

Modélisation 2D des unités minéralisées du gisement uranifère du prospect Nord-Taza Satellite de la formation du Tarât (Arlit, Nord-Niger)

[2D modeling of the mineralized units of the uranium deposit of the Nord-Taza Satellite prospect of the Tarat formation (Arlit, North Niger)]

Lawali Idi Chamsi¹, Badamassi Kadri M. Mansour², Abdou Dodo Bohari¹, Ahmed Yacouba¹, and Moustapha M. Tchiroma¹

¹Université Abdou Moumouni, Faculté des sciences et techniques, Département de Géologie, Laboratoire Eaux Souterraines et Géoressources, BP: 10662 Niamey, Niger

²Université André Salifou, Faculté des sciences et techniques, Département des Sciences Géologiques et Environnementales, BP: 656 Zinder, Niger

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study is concerned with the 2D modelling of the mineralised units of the uranium deposit at the Nord-Taza Satellite prospect (Arlit, Northern Niger). The Nord-Taza Satellite prospect, operated by Air Mines Company (SOMAÏR), is an integral part of the uranium deposits in the Arlit sector, which are hosted by sandstones of Carboniferous age and deposited in a fluvio-deltaic environment. The methodological approach adopted consists of correlating the data obtained from development drilling and facing surveys using modelling software such as *Surpac* and *Sermine*. The minerals present include orthoclase, quartz, biotite, zircon, monazite and apatite. The lithological analysis showed that the study area is characterised by coarse sandstones with microconglomeratic tendencies, argillites and finely consolidated sandstones. These facies, referred to respectively as Unit 1 (U1), Unit 2 (U2) and Unit 3 (U3) of the Tarât, are the host formations for the uranium mineralisation in the study area. Correlation of data from boreholes and face surveys has shown that high uranium grades are found in the reduced sandstones of units U1 and U3, while low grades are found in the mudstones of unit U2. Information obtained from the *Surpac* software showed that uranium mineralisation is oriented in a north-south direction and is more concentrated on the western flank of the study area near the Arlit normal fault-flexure. The 2D model produced using the *Sermine* software showed that U1 has stratiform mineralisation, U2 has discontinuous or isolated lens mineralisation and U3 has chenalising lens mineralisation. The U4 or Madaouéla unit is not mineralised in the Nord-Taza Satellite prospect.

KEYWORDS: Tarât units, uranium mineralisation, modelling, Nord-Taza Satellite, Arlit, SOMAÏR.

RESUME: La présente étude porte sur la modélisation 2D des unités minéralisées du gisement uranifère du prospect Nord-Taza satellite (Arlit, Nord Niger). Le prospect Nord-Taza Satellite, exploité par la Société des Mines de l'Air (SOMAÏR), fait partie intégrante des gisements uranifères du secteur d'Arlit qui sont portés par les grès d'âge carbonifère et déposés dans un environnement de type fluvio-deltaïque. L'approche méthodologique mise en œuvre consiste à corréliser les données obtenues à partir des sondages du développement et des levés de parements en utilisant des logiciels de modélisation tels que les logiciels *Surpac* et *Sermine*. Les minéraux présents comprennent l'orthose, quartz, biotite, zircon, monazite et l'apatite. L'analyse lithologique a montré que la zone d'étude est caractérisée par des grès grossiers à tendance microconglomératiques, des argillites et des grès finement consolidés. Ces faciès lithologiques désignées respectivement unité 1 (U1), unité 2 (U2) et unité 3 (U3) du Tarât constituent les formations hôtes de la minéralisation uranifère du secteur d'étude. La corrélation des données de sondages et de levés de parement a montré que les fortes teneurs en uranium sont portées par des grès réduits des unités U1 et U3 tandis que les faibles teneurs sont portées par les argillites de l'unité U2. Les informations obtenues à partir du logiciel *Surpac* ont montré que les minéralisations uranifères sont orientées suivant la direction nord-sud et plus

concentrées au niveau du flanc occidental du secteur d'étude près de la flexure-faille normale d'Arlit. Le Modèle 2D réalisée à travers le logiciel *Sermine* a montré que l'U1 présente une minéralisation de type stratiforme, l'U2 de type discontinue ou lentille isolée et, l'U3 une minéralisation de type lentille chénalisante. L'U4 ou unité de Madaouéla n'est pas minéralisée dans le prospect Nord-Taza Satellite.

MOTS-CLEFS: Unités du Tarât, minéralisation uranifère, modélisation; Nord-Taza Satellite, Arlit, SOMAÏR.

