



Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), Phase V

Livrable 81

Uranium en Mauritanie

Par Greg Fernette

Préparé pour le compte du gouvernement mauritanien par l'U.S. Geological Survey

2012

Ce rapport est un rapport administratif, dont la conformité avec les normes éditoriales de l'U.S. Geological Survey ou le code stratigraphique nord-américain n'a pas été examiné. Tout nom commercial, d'entreprise ou de produit est utilisé à des fins descriptives et n'implique pas l'approbation du gouvernement des Etats-Unis.

U.S. Department of the Interior
U.S. Geological Survey

Uranium en Mauritanie

Synthèse

La Mauritanie possède quatre-vingts présences d'uranium connues, et fait l'objet d'une exploration active de l'uranium par un certain nombre de sociétés privées. Dix-sept de ces présences ont permis la publication d'estimations des ressources, et peuvent être considérées comme des gisements minéraux. Parmi ces présences, quatorze sont des dépôts de type calcrète, avec une ressource totale de 138,3 millions de tonnes, et une teneur moyenne de 331 ppm d' U_3O_8 . Les trois dépôts hébergés dans la roche mère sont de type zone de veine / de cisaillement hébergée au sein du granite, avec une ressource totale de 46,5 millions de tonnes, et une teneur de 248 ppm d' U_3O_8 .

L'ensemble de ces dépôts, et la majorité des autres présences d'uranium se trouvent au sein du Bouclier paléoprotérozoïque de Rgueïbat, dans des zones sous-tendues par le Cortège de Yetti, le Complexe de Tmeïmichatt Ghallamane, et le Complexe d'Adam Esseder. Cette zone est également visible à travers les données radiométriques aéroportées du PRISM, se présentant comme une anomalie étendue d'équivalent de l'uranium > 4 ppm.

Les présences d'uranium sont également signalées au sein des terrains de Tasiast-Tijirit, du Bouclier archéen de Rgueïbat, de la Ceinture des Mauritanides, et du Bassin Côtier. Les environnements géologiques favorables aux huit types classiques de dépôts d'uranium sont identifiés en Mauritanie. Ces types de dépôts comprennent : du calcrète, des veines/cisaillements hébergé par le granite, des intrusions alcalines associées à une discordance, des conglomérats de galets de quartz, du phosphate, des grès et des dépôts d'uranium de type lit rouge.

Table des matières

Synthèse	3
Table des matières	3
Liste des figures	4
Liste des tableaux	5
1 – Introduction	7
2 – Exploration de l'uranium en Mauritanie	7
3 – Minéralisation de l'uranium en Mauritanie	8
3.1 – Contexte géologique	8
Bouclier de Rgueïbat	8
Bassin de Taoudéni	10
Bassin de Tindouf	10
Ceinture des Mauritanides	10
Bassin Côtier	10
3.2 – Présences d'uranium connues	10
3.3 – Dépôts d'uranium et potentiels significatifs	12
3.4 – Autres présences d'uranium	21

4 – Délimitation des zones favorables à l'uranium	21
4.1 – Types de dépôts d'uranium et d'environnements en Mauritanie	22
4.1.1 – Dépôts superficiels	22
4.1.2 – Dépôts liés aux intrusions	24
4.1.3 – Dépôts métasomatiques	26
4.1.4 – Dépôts métamorphiques	26
4.1.5 – Dépôts de type veines	27
4.1.6 – Dépôts liés à une discordance	27
4.1.7 – Dépôts de phosphorite	29
4.1.8 – Dépôts hébergés par du grès	29
4.1.9 – Dépôts conglomératiques de galets de quartz	31
4.1.10 – Dépôts de complexes de brèches à hématite	32
4.1.11 – Dépôts de schistes noirs	32
4.1.12 – Dépôts liés à une caldeira ou à du volcanisme	33
4.1.13 – Dépôts tubulaires de brèches d'effondrement	33
5 – Zones favorables pour les dépôts d'uranium	34
5.1 – Méthodologie	34
5.2 – Zones favorables aux dépôts d'uranium	40
5.2.1 – Dépôts d'uranium de calcrète	42
5.2.2 – Dépôts d'uranium de cisaillement/veine hébergé(e) dans du granite	45
5.2.3 – Dépôts d'uranium hébergés par une intrusion alcaline	47
5.2.4 – Dépôts d'uranium associés à une discordance	48
5.2.5 – Dépôts de conglomérats de galets quartziques	51
5.2.6 – Dépôts de phosphorite	51
5.2.7 – Dépôts hébergés dans des grès	52
5.2.8 – Cuivre hébergé dans des sédiments (formation rouge) ± dépôts d'uranium	52
6 – Conclusions	56
7 – Références	56
Annexe 1 : Liste des rapports de sociétés privées	63
Alba Mineral Resources	63
Alecto Minerals	63
Aura Energy	63
Forte Energy	65
Ore Corp	66

Liste des figures

Figure 1. Zones d'exploration d'uranium en Mauritanie	9
Figure 2. Gisements d'uranium et les événements en Mauritanie	13
Figure 3. Stade de l'exploration d'occurrences d'uranium en Mauritanie	14
Figure 4. Gisements d'uranium du nord de la Mauritanie	15
Figure 5. Carte des dépôts d'uranium de calcrète d'Oued el Foule Est, Mauritanie (Aura Energy, 2009a)	17
Figure 6. Coupe (exagération verticale de 5 fois) du dépôt d'uranium de calcrète d'Oued el Foule Est, zone A, Mauritanie (Aura Energy, 2010d)	17
Figure 7. Carte géologique du dépôt d'uranium de Bir en Nar, Mauritanie (Forte Energy, 2010c)	18
Figure 8. Coupe du dépôt d'uranium de Bir en Nar, Mauritanie (Forte Energy, 2010c)	19

Figure 9.	Carte géologique des dépôts d'uranium de A238 et A238NW, Mauritanie (Forte Energy, 2012h).....	20
Figure 10.	Coupe des dépôts d'uranium de A238, Mauritanie (Forte Energy, 2012e).....	20
Figure 11.	Géochimie l'uranium dans des échantillons de roche du projet PRISM.	37
Figure 12.	Géochimie l'uranium dans les échantillons non consolidées du projet PRISM.....	38
Figure 13.	Projet PRISM aéroporté radiométrique uranium canal de données et des indices d'uranium en Mauritanie.	41
Figure 14.	Voies permissive des gisements d'uranium calcrète.....	43
Figure 16.	Voies permisives pour les dépôts de phosphate, de conglomérats à cailloux de quartz ed d'uranium associés aux discordances.	50
Figure 17.	Voies permisives pour les dépôts de grès uranium.....	54
Figure 18.	Tracts permisives pour lit rouge hébergé gisements d'uranium.....	55

Liste des tableaux

Tableau 1.	Types des présences d'uranium en Mauritanie.....	11
Tableau 2.	Niveau d'exploration des présences d'uranium en Mauritanie.	11
Tableau 3.	Dépôts d'uranium de Mauritanie.....	16
Tableau 4.	Répartition des présences d'uranium de Mauritanie, par région géologique.....	21
Tableau 5.	Classification AIEA des dépôts d'uranium.....	22
Tableau 6.	Types de dépôts d'uranium suggérés par les équipes du projet PRISM.	35
Tableau 7.	Géochimie de l'uranium des échantillons géochimiques de roches.....	35
Tableau 8.	Géochimie de l'uranium des échantillons géochimiques non consolidés.	36
Tableau 9.	Échantillons géochimiques PRISM présentant de fortes valeurs anormales pour l'uranium.	39

1 – Introduction

Ce rapport présente un examen de la minéralisation connue en Mauritanie, et du tracé des zones géologiques favorables à une présence de dépôts d'uranium. Le travail a été mené par l'U.S. Geological Survey (USGS), agissant pour le compte du Gouvernement mauritanien, dans le cadre du Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II).

À l'origine, l'étendue du rapport couvrait uniquement la minéralisation d'uranium hébergée au sein des roches sédimentaires. Mais avec l'avancée du travail, l'existence de dépôts significatifs correspondant à d'autres types de minéralisation d'uranium a été repérée. En conséquence, le champ du rapport a été élargi pour englober l'ensemble des types de dépôts d'uranium.

Le présent rapport est basé sur l'examen de l'ensemble des données disponibles. Aucun travail de terrain spécifique n'a été conduit par l'USGS. L'examen des informations a été effectué sur la base de nombreuses sources, comprenant notamment :

1. Les rapports géologiques et métallogéniques du projet PRISM (Gunn et al., 2004, Lahondère et al., 2003a, 2003b, 2005, 2008, Marot, 2003, Nagel, 2008, O'Connor et al., 2005, Pitfield et al., 2004, Salpeteur, 2005,).
2. La base de données des présences minérales du PRISM (Marsh, 2012).
3. L'information géochimique provenant du projet PRISM (Eppinger et al., 2012).
4. Les données géophysiques aériennes provenant du projet PRISM (Finn et Anderson, 2012).
5. De l'imagerie satellite (Rockwell et al., 2012).
6. Des rapports de sociétés privées actives dans le domaine de l'exploration de l'uranium en Mauritanie, comprenant en particulier des rapports annuels, des rapports trimestriels, des communiqués de presse, et des sites internet.

2 – Exploration de l'uranium en Mauritanie

La Mauritanie possède une longue histoire d'exploration de l'uranium qui débute dans les années 1960 (Marot, 2003). L'exploration de l'uranium en Mauritanie et à travers le monde a décliné au cours des années 1980 et 90 en raison des faibles prix de l'uranium. Au cours des dix dernières années, les prix ont augmenté, avec pour conséquence un accroissement de l'exploration à travers le monde, y compris en Afrique (Schatz, 2008, Wadley, 2008). Débutant pour sa part en 2006, la Mauritanie a connu une augmentation significative de l'exploration de l'uranium, une grande partie étant le résultat de données produites par le projet PRISM. L'activité principale a été le fait de deux sociétés australiennes, Forte Energy (anciennement Murchison United) et Aura Energy.

L'exploration de l'uranium en Mauritanie s'est développée en trois périodes. Pendant la première période, de 1959 à 1982, ECA, TCMN, Minatome et la Cogema ont conduit une exploration dans le nord du Bouclier de Rgueïbat (Marot, 2003). Durant la même période, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) a identifié des présences minérales, y compris de l'uranium, au cours de programmes de cartographie géologique. La seconde période a eu lieu de 2000 à 2004, pendant laquelle le BRGM et le British Geological Survey (BGS) ont entrepris une cartographie géologique régionale, des études géochimiques, et des relevés géophysiques aéroportés dans le cadre du projet PRISM (Gunn et al., 2004, Lahondère et al., 2003a, 2003b, 2005, 2008, Marot, 2003, O'Connor et al., 2005, Pitfield et al., 2004, Salpeteur, 2005). Une partie du travail de chaque équipe géologique a été de vérifier les présences minérales et d'en enregistrer de nouvelles, repérées au cours du travail de terrain. Les présences minérales ont été compilées au sein d'une base de données couvrant la totalité du pays (Coats, non-daté, Mankelow et al., 2001).

La troisième phase, grossièrement de 2006 jusqu'à maintenant, consiste en l'exploration par des sociétés privées. Cela a été déclenché par une demande accrue d'uranium, et des prix plus élevés, renforcé par un régime légal et fiscal mauritanien attractif en matière d'exploitation minière. En Mauritanie, une attention considérable a été générée par les données du PRISM, en particulier les données radiométriques aéroportées.

En 2012, il y avait au moins six sociétés actives dans l'exploration de l'uranium en Mauritanie, comprenant Alba Minerals, Allecto Minerals, Aura Energy, Forte Energy, Gryphon Minerals et Ore Corp (Figure 1). Parmi celles-ci, Aura Energy et Forte Energy sont les plus actives, avec Aura prévoyant de commencer la production de certains de ses projets en 2016 (Anonyme, 2012).

3 – Minéralisation de l'uranium en Mauritanie

3.1 – Contexte géologique

La Mauritanie possède cinq régions géologiques, qui sont utilisées comme fond de carte dans le cadre du présent rapport. Une rapide description de chaque région est fournie ci-dessous, afin de présenter le contexte de la discussion venant à la suite. Le lecteur est renvoyé aux références, en particulier les rapports du PRISM, pour davantage de détails sur la géologie de la Mauritanie.

Bouclier de Rgueïbat

Le Bouclier de Rgueïbat est sous-jacent dans la plus grande partie du nord de la Mauritanie. Il est bordé au nord par le Bassin paléozoïque de Tindouf, au sud-est par le Bassin mésoprotérozoïque à mésozoïque de Taoudéni, ainsi qu'au sud-ouest et à l'ouest nord-ouest par la Ceinture comprimée et plissée panafricaine, calédonienne et varisque, des Mauritanides. Le Bouclier est constitué de deux domaines tectono-stratigraphiques, séparés par une zone d'intense cisaillement ductile, de dimension régionale et de direction NNE-SSO atteignant jusqu'à 40 kilomètres de large (Pitfield et al., 2004). Le domaine ouest est largement constitué de gneiss et de roches granitiques méso à néoarchéennes (Schofield et al., 2006, 2007). Le domaine à l'est consiste principalement en des roches granitiques paléoprotérozoïques et supracrustales formées autour de 2,1 Ga lors de l'orogenie éburnéenne (Lahondère et al., 2003b, 2004).

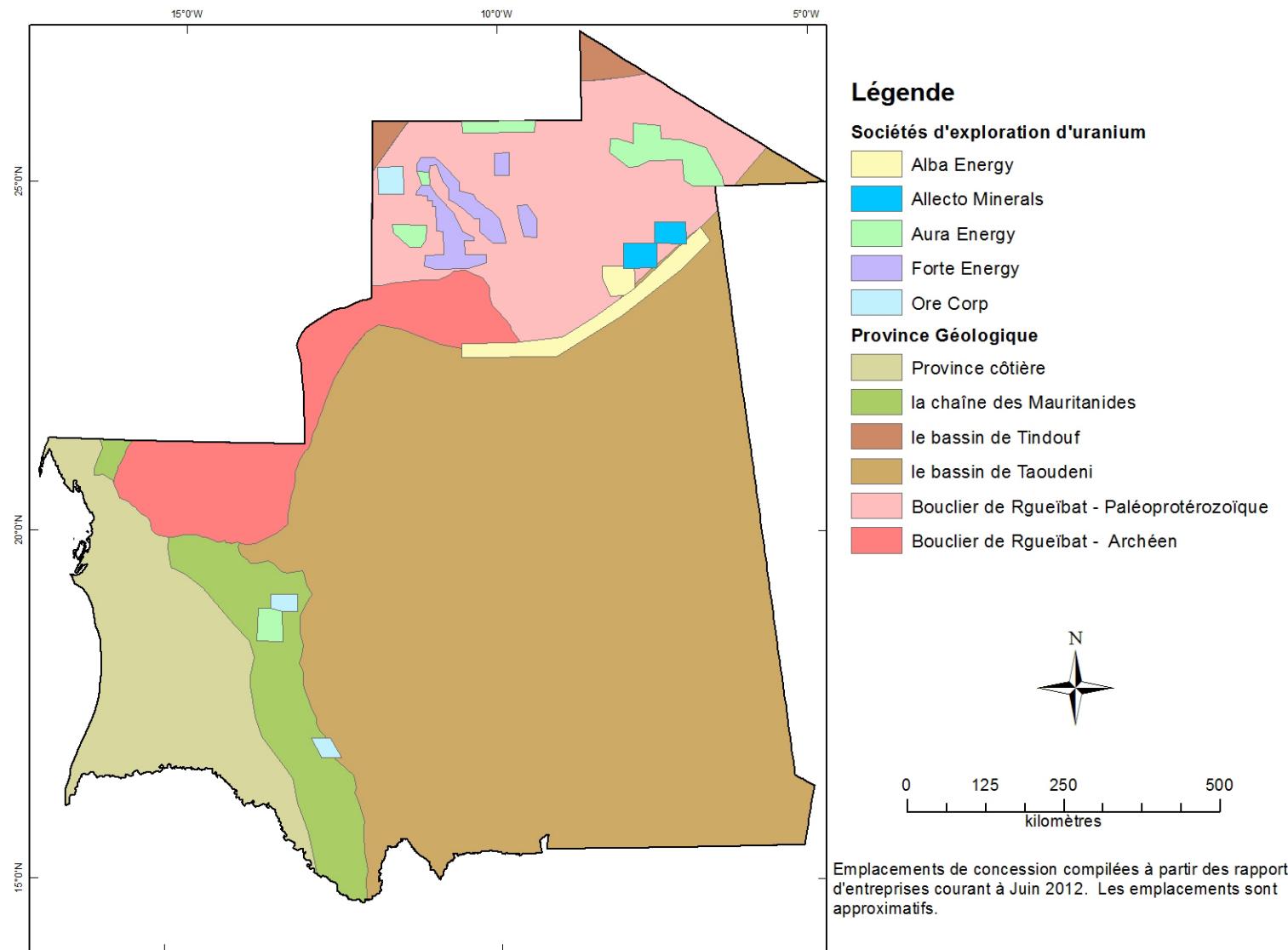


Figure 1. Zones d'exploration d'uranium en Mauritanie.

Bassin de Taoudéni

Le Bassin de Taoudéni est sous-jacent de l'essentiel de la partie centrale et sud de la Mauritanie, et constitue l'une des principales unités structurales du Craton ouest-africain, qui possède en surface une extension de plus de 2 000 000 kilomètres carrés (Villeneuve, 2005). Le bassin comprend une succession mésoprotérozoïque à mésozoïque, allant jusqu'à 6 000 m d'épaisseur, dominée par des dépôts siliclastiques continentaux à marins peu profonds, caractérisés par de faibles taux de subsidence, des successions condensées, et des discordances majeures (Lahondère et al., 2003b, Pitfield et al., 2004).

Bassin de Tindouf

Le Bassin de Tindouf forme une tranchée allongée asymétrique de direction ouest sud-ouest à est nord-est, reliée au nord au Bouclier de Rgueïbat. Le flanc sud du Bassin, affleurant dans les angles nord-ouest et nord-est de la Mauritanie, est constitué de dépôts glaciaires de l'Ordovicien tardif, avec un faible pendage, de schistes siluriens, et d'une épaisse séquence de schistes et de calcaires du Dévonien et du Carbonifère précoce (Lahondère et al., 2003b, Villeneuve, 2005).

Ceinture des Mauritanides

La Ceinture des Mauritanides consiste en une ceinture en compression plissée tournée vers l'est, s'étendant le long de la marge ouest du Bassin de Taoudéni et une partie des marges sud-ouest et ouest du Bouclier de Rgueïbat. La ceinture a été charriée sur le Craton ouest-africain au cours du Paléozoïque tardif (Varisque) (Villeneuve, 2008). En Mauritanie, elle consiste en un assemblage de roches néoprotérozoïques à paléozoïques inférieures avec des intercalages tectoniques locaux et des blocs en compression appartenant au socle archéen à paléoprotérozoïque (Pitfield et al., 2004).

Bassin Côtier

Le Bassin Côtier est sous-jacent en Mauritanie à l'ouest de la Ceinture des Mauritanides. Le Bassin contient des sédiments mésozoïques à cénozoïques s'épaissant en allant vers la mer, alors que le socle est progressivement fracturé et affaissé vers le bas, le long des failles de la marge du rift surmontant en discordance la partie ouest des Mauritanides (Pitfield et al., 2004).

3.2 – Présences d'uranium connues

La base de données des présences minérales du PRISM contenait à l'origine 33 présences d'uranium. Huit de ces présences étaient des anomalies radiométriques plutôt que des présences de minerai, ce qui explique que ces enregistrements aient été retirés de la base de données. Un examen des rapports des sociétés privées a, en revanche, conduit à l'identification de 55 nouvelles présences d'uranium, qui ont été ajoutées à la base de données, portant le total des présences d'uranium en Mauritanie à 80 (Marsh, 2012). Ces localisations de nouvelles présences d'uranium ont été obtenues à partir de cartes contenues au sein de rapports de sociétés. En raison de la faible taille des cartes sources, l'incertitude sur la localisation des différentes présences est probablement de l'ordre de plusieurs kilomètres. Un grand nombre de rapports de sociétés ont été examinés et utilisés dans la préparation du présent rapport. Une liste complète de ces

rapports est fournie à l'Annexe A. Des rapports distincts sont cités dans le texte, et énumérés dans les références lorsqu'ils ont apporté des informations spécifiques.

Sur la base des données géologiques et d'exploration examinées, les présences d'uranium ont été classées selon le type de minéralisation et le niveau d'exploration. Parmi les 80 présences d'uranium, 70 % sont des minéralisations de type calcrète (Tableau 1, Figure 2). La minéralisation au niveau de 16 autres présences est hébergée par la roche mère granitique, et est associée à des veines et/ou des zones de cisaillement. Une des présences est hébergée par des schistes noirs, et le type de minéralisation au niveau des 13 restantes est inconnu.

Tableau 1. Types des présences d'uranium en Mauritanie.

Type de dépôt	Nombre	Pourcentage
Calcrète	56	70
Hébergé par du granite – veine/cisaillement	12	15
Pegmatite	1	1
Schiste noir	1	1
Inconnu	10	13
Total	80	100

Le niveau d'exploration des présences d'uranium a été regroupé en trois classes, sur la base de l'importance du travail d'exploration effectué (Tableau 2, Figure 3). Un « dépôt » est une présence au niveau de laquelle une exploration a été menée de manière suffisante pour permettre une estimation de la ressource. Un total de 17 présences, 21 % du total, remplissent ces critères. Un « potentiel » est une présence au niveau de laquelle une exploration de surface et/ou de sous-sol avec cartographie, prélèvement d'échantillons, puits d'exploration, et/ou forages ont été effectués, mais les données sont insuffisantes pour conduire à une estimation de la ressource. Une « présence » n'a bénéficié que de peu d'exploration au-delà de l'identification de la présence de minerai d'uranium, avec un prélèvement limité d'échantillons et des données géologiques restreintes. Il est à noter que des minerais d'uranium sont signalés au niveau de l'ensemble des présences.

Tableau 2. Niveau d'exploration des présences d'uranium en Mauritanie.

Statut d'exploration	Définition	Nombre	Pourcentage
Dépôt	Estimation de la ressource effectuée	17	21
Potentiel	Exploration en surface et/ou en sous-sol	15	19
Présence	Visite et/ou échantillonnage	48	60
Total		80	100

Actuellement (septembre 2012), il n'existe pas de mine d'uranium active en Mauritanie. Toutefois, Aura Energy procède en ce moment à des évaluations économiques de ses dépôts, et projette de commencer la production en 2016 (Anonyme, 2012).

3.3 – Dépôts d’uranium et potentiels significatifs

Il y a 12 dépôts connus d’uranium en Mauritanie, comprenant 3 dépôts hébergés par le granite et 9 dépôts de calcrète (Tableaux 1 et 3). L’ensemble de ces dépôts est situé dans la partie nord du Bouclier de Rgueïbat (Figures 2 et 4). Les ressources totales estimées des dépôts sont de 183,8 Mt, avec une teneur moyenne de 310 ppm d’U₃O₈ (Tableau 3). Les dépôts de calcrète totalisent 138,3 Mt à des teneurs moyennes de 331 ppm d’U₃O₈, contre 46,5 Mt à des teneurs moyennes de 248 ppm d’U₃O₈ pour les dépôts hébergés par le granite. L’ensemble des dépôts appartient soit à Forte Energy, soit à Aura Energy.

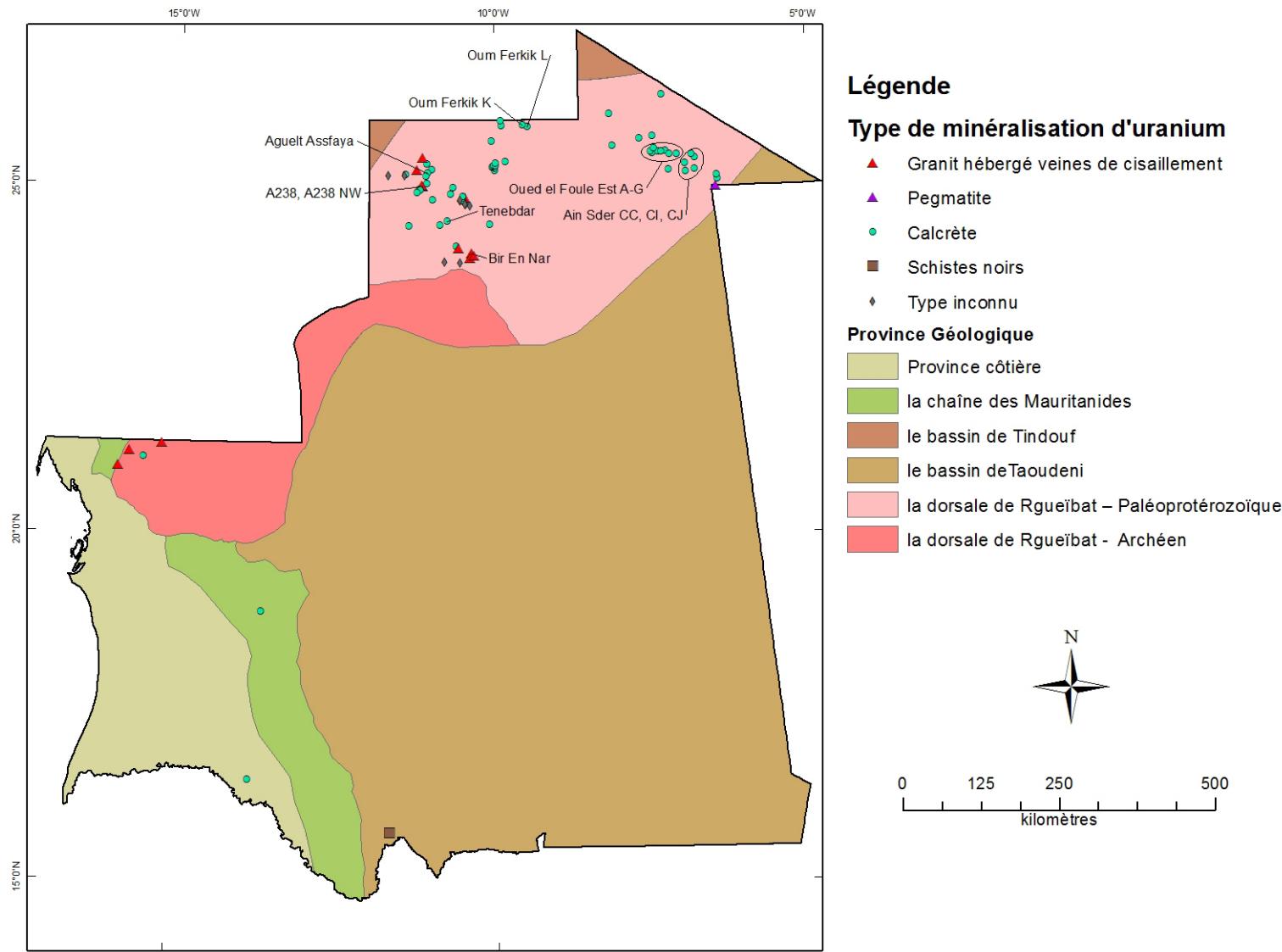


Figure 2. Gisements d'uranium et les événements en Mauritanie.

