



U et Groenland : étude du potentiel uranifère des bassins Paléo- à Mésoprotozoïques de Thule et d'Independence Fjord, et caractérisation des minéralisations uranifères du sud

Encadrement : Julien Mercadier et Antonin Richard (GeoRessources), Marc Brouand et Rémy Chemillac (Areva), Kristine Thrane (Service Géologique du Danemark à Copenhague), Etienne Deloule et Johan Villeneuve (CRPG)

Présentation du projet : Les bassins d'âge Paléo- à Mésoprotozoïques de l'Athabasca et du Thelon au Canada sont connus pour leur richesse exceptionnelle en uranium (jusqu'à 20% de teneur moyenne) grâce à la présence de gisements dits de type discordance, car formés à la discordance entre les niveaux sédimentaires et les roches du socle sous-jacentes. Plusieurs facteurs clés ont permis la formation de ces gisements de classe mondiale, facteurs qui sont autant de vecteurs à la découverte de ces gisements. Parmi eux, la nécessité d'une sédimentation de type conglomératique à gréseuse en base de bassin et la circulation à grande échelle dans ces sédiments de saumures diagénétiques/hydrothermales d'origine marine à environ 150-200°C permettant : (i) de mobiliser les sources diffuses d'uranium dans le bassin et son socle sur de grands volumes, (ii) de transporter l'uranium efficacement sous forme de complexes chlorurés et (iii) de précipiter l'uranium aux interfaces redox (discordance socle-couverture, failles graphiteuses, interfaces lithologiques dans le socle en particulier). Ces circulations fluides à grandes échelles verticale et horizontale ont entraîné la formation d'une altération hydrothermale potassique et magnésienne typique associées aux gisements d'uranium de type discordance dont les minéraux caractéristiques sont les illites, les sudoites (chlorite magnésienne), les Mg foitites (tourmaline magnésienne) ainsi que les APS (alumino-phosphate-sulfate). Plusieurs bassins sédimentaires situés au Groenland (Thule et Independence Fjord par exemple) sont actuellement considérés comme de bons analogues à ces bassins canadiens, avec certaines caractéristiques géologiques de premier ordre similaires. Ce type de bassin a pu aussi exister dans la partie Sud du Groenland (totalement érodé actuellement) où l'on trouve actuellement des minéralisations uranifères significatives (veines dans le socle) mais dont les conditions de formation sont actuellement inconnues.

Dans ce cadre, les objectifs de projet de Master 2 sont :

- 1) l'évaluation du potentiel des bassins de Thule et d'Independence Fjord à abriter des minéralisations uranifères de type discordance. Les associations minéralogiques des différentes lithologies conservées de ces bassins seront étudiées, avec une focalisation initiale sur les niveaux gréseux et conglomératiques de base potentiellement équivalents aux formations des bassins d'Athabasca et du Thelon. Les caractéristiques sédimentaires initiales des bassins seront étudiées (comme le pourcentage des minéraux détritiques hors quartz [feldspaths, micas,...]) afin de déterminer initialement si les propriétés de porosité et de perméabilité des formations ont été favorables aux circulations fluides diagénétiques/hydrothermales. Une recherche systématique des

minéraux connus (sudaïte, Mg-foitite, APS en particulier) comme étant associés aux gisements de type discordance sera réalisée. A partir de cette étude minéralogique, une paragenèse type sera établie pour chacun des bassins. Une analyse détaillée des inclusions fluides dans les quartz, carbonates et apatites diagénétiques/hydrothermaux sera par la suite effectuée sur des échantillons sélectionnés permettant d'appréhender la nature des fluides présents (saumures diagénétiques, fluides météoriques,..), leurs conditions de circulation (P, T, chimie) et les gaz présents (CH₄, H₂, CO₂,...). Un échantillonnage exhaustif des bassins (si disponible) permettra de définir les échelles verticale et horizontale de circulations fluides dans ces bassins. Les données sur les fluides seront comparées à celles connues pour les bassins d'Athabasca et du Thelon.

Méthodologie et échantillonnage : (i) l'étude des phases minérales détritiques et diagénétiques/hydrothermales (argiles, phosphates, tourmalines...) par microscopies optique et électronique, et microsonde électronique si besoin, (ii) la pétrographie des inclusions fluides dans les minéraux porteurs (quartz, carbonates, phosphates en particulier), (iii) la microthermométrie et la spectrométrie Raman (pour reconstitution de la salinité et la composition en gaz des inclusions fluides ainsi que des conditions PT de circulations des fluides) et (iv) dans les cas favorables, a) le LA-ICP-MS pour la détermination des éléments traces (notamment l'uranium) dans les inclusions fluides b) la microsonde ionique (CRPG) pour l'analyse des isotopes de l'oxygène et du carbone des quartz et carbonates et c) la microsonde ionique (CRPG) pour la datation des phases hydrothermales/diagénétiques porteuses d'U. Le travail sera réalisé entièrement au sein des laboratoires GeoRessources et CRPG à Nancy, en lien étroit avec Areva et avec la participation du Service géologique du Danemark pour la fourniture des échantillons et des informations géologiques pour ces bassins.

2) la caractérisation des minéralisations uranifères du sud du Groenland. Ces minéralisations seront étudiées via une approche multi-technique et multi-méthode afin de déterminer leur habitus de formation et les minéraux associés, leur(s) âge(s) de formation et leurs caractéristiques géochimiques (éléments majeurs et traces). Ces résultats seront comparés avec les bases de données disponibles pour les minéralisations uranifères au niveau mondial afin de mieux contraindre leurs conditions de genèse et en particulier de savoir si elles sont par exemple de type discordance. Les travaux coupleront des études par MEB, microsonde électronique (éléments majeurs), LA-ICP-MS (éléments traces) et microsonde ionique (CRPG, datation U-Pb). Le travail sera réalisé au sein des laboratoires GeoRessources et CRPG à Nancy et à Areva à Paris, en collaboration avec le Service Géologique du Danemark.