1 INTRODUCTION

Les gisements uranifères du Niger connus à ce jour se localisent dans la partie nord du pays principalement dans la zone d'Arlit à 50 km à l'Ouest des premiers affleurements du socle de l'Aïr. Ils sont tous localisés dans le bassin de Tim Mersoï, d'une superficie de 114 000km², qui représente le prolongement septentrional du bassin des lullemeden [1], [2]. Le bassin de Tim Mersoï est limité à l'Est par le massif de l'Aïr, à l'Ouest par la dorsale d'In Guézzam, au Nord par le synclinal de Tin Séririne qui s'étend dans le massif du Hoggar jusqu'en Algérie [1], [3] – [5]. Les gisements uranifères en exploitation de la zone d'Arlit se localisent à l'Est de la flexure faille d'Arlit [4], [6] – [8]. D'autres gisements non exploités se trouvant à l'Ouest de la flexure-faille ont été mis en évidence par [2]. Bien que plusieurs travaux géologiques aient été effectués sur la formation de Tarât, les informations géologiques fournies jusqu'alors sont très insuffisantes par secteur pour la détermination des zones minéralisées non exploitées. C'est pourquoi des explorations minières sectorielles se poursuivent au fur et à mesure que l'exploitation suit son cours. Confrontée à un problème de productivité dû à l'application des systèmes de dénoyage du secteur grand Artois, la Somaïr (Société des Mines de l'Aïr) a dû procéder à l'exploitation d'un nouveau gisement, celui de Nord Taza-satellite (secteur d'étude). L'objectif de cette étude est de modéliser les unités porteuses de la minéralisation du prospect Nord-Taza Satellite.

2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU BASSIN DE TIM MERSOÏ

Le bassin de Tim Mersoï, en forme de gouttière entre la dorsale d'In-Guézzam à l'Ouest et le massif de l'Aïr à l'Est, se prolonge vers le Nord dans le massif du Hoggar jusqu'en Algérie où il prend le nom du synclinal de Tin Séririne (**Figure 1**). Le bassin s'étend sur un périmètre d'environ 640000km² dans la partie Nord-ouest du Niger [8]. Le flanc oriental du bassin de Tim Mersoï est en pente douce jusqu'au linéament ou flexure-faille d'In-Azaoua-Arlit, au-delà de l'accident vers l'Ouest, le bassin a tendance à s'approfondir [1], [8]. La lithologie du bassin comprend des conglomérat, grès grossiers, grès fins, argilites et formations quaternaires [9], [10]. D'un point de vue structurale, le bassin de Tim Mersoï est caractérisé par une structuration en gouttière synclinale extensive qui a une longueur d'onde de 200 km, affectée par des accidents cassants (failles) ou mixtes (flexures-failles) [1]. Le bassin de Tim Mersoï est caractérisé par deux types de déformations: (i) déformation cassante et (ii) déformation souple.

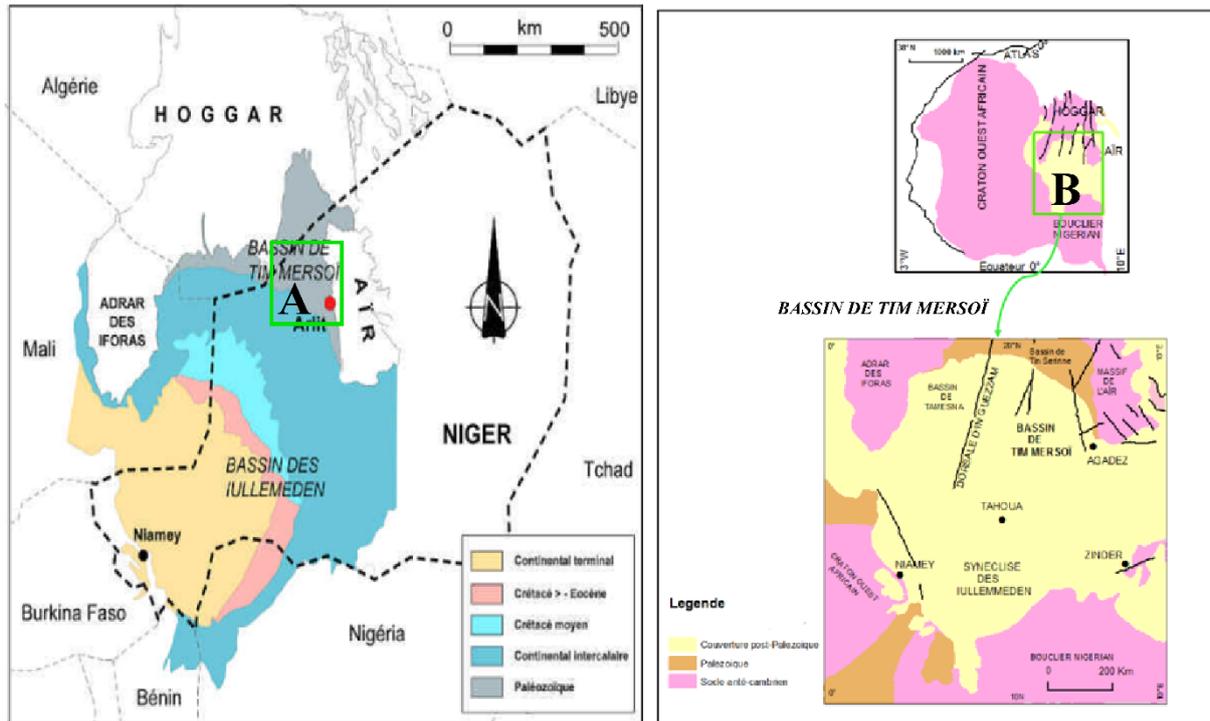


Fig. 1. A- Position du bassin de Tim Mersoï sur la carte du Niger [6]; B- Situation géographique du bassin de Tim Mersoï dans la synclise des Iullemeden.