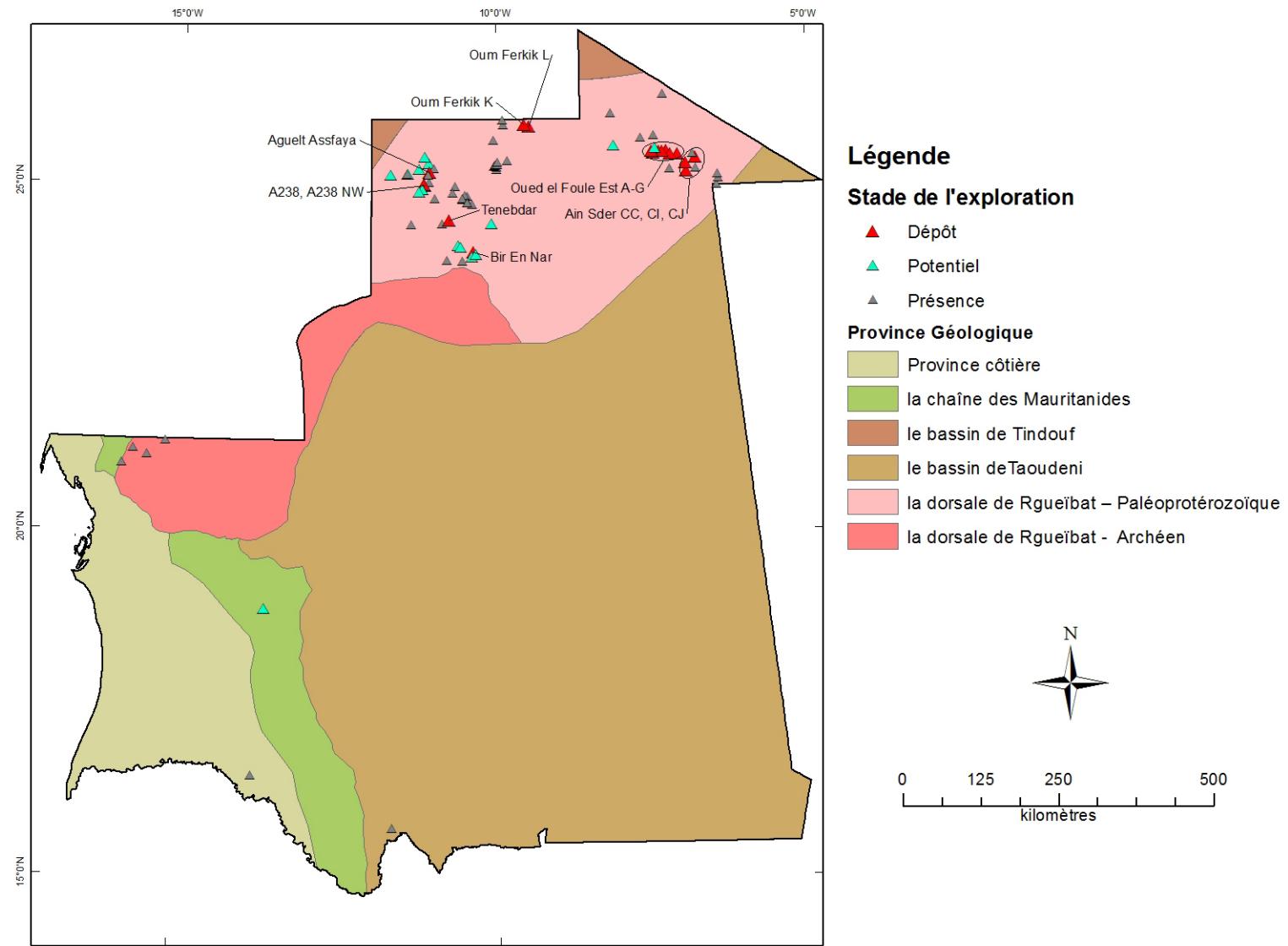


Figure 3. Stade de l'exploration d'occurrences d'uranium en Mauritanie.

Légende

Type de minéralisation d'uranium

- ▲ Granite hébergé veine de cisaillement
- ▲ Pegmatite
- Calcrète
- Schistes noirs
- ◆ Inconnu

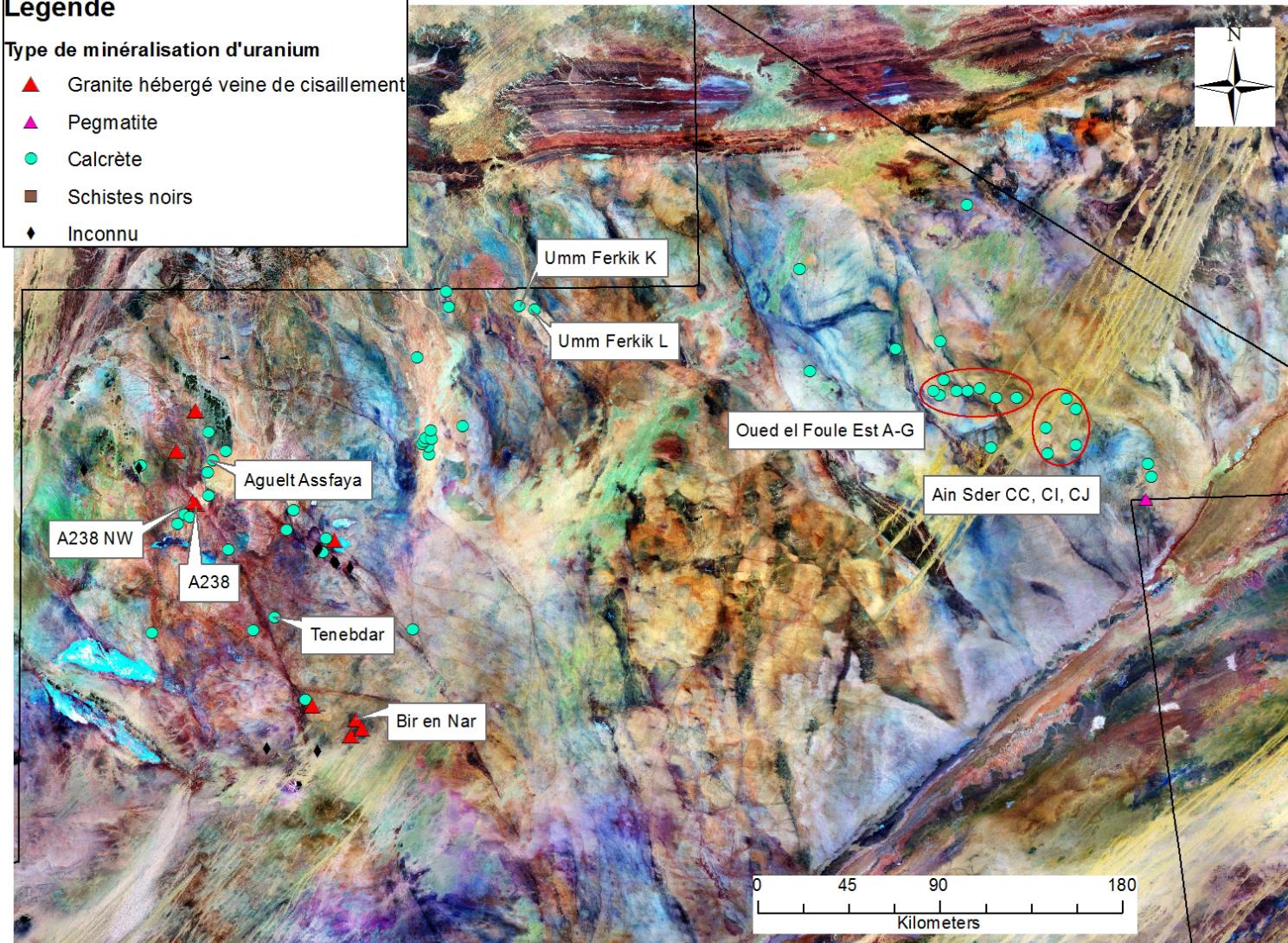


Figure 4. Gisements d'uranium du nord de la Mauritanie.

Aura Energy a concentré son exploration sur les dépôts hébergés au sein de calcrètes. L'ensemble des dépôts hébergés au sein de calcrètes dont la liste est fournie dans le Tableau 3 est détenu par cette société. Les demandes initiales de licence étaient fondées sur des objectifs d'exploration résultant de l'examen des données du projet PRISM. Depuis le début de l'exploration, en 2008, Aura a découvert un grand nombre de potentiels d'uranium de type calcrète, et mené des estimations des ressources conformes aux recommandations du JORC (Tableau 2).

Tableau 3. Dépôts d'uranium de Mauritanie.

<u>Nom du dépôt</u>	<u>Société</u>	<u>Type de ressource</u>	<u>Ressource</u>	
			<u>Tonnes</u>	<u>U_3O_8 (ppm)</u>
Ain Sder C1	Aura	Déduite	9 900 000	350
Ain Sder CJ	Aura	Déduite	7 600 000	360
Ain Sder CC	Aura	Déduite	8 600 000	330
Oum Ferkik L	Aura	Déduite	11 900 000	330
Oum Ferkik K	Aura	Déduite	4 500 000	240
Oued El Foule est A-E	Aura	Déduite	17 200 000	370
Oued El Foule est FG	Aura	Déduite	6 300 000	300
Tenebdar	Aura	Déduite	2 600 000	210
Aquelt Assfaya	Aura	Déduite	68 700 000	330
Bir En Nar	Forte	Indiquée et déduite	1 330 000	704
A238	Forte	Déduite	42 800 000	233
A238NW	Forte	Déduite	2 400 000	266
Total			183 800 000	331

Sources des données : Aura Energy (2011e), Forte Energy NL, 2010d, 2012e.

Remarque : l'ensemble des teneurs et tonnages énumérés ci-dessus sont des estimations conformes aux recommandations du JORC pour les ressources « indiquées » ou « déduites », et pour une valeur de coupure de 100 ppm d' U_3O_8 .

La minéralisation d'uranium au niveau des présences hébergées dans des calcrètes est observée en association avec des calcrètes de roches granitiques altérées présentant classiquement de fortes anomalies radiométriques (Figure 5), (Aura Energy, 2009a). Les minéraux d'uranium sont le vanadate d'uranium et la tyuyamunité, ou carnotite, et s'étend fréquemment jusqu'à une profondeur de 5 mètres (Figure 6) (Aura Energy, 2010d). Les premiers programmes d'exploration d'Aura ont consisté en des études radiométriques du sol, des puits, des tranchées, et des forages au niveau des anomalies radiométriques. L'exploration en cours détecte maintenant la minéralisation sans expression radiométrique aéroportée (Aura Energy, 2012d).

Pour sa part, Forte Energy a tout d'abord concentré son exploration sur les dépôts de type zone de cisaillement granitique, et détient les concessions de trois des dépôts énumérés au sein du Tableau 2. Toutefois, il existe également un certain nombre de potentiels de calcrètes. Forte, connue alors encore sous son ancien nom de Murchison United, a acquis ses premières licences d'exploration en Mauritanie en 2007. Le choix des zones s'est basé sur un examen des données du PRISM (Murchison United, 2008).

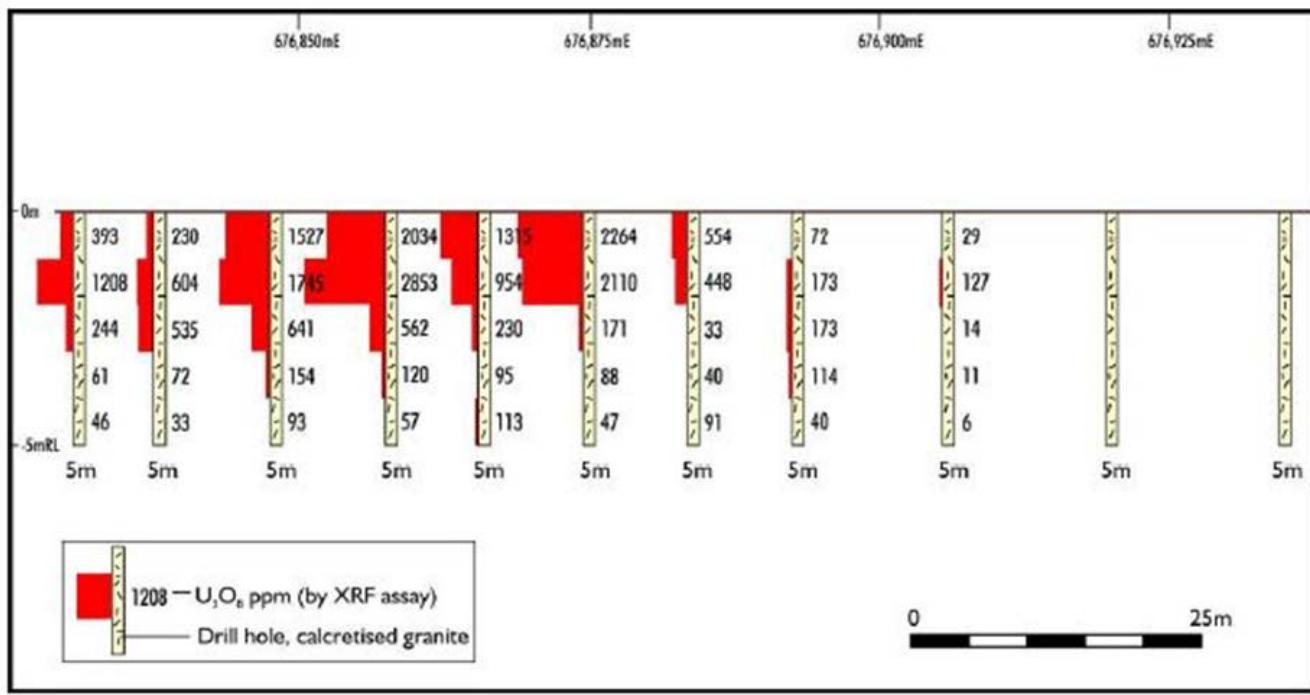


Figure 5. Carte des dépôts d'uranium de calcrète d'Oued el Foule Est, Mauritanie (Aura Energy, 2009a).

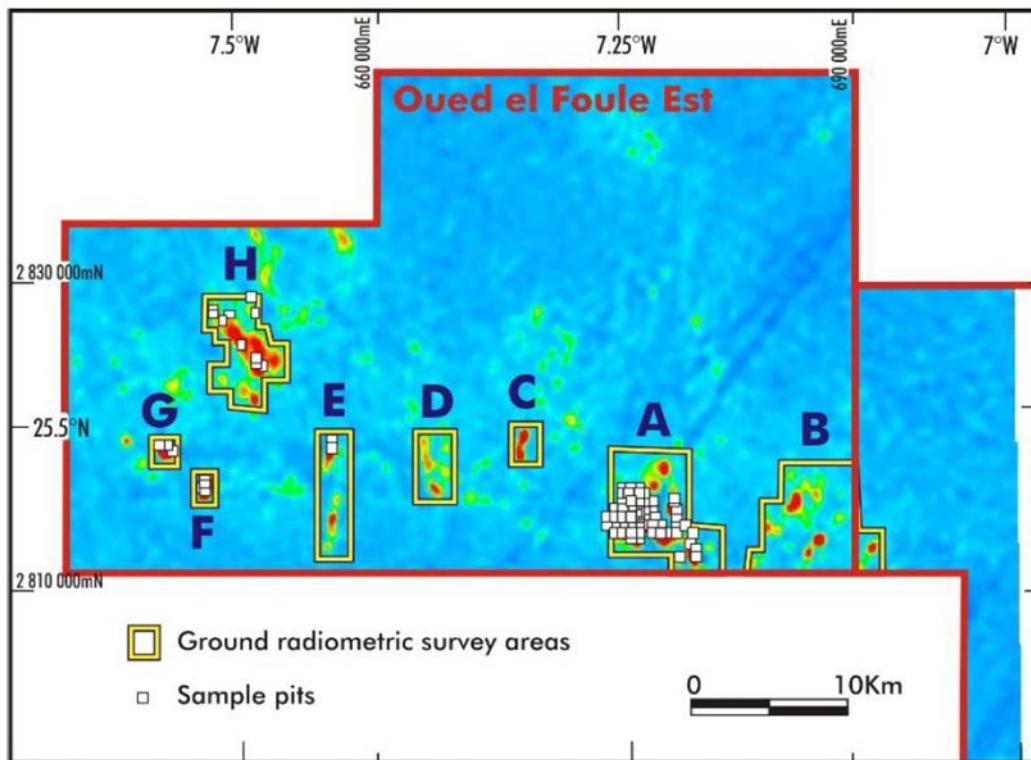


Figure 6. Coupe (exagération verticale de 5 fois) du dépôt d'uranium de calcrète d'Oued el Foule Est, zone A, Mauritanie (Aura Energy, 2010d).

Le premier objectif d'exploration de Forte a été la zone de Bir en Nar, où la minéralisation d'uranium a été découverte par la Cogema dans les années 1970 (Marot, 2003). La Cogema a en effet foré plusieurs puits au niveau de cette zone de Bir en Nar dans les années 1970, mais a ensuite cessé son activité d'exploration en Mauritanie, sans doute en raison des faibles prix de l'uranium. Marot (2003) n'a pas été en mesure de localiser le potentiel au cours des études de 2002-2003. Toutefois, en 2010, la société Forte Energy a réalisé une estimation de la ressource pour les dépôts de Bir en Nar, et découvert deux dépôts supplémentaires, à savoir A238 et A238 NO, plus de nombreux autres potentiels. Les dépôts présentent une ressource indiquée et déduite, selon les recommandations du JORC, de 1,33 Mt à une teneur de 704 ppm d' U_3O_8 sur la base de 5 575 mètres de carottes de forage à circulation inverse (Forte Energy, 2010d).

Au niveau du dépôt de Bir en Nar, la minéralisation d'uranium est hébergée par des roches granitiques intrusives au sein d'une zone majeure de cisaillement de direction nord-ouest (Figure 7). Le dépôt consiste en trois zones minéralisées de direction nord-ouest, avec un pendage vers le nord-ouest de 50 à 60 degrés (Figure 8). L'altération « rouge » est fréquente dans le granite minéralisé, bien que les mêmes valeurs d'uranium soient également mesurées au sein du granite non altéré. Les ensembles de syénite et l'épisyénite au sein de la zone de cisaillement hébergent également des minéraux (Forte Energy, 2009).

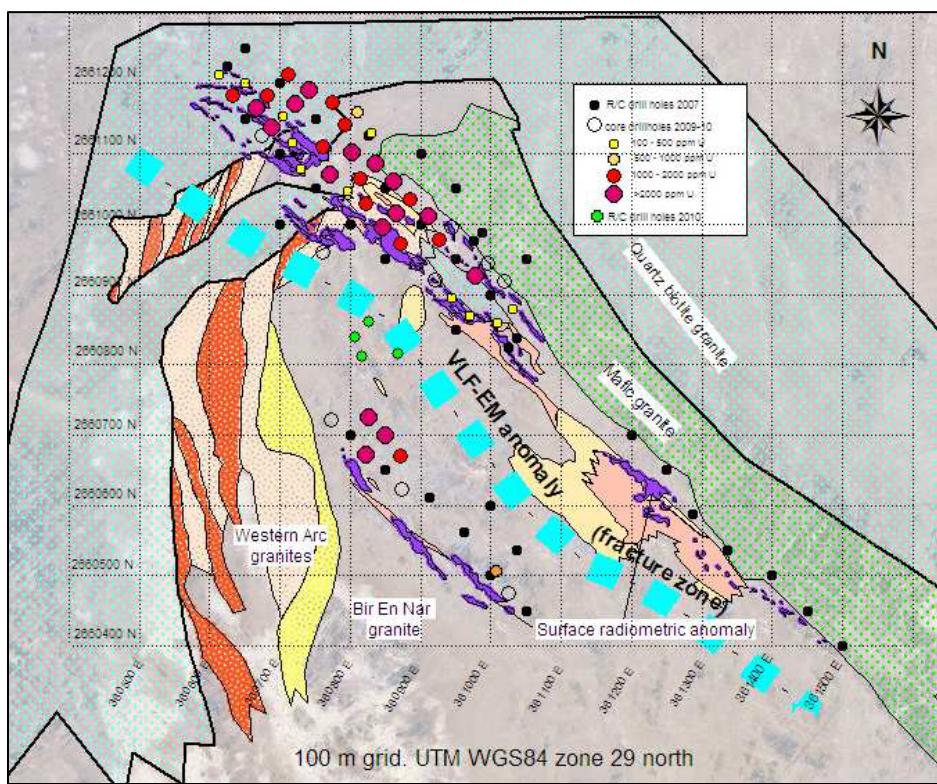


Figure 7. Carte géologique du dépôt d'uranium de Bir en Nar, Mauritanie (Forte Energy, 2010c).

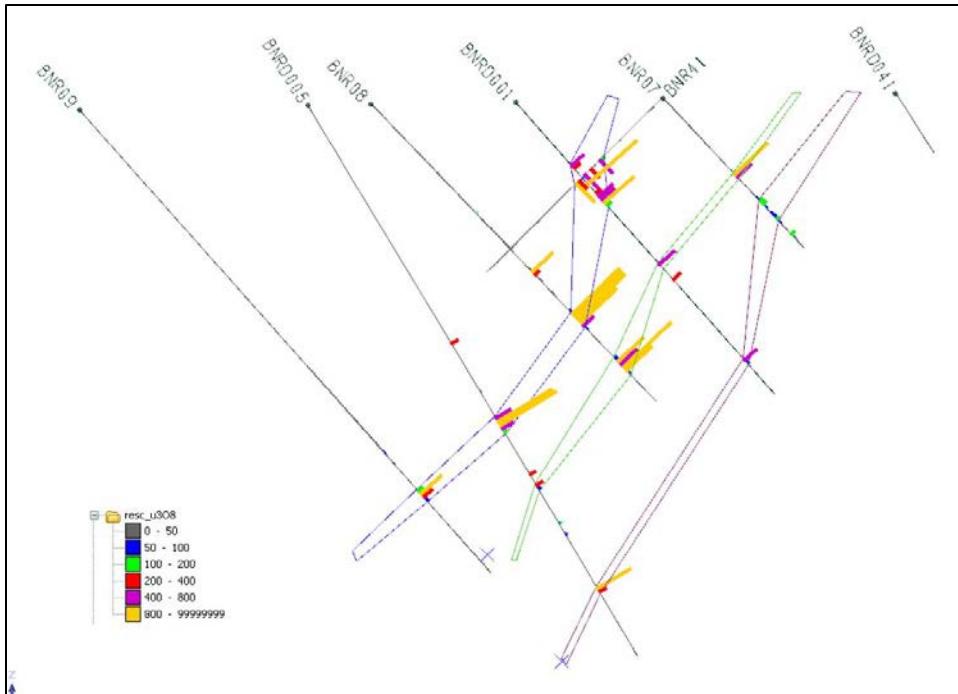


Figure 8. Coupe du dépôt d'uranium de Bir en Nar, Mauritanie (Forte Energy, 2010c).

Les dépôts A238 et A238 NO sont situés à 135 kilomètres au nord-ouest de Bir en Nar, le long de la même zone de cisaillement (Figure 4). Les dépôts ont été découverts en approfondissant une anomalie radiométrique aéroportée du PRISM, située sur une calcrète uranifère. Le forage a recoupé la minéralisation d'uranium au niveau d'une zone de cisaillement sous la calcrète (Forte Energy, 2010f, Forte Energy, 2012e). Les deux dépôts sont situés au sein de zones cataclastiques le long du contact entre le granite à feldspath potassique du nord-est, et le granite riche en U-Th du sud-ouest (Figures 9 et 10). La minéralisation est présente au niveau d'une roche granitique mylonitisée associée aux zones de cisaillement. Une grande zone non minéralisée d'altération silicohématitique, de même que de plus petites zones de minéralisation, sont présentes au nord-est du dépôt A238. Le dépôt A238 NO intervient au niveau d'une ramifications de la zone de cisaillement principale, au nord-ouest du dépôt A238 (Figure 9).

