

## **Origine des eaux salées, des émanations gazeuses azotées (+Hélium) et des minéralisations de fluorine à l'extrémité nord de la Grande Faille du Bazois : Apport du couplage entre pétrologie, hydrogéologie, géochimie et géophysique**

Benjamin Brigaud<sup>1\*</sup>, Jocelyn Barbarand<sup>1</sup>, Anne Battani<sup>2</sup>, Antonio Benedicto<sup>1</sup>, Thomas Blaise<sup>1</sup>, Damien Calmels<sup>1</sup>, Véronique Durand<sup>1</sup>, Emmanuel Léger<sup>1</sup>, Louise Lenoir<sup>1</sup>, Carlos Pallares<sup>1</sup>, Albane Saintenoy<sup>1</sup>, Philippe Sarda<sup>1</sup>, Hermann Zeyen<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Université Paris-Saclay, CNRS, GEOPS, 91405 Orsay, France

<sup>2</sup>Université de Pau et Pays de l'Adour, CNRS, Total, Laboratoire des Fluides Complexes et leurs Réservoirs, 64000, Pau, France

Au sud-ouest du Bassin de Paris, la Grande Faille du Bazois met en contact les séries mésozoïques du Bassin de Paris à l'ouest avec le socle paléozoïque métamorphique et magmatique du Morvan à l'est. Le long de cette faille, à Pierre-Perthus (à proximité de Vézelay), affleure la discordance socle-couverture marquée par l'existence du gisement de fluorine de classe mondiale. A moins de 1.5 km de ce gisement, des puits édifiés il y a environ 4300 ans captent des eaux relativement riches en chlore, sodium et lithium et des émanations gazeuses azotées (+He). Malgré les connaissances historiques sur ce site archéo-géologique, beaucoup de questions subsistent quant aux processus responsables des circulations de fluides, des minéralisations ou des émanations gazeuses :

- Quand ces minéralisations se sont-elles mises en place et quelle est la nature de l'eau à l'origine de cette minéralisation ? Quel rôle aurait joué la Grande Faille du Bazois ?
- Quelle est l'origine/source du Na, Cl, et Li dans les paléo-fluides et fluides actuels ? Quelle est l'origine des émanations gazeuses :  $N_2 + He + H_2$  ? Quel est l'impact du fonctionnement de la nappe alluviale en surface sur notre compréhension des fluides échantillonnés dans les puits ?
- Sur quels concepts reposent les mécanismes de production, diffusion ou accumulation d'He ?
- Quel est le rôle de l'encaissant granitique (alcalins, hyperalcalins, hyperalumineux) ?
- Quel schéma méthodologique multi-disciplinaire peut être développé afin de mieux caractériser et comprendre les chemins de migration ?

Pour répondre à toutes ces questions, nous avons entrepris une étude couplant plusieurs disciplines des Géosciences : minéralogie, pétro-géochimie du granite/gneiss, géochimie : éléments majeurs et traces,  $\delta^{18}O$ - $\delta D$ ,  $\delta^{37}Cl$ , He dans les fluides, éléments traces, chronologie par traces de fission sur apatite, Sm-Nd et U-Pb sur fluorine, mesures hydrogéologiques et prospection géophysique (tomographie sismique, tomographie de résistivité électrique). Les datations indiquent que la majeure partie des minéralisations se met en place avant le Crétacé supérieur. Une remobilisation de fluide est reconnue et datée à 40 Ma (Lutétien/Bartonien) et correspond à la mise en place de la Grande Faille du Bazois. Les données géophysiques permettent de dresser des hypothèses sur les chemins empruntés par les fluides remontant actuellement le long de l'accident. Les données géochimiques suggèrent que les eaux actuelles et les paléofluides crétacés seraient d'origine météorique avec un apport en Cl provenant d'une eau de mer emprisonnée dans les argiles du Lias. La faille permettrait à ces fluides captifs à plus de 100 m de profondeur de remonter en surface et de se mélanger avec les eaux du socle (potentiellement riche en K, Li, Na...) et de la nappe alluviale (potentiellement riche en Ca et  $HCO_3$ ). La présence de  $CO_2$ , avec un  $\delta^{13}C$  à -20‰ ou encore la présence potentielle de Ra dans les émanations de gaz évoqueraient plutôt une origine de proche surface en relation avec le granite riche en alcalins, avec minéraux accessoires porteurs de Th et U (uraninite, monazite, thorite, zircon, apatite, sphène, etc.). L'He serait stocké dans le réservoir que constitue l'interface socle/couverture, et serait libéré le long de la faille.

**Mots-Clés :** Géophysique, Géochronologie, Hydrogéologie, Pétrographie, Paléofluides, Fluides, Gaz