3 MÉTHODOLOGIE

L'approche méthodologique utilisée a consisté à faire des sondages du développement et à procéder aux des levés de parements respectivement avant et après la construction de la mine. La réalisation des sondages a permis d'une part de décrire les débris de roches "cuttings" prélevés et d'autre part, de déterminer les épaisseurs des différents faciès lithologiques porteurs de la minéralisation. Le levé de parement est une technique qui a permis de reproduire un front abattu par les tirs des mines au fur et à mesure que l'exploitation suit son cours. Cette technique de levé a permis de décrire les faciès lithologiques ainsi que la localisation des milieux oxydés et réduits et la caractérisation des structures sédimentaires associées aux faciès lithologiques. Environ 110 levés ont été effectués sur l'ensemble du secteur d'étude. Les corrélations entre les données de sondage et les levés réalisés ont été obtenues à l'aide du logiciel *Surpac*. Les enveloppes minéralisées de la zone d'étude ont été déterminées à l'aide du logiciel *Sermine*. Le tableau ci-dessous indique les différentes classes de minerai, les teneurs et la radioactivité (couts/seconde).

Tableau 1. Coupure de teneur du prospect Nord-Taza Satellite.

Radioactivité (couts/ seconde)	Teneurs	Classe du minerai
> 2086	> 4‰	M6
731-2086	1,8‰	M5
337-731	1-1,8‰	M4
172-337	0,6-1‰	M3
< 172	< 0,6‰	M2

4 RÉSULTATS

4.1 SONDAGES ET FACIÈS LITHOLOGIQUE DU NORD-TAZA SATELLITE

Le secteur du Nord-Taza Satellite est un gisement uranifère limité au Sud par le gisement de Nord-Taza, à l'Est par le gisement d'Ariège, au Nord par les verses stériles d'Ariège et s'étend à l'Ouest par la flexure-faïlle d'Arlit (**Figure 2A**). Ce gisement couvre une superficie de 1,2 km². Les descriptions lithologiques fondées sur les sondages ont montré que le prospect Nord-Taza Satellite est caractérisé du bas vers le haut par quatre formations principales à savoir: le Tchinezogue, le Tarât, l'Arlit et l'Izegouande. Seule la formation du Tarât et son contact avec le Tchinezogue sont minéralisées. Les faciès lithologiques du Tarât sont représentés par des grès grossiers à microconglomératiques, des argiles silteuses et des grès argileux respectivement désignées U1, U2 et U3 (**Figure 2B**). L'unité 4 (U4) correspond à la formation de Madaouéla, qui constitue le toit de la formation du Tarât (**Figure 2B**). En raison des variabilités latérales de faciès et des faibles épaisseurs, la prédominance des argilites, de silts, et de grès fins à moyens ou alternant l'U4 rend difficile la distinction entre l'U3 du Tarât et l'U4 de Madaouéla (**Figure 2C**). Les minéraux détritiques présents comprennent le quartz, l'orthose et la biotite. Les minéraux accessoires tels que la monazite, l'apatite, le zircon sont les témoins d'une origine magmatique. D'un point de vue lithologique, l'unité U1 est constituée des grès bien consolidés à tendance microconglomératiques et à ciment carbonaté (**Figure 2C**). La deuxième unité (U2), argileuse est organisée en des chenaux plats, dans lesquels les argilites de couleur noire sont riches en matière organique (**Figure 2C**). Le sommet est caractérisé par des grès finement consolidés, généralement rubéfiés, constituant la troisième unité (U3). L'unité U4 est caractérisée par des grès bariolés non minéralisés dans le prospect Nord-Taza Satellite (**Figure 2C**).