En plus des dépôts examinés ci-dessus, il existe 15 potentiels d'uranium ayant été explorés à des degrés divers. L'ensemble des potentiels est situé dans le nord de la Mauritanie (Figures 3 et 4). Les potentiels d'uranium les mieux décrits sont les trois potentiels de roche mère de Forte Energy situés dans la région de Bir en Nar, comprenant Beso, M52, M60, ainsi que le potentiel 247, situé plus au nord. L'ensemble des quatre potentiels consiste en une faille minéralisée et des zones de cisaillement recoupant des roches granitiques. L'hématisation, souvent décrite comme « altération rouge », est fréquemment associée avec un enrichissement en uranium (Forte Energy, 2010e). La brèche rouge, et dans une moindre mesure la roche granitique avec des veines de quartz, sont les roches hôtes les plus courantes. La minéralisation au niveau des potentiels est souvent présente au niveau de zones complexes à pendage variable (Forte Energy, 2010e).

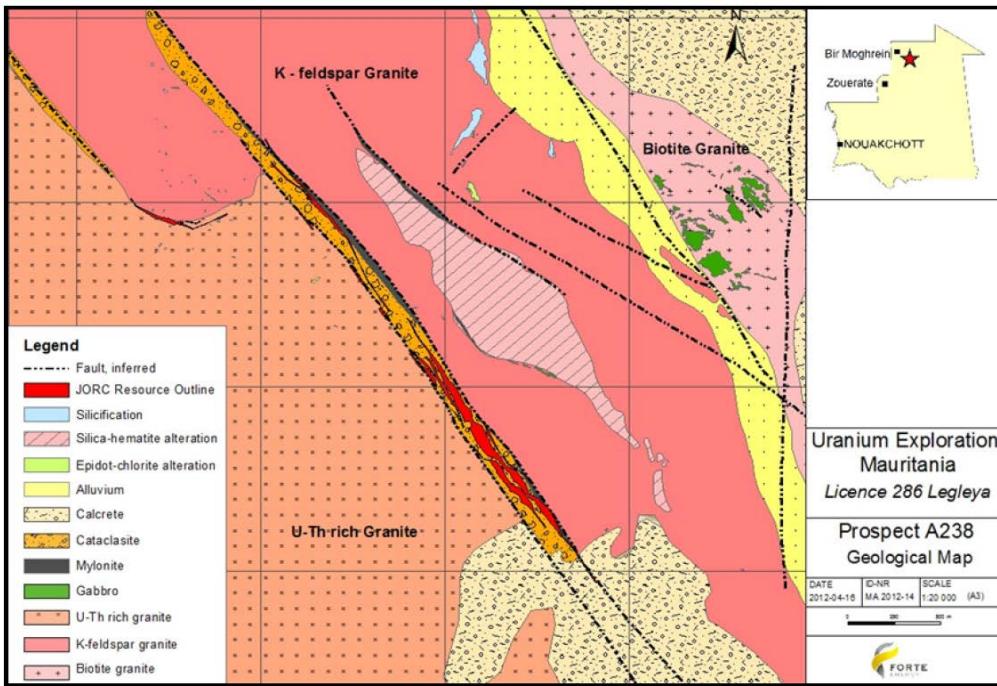


Figure 9. Carte géologique des dépôts d'uranium de A238 et A238NW, Mauritanie (Forte Energy, 2012h).

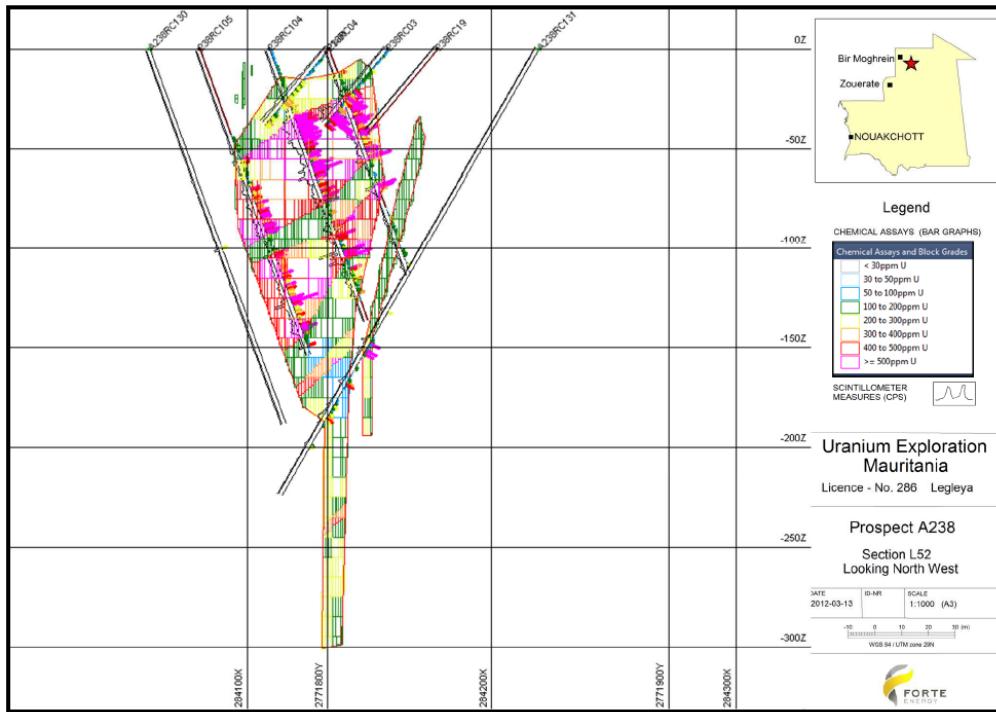


Figure 10. Coupe des dépôts d'uranium de A238, Mauritanie (Forte Energy, 2012e).

3.4 – Autres présences d'uranium

Il existe de nombreuses autres présences d'uranium dans le nord du Bouclier de Rgueïbat, la majorité desquelles a des minéralisations hébergées au sein de calcrètes (Figures 2 et 4). Dans la région de Tenebdar (Figure 4), on trouve un certain nombre de présences de roche mère (2103, 2130, 2135, 2141, 2198 et 2439), où les échantillons de roche contiennent plus de 100 ppm d'uranium (Eppinger et al., 2012). Selon les descriptions de la base de données du PRISM, les roches concernées sont intrusives et granitiques, présentant une altération « rouge », une silicification, et une bréchification (Eppinger et al., 2012). L'une des présences, à savoir El Merre, située à proximité de la frontière ouest de la Mauritanie, est unique en ce qu'elle est décrite dans la base de données des présences minérales du PRISM comme constituées de sulfures et fluorine hébergés par une pegmatite (Marsh, 2012).

Il existe quelques présences d'uranium dans d'autres régions géologiques de la Mauritanie (Tableau 4, Figure 2). Au nord-ouest de la Mauritanie, au sein des terrains de Tasiast, appartenant au Bouclier Archéen de Rgueïbat, il existe quatre présences d'uranium. Trois de celles-ci sont classées comme minéralisations de type veine/cisaillement hébergé(e) par du granite, et une a été classée comme de type présence de calcrète, sur la base de descriptions limitées provenant de la base de données du PRISM (Marsh, 2012).

Tableau 4. Répartition des présences d'uranium de Mauritanie, par région géologique.

Région	Nombre	Pourcentage
Mauritanides	3	4
Rgueïbat - Archéen	4	5
Rgueïbat - Paléoprotérozoïque	73	91
Total	80	100

Il existe trois présences d'uranium dans la région des Mauritanides, dont l'une d'entre-elles, à savoir le potentiel d'Al Fai, a particulièrement été ciblée par l'exploration d'Aura Energy. Le potentiel a été identifié à partir des données radiométriques aéroportées du PRISM (Aura Energy, 2009b). Au niveau d'Al Fai, le mineraï d'uranium est présent au sein de graviers quaternaires qui recouvrent le calcrète. Des teneurs allant jusqu'à 137 ppm d' U_3O_8 sont signalées à partir des puits de sondage (Aura Energy, 2009b). Le potentiel a été foré en 2011, mais les résultats n'ont pas été publiés (Aura Energy, 2011e).

Dans la région des Mauritanides du sud, la présence d'El Faraa consiste en de la carnotite associée avec de la barite au sein de schistes noirs (Donzeau et al., 1982, Salpeteur, 2008). La présence HR 8016, située immédiatement à l'ouest de la frontière de la région des Mauritanides, dans une zone présentant des dépôts alluviaux cénozoïques sous-jacents, ne possède pas de description. En raison de son implantation, elle a été répertoriée comme une présence de calcrète.

4 – Délimitation des zones favorables à l'uranium

Une « zone favorable » est une zone dans laquelle la géologie permet l'existence d'un ou plus des types de dépôts de minéraux (Singer et Menzie, 2010). La délimitation des zones favorables d'un type de

dépôts minéral dépend de la compréhension des caractéristiques géologiques du type de dépôt cible, lequel est fréquemment présenté de manière synthétique sous la forme d'un « modèle de dépôt ». Des modèles de dépôts minéraux ont été publiés pour un certain nombre de types de dépôts d'uranium (Cox, 1986, Finch, 1992, Grauch et Mosier, 1986, Jefferson et al., 2007a, b, Nash, 2010, Roscoe et al., 1993, Ruzika, 1993, Turner-Peterson et Hodges, 1986, Wenrich et al., 1995).

Les dépôts d'uranium sont très variés et peuvent se situer au niveau d'une large diversité d'environnements et d'âges géologiques (Cuney, 2009). La classification des dépôts d'uranium a changé avec l'accroissement des niveaux d'exploration et de la connaissance des modes de dépôts (Cuney et Kyser, 2008, Skirrow et al., 2009). Les classifications les plus courantes des dépôts d'uranium sont principalement basées sur la roche hôte et la morphologie (Nash et al., 1981, Dahlkamp, 1993, IAEA, 2009). Au cours des années récentes, des classifications de dépôts d'uranium basées sur les processus ou les « systèmes minéraux » ont été proposées (Cuney, 2009, Skirrow et al., 2009, Kreuser et al., 2010).

4.1 – Types de dépôts d'uranium et d'environnements en Mauritanie

Lors du repérage des zones favorables pour la Mauritanie, c'est la classification de l'AIEA (2009) qui a été utilisée. Cette classification regroupe les dépôts d'uranium en seize types, qui sont énumérés au niveau du Tableau 5. Une rapide description de chaque type de dépôt et de ses caractéristiques géologiques essentielles est proposée ci-dessous. Sauf indication contraire, les descriptions sont des synthèses établies d'après l'AIEA (2009).

Tableau 5. Classification AIEA des dépôts d'uranium.

Type de dépôt

Associé à une discordance
Hébergé par du grès
Roll Front
Tectono-lithologique
Canal de base
Tabulaire
Brèche d'hématite (IOCG)
Conglomérat de galets de quartz
Veine (liée à du granite)
Hébergé dans une intrusion
Lié à une caldeira
Métasomatique
Calcrète
Brèche d'effondrement
Phosphorite
Schiste noir
Métamorphique
D'après l'AIEA (2009)

4.1.1 – Dépôts superficiels

Les dépôts d'uranium superficiels sont grossièrement définis comme étant jeunes (Tertiaire à récents) et proche de la surface.

Ce sont des concentrations d'uranium présentes dans les sédiments et les sols. Ces dépôts ont généralement des minéraux secondaires de cimentation, comprenant de la calcite, du gypse, de la dolomite, de l'oxyde ferrique et de l'halite. Les plus importants dépôts d'uranium superficiels sont ceux contenus au sein du lignite et des calcrètes.

Les conditions géologiques essentielles aux dépôts au sein du lignite (Kreuser et al., 2009) sont les suivantes :

- Des bassins intramontagneux et/ou intracratoniques, ainsi que des environnements de grabbens ayant reçu de grandes quantités de sédiments clastiques provenant de régions situées à l'intérieur des terres, et enrichies en uranium et en matière organique.
- Des environnements cratoniques stables présentant des incisions provenant de systèmes de paléodrainages.

Le Bassin de Taoudéni a reçu de grandes quantités de sédiments clastiques provenant de l'est du Bouclier de Rgueïbat, contenant des roches granitiques abondantes, et enrichies en uranium, comme cela est visible au niveau des données radiométriques aéroportées (Figure 13). L'est du Bouclier de Rgueïbat est également un environnement cratonique stable, avec quelques incisions de paléodrainages (Lahondère et al., 2003b). Toutefois, les conditions climatiques de la Mauritanie ont empêché le dépôt de sédiments récents riches en matière organique pouvant former du lignite. Pour cette raison, aucune zone favorable à de l'uranium hébergé au sein du lignite n'a été délimitée.

Les dépôts d'uranium dans les calcrètes (carbonates de calcium et de magnésium) sont les dépôts superficiels les plus significatifs économiquement (Lehman, 2008). Parmi les dépôts d'uranium au sein des calcrètes, les ensembles de calcrètes uranifères sont typiquement alternés avec du sable et de l'argile, qui sont habituellement cimentés par des carbonates de calcium et de magnésium (Carlisle, 1983). Les dépôts de calcrètes se forment dans des régions où des granites riches en uranium ont été profondément altérés sous un climat aride à semi-aride (Bowell et al., 2008).

Liu et Jaireth (2011) synthétisent les caractéristiques géologiques nécessaires à la formation de dépôts d'uranium hébergés par des calcrètes comme suit :

- Présence de roches sources de l'uranium telles que des granites et, pour ce qui concerne le vanadium, telles que des roches magmatiques mafiques ou des roches sédimentaires riches en fer telles que les formations de fer rubané (FFR).
- Présence de paléovallées et/ou de paléocanaux contenant des calcrètes.
- Système d'écoulement hydrologique d'une taille suffisante, avec un système actif de recharge et des zones de déversement telles que des lacs de playa.

Les premiers signalements de dépôts d'uranium de calcrètes datent des années 1970 (Briot, 1984). L'exploration des dépôts d'uranium de type calcrètes est maintenant très répandue en Afrique, en particulier depuis que les dépôts d'uranium de calcrètes de Langer Heinrich, en Namibie, ont été mis en production (Wadley, 2008, Kinaird et Nex, 2008). La majorité des présences d'uranium de Mauritanie sont de type calcrètes. Parmi celles-ci, la plupart sont situées au nord de la Mauritanie, dans la partie paléoprotérozoïque du Bouclier de Rgueïbat.

L'est du Bouclier de Rgueïbat est largement sous-tendu par des roches granitiques paléoprotérozoïques (Lahondère et al., 2003b). Ces roches sont enrichies en uranium, comme cela apparaît sur les données radiométriques aéroportées (Figure 13), et elles fournissent de ce fait une source d'uranium. Des roches magmatiques mafiques sont également présentes dans l'est du Bouclier de Rgueïbat, et celles-ci peuvent fournir une source de vanadium. Les dépôts de calcrètes, connus comme « hamada » et paléodrainages, sont très répandus dans l'est du Bouclier de Rgueïbat (Lahondère et al., 2003b), tandis que la latérite et les ferricrètes sont plus courants dans l'est et le sud de la Mauritanie (Pitfield et al., 2004). Le contexte hydrologique de l'est du Bouclier de Rgueïbat est également favorable, constituant une vaste région d'exutoire, et possédant aussi de nombreux lacs de playa (Lahondère et al., 2003b).

La répartition des présences d'uranium de calcrètes connues au sein du Bouclier paléoprotérozoïque de Rgueïbat ne correspond pas avec les hamadas cartographiées. Dans la partie ouest du Paléoprotérozoïque, les présences d'uranium de calcrètes correspondent avec l'étendue du Complexe d'Adam Esseder et du cailloutis de reg (sol du désert). À l'est, les présences d'uranium de calcrètes sont situées dans des zones sous-tendues par le Cortège du Yetti. Les mêmes zones correspondent généralement aux zones > 4 ppm d'eU des données radiométriques aéroportées. Dans le détail, la majorité des présences d'uranium de calcrètes correspondent avec des anomalies radiométriques > 10 ppm. Cela est probablement dû au fait que les entreprises prospectant l'uranium ont choisi leurs objectifs sur la base d'un examen des données du PRISM.

Lahondère et al. (2003b), citant Gevin (1960) et Mestraud (1975) affirment que les dépôts d'hamada sont d'âge pliocène. Le manque de correspondance entre la répartition d'hamada et les présences d'uranium de calcrètes connues peut être interprété de deux façons, en fonction de l'âge de la minéralisation d'uranium. L'une de ces interprétations est que les calcrètes se seraient formées à une époque prépliocène, et que l'hamada recouvre les dépôts. Une seconde est que la minéralisation d'uranium de calcrète s'est formée à une époque postpliocène, et intervient seulement dans des zones où la roche mère a été exposée à une altération récente. Actuellement, il n'existe pas de données sur l'âge de la minéralisation superficielle de l'uranium, de telle façon qu'il n'est pas possible de parvenir à une conclusion.

4.1.2 – Dépôts liés aux intrusions

Les dépôts d'uranium liés aux intrusions consistent en des minéraux d'uranium primaires disséminés et non réfractaires, à dominante d'uraninite, d'uranothorianite et/ou d'uranothorite hébergés dans des roches intrusives ou anatectiques. L'AIEA (2009) distingue cinq sous-types de dépôts intrusifs sur la base de la pétrographie de la roche hôte : le type alaskite, lié aux porphyres, le type syénite peralcaline, le type carbonatite, et enfin le type hébergé par des pegmatites.

Le type alaskite consiste en des minéraux d'uranium disséminés au sein des ensembles d'alaskite, dont l'exemple le mieux connu est celui de Rossing, en Namibie (Nex et Kinaird, 2008). L'uranium est présent au sein de dépôts de cuivre porphyrique, à partir desquels il est extrait en tant que sous-produit. On peut citer, comme exemples aux États-Unis, Bingham Canyon, Twin Buttes et Yerington. Les dépôts de type syénite peralcaline comprennent des dômes et des ensembles syénitiques renfermant de l'uranium, par exemple à Pilansburg en Afrique du Sud. Dans les dépôts de type carbonatite, par exemple à Phalaborwa, en Afrique du Sud, l'uranothorianite est extraite en tant que sous-produit de la mine de cuivre. Les dépôts de pegmatite consistent en des dykes pegmatitiques de granites ou de syénites contenant de l'uraninite.

Les caractéristiques essentielles, à l'échelle régionale, permettant une présence de dépôts d'uranium liée à des intrusions (Skirrow et al., 2009, Kreuser et al., 2010) sont les suivantes :

- Des ceintures métamorphiques avec du granite et de la pegmatite abondants, qui se sont formées au sein de marges continentales ayant été actives.
- Des complexes magmatiques alcalins, de type A, des successions granitiques de type I élevées, et des contextes de rifts intracontinentaux.
- Des magmas peralcalins hautement différenciés, avec des valeurs radiométriques élevées en potassium, thorium et/ou uranium.
- Des zones d'altération à albite, ou présentant une altération carbonatée à l'échelle régionale.

En Mauritanie, la partie paléoprotérozoïque du Bouclier de Rgueïbat présente de nombreuses caractéristiques de ce type. La région englobe des ceintures métamorphiques, d'abondantes roches intrusives granitiques et alcalines, et présente des anomalies pour le potassium, le thorium, et l'uranium (Figure 13) au sein des données radiométriques aéroportées (Finn et Anderson, 2012, Lahondère, et al., 2003b). La région héberge également la majorité des présences d'uranium de Mauritanie (Figure 2).

Des roches intrusives alcalines sont présentes au sein des carbonatites de Richat et du Complexe de Bou Naga (Lahondère, et al., 2003b, Pitfield et al., 2004). La structure de Richat est un vaste dôme structural situé au niveau de la partie protérozoïque tardive à ordovicienne du Bassin de Taoudéni. (Matton et Jebrak, 2004, Matton et al., 2005). La partie centrale de la structure consiste en un plateau de calcaire-dolomite comprenant une brèche siliceuse d'échelle kilométrique, recoupée par des dykes basaltiques en anneau, des intrusions kimberlitiques, et des roches volcaniques alcalines. Des dykes de carbonatite, et dans une moindre mesure des sills, sont observés dans les parties sud et ouest de la structure. Des roches alcalines effusives et intrusives sont également observées dans la partie centrale. Les zones bréchifiées et silicifiées du centre de la structure de Richat représentent un karst hydrothermal qui s'est formé à la suite de la mise en place du dôme, au-dessus d'un pluton sous-jacent (Matton et al., 2005). L'âge de l'intrusion et de l'activité hydrothermale ont été datés de 99 à 98 Ma.

Le complexe de Bou Naga est un complexe intrusif alcalin, affleurant dans une fenêtre de la Ceinture des Mauritanides (Blanc et al., 1992, Gunn et al., 2004). La partie est du complexe consiste en des sills de rhyolite. Les parties ouest comprennent un mélange complexe de syénite et de granite alcalin, qui a été daté de 682 Ma. (Blanc et al., 1992). Les données radiométriques aéroportées du PRISM indiquent une anomalie équivalente de l'uranium au-dessus du complexe, et d'un certain nombre d'échantillons de roches du PRISM recueillies au sein de la partie ouest du complexe, anormales pour l'uranium (Eppinger et al., 2012, Finn et Anderson, 2012).

Le complexe alcalin paléoprotérozoïque de Tigsmat el Akhdar est situé dans la partie nord-est du Bouclier de Rgueïbat, et consiste en deux ensembles intrusifs alcalins distants d'environ cinquante kilomètres. L'intrusion de Tabatanate est un corps intrusif granitique circulaire de cinq à six kilomètres de diamètre, avec un cœur de syénite néphélinique (Lahondère, et al., 2003b). Marot et al. (2003) signalent la présence de pyrite disséminée au sein des roches intrusives, et une présence de minéraux de terres rares alluviales au niveau de la marge est. L'intrusion de Gara el Hamoueid est un corps allongé de syénite à augite aegyrite de sept kilomètres de long, avec deux présences de veines de barite-fluorine (Marot et al., 2003, Marsh, 2012).

4.1.3 – Dépôts métasomatiques

Les dépôts d'uranium de ce type sont liés à des roches métasomatiques alcalines se développant typiquement au sein des boucliers anciens, au niveau desquels ils forment des stockworks contrôlés par des failles longuement actives. Les dépôts sont caractérisés par un métasomatisme sodique régional (enrichissement en Na₂O, et appauvrissement en SiO₂) et une intense altération carbonatée et hématitique, typiquement d'âge protérozoïque (Kreuser et al., 2010). Les dépôts d'uranium les plus importants au sein des roches métasomatiques sodiques interviennent au niveau de la région minérale de Kirovograd, en Ukraine. D'autres zones présentant des dépôts similaires se trouvent dans la région de Beaverlodge, au Canada.

Les caractéristiques géologiques essentielles à la survenance de dépôts d'uranium métasomatiques, telles que synthétisées par Kreuzer et al., sont les suivantes :

- De nombreuses ceintures métamorphiques déformées.
- Un métasomatisme régional.
- La présence de zones de fracture à grande échelle.

La partie paléoprotérozoïque du Bouclier de Rgueïbat présente de nombreuses ceintures métamorphiques déformées, et un certain nombre de zones de fracture majeures de direction nord-ouest. Toutefois, il n'a pas été signalé de métasomatisme régional (Lahondère, et al., 2003b).

4.1.4 – Dépôts métamorphiques

Les dépôts d'uranium métamorphiques se forment par redéploiement d'uranium à partir des roches autochtones enrichies, au cours d'épisodes de métamorphisme régional ou de contact. Les dépôts se forment typiquement le long des zones de fracture ou de cisaillement. Les exemples les mieux étudiés de dépôts d'uranium métamorphiques sont ceux de Mary Kathleen, en Australie.

Les caractéristiques essentielles à la présence de dépôts d'uranium métasomatiques (Skirrow et al., 2009) sont les suivantes :

- Des ceintures métamorphiques.
- Des failles majeures à l'échelle de la croûte, et des zones de cisaillement pouvant concentrer la circulation des fluides.
- La présence d'une altération sodique (albite) et/ou riche en fer.

La partie paléoprotérozoïque du Bouclier de Rgueïbat présente de multiples ceintures métamorphiques déformées, et un certain nombre de zones de failles majeures de direction nord-ouest. Toutefois, il n'y a pas de description d'altération à albite et/ou riche en fer sur une large échelle (Lahondère, et al., 2003b). Une altération riche en fer est en revanche signalée à proximité d'un certain nombre de présences d'uranium (Forte Energy, 2009, 2010e, Marsh, 2012).

4.1.5 – Dépôts de type veines

Les dépôts de veines renfermant de l'uranium interviennent dans une large gamme de lithologies et d'environnements géologiques, comprenant des intrusions acides (granite, etc.), des roches volcaniques, des métasédiments, et des roches sédimentaires (Ruzika, 1993, Kreuser et al., 2010). Les styles de minéralisation dans les dépôts de type veines comprennent : 1) de véritables veines et stockworks composés de minéraux de minerai et de gangue au sein du granite, des roches métamorphiques de contact, ou présentes au sein des métasédiments adjacents; et 2) des minéralisations disséminées au sein d'ensembles d'épisyénite (un produit faiblement siliceux, micacé et vacuolaire de l'altération du granite) qui évoluent souvent vers une forme de veine. Les dépôts d'uranium de type veines s'échelonnent en âge du Protérozoïque au Tertiaire. Les exemples les plus importants se trouvent en France et en Tchécoslovaquie.

