude gravimétrique de la bordure occidentale du craton Ouest Africain. Thèse, Montpellier, 185 p.
- Guiou, G., 1976. Les bassins à évaporites de la marge ouest africaine du Maroc à l'Angola. Rapport n°32, Faculté des Sciences de l'Université de Dakar. 86 p.

Hurai, V., Paquette, J.L., Huraiová, M., et Konečný, P., 2010. Age of deep crustal magmatic chambers in the intra-Carpathian back-arc basin inferred from LA-ICPMS U-Th-Pb dating of zircon and monazite from igneous xenoliths in alkali basalts. *J. Volc. Geotherm. Res.* 198, 275-287.

Koppers A. A. P., 2002. Ar/Ar CALC-software for  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age calculations. *Computers & Geosciences* 28, 605–619.

Lahondère, D., Roger, J., Le Métour, J., Donzeau, M., Guillocheau, F., Helm, C., Thiéblemont, D., Cocherie, A., et Guerrot, C., 2005. Notice explicative des cartes géologiques à 1/200,000 et 1/500,000 de l'extrême sud de la Mauritanie: DMG, Ministère des Mines et de l'Industrie, Nouakchott, Rapport BRGM/RC-54273-FR, 610 p.

Latil-Brun, M.V., Flicoteaux, R., et Brunet, M.F., 1986. Subsidence thermique de la marge continentale ouest africaine, au large de la Casamance (Sénégal), depuis l'Aptien. Brève comparaison avec la marge est-américaine. *Bull. Soc. Géol. France* 8, 819-824.

Liger, J.L., et Roussel J., 1979. Etude gravimétrique du bassin profond du Sénégal. *Rev. Geol. Dyn. Geogr. Physique* 21, 419-427.

Marzoli, A., Callegaro, S., Dal Corso, J., Davies, J. H. F. L., Chiaradia, M., Youbi, N., Bertrand, H., Reisberg, L., Merle, R. et Jourdan, F. 2018. The Central Atlantic Magmatic Province (CAMP): A Review. In: L.H Tanner (ed.), *The Late Triassic World, Topics in Geobiology* 46, 91-125, Springer Verlag.

Michaud, L., 1984. Les milieux de sédimentation créacés du Sénégal et leur évolution diagénétique (Etude de subsurface). Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Aix Marseille III, 285 p.

Ndiaye, M., 2012. Sismostratigraphie du bassin Senegalo-Mauritanien dans les regions de Thiès et Diourbel, PHD thesis, vol 112, Univ. Genève, Suisse, 175 p.

Ndiaye, M., Ngom, P. M., Gorin, G., Villeneuve, M., Sartori, M., et Médou, J., 2016. A new interpretation of the deep-part of the Senegalo-Mauritanien basin in the Diourbel-Thiès area by integrating seismic, magnetic, gravimetric and boreholes data: implications for petroleum exploration. *J. Afr. Earth Sci.* 121, 330-341.

Nzamba, J., 2009. Modélisation et interprétation du substratum du bassin côtier Sénégal-Mauritanien, Master Set 2, Université de Provence, Marseille, 30 p.

Paquette, J.L., Piro, J.L., Devidal, J.L., Bosse, V. et Didier, A., 2014. Sensitivity enhancement in LA-ICP-MS by N<sub>2</sub> addition to carrier gas: application to radiometric dating of U-Th-bearing minerals. *Agilent ICP-MS journal* 58, 4-5.

Paquette, J.L., Ballèvre, M., Peucat, J.J. et Cornen, G., 2017. From opening to subduction of an oceanic domain constrained by LA-ICP-MS U-Pb zircon dating (Variscan belt, Southern Armorican Massif, France). *Lithos* 294-295, 418-437.

Pitfield, P. E. J., Key, R.M., Waters, C.N., Hawkins, M.P.H., Schofield, D.I., Loughlini, S. et Barnes, R P., 2004. Notice explicative des cartes géologiques et géologiques à 1/200 000 et 1/500 000 du Sud de la Mauritanie, Volume 1 Géologie: DMG, Ministère des Mines et de l'Industrie, Nouakchott, 314 p.

Ponsard, J. F., Roussel, J. et Villeneuve, M., 1988. The Pan-African orogenic belt of southern Mauritanides and northern Rokelides (southern Senegal and Guinea, West Africa): gravity evidence for a collisional suture. *J. Afr. Earth Sci.* 7, 463-472.

Reyre, D., 1984. Remarques sur l'origine et l'évolution des bassins sédimentaires africains de la côte atlantique. *Bull. Soc géol. France*, 26, 1041-1059.

- Roussel, J. et Liger, J.L., 1983. A review of deep structure and ocean-continental transition in the Senegal basin (West Africa). *Tectonophysics* 91, 183-211.
- Ritz, M. 1984. Electrical resistivity structure of the Senegal basin as determined from magnetotelluric and differential geomagnetic soundings. *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 79, 635-649.
- Société des Pétroles du Sénégal, 1959. Rapport de fin de sondage, Gassane N°1, 6p.
- Spengler, A. (de), Castelain, J., Cauvin, J., Leroy, M., 1966. Le bassin secondaire et tertiaire du Sénégal. Symposium New Delhi (1964), coordination D. Reyre (edit.), Assoc. Serv. Géol. Afr., Paris, 80-94.
- Tera, F. et Wasserburg, G., 1972. U-Th-Pb systematics in three Apollo 14 basalts and the problem of initial Pb in lunar rocks. *Earth Planet. Sci. Letters* 14, 281-304.
- Verati, C., Bertrand, H. et Féraud, G. 2005. The farthest record of the Central Atlantic Magmatic Province into west Africa craton: precise  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating and geochemistry of Taoudenni basin intrusives (northern Mali). *Earth Planet. Sci. Letters* 235, 391-407.
- Villeneuve, M., Rochet, J., et Faye, M., 1993. Héritages structuraux panafricains et hercyniens sur la marge africaine de l'océan Atlantique, entre la Mauritanie et le Liberia. *Bull. Soc. Géol. France* 164, 851-860.
- Villeneuve, M., Fournier, F., Cirilli, S, Spina, A., Ndiaye, M., Nzamba, J., Viseur, S., Borgomano, J., et Ngom, P.M., 2015. Structure of the Palaeozoic basement in the Senegalo-Mauritanian basin (West Africa). *Bull. Soc. Géol. France* 186, 193-203.