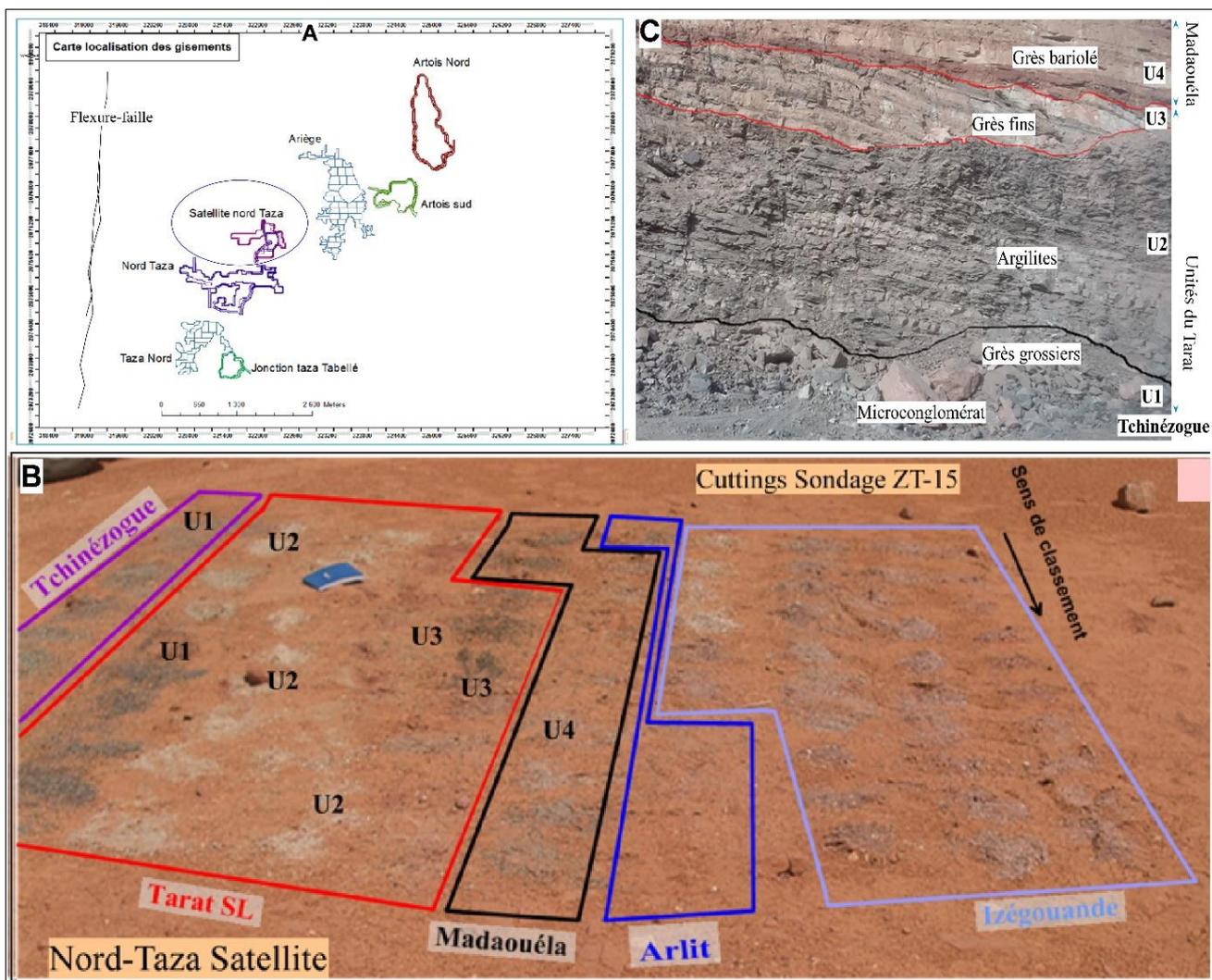


Fig. 2. Parement du tir Z15 T-26 montrant les unités du Tarât et Madaouéla du prospect Nord-Taza Satellite.

4.2 CORRÉLATIONS ENTRE LES SONDAGES ET LES LEVÉS DE PAREMENT

La corrélation entre les sondages réalisés avant la construction de la mine et les différents tirs, notamment les tirs Z15T-26 et Z15T-29 a montré que la minéralisation uranifère est présente dans tous les faciès lithologiques (**Figure 3A**). Dans le tir Z15T-26, les fortes teneurs (M6) sont portées par des grès grossiers de l'unité U1 du Tarât (**Figure 3A**). Par contre, les fortes teneurs du tir Z15T-29 sont contrôlées par des argilites de l'unité U2 du Tarât et localement par des grès fins de l'unité U3. Ces résultats sont conformes aux données de sondages obtenues pour les enveloppes minéralisées (**Figure 2B**). Le tir Z15-16 est caractérisé par des formations à lithologie gréseuse, argileuse et argilo-silteuse, avec une alternance de grès à grains fins à moyens (**Figure 3B**). Les fortes teneurs (M6, M5 et M4) du tir Z15-16 sont portées par des grès grossiers de l'unité 1, tandis que les argilites de l'unité 2 portent les minéralisations des faibles teneurs, M3 et M2 (**Figure 3B**).