Les caractéristiques régionales essentielles à la présence de dépôts d'uranium de type veines (Kreuser et al., 2010) sont les suivantes :

- Des ceintures métamorphiques, de préférence dans des environnements cratoniques post-orogéniques.
- Des roches plutoniques felsiques calcalcalines, ou volcaniques recoupées par des failles majeures et des zones de cisaillement.

La partie paléoprotérozoïque du Bouclier de Rgueïbat constitue un environnement postcratonique, avec des ceintures métamorphiques déformées, et un certain nombre de zones majeures de fracture de direction nord-ouest (Lahondère, et al., 2003b). De l'épisyénite est signalée au niveau du dépôt d'uranium de Bir en Nar (Forte Energy, 2009).

4.1.6 – Dépôts liés à une discordance

Les dépôts liés à des discordances comprennent les lentilles fusiformes massives, les veines et/ou les disséminations d'uraninite associées spatialement avec des discordances majeures séparant les anciennes roches sédimentaires archéennes et/ou le socle métamorphique paléoprotérozoïque des bassins siliclastiques paléoprotérozoïques à mésoprotérozoïques qui les recouvrent. Deux sous-catégories de dépôts liés à des discordances ont été distinguées, reflétant un contrôle à la fois stratigraphique et structural. L'âge principal de la plupart des dépôts connus se situe entre 1,74 et 1,39 Ga (Grauch et Mosier, 1986).

On se réfère maintenant à ce type de dépôt comme « associé à une discordance » (Jefferson et al., 2007b), reflétant une meilleure connaissance de la formation de ces dépôts. Des exemples de ce type de dépôt sont ceux du Bassin d'Athabasca, au Canada, ainsi que les dépôts de Jabaluka, en Australie. Les dépôts associés à une discordance sont les dépôts d'uranium connus possédant les plus hautes teneurs en uranium (Lehman, 2008).

Les caractéristiques régionales essentielles des dépôts d'uranium associés à une discordance (Jefferson et al., 2007a, 2007b, Nash, 1982, Skirrow et al., 2009, Kreuser et al., 2010) comprennent :

- Des bassins intracratoniques épicontinentaux ou de avant-pays, avec des séquences de grès épaisses et perméables reposant sur le socle cristallin riche en uranium.
- Des grès perméables oxydés surmontant la discordance.

- Un âge de bassin d'environ 2,4 à 1,8 Ga.
- Une discordance majeure entre le socle et le bassin qui le recouvre.
- Des failles à l'échelle de la croûte, et une complexité structurale avec une indication de la réactivation des failles pendant le développement du bassin.
- Une source de fluides hautement oxydés, tels que des fluides de diagénèse ayant été tamponnés par l'évaporation.
- Une altération à l'échelle régionale au sein des grès de la base et le long des failles du socle.
- Une présence de réducteurs tels que des éléments carbonés, du graphite, des hydrocarbures ou des sulfures.

Gunn et al. (2004), Nagel (2008) et O'Connor et al. (2005) ont suggéré que la discordance entre le Bassin de Taoudéni et le Bouclier de Rgueïbat est favorable à des dépôts d'uranium associés à une discordance. Alba Minerals a obtenu des permis d'exploration au-dessus de la discordance, dans l'est de la Mauritanie, et mène une exploration en lien avec des dépôts d'uranium associés à une discordance (Alba Minerals, 2012b).

L'âge peut être une importante contrainte des dépôts d'uranium associés à une discordance, puisque la plupart des dépôts interviennent dans des bassins entre environ 2,4 à 1,8 Ga (Jefferson et al., 2007, Skirrow et al., 2009). Selon Lahondère et al. (2003b), la sédimentation du Bassin de Taoudéni a commencé aux alentours de 1,0 Ga. Cette conclusion est basée sur une datation Rb/Sr de 998 Ma de la glaucontite provenant du Groupe de Char, la plus ancienne unité au sein du bassin (Clauer, 1981, Clauer et al., 1982). Toutefois, une chimostratigraphie δC plus récente (Teal et Kah, 2005, Kah et al., 2012) et une datation Re-Os au sein des sédiments riches en matière organique par Rooney et al. (2010) indique un âge de 1,1 Ga pour le Groupe d'Atar, surmontant le Groupe de Char. Cela indique que le début de la sédimentation au sein du Bassin de Taoudéni s'est situé après 1,1 Ga, et que le Groupe de Char pourrait être beaucoup plus ancien que l'on ne l'imaginait jusqu'alors (Rooney et al., 2010). La discordance entre les Groupes de Char et d'Atar est à l'échelle du bassin, ce qui pourrait indiquer un important intervalle entre les deux groupes. Rooney et al. (2010) suggèrent que le Groupe de Char peut être au moins 200 Ma plus vieux que le Groupe d'Atar, sur la base d'une extrapolation de la différence entre les datations Rb-Sr et Re-Os au sein du Groupe d'Atar. Cela placerait le début de la sédimentation au sein du Bassin de Taoudéni aux environs de 1,3 Ga.

A cet âge, le Bassin de Taoudéni serait encore plus jeune que les bassins hébergeant des dépôts d'uranium associés avec des discordances, et ne serait probablement pas considéré comme favorable à ce type de dépôts. Toutefois, Jefferson et al. (2007a) remarquent qu'au Canada, le bassin le plus jeune à avoir été exploré pour de l'uranium associé à une discordance, est le Bassin Borden, Néoprotérozoïque (<1200 Ma), c'est-à-dire du même intervalle d'âge que le Bassin de Taoudéni.

La relation entre les discordances et la minéralisation d'uranium en général a été étudiée par Markwitz et al. (2010), qui ont mené en Australie une analyse spatiale empirique de différents types de dépôts d'uranium. Ils ont ainsi mis en évidence une forte corrélation spatiale entre les discordances et les dépôts d'uranium, et en ont conclu que « les résultats de cette étude mettent en relief l'importance des discordances dans les systèmes de minéralisation de l'uranium, puisque des circulations de fluides et/ou des surfaces de contraste physico-chimique peuvent avoir facilité la précipitation de l'uranium, non seulement dans le cas de dépôts d'uranium de discordance de type classique, mais aussi au niveau de plusieurs autres types de minéralisation de l'uranium. »

En plus des facteurs ci-dessus, il existe des zones de fracture majeures de direction nord–ouest au sein du Bouclier de Rgueïbat, qui sont surmontées par les sédiments du Bassin de Taoudéni. Celles-ci sont de très vastes structures hébergeant la minéralisation de l'uranium (Figure 4).

4.1.7 – Dépôts de phosphorite

Les dépôts de phosphorite uranifère consistent en des minéraux d'uranium synsédimentaires et disséminés au sein de roches marines riches en phosphate, ou de dépôts de phosphorite s'étant formés dans des environnements de plateau continental (Cathcart, 1978, Mosier, 1986). Les dépôts de phosphorite constituent de vastes ressources d'uranium, mais sont de très faible teneur, contenant typiquement de 25 à 150 ppm d'uranium, celui-ci étant extrait comme un sous-produit de la production d'acide phosphorique (Ragheb, 2010). L'uranium, en tant que sous-produit, est récupéré principalement des dépôts de phosphate provenant du Maroc ou des États-Unis.

Il existe 29 présences de phosphate en Mauritanie (Marsh, 2012). La majorité de celles-ci sont présentes au niveau de trois secteurs : au sein de roches éocènes dans le sud-ouest de la Mauritanie (Boujou et Jiddou, 1989), au sein de tillites cambriennes dans l'ouest du Bassin de Taoudéni, et dans la région au nord de Bou Naga, en bordure ouest du Bassin de Taoudéni (Flicoteaux et Trompette, 1998).

Au niveau de la Mauritanie du sud-ouest, des dépôts de phosphorite sont présents au sein de roches sédimentaires éocènes de la Formation de Bofal (Boujou, 1983, Boujou et Jiddou, 1989). Deux dépôts ont été explorés, à savoir Bofal et Loubboira, et ils possèdent des ressources totales estimées de 94 millions de tonnes, avec une teneur moyenne de 19,8 pourcent de P₂O₅ (Boujou et Jiddou, 1989). Ces dépôts de phosphate sont actuellement exploités par une société indienne (Mahrouf, 2010, N-P-K World, 2010). Boujou et Jiddou (1989) signalent que les dépôts de Bofal possèdent une teneur moyenne en uranium de 80 ppm.

Les autres présences de phosphate en Mauritanie consistent en petites présences de roches renfermant du phosphate, et la plupart ne sont que très peu documentées (Flicoteaux et Trompette, 1998, Marsh, 2012).

4.1.8 – Dépôts hébergés par du grès

Les dépôts d'uranium de grès sont observés au sein de grès de grains moyens à grossiers, fluviaux, et moins communément marins, de type arkose, porteurs de pyrite et/ou carbonés contenant, étant en alternance avec, ou étant bordés par des horizons moins perméables. À quelques exceptions près, les dépôts de grès d'uranium sont diagénétiques-épigénétiques, d'une origine à basse température. L'uranium est précipité à partir de solutions oxydantes dans des conditions réductrices engendrées par une série d'agents réducteurs au sein des grès (par exemple, un matériau carboné, des sulfures, des hydrocarbures, ou des minéraux ferromagnésiens comme la chlorite) (Finch, 1982). Des dépôts majeurs de grès connus s'échelonnent en termes d'âge entre le Paléozoïque et le Tertiaire. L'âge peut fournir une contrainte importante à la présence de dépôts d'uranium au sein des grès, puisque les plantes terrestres fossiles, qui ne sont pas devenues courantes avant le Silurien, fournissent souvent le réducteur permettant la précipitation de l'uranium (Nash et al., 1981, Turner-Peterson et Hodges, 1986). Toutefois, d'autres sources de réducteurs, tels que les hydrocarbures, sont également associées aux dépôts d'uranium de grès (Jaireth et al., 2008).

L'AIEA (2009) a distingué quatre sous-catégories de dépôts d'uranium de grès : roll-front, tectono lithologiques, canal de la base et tabulaire. Les dépôts de roll-front sont des zones d'imprégnation de matrice d'uranium qui recoupent le litage de grès et s'étendent verticalement entre des horizons supérieurs et inférieurs moins perméables. Les dépôts tectono lithologiques sont en discordance avec les strates alentour. Elles sont présentes le long de zones fracturées perméables, avec une imprégnation en forme de langue des sédiments clastiques adjacents (c'est-à-dire des imprégnations en forme de langue s'étendant à partir des failles, à l'intérieur des roches autochtones avoisinantes). Les dépôts de canaux de base sont présents au sein de paléo-canaux remplis de sédiments épais et perméables alluviaux-fluviatiles. La minéralisation d'uranium est associée de manière prédominante avec des débris de plantes détritiques au sein des ensembles de minerais qui présentent, dans une vue plane, des lentilles allongées ou une configuration en forme de ruban et, vus en coupe, une forme lenticulaire ou, plus rarement, une forme enroulée. Les dépôts d'uranium tabulaire consistent en imprégnations de matrices d'uranium formant des masses lenticulaires de forme irrégulière au sein de sédiments réduits. Les dépôts tabulaires sont divisés en sous catégories de carbone intrinsèque et extrinsèque, et les sous-catégories des dépôts de vanadium-uranium. Parmi les exemples de dépôts d'uranium de grès en Afrique, on compte Imouraren et Arlit, au Niger, Mikouloungou, au Gabon, et plusieurs potentiels actuellement explorés au sein des sédiments de Karoo, au Mozambique et en Tanzanie (Schatz, 2008).

Skirrow et al. (2009) ont résumé comme suit les caractéristiques géologiques régionales nécessaires à la formation de dépôts d'uranium de grès :

- Un contexte de bassin intracratonique, continental, ou intermontagneux, avec un socle de croûte continentale.
- Un dépôt de grès au sein d'un environnement continental fluvial ou un environnement mixte fluviatile-marin.
- Un âge de bassin inférieur à 2,4 Ga, la plupart des bassins étant plus récents que le Dévonien.
- La présence d'un gradient topographique, tel qu'un pendage, un basculement, ou une compression de dépôt primaire, et/ou une extension au cours de la minéralisation.
- Des grès non matures perméables, et reliés sur le plan hydrologique sous la forme d'un aquifère et d'une roche hôte.
- Présence de réducteurs tels que des plantes fossiles ou des fluides d'hydrocarbures.

Différents travaux issus du projet PRISM ont suggéré l'existence d'un potentiel de dépôts d'uranium de grès en Mauritanie, y compris de l'uranium associé avec une minéralisation de cuivre au sein des sédiments de type « lit rouge » au sein du Bassin de Taoudéni (Nagel, 2008), dans des arkoses du Bassin de Taoudéni (Marot et al., 2003) et au sein de la Formation cénozoïque de Gorgol, au sein de la région du Bassin Côtier (Gunn et al., 2004).

Le Bassin de Taoudéni présente une sédimentation discontinue marine et continentale qui s'est déroulée entre le Mésoprotérozoïque et le Cénozoïque (Blumenberg et al., 2012, Gunn et al., 2004, Kah et al., 2012, Lahondère et al., 2003b, Marot et al., 2003, Rooney et al., 2010). Un examen des descriptions lithologiques détaillées fournies par Pitfield et al. (2004), Lahondère et al. (2003b) et Marot et al. (2003) montre que la Formation de Char, la partie à la base du Groupe d'Atar, la Formation d'Oujaft, et l'Intercalaire Continentale contiennent des grès terrestro-fluviatiles favorables à la présence de dépôts d'uranium. L'origine des sédiments a principalement été le Bouclier de Rgueïbat, qui possède d'abondantes

roches granitiques enrichies en uranium, comme cela est visible au sein des données radiométriques aériennes (Finn et Anderson, 2012).

Deux systèmes pétroliers se sont développés au sein du Bassin de Taoudéni. L'un est situé dans le Protérozoïque supérieur, et le second au sein des roches paléozoïques (Amadou, 2008, Mohamed, 2006, Reynolds, 2008). La roche source du système protérozoïque correspond à des stromatolithes algaires présentes au sein de la Formation d'Atar (Reynolds, 2008, Blumenberg et al., 2012, Kah et al., 2012). Dans le système paléozoïque, les roches sources sont des schistes noirs marins siluriens à dévoiens du Groupe de Gara Bouya Ali (Amadou, 2008). Des plantes fossiles sont signalées au sein du Guide Continental Crétacé (Lahondère et al., 2003b). Les roches sources pétrolières et les plantes fossiles peuvent fournir le réducteur nécessaire au dépôt d'uranium (Jaireth et al., 2008).

Le Bassin de Taoudéni possède plusieurs caractéristiques nécessaires à la formation de dépôts d'uranium de grès, y compris le contexte tectonique, les roches hôtes, des roches sources riches en uranium, et une source de matière organique. Toutefois, le pendage de dépôt au sein du bassin est inférieur à 0,5 degrés (Kah et al., 2012). Ceci pourrait empêcher un mouvement des fluides au sein et entre les unités. Or il s'agit d'un processus très important dans la formation de dépôts d'uranium de grès (Finch, 1982, Nash et al., 1981, Jaireth et al., 2010).

4.1.9 – Dépôts conglomératiques de galets de quartz

Les dépôts d'uranium conglomératiques de galets de quartz sont limités aux bassins intracratoniques du Paléoprotérozoïque précoce (plus anciens que 2,3 à 2,4 Ga) qui se sont formés lors d'une déformation vers le bas des roches du socle archéen comprenant des granites. Les roches hôtes de ce type de dépôts consistent typiquement en des tranchées de lits entrecroisés, en lits conglomératiques de galets quartziques avec une matrice pyritique, alternés avec du quartzite et de l'argillite. Cette succession de lithologies est classiquement observée comme étant formée d'unités à la base de systèmes d'écoulement ramifiés fluviaux à deltaïques. Ces dépôts sont principalement exploités pour l'or, et l'uranium est extrait en tant que produit connexe. Les plus importants dépôts de ce type se trouvent au sein du Bassin de Witwatersrand, en Afrique du Sud, et d'Elliot Lake, au Canada. Les dépôts de Tarkwa, au Ghana, et sont semblables aux dépôts de Rand, mais n'ont pas produit de quantités significatives d'uranium. L'âge peut constituer une contrainte importante pour la présence de ce type de dépôt, puisque la répartition temporelle semble restreinte à l'Archéen et au Paléoprotérozoïque précoce, en raison d'un début de l'oxydation de l'atmosphère terrestre se situant autour de 2,2 Ga (Roscoe et Minter, 1993, Skirrow et al., 2009).

Kreuser et al. (2009) synthétise les caractéristiques géologiques essentielles des dépôts d'or-uranium au sein de conglomérats de galets quartziques comme suit :

- Un contexte de bassin de rift continental.
- Des roches hôtes de conglomérats polymictes submatures à matures, à litages entrecroisés.
- La probabilité d'une restriction de l'âge entre l'Archéen et le Paléoprotérozoïque.

O'Connor et al. (2005) suggèrent que la Formation de Seyala est favorable aux minéralisations de type or-uranium au sein de conglomérats de galets quartziques. Cette Formation de Seyala est située dans une petite zone de la Mauritanie centrale, et consiste en des conglomérats et des quartzites ferrugineux d'âge paléoprotérozoïque.

4.1.10 – Dépôts de complexes de brèches à hématite

Les dépôts de ce groupe, également dénommés « oxyde de fer cuivre-or » (IOCG) sont observés au sein de brèches riches en hématite, et contiennent de l'uranium associé avec du cuivre, de l'or, de l'argent, et des terres rares (Hitzman et Valletta, 2005). L'uranium est un sous-produit de ce type de dépôt, la taille de ces dépôts pouvant être très importante. Par exemple, le dépôt d'Olympic Dam, en Australie, est l'un des plus grands sites au monde pour la production d'uranium (Skirrow et al., 2009).

Le dépôt de Guelb Moghrein, dans le centre ouest de la Mauritanie, est considéré par beaucoup comme un dépôt IOCG (Fernette, 2012 et références qui y figurent). Guelb Moghrein est exploité pour le cuivre et l'or, mais ne contient pas d'anomalie de l'uranium (JICA, 2005). Pour cette raison, les zones définies comme favorables pour des minéralisations de type IOCG (Fernette, 2012) ne sont pas considérées comme favorables à l'uranium au sein des dépôts IOCG.

Salpeteur (2005) suggère que plusieurs présences de cuivre-fer de la succession de Mbédia Achar, dans le sud de la Ceinture des Mauritanides, pourraient constituer des minéralisations de type IOCG. Fernette (2012) a examiné les données de ces présences minérales, et en a conclu qu'il s'agissait de présences minérales de type sulfure massif volcanogénique, ne contenant typiquement pas de valeurs anormales de l'uranium.

Aucune zone n'a été délimitée au sein de ce rapport concernant les dépôts d'uranium dans les hématites-brèches.

4.1.11 – Dépôts de schistes noirs

La minéralisation d'uranium hébergée dans les schistes noirs consiste en de l'uranium uniformément disséminé et syngénétique, présent au sein de schistes marins riches en matière organique et en pyrite, déposés au sein de bassins épicontinentaux. La matière organique est de nature carbonée, sapropélique-bitumineuse ou humique, dérivée d'algues marines planctoniques et de débris de plantes terrestres (par exemple spores ligneuses). Les schistes noirs uranifères sont très répandus, mais peu d'entre eux sont exploités en raison de leurs faibles teneurs. Le principal exemple d'exploitation de ce type de dépôt est le gisement de Ranstad, en Suède.

Les caractéristiques géologiques essentielles pour la formation de dépôts d'uranium hébergés par des schistes noirs sont synthétisées par Kreuser et al. (2009) comme suit :

- Des terrains tectoniquement stables avec un faible taux de sédimentation.
- Un environnement marin de saumâtre à marin classique.
- Des conditions aérobies à réductrices.
- Des environnements de bassins peu profonds épicontinentaux.
- Des schistes noirs à grains très fins présentant des laminations, avec de fortes teneurs en matière organique et en sulfures.

Dans les Mauritanides du sud, la présence d'El Faraa consiste en de la carnottite associée avec de la barite au sein de schistes noirs du Protérozoïque tardif (Vendien) du Groupe de Téniagouri (Donzeau et al., 1982, Salpeteur, 2008). Les descriptions lithologiques du Groupe de Téniagouri ne mentionnent pas de

schistes noirs. Pitfield et al. (2004) décrivent les lithologies principales comme des mudstones arénacées et des dolomies renfermant de la barite, étant interprétées comme étant des dépôts lacustres ou marins périglaciaires. Il existe de nombreux échantillons géochimiques de roches dans la région de la présence d'El Faraa ne présentant pas de valeurs anormales pour l'uranium (Eppinger et al., 2012). Il n'est donc pas possible de faire de cette minéralisation hébergée par les schistes noirs une zone favorable significative, utilisant cette présence comme un point de départ.

Aucune zone n'a été délimitée pour de l'uranium hébergé dans des schistes noirs.

4.1.12 – Dépôts liés à une caldeira ou à du volcanisme

Des dépôts volcaniques liés à une caldeira sont présents au sein, ou à proximité immédiate de caldeiras remplies d'assemblages complexes de roches volcaniques mafiques à felsiques et de sédiments clastiques intercalés (Nash, 2010). La minéralisation d'uranium est largement contrôlée structuralement, intervenant au sein de veines intrusives ou de stockworks au sein d'intrusions volcaniques, de diatrémes, et d'unités d'écoulement ou pyroclastiques litées. Des exemples de ce type de dépôt comprennent le dépôt de Streltsovskoe, dans la Fédération de Russie, et au niveau de McDermitt, aux États-Unis.

Les caractéristiques suivantes sont essentielles aux dépôts d'uranium liés aux caldeiras ou au volcanisme (Kreuser et al., 2009, Nash, 2010) :

- La présence de caldeiras avec une forte affinité peralcaline.
- Des structures de subsidence en chaudron, indiquant de multiples épisodes d'extension et d'effondrement.
- Des roches sédimentaires volcanogéniques liées à des caldeiras.

Aucune caldeira n'est signalée en Mauritanie. En conséquence, aucune zone n'a été délimitée pour de l'uranium hébergé au sein de roches volcaniques.

4.1.13 – Dépôts tubulaires de brèches d'effondrement

Les dépôts tubulaires de brèches d'effondrement sont présents de manière semblable à des structures de cheminées verticales remplies de fragments de roches d'encaissant (Finch, 1992). L'uranium a été introduit dans les structures verticales par un mouvement d'eau souterraine et les dépôts correspondant à des changements de température et/ou de pression, ou à des changements d'environnement chimique. Les minéraux d'uranium interviennent dans les interstices entre les fragments de brèches, et dans les fractures au sein de l'anneau circulaire séparant la colonne remplie de brèches des roches encaissantes de la périphérie (Wenrich et al., 1995). Les meilleurs exemples de dépôts d'uranium de brèches d'effondrement sont les dépôts de « la bande d'Arizona », aux États-Unis (Wenrich, 1985). Le dépôt de Tsumeb, en Namibie, est un exemple africain (Wenrich et al., 1995).

Wenrich et Sutphin (1989) et Kreuser et al. (2009) synthétisent comme suit les caractéristiques essentielles nécessaires à la présence de dépôts d'uranium tubulaires de brèches :

- Des strates sédimentaires reposant à plat.
- Une longue période de stabilité cratonique.

- Une épaisse séquence de calcaire recouvrant du grès.
- Une formation de karst.

Les critères essentiels pour déterminer les zones favorables à ce type de dépôt, tels que la présence de paléokarst, ne sont pas signalés en Mauritanie. Pour cette raison, aucune zone n'a été délimitée pour de l'uranium hébergé dans des brèches d'effondrement.

5 – Zones favorables pour les dépôts d'uranium

5.1 – Méthodologie

La délimitation de zones favorables pour les besoins du présent rapport a été effectuée en trois étapes. La première étape a consisté à étudier les données disponibles concernant les dépôts d'uranium et les dépôts potentiels d'uranium de Mauritanie, y compris les dépôts présents dans une région voisine. Les rapports métallogéniques préparés dans le cadre du PRISM se sont révélés particulièrement précieux, en raison du fait que chaque équipe avait décrit, non seulement les présences connues dans leurs régions, mais également les environnements favorables. Les types de dépôts d'uranium mis en valeur dans le cadre du PRISM sont synthétisés au sein du Tableau 6.

La seconde étape du processus a été d'évaluer et de compiler des données favorables. Ces données ont, en particulier, été la base de données des dépôts minéraux du PRISM, les données des échantillons géochimiques, et les données géophysiques aéroportées.

Le projet PRISM a recueilli 8 061 échantillons de roches et 21 057 échantillons de matériaux non consolidés, comprenant des régolithes, des sols et des sédiments (Eppinger et al., 2012). Sur ce total, 3 118 échantillons de roches et 2 717 échantillons non consolidés ont été analysés pour des éléments multiples, y compris l'uranium. Dans le cadre de cette évaluation, les échantillons qui ont été analysés pour l'uranium ont été extraits de la base de données, et les valeurs anormales de l'uranium ont été déterminées à travers des statistiques simples (Tableaux 7 et 8). La teneur d'uranium moyenne de la croûte continentale est de 2,7 ppm (Rudnick et Gao, 2003). Ceci fournit la valeur de « contexte » qui a été utilisée comme base pour l'identification des valeurs anormales au sein des données du PRISM. Les échantillons fortement anormaux sont énumérés au niveau du Tableau 9.

Au sein des échantillons de roches du PRISM, 94,7 pourcent des échantillons contenaient moins de 10 ppm d'uranium. L'ensemble des valeurs ci-dessus est considérée comme étant anormale. La majorité des échantillons anormaux contiennent entre 10 et 50 ppm d'uranium, 24 échantillons contenant plus de 50 ppm. Forte Energy et Aura Energy utilisent une valeur de coupure de 100 ppm d' U_3O_8 (84 ppm d'uranium). Les échantillons dépassant cette valeur de 100 ppm d'uranium ont un intérêt économique potentiel. L'ensemble des échantillons contenant plus de 100 ppm d'uranium a été recueilli au niveau, ou à proximité, des présences d'uranium, principalement dans la région de Tenebdar, à proximité du dépôt de Bir en Nar. L'uranium au sein des échantillons de roche du PRISM est présenté sur la Figure 11.

Tableau 6. Types de dépôts d'uranium suggérés par les équipes du projet PRISM.

Région	Référence	Type d'objectif	Description
nord	Marot et al. (2003)	Calcrète	Hamadas et alluvions récentes au sein du Bouclier de Requibat
		Lié à une zone de cisaillement mésothermale	Présences de roche mère de Tenebdar
		Associé à des intrusions peu profondes, des zones de cisaillement, des carbonatites, des intrusions alcalines	Guelb Richat (carbonatites), linéaments de Tenebdar, au sein du Bouclier de Requibat
		Hébergé dans le grès et lié à une discordance	Bassin de Taoudéni
sud	Gunn et al. (2004)	Lié à une discordance	Bassin de Taoudéni – discordance de Requibat
		Uranium de lit rouge	Bassin de Taoudéni
		Phosphate	Présences de phosphate au sein du Bassin de Taoudéni
		Uranium de grès	Bassin côtier, sédiments fluviaux éocènes de la Formation de Gorgol
Centre	Nagel (2008)	Phosphate - Éocène	Formation de Bofal
		« formation rouge » sédimentaire	Potentiel
		Lié à une discordance	Potentiel
		Phosphate	Secteur d'Akadnech
Extrême sud	Salpeteur (2005)	Schiste noir	Groupe de Téniagouri (présence d'El Faraa)
		IOCG	Succession de Mbédia Achar, présences de Cu-hématite-magnétite
		« Roll d'uranium »	Groupe de Téniagouri
Nord-ouest	O'Connor et al. (2004)	Lié à une discordance	Potentiel
		Paléoplacer quartz Au-U	Formation de Seyala
		Phosphate	Sédiments éocènes

Tableau 7. Géochimie de l'uranium des échantillons géochimiques de roches.

Intervalle (ppm d'U)	Nombre d'échantillons	Pourcentage du total
<10	2 952	94,7
10-50	166	5,3
50-100	14	0,7
100-200	5	0,3
>200	5	0,2
Total	2 953	100

Données extraites de la base de données des échantillons géochimiques provenant du projet PRISM (Eppinger et al., 2012).

Tableau 8. Géochimie de l'uranium des échantillons géochimiques non consolidés.

Intervalle (ppm d'U)	Nombre d'échantillons	Pourcentage du total
<5	2 567	94,48
5-10	140	5,15
10-50	8	0,29
>50	2	0,07
Total	2 717	100,00

Données extraites de la base de données des échantillons géochimiques provenant du projet PRISM (Eppinger et al., 2012).

Sur les 2 717 échantillons de matériaux non consolidés, 94,5 pourcent contiennent moins de 5 ppm d'uranium (Tableau 8). Dix échantillons contiennent plus de 10 ppm d'uranium, et sont considérés comme fortement anormaux. L'uranium au sein des échantillons géochimiques de matériaux non consolidés provenant du projet PRISM est présenté sur la Figure 12.

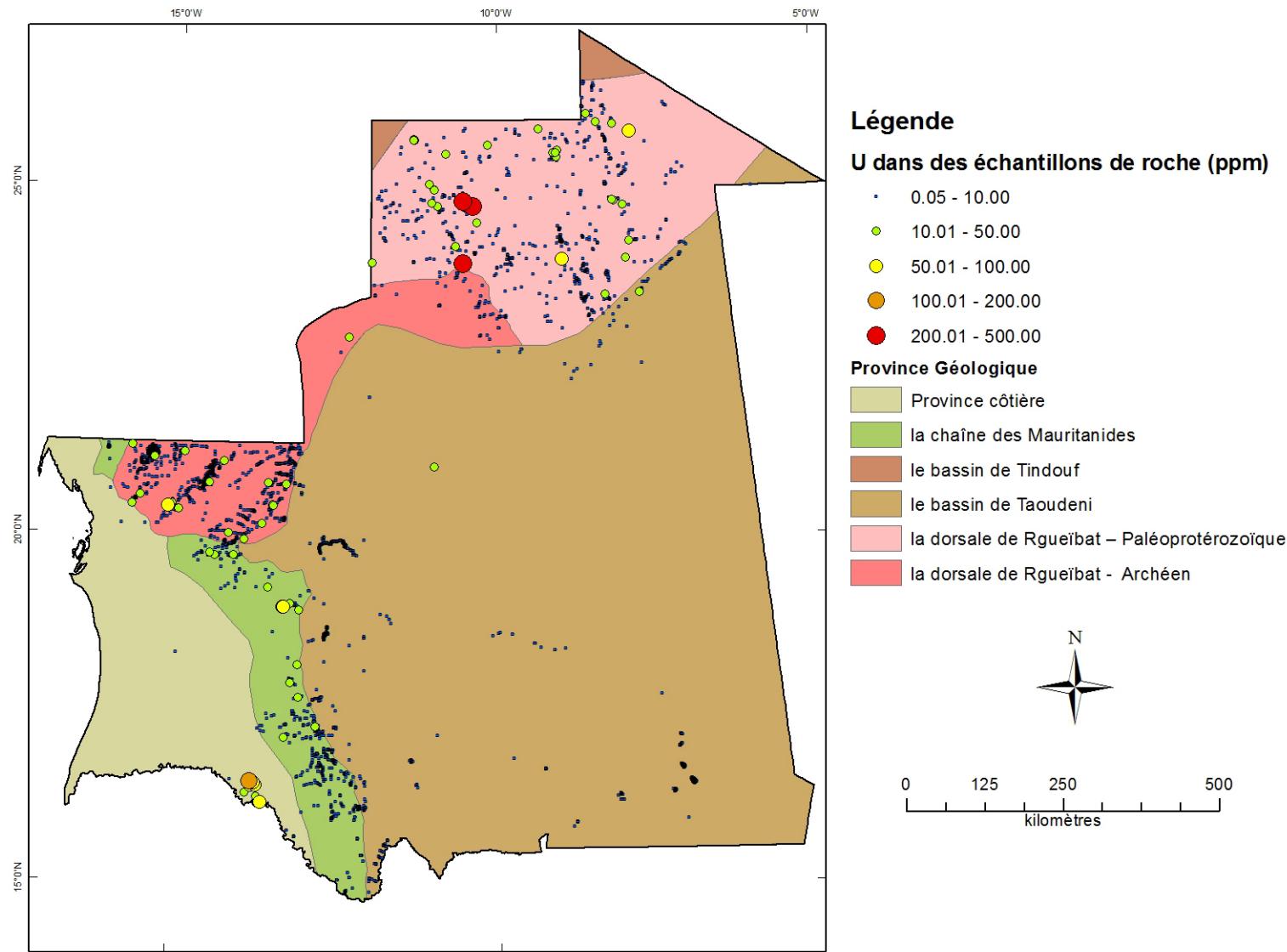


Figure 11. Géochimie l'uranium dans des échantillons de roche du projet PRISM.

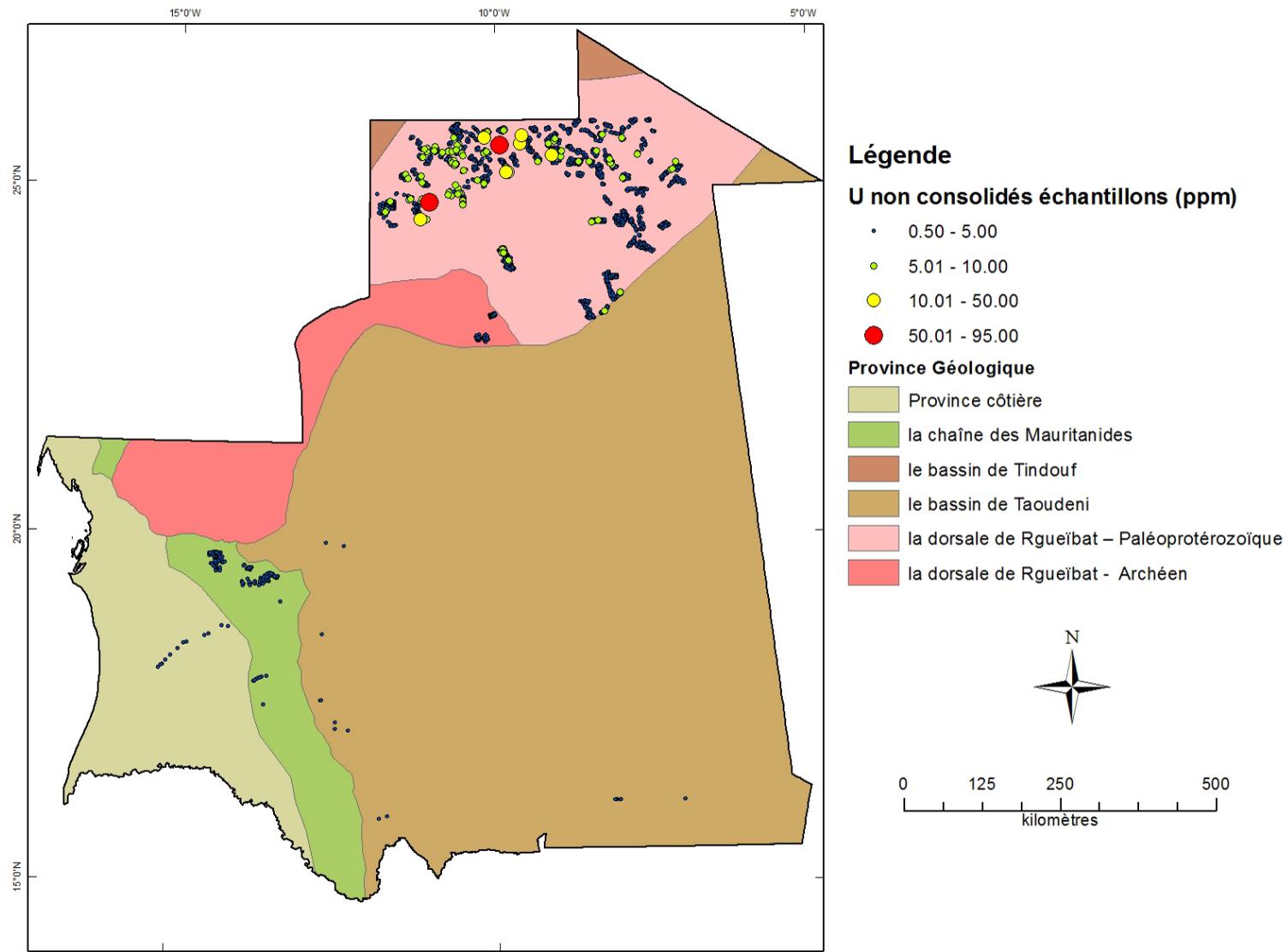


Figure 12. Géochimie l'uranium dans les échantillons non consolidées du projet PRISM.

Tableau 9.

Échantillons géochimiques PRISM présentant de fortes valeurs anormales pour l'uranium.

<u>Numéro d'échantillon</u>	<u>Latitude</u>	<u>Longitude</u>	<u>Type</u>	<u>U (ppm)</u>	<u>Région géologique</u>	<u>Unité géologique</u>	<u>Présence d'uranium associée</u>
241000048	24,760260	-10,392560	Carrière	500,0	Rgueïbat	Complexe d'Adam Esseder	Sans nom 2130
231000085	23,942810	-10,552750	Carrière	348,0	Rgueïbat	Cortège de Gleïbat Tenebdar	Sans nom 2439
231000084	23,942020	-10,554570	Carrière	328,0	Rgueïbat	Cortège de Gleïbat Tenebdar	Sans nom 2439
241000057	24,831381	-10,552780	Carrière	291,0	Rgueïbat	Groupe de Legleya	Proche sans nom 2135
241000052	24,832310	-10,554700	Carrière	249,0	Rgueïbat	Groupe de Legleya	Sans nom 2135
241000101	24,788219	-10,469620	Éclat de roche	185,5	Rgueïbat	Groupe de Legleya	Sans nom 2198
241000054	24,832270	-10,554370	Carrière	155,0	Rgueïbat	Groupe de Legleya	Sans nom 2135
161300200	16,450000	-13,770000	Roche ramassée	108,5	Rgueïbat	Quaternaire, Reg (gravillons de latérite)	Sans nom
241000061	24,844339	-10,544170	Carrière	106,5	Rgueïbat	Groupe de Legleya,	Sans nom 2141
241000037	24,781790	-10,459590	Éclat de roche	103,5	Rgueïbat	Groupe de Legleya	Sans nom 2103
241112580	24,821831	-11,057910	Régolithe	94,8	Rgueïbat	Quaternaire, Dépôts de sebkha	Aucune
250909897	25,643780	-09,938110	Régolithe	82,2	Rgueïbat	Quaternaire, Hamada	Iquelt
250910065	25,259100	-09,804230	Régolithe	16,8	Rgueïbat	Complexe de Tmeïmichatt Ghallamane	Aucune
250908839	25,663260	-09,607830	Cours d'eau	15,0	Rgueïbat	Complexe d'Adam Esseder	Aucune
250910070	25,257160	-09,829130	Régolithe	14,1	Rgueïbat	Complexe de Tmeïmichatt Ghallamane	Aucune
250908431	25,489950	-09,102760	Régolithe	14,1	Rgueïbat	Quaternaire, Hamada	Aucune
241112556	24,570539	-11,197680	Régolithe	11,9	Rgueïbat	Complexe d'Adam Esseder	Aucune
251010254	25,756983	-10,182167	Régolithe	10,2	Rgueïbat	Quaternaire, Cailloutis de reg	Iquelt
250909287	25,787901	-09,583633	Régolithe	10,2	Rgueïbat	Quaternaire, Dépôts de sebkha	Aucune
250910066	25,258381	-09,809480	Régolithe	10,0	Rgueïbat	Complexe de Tmeïmichatt Ghallamane	Aucune

Données extraites de la base de données des échantillons géochimiques du projet PRISM (Eppinger et al, 2012)

Des campagnes d'études aériennes magnétiques et radiométriques ont été menées au-dessus de vastes zones de la Mauritanie dans le cadre du projet PRISM (Finn, 2012). Le canal de l'uranium des relèvements radiométriques est le plus utile pour contribuer à délimiter des zones favorables aux dépôts d'uranium. Ces données montrent clairement qu'une grande partie du Bouclier de Rgueïbat présente une anomalie pour l'uranium (Figure 13). Les données du canal de l'uranium ont été recherchées, et de nouveaux quadrillages, présentant les zones anormales pour un niveau de 4 à 10 ppm, de 10 à 20 ppm, et supérieures à 20 ppm d'équivalent uranium (eU), ont été mis en place. De plus, le canal radiométrique pour l'uranium, les canaux radiométriques et les données aéromagnétiques pour le potassium et le thorium ont également été utilisés dans le processus de délimitation.

Les ensembles de données additionnelles ayant été utilisés dans la délimitation des zones favorables ont été 1) la base de données des présences minérales de Mauritanie (Marsh, 2012) ; 2) une base de données distincte des présences d'uranium, compilée pendant la préparation du présent rapport ; 3) des images Landsat-7 ETM+, et des traitements associés ; et 4) lorsqu'elles étaient disponibles, des images ASTER (Rockwell et al., 2012).

5.2 – Zones favorables aux dépôts d'uranium

Pour les besoins de la délimitation des zones favorables, les groupes de dépôt de l'AIEA (2009) ont été simplifiés en huit classes. Le type veine, métasomatique, métamorphique, et les dépôts essentiellement associés à des intrusions, ont des caractéristiques semblables à l'échelle des données disponibles. De plus, les présences connues de roche mère pour lesquelles il y a le plus de données géologiques, bien qu'encore de manière très limitée, possèdent les caractéristiques de l'ensemble de ces types de dépôts. Pour cette raison, ces types de dépôts ont été regroupés au sein de « veine/cisaillement hébergé(e) dans du granite » dans le but de délimiter les zones favorables. Quelques dépôts sont distinctifs, tels que ceux associés à des carbonatites et des intrusions alcalines, et ont été retenus comme classe distincte de dépôts « hébergés au sein d'intrusions alcalines ». Comme indiqué ci-dessus, les zones pour quatre types de dépôts n'ont pas été délimitées : oxydes de fer cuivre-or, schistes noirs, caldeira ou lié à du volcanisme, et dépôts de brèches d'effondrement en solution.

Les classes de dépôts d'uranium pour lesquelles des zones favorables ont été délimitées sont donc :

1. calcrète,
2. veine/cisaillement hébergé(e) dans du granite,
3. formations hébergées au sein d'intrusions alcalines,
4. formations associées à une discordance,
5. formations hébergées dans des conglomérats de galets de quartz,
6. formations hébergées dans du phosphate,
7. formations hébergées par du grès,
8. formations hébergées dans des sédiments (formation rouge).

Un total de 51 zones considérées comme favorables à un ensemble de types de dépôts d'uranium a été délimité. Les zones favorables à chaque type de dépôt sont décrites ci-dessous, et présentées sur les Figures 14 à 18.

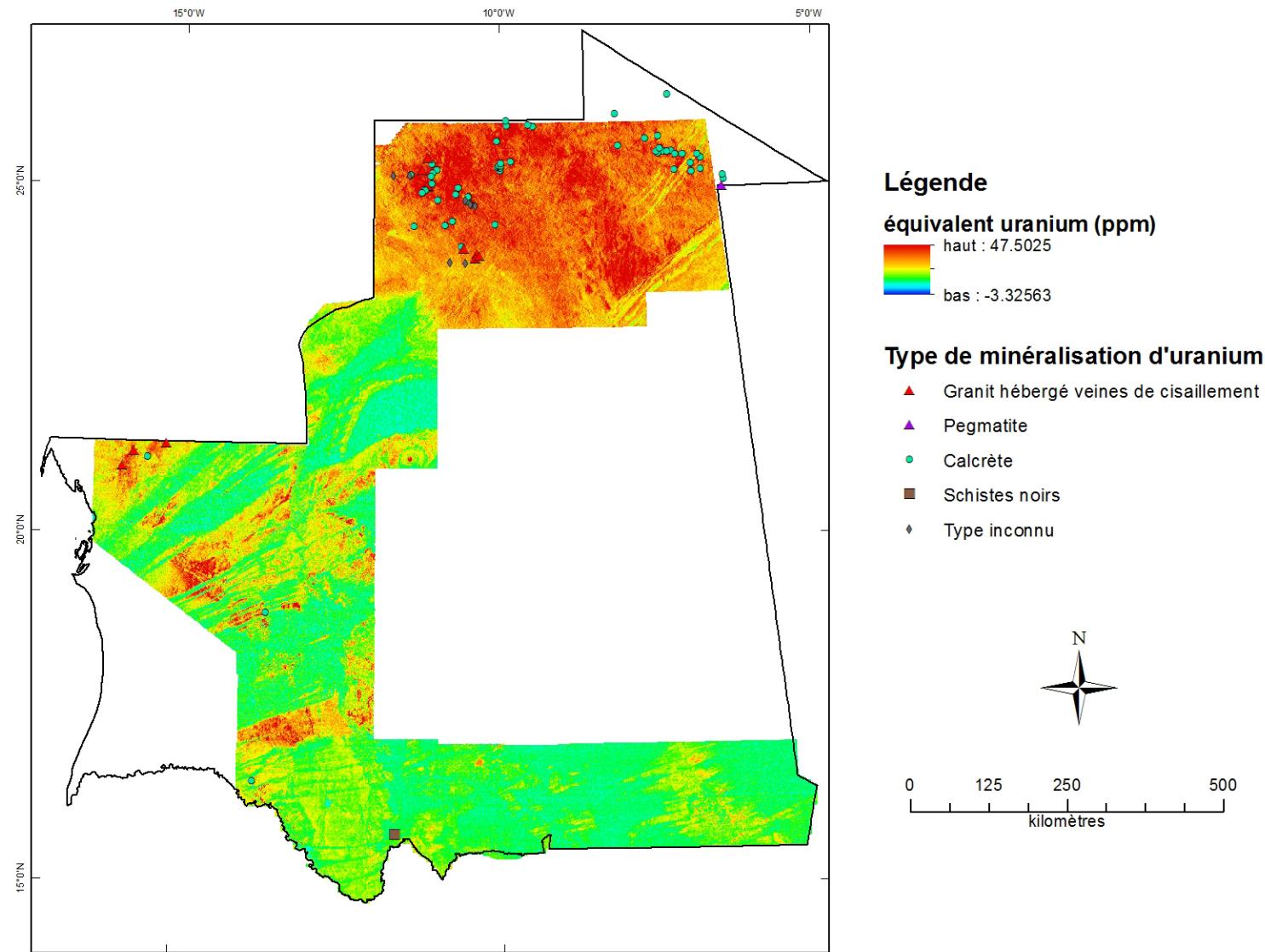


Figure 13. Projet PRISM aéroporté radiométrique uranium canal de données et des indices d'uranium en Mauritanie.

5.2.1 – Dépôts d’uranium de calcrète

Douze secteurs ont été tracés pour définir des zones considérées comme favorables aux dépôts d’uranium de calcrète (Figure 14).

Zone MU-01 Rgueïbat 1. La zone est définie par un ensemble > 4 ppm d’eU au sein des données radiométriques du PRISM, et la limite du Bouclier paléoprotérozoïque de Rgueïbat. Il s’étend au-delà des roches paléoprotérozoïques, dans deux secteurs présentant > 4 ppm d’eU dans les données radiométriques aériennes. L’anomalie radiométrique correspond principalement au Cortège de Yetti, au Complexe de Tmeïmichatt Ghallamane, et au Complexe d’Adam Esseder. Elle inclut également dans son domaine la plupart des présences connues de Mauritanie. La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence de roches sources riches en uranium, comme indiqué par l’anomalie radiométrique, et des conditions géomorphologiques, climatiques et hydrologiques favorables, comme indiqué par la présence de vastes zones de calcrète (Hamada) et de nombreuses sabkhas.

La Zone MU-02 Rgueïbat 2 est définie par un groupe de onze dépôts et de potentiels de calcrète d’uranium, ainsi qu’une anomalie radiométrique cohérente > 4 ppm d’eU, comprenant plusieurs secteurs > 20 ppm d’eU. La zone est entièrement sous-tendue par le Cortège de Yetti. La zone est considérée favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques régionales essentielles que pour la Zone MU-01, de même que comme un groupement de dépôts et de potentiels de calcrète, ainsi que par de fortes anomalies radiométriques.

Zone MU-03 Rgueïbat 3. La zone est tracée pour couvrir un secteur de fortes anomalies radiométriques (> 10 ppm et > 20 ppm d’eU), correspondant aux unités d’hamada de direction nord-est. Dans la partie sud-ouest du secteur, sont présents sept potentiels ou présences d’uranium de calcrète. Une huitième présence d’uranium de calcrète est localisée dans la partie centrale de la zone. Dans la partie sud-centrale de la zone, sont présents plusieurs échantillons de matériau non consolidé contenant entre 10 et 50 ppm d’uranium. La roche mère de la zone est formée par le Complexe de Tmeïmichatt Ghallamane. La zone est considérée favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques géologiques régionales essentielles qu’au niveau de la Zone MU-01, de même qu’avec la présence d’un groupement de dépôts et de potentiels d’uranium de calcrète, et de fortes anomalies radiométriques.

Zone MU-04 Rgueïbat 4. La zone est tracée autour d’une anomalie radiométrique de 10 à 20 ppm d’eU de direction nord. Au sein de la zone, sont observés deux présences d’uranium de calcrète et trois échantillons géochimiques non consolidés anormaux (5 à 10 ppm d’uranium). La zone est considérée favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques géologiques régionales essentielles qu’au niveau de la Zone MU-01, de même qu’avec la présence d’un groupement de dépôts et de potentiels d’uranium de calcrète, et d’une forte anomalie radiométrique.

Zone MU-05 Rgueïbat 5. La Zone MU-05 est tracée autour de deux anomalies radiométriques > 20 ppm d’eU, comprenant deux dépôts d’uranium de calcrète, à savoir Umm Ferkik K et L. Les anomalies géophysiques sont localisées sur la bordure ouest d’une intrusion possédant une légère coloration caractéristique au sein du Complexe d’Adam Esseder. La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques géologiques régionales essentielles qu’au niveau de la Zone MU-01, de même que par la présence de fortes anomalies radiométriques, et de dépôts d’uranium de calcrète.