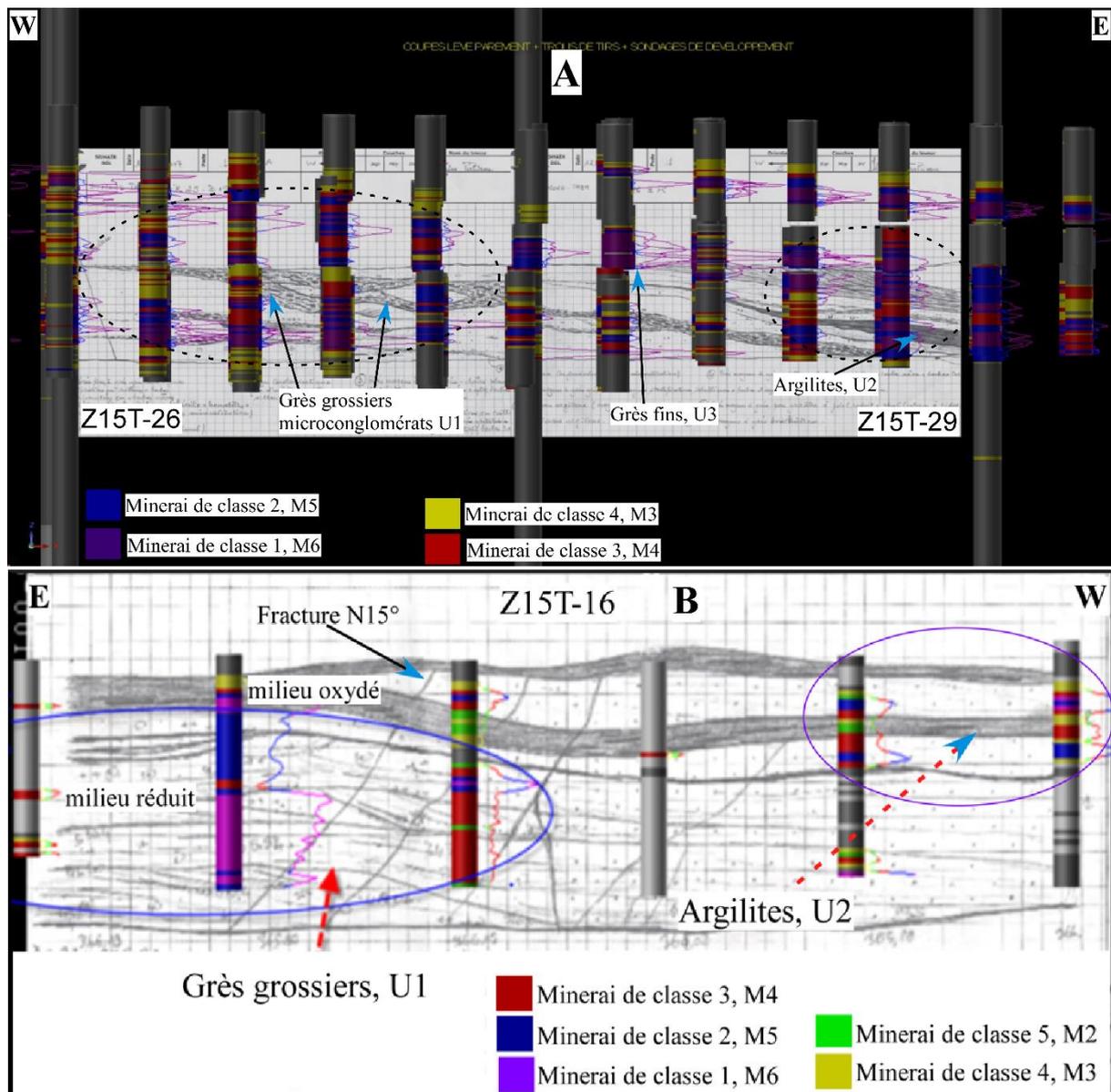


Fig. 3. Corrélation entre les sondages et les levés de parement; A: tirs Z15T-26 et 29; B: tir Z15T-16.

4.3 ZONES MINÉRALISÉES DU NORD-TAZA SATELLITE

Le résultat obtenu sur les sondages réalisés le long de la mine de Nord-Taza Satellite a permis de déterminer les zones les plus minéralisées. L'intégration des données de sondage couplées à celles des levés de parement ont montré que les minéralisations sont globalement orientées suivant l'orientation nord-sud et plus concentrées vers le flanc Ouest de la mine,

près de la flexure-faille d'Arlit (**Figure 4**). Ces remarques sont conformes aux travaux de [4], [6], [7], [9] qui montrent que les fortes teneurs uranifères de la Somaïr sont plus importantes en s'approchant de la flexure faille normale d'Arlit. Récemment, [3].