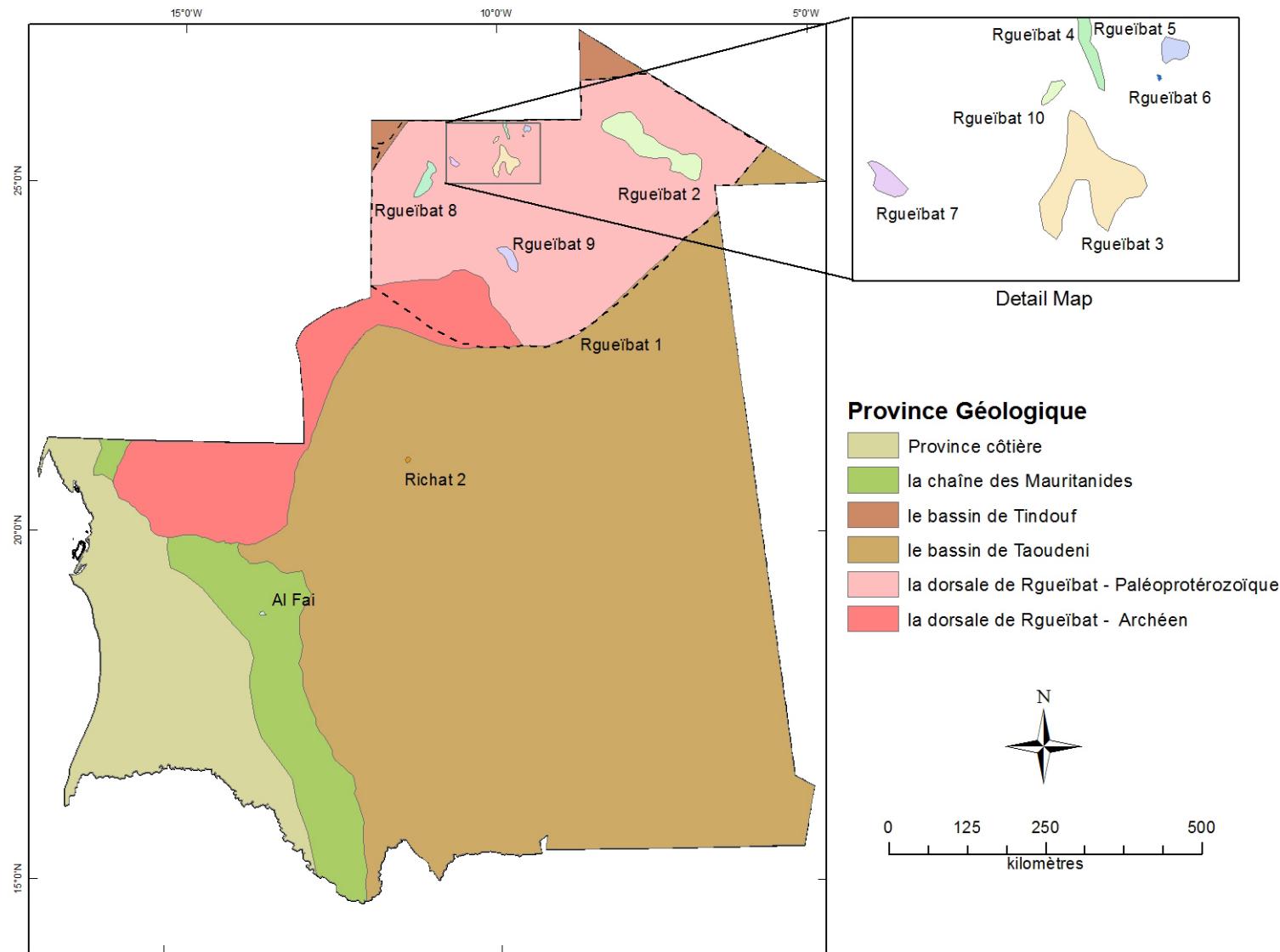


Figure 14. Voies permisive des gisements d'uranium calcrète.

Zone MU-06 Rgueïbat 6. La zone est tracée autour de la limite d'une sabkha. Un échantillon de sol recueilli en bordure de la sabkha contient 10,2 ppm d'uranium et 355 ppm de vanadium. La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques géologiques régionales essentielles qu'au niveau de la Zone MU-01, de même que par la présence d'un environnement sédimentaire favorable, ainsi que celle d'un échantillon géochimique anormal pour l'uranium et le vanadium.

Zone MU-07 Rgueïbat 7. La zone est tracée pour correspondre à une anomalie radiométrique > 10 ppm d'eU, et à dix échantillons de sol du PRISM contenant 5 à 10 ppm d'uranium. Le secteur de la zone est sous-tendu par des roches intrusives granitiques du Complexe d'Adam Esseder. La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques géologiques régionales essentielles qu'au niveau de la Zone MU-01, de même que par un regroupement d'échantillons géochimiques anormaux, ainsi qu'une forte anomalie radiométrique

Zone MU-08 Rgueïbat 8. La Zone MU-09 est tracée pour englober un groupe de fortes anomalies radiométriques (> 10 ppm d'eU) de direction nord-est, ainsi qu'un groupe de huit présences, de potentiels, et de dépôts d'uranium de calcrète. L'anomalie radiométrique et les présences d'uranium sont largement réparties le long de zones irrégulières d'hamada (calcrète) et de cailloutis de reg (sol du désert), recouvrant les roches granitiques du Complexe d'Adam Esseder. La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques géologiques régionales essentielles qu'au niveau de la Zone MU-01, de même que par la présence de fortes anomalies radiométriques, ainsi que la présence d'uranium de calcrète.

Zone MU-09 Rgueïbat 9. La zone est tracée pour comprendre une anomalie d'uranium au sein des échantillons de sol du PRISM, au sein desquels quinze échantillons contenaient de 5 à 8 ppm d'uranium et de 80 à 120 ppm de vanadium. L'anomalie intervient au niveau d'une zone de fracture de direction nord nord-ouest, recoupant les roches granitiques du Complexe d'Adam Esseder, le gneiss du Complexe d'Aguelt abd el Maï, et la tonalite du Cortège de Gleïbat Tenebdar. Cette zone de fracture héberge plusieurs présences d'uranium de la roche mère le long de la direction des structures. Un certain nombre d'échantillons anormaux sont présents au sein d'une sabkha. La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques géologiques régionales essentielles qu'au niveau de la Zone MU-01, de même que par la présence d'une anomalie géochimique pour l'uranium-vanadium.

Zone MU-10 Rgueïbat 10. Cette zone comprend un groupe de trois anomalies radiométriques > 10 ppm d'eU et une présence d'uranium de calcrète au sein d'un secteur principalement sous-tendu par des cailloutis de reg (sol de désert) et d'hamada (calcrète). La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence des mêmes caractéristiques géologiques régionales essentielles qu'au niveau de la Zone MU-01, de même que par la présence d'uranium de calcrète et d'un regroupement d'anomalies géophysiques.

Zone MU-11 Al Fai. La Zone MU-11 englobe une anomalie radiométrique de quatre kilomètres de large, avec des valeurs > 20 ppm d'eU, et le potentiel d'uranium de calcrète d'Al Fai. Le secteur est sous-tendu par des cailloutis de reg (sol du désert). La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence d'une minéralisation d'uranium de calcrète et d'une forte anomalie géophysique (eU).

Zone MU-12 Richat 1. Cette zone est tracée pour englober le centre du Dôme de Richat, qui surmonte le Complexe de Richat. Le centre du complexe possède une anomalie radiométrique d'eU > 10 ppm. L'anomalie est interprétée comme étant au-dessus des sédiments accumulés dans la vallée. Les

sédiments sont décrits par Lahondère et al. (2003b) comme constituant un petit bassin circulaire contenant du calcaire poreux à analcime, avec des racines fossiles dans la partie inférieure. L'unité est, quant à elle, interprétée comme étant composée de sédiments fluviatiles surmontés par des sédiments lacustres. La zone est considérée favorable pour l'uranium de calcrète sur la base de l'environnement géologique superficiel (sabkha), des roches sources de l'uranium (roches alcalines intrusives), et de l'anomalie radiométrique.

5.2.2 – Dépôts d'uranium de cisaillement/veine hébergé(e) dans du granite

Huit zones ont été tracées pour définir les secteurs favorables aux dépôts d'uranium de cisaillement/veine hébergé(e) dans du granite. Celles-ci sont présentées au niveau de la Figure 15.

Zone MU-13 Rgueïbat 11. La zone est tracée pour comprendre une zone de fracture de direction est-ouest, avec quatre anomalies radiométriques de 10 à 20 ppm d'eU recouvrant un ensemble intrusif légèrement coloré au sein du Complexe d'Adam Esseder. La zone est considérée favorable sur la base de la présence d'une zone majeure de fracture coïncidant avec les anomalies radiométriques aériennes.

Zone MU-14 Rgueïbat 12. La Zone MU-14 est tracée pour englober un linéament majeur de direction nord nord-ouest recoupant les roches intrusives paléoprotérozoïques et les roches métamorphiques du Cortège de Zednes et du Cortège de Gleïbat Tenebdar, au sein du Bouclier de Rgueïbat. Le long de la direction structurale, au nord, le même linéament héberge les dépôts d'uranium de Bir en Nar, A238 et A238 NO. La zone est considérée favorable sur la base de la présence d'une zone majeure de fracture hébergeant des dépôts d'uranium au nord-ouest, le long de la direction structurale.

Zone MU-15 Rgueïbat 13. La Zone MU-14 est tracée pour couvrir un linéament majeur de direction nord nord-ouest recoupant les roches intrusives paléoprotérozoïques et les roches métamorphiques du Complexe d'Adam Esseder, au sein du Bouclier de Rgueïbat. Il existe un certain nombre d'échantillons de sol du PRISM faiblement anormaux (5 à 10 ppm d'uranium) dispersés sur la longueur de la zone. La zone est considérée favorable sur la base de la présence d'une zone majeure de fracture au sein d'un secteur hébergeant des présences d'uranium.

Zone MU-16 Rgueïbat 14. La zone est tracée pour englober une zone de fracture de direction ouest nord-ouest recoupant les roches intrusives paléoprotérozoïques et les roches métamorphiques du Complexe d'Adam Esseder, le Cortège de Gleïbat Tenebdar, et le Complexe de Tmeïmichatt Ghallamane, au sein du Bouclier de Rgueïbat. Au nord et le long de la direction structurale, le même linéament héberge un certain nombre de présences d'uranium. La zone est considérée favorable sur la base de la présence d'une zone majeure de fracture hébergeant des présences d'uranium au nord-ouest, le long de la direction structurale.

Zone MU-17 Rgueïbat 15. La Zone MU-17 est tracée pour couvrir un linéament majeur de direction nord-ouest recoupant les roches intrusives paléoprotérozoïques et les roches métamorphiques du Complexe d'Adam Esseder, au sein du Bouclier de Rgueïbat. Cette structure héberge sept dépôts ou potentiels de type uranium de cisaillement/veine hébergés dans du granite. Quatre potentiels d'uranium de calcrète, ainsi qu'une présence de type inconnu sont également présents au sein de la Zone MU-17. La zone est considérée favorable sur la base de la présence d'une zone majeure de fracture à l'échelle de la croûte hébergeant les dépôts d'uranium.

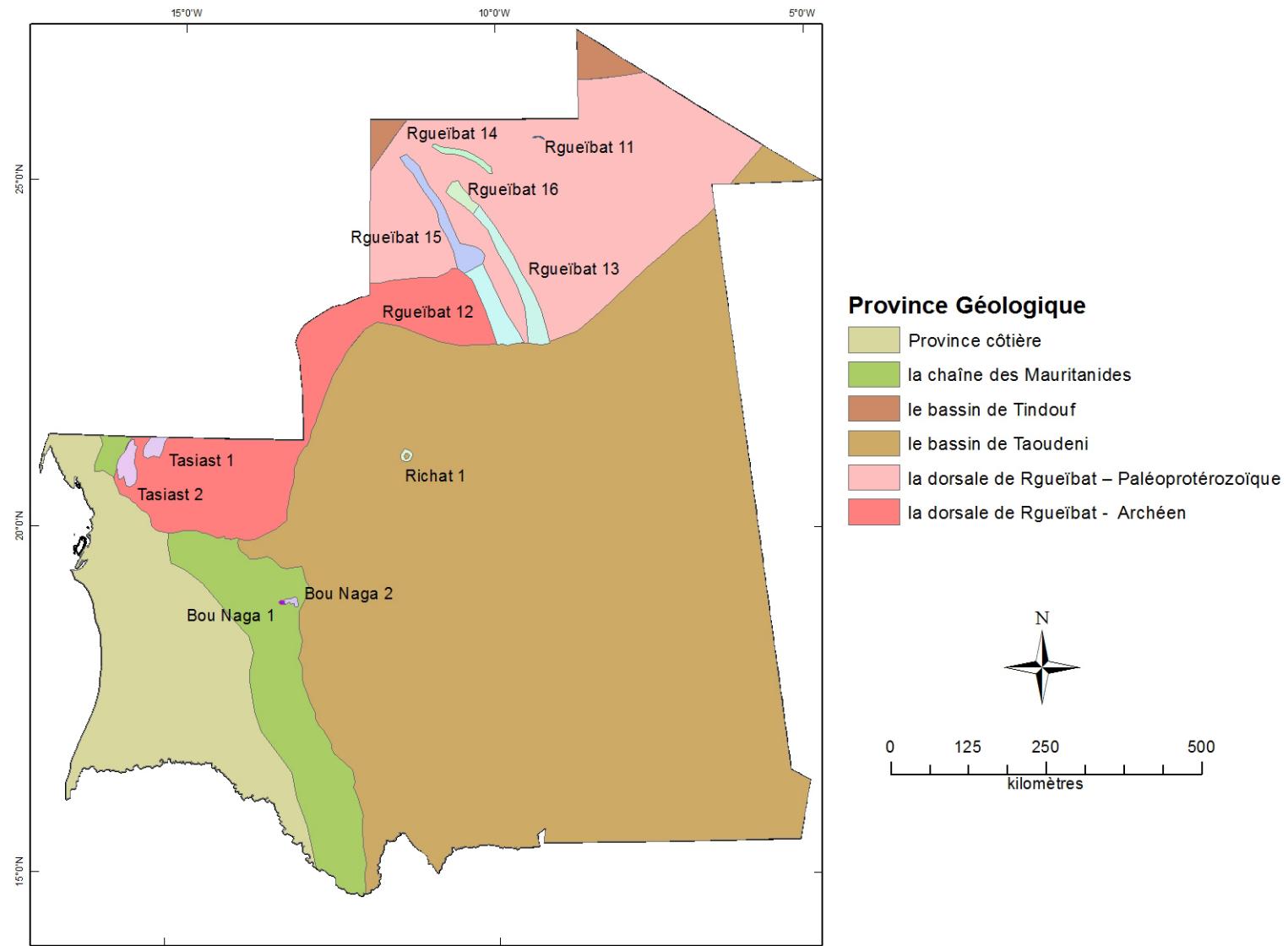


Figure 15. Voies permissive des gisements d'uranium associés aux roches intrusives.

Zone MU-18 Rgueïbat 16. Cette zone est tracée au niveau d'un linéament majeur de direction nord-ouest, recoupant les roches du Complexe d'Adam Esseder, au sein du Bouclier de Rgueïbat. Au sein de la zone, on note onze présences d'uranium : une de type cisaillement/veine hébergé(e) dans du granite, quatre de type calcrète, et six de type inconnu. Les échantillons de roches du PRISM recueillis au niveau de présences de type inconnu contiennent respectivement 249 et 500 ppm d'uranium. Dans la partie nord-ouest de la zone, est présent un certain nombre d'anomalies radiométriques aériennes dans un intervalle allant de 10 à 20 ppm d'eU. La zone est considérée favorable sur la base de la présence d'une zone de fracture majeure hébergeant des présences d'uranium, plusieurs d'entre elles ayant des valeurs élevées pour l'uranium au sein des échantillons de roches.

Zone MU-19 Tasiast 1. La Zone MU-19 est tracée au-dessus d'un secteur de gneiss migmatitique du Complexe archéen de Çtel Ogmâne et de tonalite du Cortège de Tasiast. Les deux unités de roches présentent de fortes anomalies pour le potassium et le thorium au sein des données radiométriques aériennes. Il existe également des anomalies radiométriques entre 4 et 10 ppm d'eU au-dessus de l'essentiel de la partie est de la zone, qui est par ailleurs sous-tendue par des tonalites. Il existe une présence d'uranium, probablement de type hébergé par le granite dans la partie nord-est de la zone, ainsi qu'une présence de calcrète dans la partie sud-ouest. La présence d'uranium de calcrète est repérée le long d'une zone de fracture de direction est nord-est, soulignée par de larges veines de quartz, visibles au sein des données aéromagnétiques du PRISM pour la région. La zone est considérée favorable sur la base de l'existence de présences d'uranium, d'anomalies radiométriques d'eU, et de présences possibles de roches peralcalines, considérant les fortes anomalies radiométriques pour le potassium et le thorium.

Zone MU-20 Tasiast 2. Cette zone, située au sud-est de la Zone MU-19 est également sous-tendue par du gneiss migmatitique du Complexe archéen de Çtel Ogmâne et la tonalite du Cortège de Tasiast. Des anomalies radiométriques irrégulières de 4 à 10 ppm d'eU sont présentes sur la plus grande partie de la zone, avec quatre petites surfaces de 10 à 20 ppm d'eU à l'extrême nord de la zone, et une dans la partie centrale sud.

La zone est également sous-tendue par le Complexe de Çtel Ogmâne, et présente la même couverture légèrement colorée sur le quadrillage K-Th-U que la roche mère au niveau de la Zone Tasiast 1. Cette zone possède également, dans toute son étendue, des anomalies d'uranium irrégulières, ainsi que deux présences d'uranium liées au granite. De fortes anomalies radiométriques pour le potassium et le thorium sont présentes au-dessus des deux ensembles pétrographiques. Les présences d'uranium au sud sont marquées par une présence d'uranium de calcrète le long de la même zone de fracture est nord-est, marquée par de larges veines de quartz. La zone est considérée favorable sur la base de présences d'uranium, d'anomalies radiométriques d'eU, et de la présence possible de roches peralcalines, correspondant aux fortes anomalies radiométriques pour le potassium et le thorium.

5.2.3 – Dépôts d'uranium hébergés par une intrusion alcaline

Quatre zones favorables aux dépôts d'uranium hébergés par une intrusion alcaline ont été délimitées. Ces zones sont également présentées au niveau de la Figure 14.

Zone MU-21 Richat 2. La Zone MU-21 est tracée sur la limite supposée de l'intrusion de Richat, telle qu'interprétée à partir des données aéromagnétiques. La zone est considérée favorable sur la base de la présence de roches intrusives alcalines (carbonatite).

Zone MU-22 Bou Naga 1. La zone est tracée pour englober la partie ouest du Complexe intrusif alcalin de Bou Naga, hébergeant des veines renfermant des minéraux de terres rares. L'essentiel de la Zone MU-22 présente des valeurs > 4 ppm d'eU au niveau des données radiométriques aériennes. Sont également présents deux secteurs avec des valeurs > 10 ppm d'eU, et un secteur > 20 ppm d'eU. Les données radiométriques de l'intégralité de la zone sont également fortement anormales pour le potassium et le thorium. Au sein de la zone, on note aussi onze échantillons de roches du PRISM de valeurs > 10 ppm pour l'uranium, ainsi que deux échantillons > 50 ppm pour l'uranium. La zone est considérée favorable sur la base de la présence de roches intrusives alcalines, de fortes anomalies radiométriques pour l'uranium, ainsi que pour le potassium et le thorium (> 10 et > 20 ppm d'eU), et en raison d'un nombre relativement important d'échantillons de roche avec des teneurs anormales pour l'uranium.

Zone MU-23 Bou Naga 2. Cette zone est tracée pour couvrir la partie est du Complexe intrusif alcalin de Bou Naga. L'essentiel de la zone est sous-tendue par des rhyolites de la Formation de l'Oued Tidoumaline, et présente des valeurs anormales pour l'uranium (> 4 ppm d'eU), ainsi que pour le potassium et le thorium, au sein des données radiométriques aériennes du PRISM. La zone est considérée favorable sur la base de la présence de roches intrusives alcalines, et de fortes anomalies radiométriques pour l'uranium, le potassium et le thorium (> 10 et > 20 ppm d'eU).

Zone MU-24 Tabatanate. La zone est tracée autour de l'affleurement du Complexe alcalin de Tigsmat el Akhdar. Marot et al. (2003) signalent une présence de minéraux de terres rares alluviales en bordure est du Complexe. Quatre échantillons géochimiques de roches du PRISM ont été recueillis au sein du Complexe, contenant de 16 à 20 ppm d'uranium. L'intrusion est favorable à la présence de minéraux d'uranium sur la base de sa lithologie, de son contexte tectonique, et de la présence de valeurs seuil pour l'uranium au sein des échantillons de roches.

Zone MU-25 Gara el Hamoueid. La zone est tracée autour de l'affleurement de syénite intrusive de Gara el Hamoueid, hébergeant deux présences de veines de barite-fluorine (Marto et al., 2003, Marsh, 2012). L'intrusion est favorable à la présence de minéraux d'uranium sur la base de sa lithologie, de son contexte tectonique.

5.2.4 – Dépôts d'uranium associés à une discordance

Deux zones considérées comme favorables à des dépôts d'uranium associés à une discordance ont été définies (Figure 16).

Zone MU-26 Taoudéni 1. La Zone MU-26 est tracée au-dessus de la discordance entre le Bouclier de Rgueïbat et le Bassin de Taoudéni, dans l'est de la Mauritanie. Au sein de la zone, se trouve une anomalie radiométrique de 4 à 10 ppm d'eU, au-dessus du Cortège paléoprotérozoïque de Yetti, indiquant que le socle de la région présente des valeurs anormales pour l'uranium. Des anomalies radiométriques de 4 à 10 ppm d'eU sont également présentes au-dessus du Groupe d'El Mreiti et du Groupe de Jbielat, au sein de la section sédimentaire de Taoudéni. Au sein de la région de la zone, sont présents trois linéaments majeurs dans le socle, passant en dessous des sédiments du bassin. La zone est considérée favorable sur la base de la présence d'une discordance entre les roches du socle paléoprotérozoïque, enrichi en uranium, et les sédiments mésoprotérozoïques, dans une région de structures majeures au sein des roches du socle.

Zone MU-27 Taoudéni 2. La zone est tracée au-dessus de la discordance entre le Bouclier de Rgueïbat et le Bassin de Taoudéni, en un lieu où la discordance recouvre trois linéaments majeurs de la croûte, l'un d'entre eux hébergeant des dépôts d'uranium de type veine/cisaillement hébergé(e) dans du granite, à savoir Bir en Nar, A238 et A238 NO. La zone est considérée favorable sur la base de la présence d'une discordance entre les roches du socle paléoprotérozoïque et les sédiments mésoprotérozoïques, dans une région de structures majeures au sein des roches du socle.

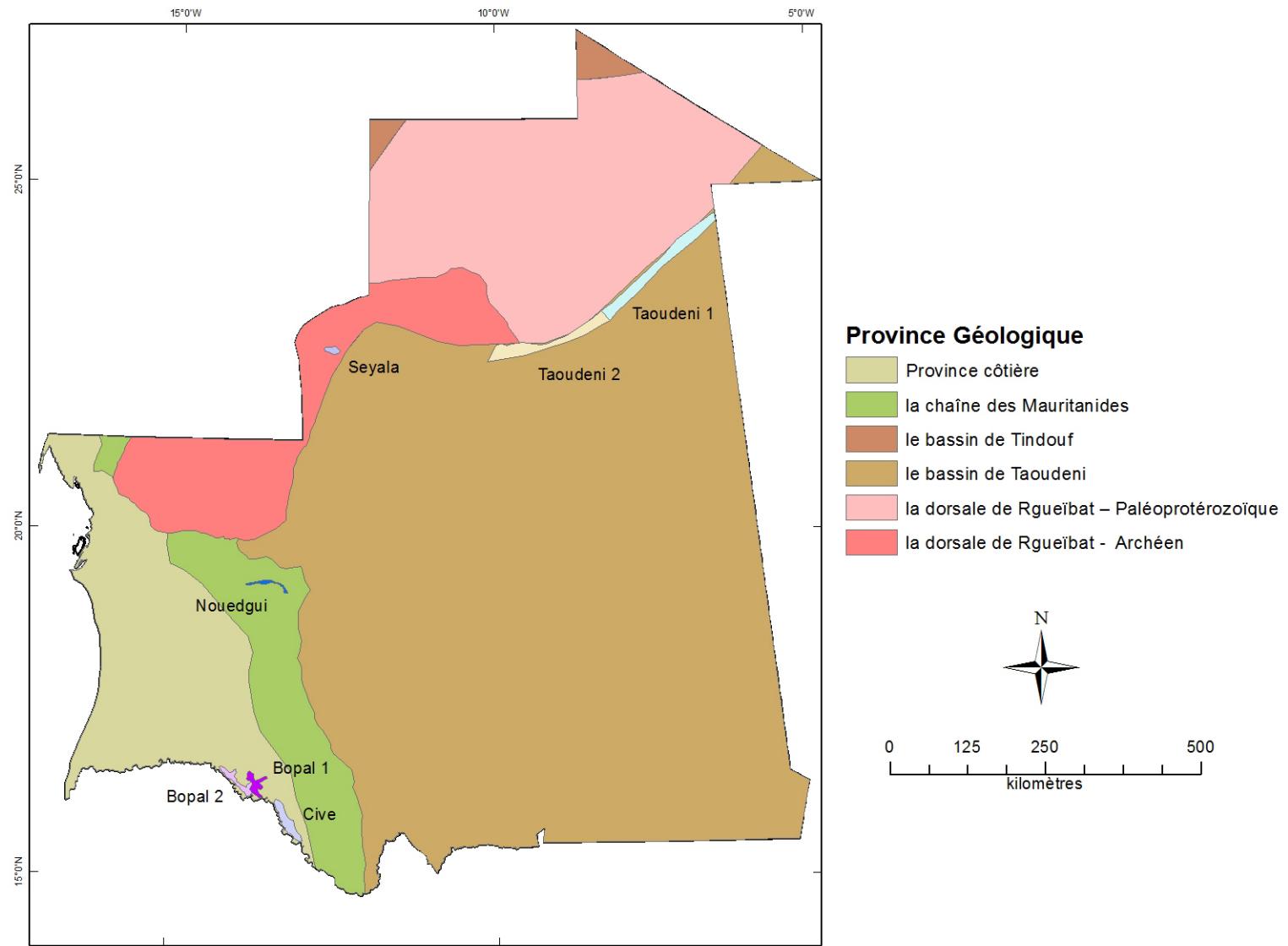


Figure 16. Voies permisives pour les dépôts de phosphate, de conglomérats à cailloux de quartz ed d'uranium associés aux discordances.

5.2.5 – Dépôts de conglomérats de galets quartziques

La zone tracée est considérée favorable aux dépôts d'uranium hébergés dans des conglomérats de galets quartziques (Figure 16).

Zones MU 28 de Seyala. La zone MU-28 est tracée pour couvrir une zone d'affleurement de la Formation paléoprotérozoïque de Seyala. La Formation de Seyala est constituée de conglomérats et de quartzite ferrugineux. La zone est considérée comme favorable sur la base de la lithologie et de l'âge de la Formation de Seyala.

5.2.6 – Dépôts de phosphorite

Quatre zones considérées favorables aux dépôts d'uranium hébergés par des phosphorites ont été définies (Figure 16).

La Zone MU-29 Bofal 1 est tracée autour d'une partie de la surface d'affleurement de la Formation de Bofal, incluant les dépôts de phosphate de Bofal, Boubou Aoudi et Debai Doubel, ainsi qu'une autre présence de phosphate. Le dépôt de Bofal est signalé par Boujo et Jiddou (1989) comme contenant 80 ppm d'uranium. Dans la partie nord de la zone, à proximité du dépôt de Bofal, 44 échantillons de roche ont été prélevés dans le cadre du projet PRISM (Gunn et al., 2004, Eppinger et al., 2012). L'ensemble des échantillons ont un niveau d'uranium détectable, et sept d'entre eux contiennent des valeurs > 50 ppm d'uranium, avec une valeur maximum de 108 ppm. Les échantillons anormaux ont été prélevés en provenance de plusieurs unités, y compris les Formations tertiaires de Rinndiao et de Mbidane, ainsi que la latérite cénozoïque. Dans la partie est de la région, on observe des anomalies radiométriques irrégulières > 4 ppm d'eU. La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence de dépôts de phosphate, de l'unité les hébergeant habituellement, et d'échantillons de roche anormaux pour l'uranium.

Zone MU-30 Bofal 2. La zone est définie par la surface d'affleurement de la Formation de Bofal. Au sein de la zone, est présent le dépôt de phosphate de Bagoudinie-Ferrala, ainsi que cinq potentiels ou présences de phosphate. La zone est considérée comme favorable sur la base de la présence de dépôts de phosphate, et de types de roches les hébergeant habituellement.

Zone MU-31 Cive. La Zone MU-31 est tracée pour comprendre un secteur incluant la présence de phosphate de Cive, ainsi que plusieurs petites anomalies radiométriques de 4 à 10 ppm d'eU. Le secteur est principalement recouvert de dunes cénozoïques, et les anomalies radiométriques correspondent aux affleurements de latérite ferrugineuse. La zone est considérée favorable sur la base de l'observation des présences de phosphate et de faibles anomalies radiométriques.

Zone MU-32 Nouedgui. La Zone MU-32 est tracée autour d'une partie de la surface d'affleurement de la Formation d'Hofret el Jenna. La zone comprend la présence de phosphate de Nouedgui, ainsi qu'une anomalie radiométrique > 4 ppm pour l'uranium. On note un échantillon de roche du PRISM au sein de la zone contenant 32 ppm d'uranium, 38 ppm de vanadium, et > 10 000 ppm de phosphore. La Formation de Hofret el Jenna comprend une séquence transgressive de conglomérats, de grès et de silts, reposant en discordance sur des gneiss à tonalite migmatitiques. Le phosphate est très largement présent au sein de la séquence, particulièrement dans les conglomérats de galets quartzeux, les grès fins, et les silts à une distance

de la base inférieure à vingt mètres (Gunn et al., 2004). La zone est considérée favorable sur la base de la présence de phosphorite, avec une faible teneur anormale en uranium.

5.2.7 – Dépôts hébergés dans des grès

Cinq zones ont été identifiées comme favorables à l'uranium hébergé dans des grès, sur la base des critères énoncés ci-dessus. Les zones un à quatre sont situées au sein du Bassin de Taoudéni, et la zone cinq est située au sein du Bassin Côtier (Figure 17).

Zones MU-33 à MU-36 de grès 1a-1d. Ces zones sont tracées avec un secteur tampon autour de la surface d'affleurement cartographiée de la Formation mésoprotérozoïque d'Agueni, du Groupe de Char. Il s'agit de l'unité la plus basse du Groupe de Char, et située au sein du Bassin de Taoudéni. Elle consiste en un conglomerat fluviatile et des grès surmontant les roches paléoprotérozoïques du Bouclier de Rgueïbat. Les zones sont considérées favorables sur la base du contexte tectonique, de la lithologie, et de l'environnement sédimentation de la Formation d'Agueni, ainsi que par la présence de roches source pétrolières dans le Bassin de Taoudéni.

Zone MU-37 de grès 2. La Zone MU-37 comprend la surface cartographiée de la Formation de Foum Chor du Groupe d'Atar, d'âge mésoprotérozoïque. L'unité consiste en environ 100 mètres de grès, de conglomérats, de silts et d'argiles fluviatiles et deltaïques. La zone est considérée favorable sur la base du contexte tectonique, de la lithologie et de l'environnement de dépôt de la Formation de Foum Chor, ainsi que par la présence de roches sources pétrolières au sein du Bassin de Taoudéni.

Les zones de MU-38 à MU41 Grès 3a à 3d. Ces zones sont définies par les limites cartographiées de la Formation cambro-ordovicienne de Gujaft auxquelles a été ajoutée une zone tampon de la Formation du Groupe de Nouatil. L'unité consiste en environ 200 mètres de grès et de grès feldspathiques. La zone est considérée favorable sur la base du contexte tectonique, de la lithologie, et de l'environnement de dépôt de la Formation de Gujaft, ainsi que du fait de la présence de roches source pétrolières au sein du Bassin de Taoudéni.

Zone MU-42 Sandstone 4. Cette zone est tracée, avec une zone tampon, sur la limite cartographiée de l'Intercalaire Continentale Crétacé de la partie centrale du Bassin de Taoudéni. Cette unité consiste en grès terrigène renfermant du bois pétrifié. La zone est considérée favorable sur la base du contexte tectonique, de la lithologie, et de l'environnement de dépôt de l'Intercalaire Continentale, ainsi que du fait de la présence de roches source pétrolières au sein du Bassin de Taoudéni.

Zone MU-43 Sandstone 5. La zone MU-43 est tracée suivant les extensions cartographiées, plus une zone tampon, de la Formation du Tertiaire moyen de Gorgol, appartenant au Groupe de Bababe. L'unité, qui affleure le long de la bordure est de la région du Bassin Côtier, est constituée de grès terrestres entrecroisés de couleur brun-rouge, avec un conglomerat peu développé. La zone est considérée favorable sur la base du contexte tectonique, de l'âge, de la lithologie, et de l'environnement de dépôt de la Formation de Gorgol.

5.2.8 – Cuivre hébergé dans des sédiments (formation rouge) ± dépôts d'uranium

Zones MU-45 à MU-51 formation rouge de 1 à 8. Taylor (2012) a délimité huit zones ayant été considérées favorables aux dépôts de cuivre de type formation rouge hébergés dans les sédiments. Les

dépôts de cuivre hébergés dans les sédiments peuvent aussi contenir des quantités d'uranium d'intérêt économique. L'ensemble de ces zones peut donc être considéré favorable à l'uranium associé avec des dépôts de cuivre de type formation rouge (Figure 18). On se réfèrera à ce propos à Taylor (2012) pour plus de détails sur les caractéristiques géologiques de ces zones.

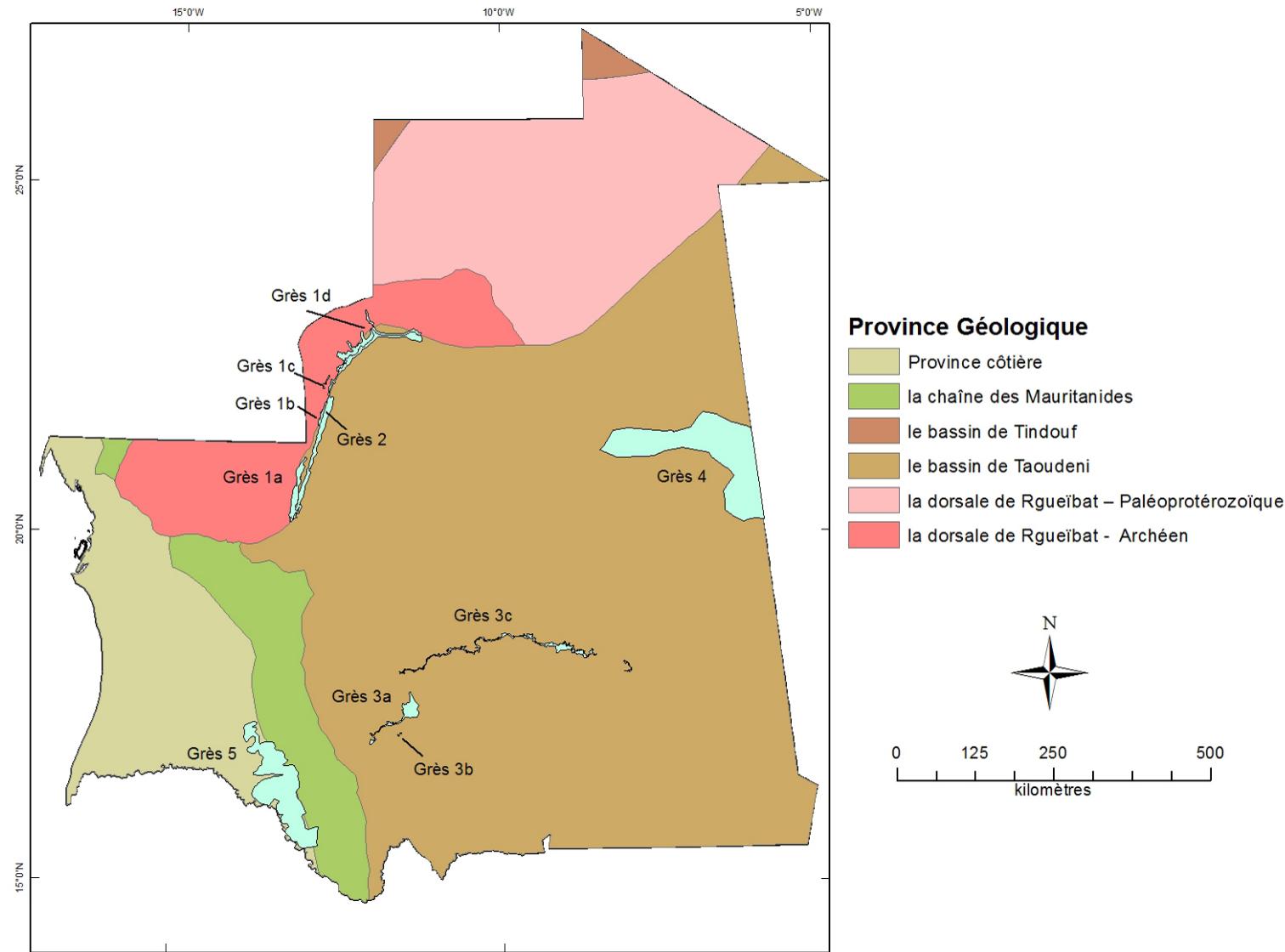


Figure 17. Voies permisives pour les dépôts de grès uranium.

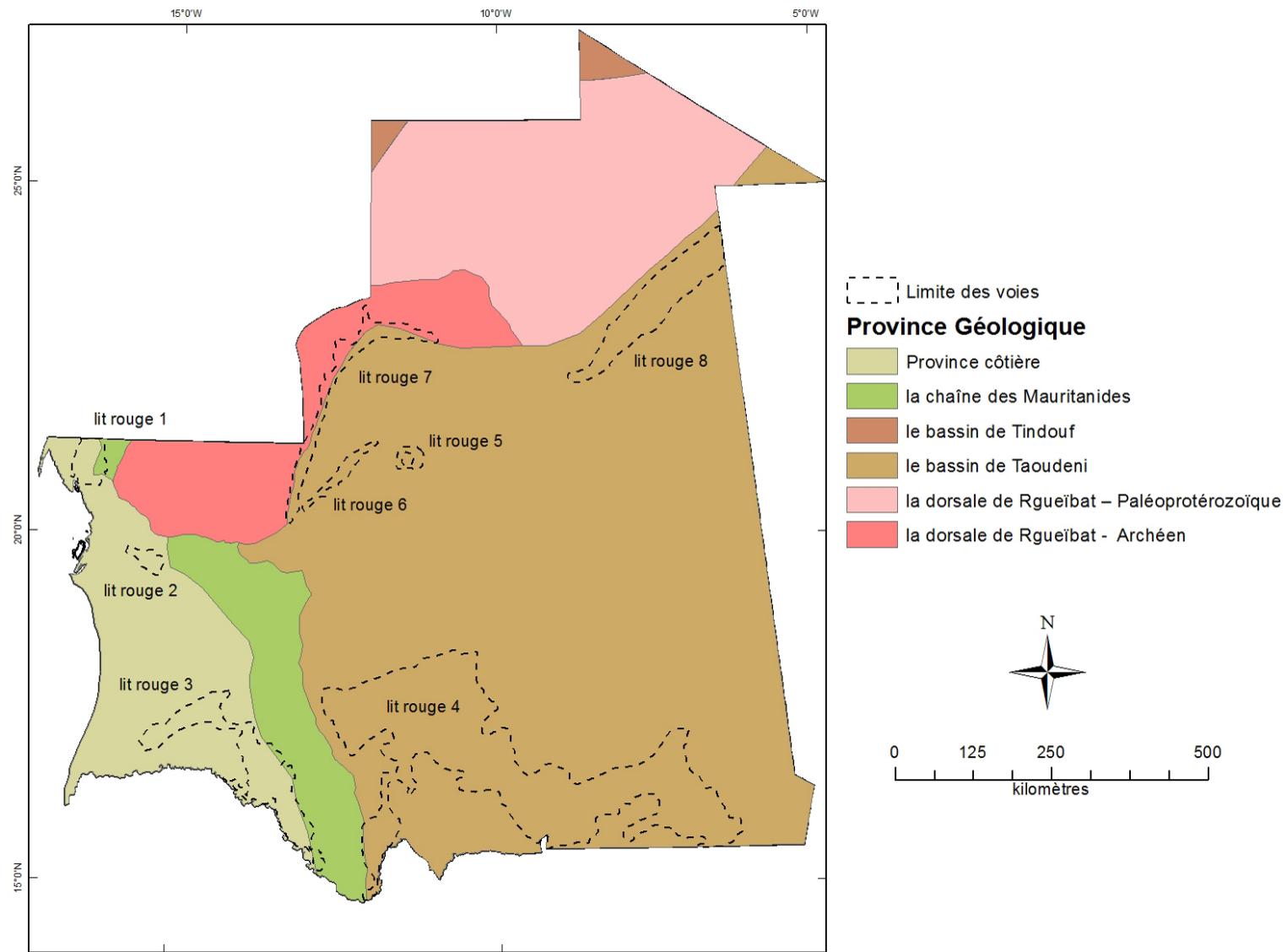


Figure 18. Tracts permisives pour lit rouge hébergé gisements d’uranium.

6 – Conclusions

La Mauritanie est le lieu d'une exploration active de l'uranium, au cours de laquelle de nouvelles découvertes sont réalisées. Sur les 80 présences d'uranium connues, la plupart sont de type calcrète, et la plupart sont situées au sein du Bouclier paléoprotérozoïque de Rgueïbat. Une grande partie du nord du Bouclier de Rgueïbat est anormale pour l'uranium, comme indiqué par les anomalies très répandues > 4 ppm d'eU au sein des données radiométriques aériennes. Les roches granitiques anormales fournissent la source d'uranium au sein des dépôts de calcrète. Trois dépôts liés au granite, ainsi qu'un certain nombre de potentiels, sont également mis en évidence dans la même zone. Les dépôts et les potentiels liés au granite sont tous au sein, ou à proximité, de zones majeures de fractures de direction nord–ouest.

De plus, il existe des environnements favorables pour un certain nombre d'autres types de dépôts, y compris au sein des phosphates, liés aux intrusions alcalines et aux carbonatites, associés aux discordances, au sein de grès, ainsi que pour la présence d'uranium associé à des dépôts de cuivre au sein de sédiments de « lits rouges ».

7 – Références

- Alba Mineral Resources plc, 2012b, *Mauritania Projects*: <http://www.albamineralresources.com>, Consulté le 31 mai 2012.
- Amadou, I., 2008, *Petroleum assessment of the intracratonic Taoudenit basin, Mali* [Synthèse]: International Geological Congress, Oslo 2008, 1 p.
- Anonyme, 2012, *Aura intends producing uranium in Mauritania by 2016*: miningreview.com, 29 mai 2012, 1 p.
- Aura Energy Ltd., 2009a, *Aura Energy Limited - GCM Resources PLC Joint Venture defines widespread strong uranium mineralization in Northern Mauritania*: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 30 janvier 2009, 6 p.
- Aura Energy Ltd., 2009b, *Aura - GCM Joint Venture exploration permit granted over newly discovered uranium field*: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 28 avril 2009, 6 p.
- Aura Energy Ltd., 2010d, *Highly encouraging uranium assay results from Mauritania drilling*: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 7 avril 2010, 8 p.
- Aura Energy Ltd., 2011e, *First uranium resource in Mauritania – 50 million pounds*: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 14 juillet 2011, 9 p.
- Aura Energy Ltd., 2012d, *Major Extensions to Calcrete Uranium Mineralization Confirmed at Reguibat Project, Mauritania*: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 18 juillet 2012, 8 p.
- Blanc, A., Bernard-Griffiths, J.B., Caby, R., Caruba, C., Caruba, R., Dars, R., Fourcade, S., and Peucat, J.J., 1992, *U-Pb dating and isotopic signature of the alkaline ring complexes of Bou Naga (Mauritania): its bearing on late Proterozoic plate tectonics around the West African Craton*: Journal of African Earth Sciences, v. 14, p. 301–311.
- Blumenberg, M., Thiel, V., Riegel, W., Kah, L.C., and Reitner, J., 2012, *Biomarkers of black shales formed by microbial mats, Late Mesoproterozoic (1.1 Ga) Taoudeni Basin, Mauritania*: Precambrian Research, vol. 196-197, p. 113-127.

- Boujo, A., 1983, *Une découverte récente de phosphates: les gisements de Bofal and de Loubboïra (Mauritanie méridionale, région du fleuve Sénégal)*: Chron. Rech. Min., 472, p. 37-52.
- Boujo, A. and Jiddouo, El Houssein Ould, 1989, *The Eocene Phosphate Deposits of Bofal and Loubboira, Mauritania*: in: Notholt, A.J.G., Sheldon, R.P., and Davidson, D.F., (éds.) *Phosphate deposits of the world, Vol. 2. Phosphate rock resources*: Cambridge Univ. Press, Cambridge, GB, p. 207-213.
- Bowell, R.J., Booyens, M., Church, J., Pedley, A. and Moran, A., 2008, *Characterization of Carnotite Uranium Deposit, Trekkopje, Namibia*: Présentation, SEG-GSSA Conference, Johannesburg, Afrique du Sud, 9 juillet 2008, 19 p.
- Briot, P., 1984, *Dépôts superficiels d'Uranium en Mauritanie, Surficial uranium in Mauritania*: Rapport du groupe de travail sur la géologie de l'Uranium, sous la responsabilité de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique, IAEA-TECDOC-322, p. 201-203.
- Carlisle, D., 1983, *Concentration of uranium and vanadium in calcretes and gypcretes*: Geological Society, Londres, Special Publications, v.11, p185-195.
- Cathcart, J.B., 1978, *Uranium in Phosphate Rocks*: U.S. Geological Survey, Professional Paper 988-A, 5 p.
- Clauer, N., 1981, *Rb-Sr and K-Ar dating of Precambrian clays and glauconites*: Precambrian Research, vol. 15, p. 331–352.
- Clauer, N., Caby, R., Jeannette, D., and Trompette, R., 1982, *Geochronology of sedimentary and meta-sedimentary Precambrian rocks of the West-African craton*: Precambrian Research, vol. 18, p. 53–71.
- Coats, S., non-daté, *Minerals database for Mauritania, A valuable resource for future exploration*: British Geological Survey, www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=362, 1 p.
- Cox, D.P., 1986, *Descriptive Model of Quartz Pebble Conglomerate Au-U*: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 199.
- Cuney, M., 2009, *The extreme diversity of uranium deposits*: Mineralium Deposita, v. 44, p. 3-9.
- Cuney, M. and Kyser, K., 2008, *Recent and not-so-recent developments in uranium deposits and implications for exploration*: Mineralogical Association of Canada Short course Series, Ville de Québec, Mai 2008, Volume 39.
- Dahlkamp, F.J., 1993, *Uranium ore deposits*: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 460 p.
- Donzeau, M., Johannes, C., and Urien, P., 1982, *Mission de prospection Cuivre Affolé*: Rapport BRGM 82 RDM 030 AF, 43 pages.
- Eppinger, R.G., Giles, S.A., Lee, G.K. and Smith, S.M., 2012, *Phase V: Final Report on Compilation and Validation of Geochemical Data—Database Creation, Data Quality Assessment, and Geochemical Maps*: U.S. Geological Survey Report, Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), 49 p.
- Fernette, G.L., 2012, *Phase V: Mineral Potential for Iron Oxide Copper-Gold Deposits in the Islamic Republic of Mauritania*: U.S. Geological Survey Report, Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), 28 p.
- Finch, W.I., 1982, *Preliminary Concepts of a Simple Existence ModeFl for Large Sandstone Uranium Deposits*: U.S. Geological Survey Open-file Report 82-795, 5 p.
- Finch, W.I., 1992, *Descriptive model of solution collapse breccia pipe uranium deposits*: in J.D. Bliss, éd., *Developments in mineral deposit modeling*: U.S. Geological Survey Bulletin 2004, p. 33-35.
- Finn, C.A. and Anderson, E.D., 2012, *Synthesis of Geophysical Data: Phase V, Deliverable 55*: U.S. Geological Survey Report, Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), 49 p.
- Flicoteaux, R. and Trompette, R., 1998, *Cratonic and foreland Early Cambrian phosphorites of West Africa: palaeoceanographical and climatical contexts*: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol. 139, p. 107-120.

- Forte Energy NL, 2009, *Geophysical Survey Results at Bir En Nar and bir Moghrein Uranium Projects in Mauritania, West Africa*: Forte Energy NL, Communiqué ASX, 30 octobre 2009, 8 p.
- Forte Energy NL, 2010c, *Further high uranium grades in final assays from Bir En Nar resource drilling*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 21 juin 2010, 7 p.
- Forte Energy NL, 2010d, *Forte announces maiden high-grade JORC resource for Mauritania uranium project*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 19 juillet 2010, 6 p.
- Forte Energy NL, 2010e, *New mineralization and additional targets identified in initial drilling at Mauritanian uranium prospects*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 26 juillet 2010, 11 p.
- Forte Energy NL, 2010f, *Forte Energy reports significant uranium intercepts from RC drilling at A238 anomaly in Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 29 juillet 2010, 5 p.
- Forte Energy NL, 2012e, *70% Increase in Total Resource Tonnes at the A238 Prospect in Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 11 avril 2012, 9 p.
- Forte Energy NL, 2012h, *Quarterly Report – Juin 2012 – 31 juillet 2012*, 16 p.
- Gevin, P., 1960, *Geological studies and recognitions on the crustal axis Yetti-Eglab and its sedimentary edges*: Bulletin of the Service of the Geological Map of Algeria, n° 23, 327 p.
- Grauch, R.I. and Mosier, D.L., 1986, *Descriptive Model of Unconformity U-Au*: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 248-250.
- Gunn, A.G., Pitfield, P.E.J., McKervey, J.A., Key, R.M., Waters, C.N. and Barnes, R.P., 2004, *Notice explicative des cartes géologiques et gîtologiques à 1/200 000 et 1/500 000 du Sud de la Mauritanie, Volume 2 – Potentiel Minier*: DMG, Ministère des Mines and de l'Industrie, Nouakchott, 221 p.
- Hitzman, M.W. and Valenta, R.K., 2005, *Uranium in iron oxide-copper-gold (IOCG) systems*: Economic Geology, v. 100, p. 1657-1661.
- International Atomic Energy Agency (IAEA), 2009, *World Distribution of Uranium Deposits (UDEPO) with Uranium Deposit Classification, 2009 Edition*: Agence Internationale de l'Énergie Atomique, IAEA-TECDOC-1629, Vienne, Autriche, 117 p.
- Jaireth, S., McKay, A., and Lambert, I., 2008, *Association of large sandstone uranium deposit with hydrocarbons*: AUSGEO News, Numéro 89, Mars 2008, 6 p.
- Jefferson, C. W., Thomas, D., Quirt, D., Mwenifumbo, C. J., and Brisbin, D., 2007a, *Empirical Models for Canadian Unconformity-Associated Uranium Deposits*: In « Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial International Conference on Mineral Exploration » édité par B. Milkereit, 2007, p. 741-769.
- Jefferson, C.W., Thomas, D.J., Gandhi, S.S., Ramaekers, P., Delaney, G., Brisbin, D., Cutts, C., Quirt, D., Portella, P., and Olson, R.A., 2007b, *Unconformity associated uranium deposits of the Athabasca Basin, Saskatchewan and Alberta*: in Goodfellow, W.D., éd., *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods*: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication No. 5, p. 273-305.
- JICA, 2005, *Guelb Moghrein*: Japan International Cooperation Agency Report, Mauritanian Office of Geological Exploration, Site Internet, www.omrg.mr/spip.php?article85, 1 p.
- Kah, L.C., Bartley, J.K., and Teal, D.A., 2012, *Chemostratigraphy of the Late Mesoproterozoic Atar Group, Taoudeni Basin, Mauritania: Muted isotopic variability, facies correlation and global isotopic trends*: Precambrian Research, vol. 200-203, p. 82-103.
- Kinnaird, J.A. and Nex, P.A.M., 2008, *Uranium in Namibia: The Where When and Why*: Présentation, SEG-GSSA Conference, Johannesburg, Afrique du Sud, 9 juillet 2008, 32 p.
- Kreuser, O.P., Markwitz, V., Porwal, A.K., and McCuaig, T.C., 2010, *A continent-wide study of Australia's uranium potential, Part I: GIS-assisted manual prospectivity analysis*: Ore Geology Reviews, v. 38, p. 334-366.