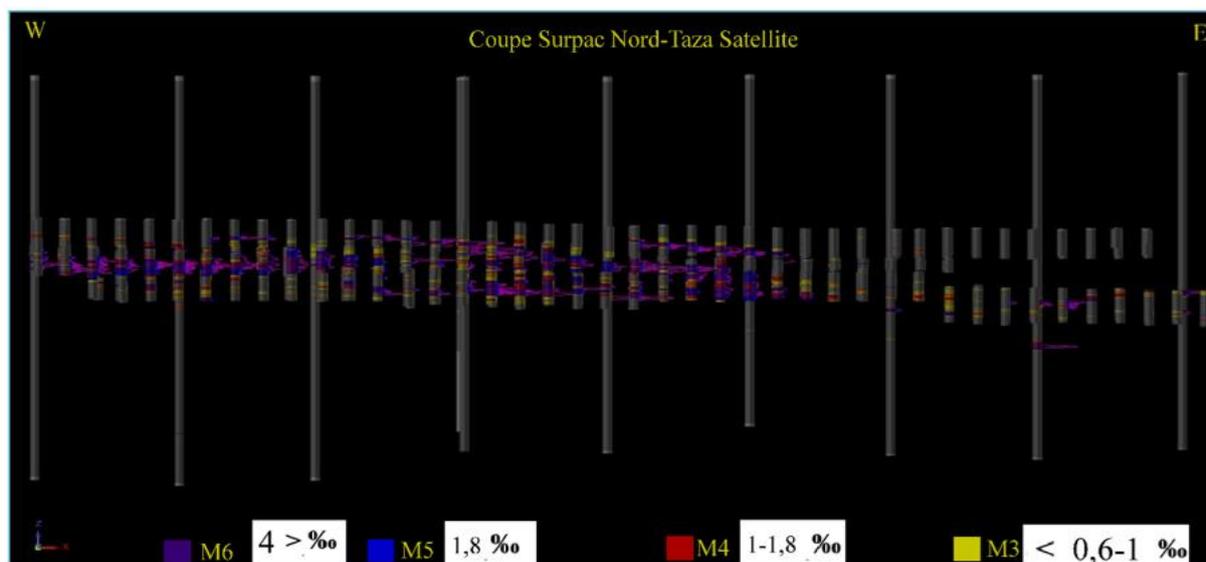


Fig. 4. Coupe Surpac E-W du prospect Nord-Taza Satellite montrant les fortes concentrations uranifères vers le flanc Ouest du prospect.

4.4 MODÉLISATION 2D DES UNITÉS MINÉRALISÉES DU NORD-TAZA SATELLITE

Avant d'aborder la modélisation 2D des unités minéralisées du secteur d'étude, c'est-à-dire comprendre les comportements de ces unités, il est utile de rappeler les principales caractéristiques minéralogiques et lithologiques de ce secteur. Les minéraux présents comprennent l'orthose, le quartz, la biotite, la monazite, le zircon et l'apatite. L'étude pétrographique a permis d'identifier les faciès gréseux microconglomératiques (U1), argileux (U2) et gréseux finement consolidés (U3). La modélisation des unités minéralisées, fondée sur la compilation des données de sondages et levés de parements des coupes Surpac (Figure 3 et 4), a permis de déterminer les enveloppes minéralisées du Nord-Taza Satellite. Cette modélisation montre que la minéralisation de l'unité 1 présente une forme allongée suivant la direction N-S du secteur d'étude. Il s'agit de la minéralisation de type stratiforme (**Figure 5**). La minéralisation de l'unité U2 est discontinue, donc apparaît sous forme d'une lentille isolée (**Figure 5**). Dans ce secteur, la minéralisation U2 présente une faible teneur par rapport à l'unité U1. Par contre, la dernière unité U3 est fortement minéralisée et contrôlée par des grès fins. Elle apparaît sous forme de lentilles chénalisantes riches en matière organiques (**Figure 5**). La forme lenticulaire de minéralisation uranifère mise en évidence au Nord-Taza Satellite est similaire à plusieurs minéralisations du bassin de Tim Mersoï [3], [4], [6], [9].

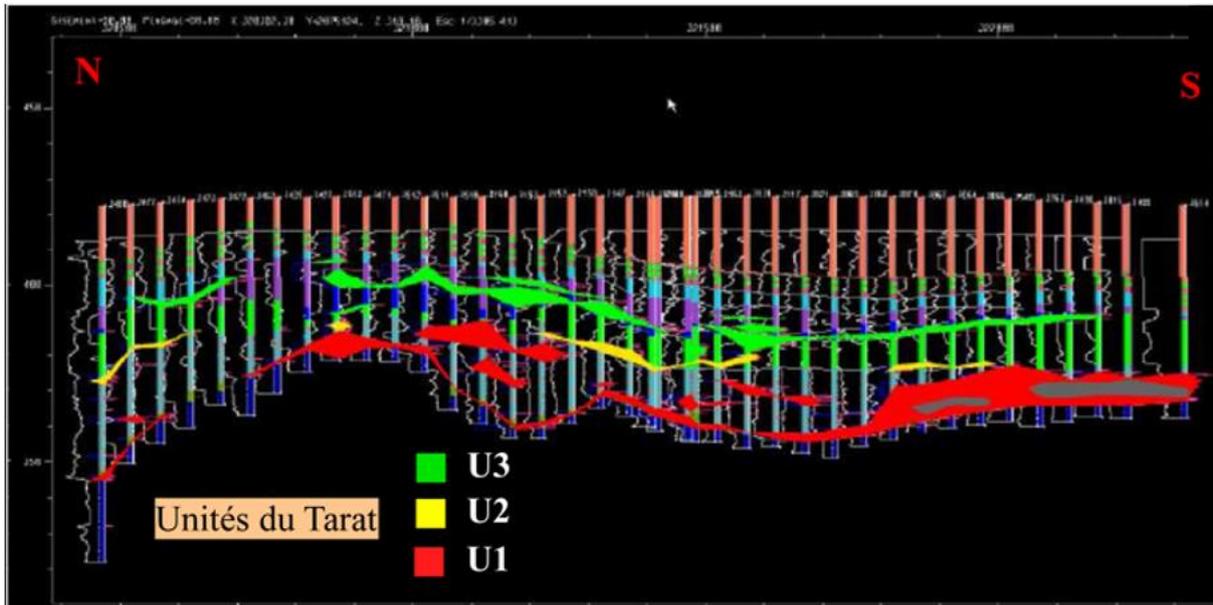


Fig. 5. Modélisation 2D montrant les enveloppes minéralisées du prospect Nord-Taza Satellite.

5 DISCUSSION

Les résultats obtenus à partir des sondages de développement ont montré que les minéralisations du secteur de Nord-Taza Satellite sont essentiellement localisées dans les grès et les argilites des unités du Tarât. Ces remarques sont conformes aux travaux de [6] et de [9] qui soulignent que les gisements uranifères du secteur d'Arlit sont encaissés dans des grès d'âge Carbonifère, riche en matière organique d'origine végétale, déposés dans un environnement de type fluvio-deltaïque à estuarien. Les minéraux observés sont représentés par le quartz, l'orthose et la biotite. Les minéraux lourds détectés tel le zircon, la monazite et l'apatite traduisent une origine magmatique. Ce qui corrobore avec les travaux de [7] et de [9] qui ont émis cette hypothèse dans certains secteurs du gisement d'Arlit au Niger comme source le massif de l'Air ou du Damagaram ou encore le plateau de Jos. Dans un secteur voisin au secteur d'étude, l'analyse par diffraction rayon X sur poudre a montré que les minéraux authigènes rencontrés dans le prospect Tamari sont principalement les carbonates (calcite et dolomite), les argiles (illite, chlorite, chlorite-smectite, illite-smectite), les sulfures (pyrite, galène, sphalérite, chalcopryrite) [9]. Les corrélations entre les résultats des sondages à ceux des levés de parement ont montré que les minéralisations uranifères de la zone d'étude sont localisées près de la faille-flexure d'Arlit de direction N-S [11], [12]. Cette faille est responsable du contrôle tectonique sur la sédimentation. L'absence de la minéralisation de l'unité U4 de Madaouéla du secteur Nord-Taza Satellite pourrait être expliquée par ce contrôle tectonique. La forme lenticulaire de minéralisation uranifère mise en évidence au Nord-Taza Satellite est similaire à plusieurs minéralisations du bassin de Tim Mersoï [11], [13]. De tels gisements lenticulaires seraient formés par une importante érosion des couches minéralisées par des chenaux [8]. Ces gouttières sont les lieux favorables de dépôts de la pechblende et de la coffinite (minéraux uranifères réduits) [4], [14], [15]. Ce piégeage de l'uranium peut aussi se faire à la faveur des fronts d'oxydoréduction [13], [16], [17]. Ces derniers ont interprété ce type d'uranium de minéralisation secondaire.

6 CONCLUSION

Les minéraux présents dans la formation hôte de la minéralisation sont l'orthose, le quartz, la biotite, la monazite, le zircon et l'apatite. Les faciès lithologiques du prospect Nord-Taza Satellite sont formés du bas vers le haut par des grès grossiers à microconglomérat, des argilites et par des grès finement consolidés désignant respectivement les unités minéralisées U1, U2 et U3 du Tarât. Les fortes teneurs en uranium sont portées par des grès réduits des unités U1 et U3 tandis que les faibles teneurs sont portées par les argilites de l'unité U2. Les minéralisations uranifères du prospect Nord-Taza Satellite sont plus concentrées vers le flanc ouest de la mine près de la flexure-faille normale d'Arlit. La modélisation des unités minéralisées (U1, U2 et U3) a montré que l'U1 présente une minéralisation de type stratiforme, l'U2 de type discontinu (lentille isolée) et l'U3 de type lentille chenalante.