- Lahondère, D., Le Métour, J., Salpeteur, I., Deynoux, M., Bouamatou, M.A., Roger, J., and Donzeau, M., 2003a, *Projet de Levé géologique de la zone sud de la Mauritanie, Rapport de fin de phase de compilation*: Rapport BRGM/RC-53185-FR, Orléans, 81 p.
- Lahondère, D., Thieblemont, D., Goujou, J.-C., Roger, J., Moussine-Pouchkine, A., Le Metour, J., Cocherie, A., and Guerrot, C., 2003b, *Notice explicative des cartes géologiques and gîtologiques à 1/200 000 and 1/500 000 du Nord de la Mauritanie, Volume 1*: DMG, Ministère des Mines and de l'Industrie, Nouakchott, 286 p.
- Lahondère, D., Thieblemont, D., Goujou, J.-C., Le Metour, J., Barbey, P., Bronner, G., Deschamps, M., Cocherie, A., Guerrot, C., and Marchand, J., 2004, *Évolution géologique archéenne à paléoprotérozoïque de la Dorsale de Rgueïbat (Nord de la Mauritanie)*: 20^{ème} colloque de Géologie africaine – Orléans, France – 2-7 juin 2004, Volume des résumés, p. 251.
- Lahondère, D., Roger, J., Le Métour, J., Donzeau, M., Guillocheau, F., Helm, C., Thiéblemont, D., Cocherie, A., and Guerrot, C., 2005, *Notice explicative des cartes géologiques à 1/200,000 and 1/500,000 de l'extrême sud de la Mauritanie*: DMG, Ministère des Mines and de l'Industrie, Nouakchott, Rapport BRGM/RC-54273-FR, 610 pp.
- Lahondère, D., Le Metour, J., Callec, Y., Roger, J., Ghienne, J.-F., and Gourvennec, R., 2008, *Notice explicative des cartes géologiques à 1/200 000 de la zone Centre de la Mauritanie*: DMG, Ministère des Mines and de l'Industrie, Nouakchott, Rapport BRGM/RC-56742-FR, 430 pages + Annexe.
- Lehmann, B., 2008, *Uranium Ore Deposits*: Advanced Mining Solutions, Reviews in Economic Geology, Numéro 2, p. 16-26. (Disponible à l'adresse: http://home.tu-clausthal.de/~mrbl/pdf/AMS_Lehmann_EN_S16-26.pdf).
- Liu, S. and Jaireth, S., 2011, *Exploring for calcrete-hosted uranium deposits in the Paterson region, Western Australia*: AUSGEO News, Numéro 103, Septembre 2011, 5 p.
- Mestraud, J.L., (éd.), 1975, *Explanatory leaflet of the geological map of Mauritania, to the 1:1,000,000*: Regional geological monographs, République Islamique de Mauritanie, Directorate of Mines and Geology and BRGM, Paris.
- Mankelow, J.M., Eden, K., Coats, J.S. and Liyungu, A.K., 2001, *Encouraging Minerals Investment Using GIS: The establishment of Minerals GIS in Zambia and Mauritania*: Presented at the 5th AfricaGIS Conference and Expo, Nairobi, Kenya, 5-9 Novembre 2001, 7 p.
- Markwitz, V., Porwal, A., McCuaig, T.C. and Kreuzer, O.P., 2010, *Uranium mineralization and unconformities: how do the correlate? – A look beyond the classic unconformity-type deposit model?*: Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, EGU2010-15435-1, 1 p.
- Marot, A., Stein, G., Artignan, D., and Milesi, J.-P., 2003, *Notice explicative des cartes géologiques and gîtologiques à 1/200 000 and 1/500 000 du Nord de la Mauritanie, Volume 2 – Potentiel Minier*: DMG, Ministère des Mines and de l'Industrie, Nouakchott, 116 p.
- Marsh, E., 2012, *Phase V, Mauritanian Mineral Deposit Database*: U.S. Geological Survey Report, Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), 7 p, plus base de données MS Access.
- Matton, G. and Jebrak, M., 2004, *Le Richat, un karst hydrothermal au sommet d'une intrusion alkaline, Mauritanie*: 20th Colloquium of African Geology, Orléans, France, 2-7 juin 2004, Abstracts volume, p. 284.
- Matton, G., Jebrak, M. and Lee, J.K.W., 2005, *Resolving the Richat enigma: Doming and hydrothermal karstification above and alkaline complex*: Geology, v. 33, no. 8, p. 6650668.
- Marouf, Oudaa, 2010, *Mauritania Plans Phosphate Mine, Awards Exploration Rights*: Bloomberg News, 2 décembre 2010, 1 p., disponible à l'adresse: <http://www.bloomberg.com/news/print/2010-12-02/mauritania-plans-ph>.

- Mohamed, D., 2006, *Infracambrian Sequence: New Petroleum Play in the South-Western Sahara, Algeria*: 7th Middle East Geosciences Conference and Exhibition, Manama, Bahrain, 27-29 mars 2006, AAPG Search and Discovery Article #90051.
- Mosier, D.L., 1986, *Descriptive Model of Upwelling Phosphate Deposits*: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 234-236.
- Murchison United NL, 2008, *Final down hole logging results from Bir En Nar Uranium Prospect, Mauritania*: Murchison United NL, ASX Media Release, 26 mars 2008, 11 p.
- Nagel, J.L., 2008, *Perspectives minières in le centre de la Mauritanie*: Rapport BRGM/RC-56813-FR, 162 p., 24 ill., 2 annexes.
- Nash, J.T., Granger, H.C. and Adams, S.S., 1981, *Geology and Concepts of Genesis of Important Types of Uranium Deposits*: Economic Geology 75th Anniversary Volume, p. 63-116.
- Nash, J.T., 1982, *Empirical Recognition Criteria for Unconformity-type Uranium Deposits Applied to some Proterozoic Terranes in the United States*: U.S. Geological Survey Open-file Report 82-795, 13 p.
- Nash, J.T., 2010, *Volcanogenic Uranium Deposits: Geology, Geochemical Processes, and Criteria for Resource Assessment*: U.S. Geological Survey Open-file Report 10-1001, 105 p.
- Nex, P. and Kinnaird, J., 2008, *Granite-hosted Uranium Deposits in Namibia, The Deposits and their Geological Controls*: Presentation, SEG-GSSA Conference, Johannesburg, Afrique du Sud, 9 juillet 2008, 29 p.
- N-P-K World, 2010, *Mauritania plans phosphate plant*: Word Press, December 28, 2010, 1 p., disponible à l'adresse: <http://npk101.wordpress.com/category/phosphate-fertilizers/page/4/>.
- O'Connor E.A., Pitfield, P.E.J., Schofield, D.I., Coats, S., Waters, C., Powell, J., Ford, J., Clarke, S., and Gillespie, M., 2005, *Notice explicative des cartes géologiques and gîtologiques à 1/200000 and 1/500000 du Nord-Ouest de la Mauritanie*: DMG, Ministère des Mines and de l'Industrie, Nouakchott, 22 p.
- Pitfield, P. E. J., Key, R.M., Waters, C.N., Hawkins, M.P.H., Schofield, D.I., Loughlini, S. and Barnes, R P., 2004, *Notice explicative des cartes géologiques and gîtologiques à 1/200 000 and 1/500 000 du Sud de la Mauritanie, Volume 1 Géologie*: DMG, Ministère des Mines and de l'Industrie, Nouakchott, 314 p.
- Ragheb, M., 2010, *Uranium Resources in Phosphate Rocks*: <https://netfiles.uiuc.edu/mragheb/www/NPRE%20402%20ME%20405%20Nuclear%20Power%20Engineering/Uranium%20Resources%20in%20Phosphate%20Rocks.pdf>.
- Reynolds, P., Blumenstein, I., Eckard, M., and Frischbutter, A.A., 2008, *Taoudeni Basin Mauritania – Frontier Exploration and Hydrocarbon Potential [Synthèses]*: AAPG International Conference and Exhibition, Cape Town, Afrique du Sud, 1 p.
- Rockwell, B.W., Knepper, D.H., and Horton, J.D., 2012, *Spectral Remote Sensing in Support of PRISM-II Mineral Resource Assessment Project, Islamic Republic of Mauritania*: Phase V, Livrables 60-64, 69 p. 6 Annexes.
- Rooney, A.D., Selby, D., Houzay, Jean-Pierre, and Renne, P.R., 2010, *Re-Os geochronology of a Mesoproterozoic sedimentary succession, Taoudeni basin, Mauritania: Implications of basin-wide correlations and Re-Os organic-rich sediments systematics*: Earth and Planetary Science Letters, vol. 289, p. 486-496.
- Roscoe, S.M. and Minter, W.E.L., 1993, *Pyritic paleoplacer gold and uranium deposits*: In: Kirkham, R.V., Sinclair, W.D., Thorpe, R.I. and Duke, J.M., (éds.), 1993, *Mineral deposit modeling*: Geological Association of Canada Special Paper 40, p.
- Rudnick, R.L. and S. Gao, S., 2003, *Composition of the continental crust*: in: Rudnick, R.L. (éd.), *The Crust*, in Holland, H.D. and Turekian, K.K., (éds.), *Treatise on Geochemistry*, Volume 3, Elsevier, Oxford, p. 1-64.
- Ruzicka, V., 1993, *Vein uranium deposits*: Ore Geology Reviews, v. 8, p. 247-276.

- Salpeteur, I., 2005, *Perspectives minières in le Sud de la Mauritanie: Levé géologique de l'extrême sud de la Mauritanie*: (projet PRISM), DMG, Ministère des Mines and de l'Industrie, Nouakchott, and rapport BRGM/RC-54132-FR, Orléans, 100 p.
- Schatz, O.J., 2008, *A Brief Review of Uranium Mining in Africa*: mining.com, Septembre 2008, 7 p.
- Schofield, D.I., Horstwood, M.S.A., Pitfield, P.E.J., Crowley, Q.G., Wilkinson, A.F., and Sidaty, H.C.O., 2006, *Timing and kinematics of Eburnean tectonics in the central Reguibat Shield, Mauritania*: Journal of the Geological Society, Londres, vol. 163, p. 549-560.
- Schofield, D.I., and Gillespie, M.R., 2007, *A tectonic interpretation of Eburnean terrane outliers in the Reguibat Shield, Mauritania*: Journal of African Earth Sciences, vol. 49, p. 179-186.
- Singer, D.A. and Menzie, W.D., 2010, *Quantitative Mineral Resource Assessments – An Integrated Approach*: Oxford University Press, New York, 219 p.
- Skirrow, R.G., Jaireth, S., Huston, D.L., Bastrakov, E.N., Schofield, A., van der Wielen, S.E., and Barnicoat, A.C., 2009, *Uranium mineral systems: Processes, exploration criteria and a new deposit framework*: Geoscience Australia Record 2009/20, 44 p.
- Taylor, C.D., 2012, *Phase V: Mineral Potential for Sediment-hosted Copper Deposits in the Islamic Republic of Mauritania*: U.S. Geological Survey Report, Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), 49 p.
- Teal, D.A.J., and Kah, L.C., 2005, *Using C-Isotopes to Constrain Intrabasinal Stratigraphic Correlations: Mesoproterozoic Atar Group, Mauritania*: Geological Society of America Abstracts with Programs, vol. 37, p. 45.
- Turner-Peterson, C.E. and Hodges, C.A., 1986, *Descriptive Model of Sandstone U*: U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 209-210.
- Villeneuve, M., 2005, *Paleozoic basins in West Africa and the Mauritanide thrust belt*: Journal of African Earth Sciences, v. 43, p. 166–195.
- Villeneuve, M., 2008, *Review of the orogenic belts on the western side of the West African Craton: the Bassarides, Rokelides and Mauritanides*: Extrait de: Ennih, N. and Liégeois, J.-P., (éds), *The Boundaries of the West African Craton*: Geological Society, Londres, Special Publications, 297, p. 169-201.
- Wadley, R., 2008, *The African Uranium Revival*: Présentation, SEG-GSSA Conference, Johannesburg, Afrique du Sud, 9 juillet 2008, 24 p.
- Wenrich, K.J., 1985, *Mineralization of breccia pipes in northern Arizona*: Economic Geology, vol. 80, p. 1722-1735.
- Wenrich, K.J. and Sutphin, H.B., 1989, *Lithotectonic Setting Necessary for Formation of Uranium-Rich, Solution-Collapse Breccia-Pipe Province, Grand Canyon Region, Arizona*: U.S. Geological Survey, Open File Report 89-0173, 36 p.
- Wenrich, K.J., Van Gosen, B.S., and Finch, W.I., 1995, *Solution-collapse breccia pipe U deposits (Model 32e)*: in du Bray, E.A. (éd.), *Preliminary Compilation of Descriptive Geoenvironmental Mineral Deposit Models*: U.S. Geological Survey Open-File Report, 95-831, p. 244–251.

Annexe 1: Liste des rapports de sociétés privées

Alba Mineral Resources

- Alba Mineral Resources plc., 2006, *Strategic Investment in Uranium Exploration in Mauritania*: Alba Mineral Resources plc., Communiqué de presse, 22 novembre 2006, 2 p.
- Alba Mineral Resources plc., 2007, *Mauritania Fieldwork Commences*: Alba Mineral Resources plc., Communiqué de presse, 8 mars 2007, 3 p.
- Alba Mineral Resources plc., 2008, *Mauritania Fieldwork Commences*: Alba Mineral Resources plc., Communiqué de presse, 28 février 2008, 3 p.
- Alba Mineral Resources plc., 2008, *Award of Exploration Permits in Mauritania and Identification of Uranium Mineralization*: Alba Mineral Resources plc., Communiqué de presse, 7 juillet 2008, 3 p.
- Alba Mineral Resources plc., 2012a, *Half-Yearly Unaudited Results for the Six Months Ended 31 May 2011*, 5 p.
- Alba Mineral Resources plc., 2012b, *Mauritania Projects*: <http://www.albamineralresources.com>, Consulté le 31 mai 2012.
- Alba Mineral Resources plc., 2012c, *Final results for the year ended 30 November 2011*, 8 p.

Alecto Minerals

- Alecto Energy plc., 2010, Interim Results for the period ended 30 June 2010, 9 p.
- Alecto Minerals plc., 2011, Interim Results for the period ended 30 June 2011, 21 p.
- Alecto Minerals plc., 2012, Annual Report and Financial Statements for the Year Ended 31 December 2011, 48 p.
- Alecto Minerals plc., 2012, Mauritania Uranium Licenses: <http://www.alectoenergy.com>, Consulté le 5 juin 2012.

Aura Energy

- Aura Energy Ltd., 2006, Annual Report June 30, 2006, 56 p.
- Aura Energy Ltd., 2007, Annual Report June 30, 2007, 74 p.
- Aura Energy Ltd., 2008a, Aura Energy Limited, in Alliance with GCM Resources PLC, Located uranium mineralization at multiple localities in its newly awarded licenses in Mauritania: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 6 mai 2008, 4 p.
- Aura Energy Ltd., 2008b, Annual Report June 30, 2008, 74 p.
- Aura Energy Ltd., 2009a, Aura Energy Limited - GCM Resources PLC Joint Venture defines widespread strong uranium mineralization in Northern Mauritania: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 30 janvier 2009, 6 p.
- Aura Energy Ltd., 2009b, Aura - GCM Joint Venture exploration permit granted over newly discovered uranium field: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 28 avril 2009, 6 p.
- Aura Energy Ltd., 2009c, Aura Board approves first drilling programme at two west African projects: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 13 juillet 2009, 5 p.
- Aura Energy Ltd., 2009d, Mauritania drilling programme update: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 19 octobre 2009, 3 p.

Aura Energy Ltd., 2009e, Mauritania drilling programme about to commence: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 19 novembre 2009, 5 p.

Aura Energy Ltd., 2009f, Aura drilling in Mauritania nearing completion: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 17 décembre 2009, 4 p.

Aura Energy Ltd., 2010a, Rgueïbat, Mauritania drilling completed: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 25 janvier 2010, 1 p.

Aura Energy Ltd., 2010b, Aura announces the granting of three new permits prospective for uranium in Mauritania: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 30 mars 2010, 2 p.

Aura Energy Ltd., 2010c, Quarterly Activities for the period ended March 30, 2010, 8 p.

Aura Energy Ltd., 2010d, Highly encouraging uranium assay results from Mauritania drilling: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 7 avril 2010, 8 p.

Aura Energy Ltd., 2010e, Aura secures additional high potential uranium exploration holdings in Mauritania: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 13 mai 2010, 3 p.

Aura Energy Ltd., 2010f, Annual Report June 30, 2010, 67 p.

Aura Energy Ltd., 2010g, Substantial additions to Aura's target areas in Mauritania identified: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 13 octobre 2010, 3 p.

Aura Energy Ltd., 2010h, Mauritania drilling on track to commence late November: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 8 novembre 2010, 3 p.

Aura Energy Ltd., 2010i, Mauritania resource drilling commences: Aura Energy Ltd., ASX Announcement, 30 novembre 2010, 4 p.

Aura Energy Ltd., 2011a, Strong calcrete uranium values confirmed in Mauritania: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 8 mars 2011, 5 p.

Aura Energy Ltd., 2011b, High grade uranium results continue in Mauritania: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 11 avril 2011, 4 p.

Aura Energy Ltd., 2011c, Annual Report June 30, 2011, 77 p.

Aura Energy Ltd., 2011c, Strong calcrete uranium values complete Mauritanian assays: Aura Energy Ltd., ASX Announcement, 1^{er} juillet 2011, 4 p.

Aura Energy Ltd., 2011e, First uranium resource in Mauritania – 50 million pounds: Aura Energy Ltd., ASX Announcement, 14 juillet 2011, 9 p.

Aura Energy Ltd., 2012a, Rgueïbat craton project Mauritania: www.auraenergy.com, Consulté le 5 juin 2012, 1 p.

Aura Energy Ltd., 2012b, Developing Uranium Projects: Presentation at the Energy and Resources Roadshow, Mai 2012, 27 p.

Aura Energy Ltd., 2012c, Fai project Mauritania: Site Internet Aura Energy Ltd., www.auraenergy.com, consulté le 5 juin 2012, 1 p.

Aura Energy Ltd., 2012d, Major Extensions to Calcrete Uranium Mineralization Confirmed at Reguibat Project, Mauritania: Aura Energy Ltd., Communiqué ASX, 18 juillet 2012, 8 p.

Anonymous, 2012, Aura intends producing uranium in Mauritania by 2016: miningreview.com, 29 mai 2012, 1 p.

Beeson, B., 2010, Delivering on Strategy: Aura Energy Investor Presentation, Freemantle, Australie, 21-22 juillet 2010, 25 p.

Beeson, B., 2011, Aura Energy: Presentation at Australian Uranium Conference, 21 juillet 2011, 26 p.

Swaenpole, E., 2011d, Aura declares 50Mlbs resource at Mauritania uranium project: Mining Weekly, 14 juillet 2011, 1 p.

Forte Energy

- Murchison United NL, 2008, *Final down hole logging results from Bir En Nar Uranium Prospect, Mauritania*: Murchison United NL, Communiqué de presse ASX, 26 mars 2008, 11 p.
- Forte Energy NL, 2009, *Geophysical Survey Results at Bir En Nar and bir Moghrein Uranium Projects in Mauritania, West Africa*: Forte Energy NL, Communiqué ASX, 30 octobre 2009, 8 p.
- Forte Energy NL, 2010a, *Outstanding uranium grades from Bir En Nar Project as JORC resource nears completion*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 23 février 2010, 4 p.
- Forte Energy NL, 2010b, *Further high grade assay results from Bir En Nar*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 22 mars 2010, 4 p.
- Forte Energy NL, 2010c, *Further high uranium grades in final assays from Bir En Nar resource drilling*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 21 juin 2010, 7 p.
- Forte Energy NL, 2010d, *Forte announces maiden high-grade JORC resource for Mauritania uranium project*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 19 juillet 2010, 6 p.
- Forte Energy NL, 2010e, *New mineralization and additional targets identified in initial drilling at Mauritanian uranium prospects*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 26 juillet 2010, 11 p.
- Forte Energy NL, 2010f, *Forte Energy reports significant uranium intercepts from RC drilling at A238 anomaly in Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 29 juillet 2010, 5 p.
- Forte Energy NL, 2010g, *A238 Assay results and Exploration Update, Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 23 décembre 2010, 12 p.
- Forte Energy NL, 2010h, *Forte Energy AGM Presentation November 2010*, 20 p.
- Forte Energy NL, 2010i, *December 2009 Quarterly Report*, 29 janvier 2010, 13 p.
- Forte Energy NL, 2010j, *March 2010 Quarterly Report*, 30 avril 2010 13 p.
- Forte Energy NL, 2010k, *June 2010 Quarterly Report*, 30 juillet 2010, 13 p.
- Forte Energy NL, 2010l, *September 2010 Quarterly Report*, 29 octobre 2010, 11 p.
- Forte Energy NL, 2011a, *A238 Assay results and Exploration Update, West Africa*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 11 janvier 2011, 6 p.
- Forte Energy NL, 2011b, *A238 (Mauritania) Results from 120 R/C Drill-holes (April-December 2010)*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 11 janvier 2011, 36 p.
- Forte Energy NL, 2011c, *Significant intersections from A238 uranium prospect, Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 27 janvier 2011, 4 p.
- Forte Energy NL, 2011d, *Further significant intersections from A238 uranium prospect, Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 15 février 2011, 5 p.
- Forte Energy NL, 2011e, *Additional assay results from A238 uranium prospect, Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 4 avril 2011, 4 p.
- Forte Energy NL, 2011f, *Drilling Update, Positive results from A238 and Tamreikat uranium prospects in Northern Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 3 mai 2011, 5 p.
- Forte Energy NL, 2011g, *Doubling of resources following A238 drilling campaign in Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 22 juin 2011, 4 p.
- Forte Energy NL, 2011h, *High Grade Assays from Hasi Baida, Mauritania*: Forte Energy NL, ASX Media Release, 6 octobre 2011, 4 p.
- Forte Energy NL, 2011i, *Drilling update for the A238 Prospect in Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 10 novembre 2011, 5 p.
- Forte Energy NL, 2011j, *March 2011 Quarterly Report*, 30 avril 2011, 10 p.
- Forte Energy NL, 2011k, *June 2011 Quarterly Report*, 29 juillet 2011, 13 p.
- Forte Energy NL, 2011l, *September 2011 Quarterly Report*, 27 octobre 2011, 12 p.

Forte Energy NL, 2012a, *Initial Assay Results in Mauritania confirm mineralization extensions, drilling commenced in Guinea*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 23 janvier 2012, 6 p.

Forte Energy NL, 2012b, *Assay results in Mauritania confirm extensions at depth at the A238 Prospect*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 15 février 2012, 6 p.

Forte Energy NL, 2012c, *Further assay results in Mauritania at the A238 Prospect indicate higher grades at depth*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 29 février 2012, 6 p.

Forte Energy NL, 2012d, *Final Assay Results in Mauritania at the A238 Prospect confirm mineralization at depth and along strike*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 15 mars 2012, 7 p.

Forte Energy NL, 2012e, *70% Increase in Total Resource Tonnes at the A238 Prospect in Mauritania*: Forte Energy NL, Communiqué de presse ASX, 11 avril 2012, 9 p.

Forte Energy NL, 2012f, *Quarterly Report – December 2011*, 31 janvier 2012, 12 p.

Forte Energy NL, 2012g, *Quarterly Report – March 2012*, 30 avril 2012, 12 p.

Forte Energy NL, 2012h, *Quarterly Report – June 2012*, 31 juillet 2012, 16 p.

Murchison United NL, 2006, *Quarterly Report September 2006*, 31 octobre 2006, 9 p.

Murchison United NL, 2007, *Quarterly Report September 2007*, 30 octobre 2007, 13 p.

Murchison United NL, 2008, *Annual Report 2007*, 69 p.

Reilly, M., 2012, *Forte Energy: Presentation at Indaba Meeting*, Cape Town, Afrique du Sud, Février 2012, 28 p.

Ore Corp

Ore Corp Limited, 2012a, *Ore Corp Corporate Presentation*: Cape Town Indaba, Afrique du Sud, 22 p.

Ore Corp Limited, 2012b, *Bou Naga Project*: [www://orecorp.com.au](http://orecorp.com.au), Consulté le 5 juin 2012, 2 p.

Ore Corp Limited, 2012c, *Financial Report for the Half-Year Ended 31 December 2011*, 4 avril 2012, 20 p.