REFERENCES

- [1] Yahaya Moussa: Dynamique sédimentaire du guézouman et des formations viséennes sous-jacentes en liaison avec la tectonique, le volcanisme et le climat, paléomilieux des gîtes uranifères d'Arlit (Niger). Université de Bourgogne, pp 159; 1992.
- [2] Marah. M. Mamadou: Le système métallogénique des gisements d'uranium associés à la faille d'Arlit (Bassin de Tim Mersoï, Niger) : diagenèse, circulations des fluides et mécanismes d'enrichissement en métaux (U, Cu, V). Thèse de doctorat, Université de Lorraine, pp 402; 2016.
- [3] Sanda, C.M. Moustapha; Dan Dibi, M. B; Hallarou, M. M; Sani, A; Chamsi, L.I; Attourabi, S.A and Ranaou, G.N: Characterisation of the host sequences of uranium mineralisation in the Moradi sector, Tim Mersoï Basin, *Journal. Research. Environ. Earth Sci.*, vol. 8 (6), pp. 70-82; 2022.
- [4] Salze, D: Etude des interactions entre uranium et composés organiques dans les systèmes hydrothermaux, Université de Nancy, pp; 316; 2008.
- [5] Harouna Moussa: Contribution à l'étude des substances carbonnées dans les bassins paléozoïques de la bordure occidentale du massif de l'Aïr (République du Niger): Implications sédimentologiques et géochimiques. Université d'Orléans, pp 284; 1991.
- [6] Gerbeaud Olivier: Evolution structurale du Bassin de Tim Mersoï : Déformations de la couverture sédimentaire, relations avec la localisation des gisements d'uranium du secteur d'Arlit (Niger); Université de Paris-Sud d'Orsay, pp 270; 2006.
- [7] Wagani, I: Potentialités uranifères des sources volcaniques envisageables pour la formation des minéralisations de la région d'Arlit (Niger); Thèse de l'Université de Paris Sud, pp 291; 2007.
- [8] Forbe, P: Geochemistry of finegrained clastic sediments in the Archean Abitibi greenstones belt, Canada: Implications for provenance and tectonic setting; *Geochim. Cosmochim. Université de Bourgogne*, pp 191; (1990).
- [9] Bohari, A. dodo: Genèse des minéralisations uranifères dans un nouveau secteur de la zone d'Arlit, bassin de Tim Mersoï, Nord Niger : le prospect de Tamari; Université Abdou Moumouni, pp 249; 2020.
- [10] Sani, Abdoulwahid: Role des accidents N70 dans la mise en place des gisements uranifères du bassin de Tim Mersoï: cas du graben de DASA, bordure occidentale de l'Aïr (Nord Niger); Université Abdou Moumouni, pp 233; 2020.
- [11] Cavellec, S: Evolution diagénétique du bassin de Tim Mersoï et conséquences pour la genèse des minéralisations uranifères dans les formations du Guézouman et du Tarat (district Arlit-Akokan, Niger); Université de Paris-Sud, pp 291; 2006.
- [12] Liégeois, J.P; R. Black, J. Navez and L. Latouche: Early and late Pan-African orogenies in the Aïr assembly of terranes (Tuareg shield, Niger); *Precambrian Research.*, vol. 67 (12), pp 59-88; 1994.
- [13] Marah, M. Mamadou., Cathelineau M, Deloule E and Schimtt R: Cenozoic oxidation episodes in West Africa at the origin of the in-situ supergene mineral redistribution of the primary uranium ore bodies (Imouraren deposit, Tim Mersoï Basin, Northern Niger) *Miner. Depos.*, pp 75-86; 2019.
- [14] Sani, Abdoulwahid; Baraou, S. Idi; Karim, L. Idi; Halarou, M. M; Sanda, M. M. Chekaraou, and Konaté, M: Evidence of a Magmatic Intrusion in the Tim Mersoï Basin in Relation With Uranium Mineralizations, *Europium. Journal. Environ. Earth Sci.*, vol. 3 (4), pp 15-22, 2022, doi: 10.24018/ejgeo.2022.3.4.296.
- [15] Salze, D: The first stage in the formation of the uranium deposit of Arlit, Niger: Role of a new non-continental organic matter; *Ore Geol. Rev; N°165*, pp. 604-617; 2018.
- [16] Bellion, S: Minéraux argileux dans le gisement uranifère d'Imouraren (Bassin de Tim Mersoï, Niger) : Implications sur la genèse du gisement et sur l'optimisation des processus de traitement du minerai. Thèse Terre solide et enveloppes superficielles, Université de Poitiers, pp 294; 2014.
- [17] Marah Mamadou. M, Cathelineau M., Deloule E., Reisberg L., Cardon O: The Tim Mersoï Basin uranium deposits (Northern Niger): Géochronology and genetic model, *Ore Geol. Rev.*, pp. 134-145; 2022.*Rev.*, pp. 134-145; 2022.