

## Relation entre les fronts redox et la minéralisation en contexte «Ouest flexure-faille» (Bassin de Tim Mersoï, Nord Niger)

### [ Relationship between roll fronts redox and mineralization in a «West flexure-fault» context (Tim Mersoï Basin, Northern Niger) ]

*Sani Abdoulwahid<sup>1</sup>, Souley Baraou Idi<sup>1</sup>, Boubacar Hamidou Leyla<sup>2</sup>, and Konaté Moussa<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of geology, University of Agadez, Niger

<sup>2</sup>Department of geology, Abdou Moumouni University of Niamey, Niger

---

Copyright © 2024 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 research work focuses on the redox map of the Akola West sector. In the Akola sector of Arlit, uranium mineralization is hosted by the Guezouman, an originally reduced sedimentary formation. The presence of oxyhydroxides in this formation in the Akola West sector bears witness to the circulation of oxidized fluids. Mapping the distribution of the various redox parameters revealed the existence of redox fronts. Analysis and interpretation of these results also revealed the factors that controlled mineralization in the Akola West sector. These include tectonic, lithostratigraphic, paleogeographic, redox facies and fluid flow. To this end, a fluid flow hypothesis has been proposed for this sector.

**KEYWORDS:** Roll front redox, uranium mineralization, Akola West, West flexure-fault, Tim Mersoï basin.

**RESUME:** Ce travail de recherche porte sur la carte des paramètres d'oxydoréduction du secteur d'Akola Ouest. Dans ce secteur d'Arlit, au niveau d'Akola, les minéralisations uranifères sont encaissées dans le Guezouman qui est une formation sédimentaire originellement réduite. La présence des oxyhydroxydes mise en évidence dans cette formation au niveau du secteur d'Akola Ouest témoigne de la circulation des fluides oxydés. La cartographie de répartition des différents paramètres redox réalisée a permis de mettre en évidence l'existence des fronts d'oxydoréduction. L'analyse et l'interprétation de ces résultats ont aussi permis de mettre en évidence les facteurs ayant contrôlés la minéralisation au niveau de ce secteur d'Akola Ouest. Il s'agit entre autres: d'un contrôle tectonique, lithostratigraphique, paléogéographique, faciès redox et la circulation des fluides. A cet effet une hypothèse sur la circulation des fluides a été proposée pour ce secteur.

**MOTS-CLEFS:** Fronts redox, minéralisation uranifère, Akola Ouest, Ouest flexure-faille, bassin de Tim Mersoï.

## 1 INTRODUCTION

Les ressources minérales constituent l'une des bases de la civilisation. Depuis le paléolithique (ou l'âge de la pierre taillée) jusqu'aux recherches actuelles visant des nouvelles substances minérales, elles n'ont cessé d'être non seulement le moteur de l'économie mondiale mais également la source du progrès social de l'humanité. Ces ressources sont présentes dans tous les secteurs d'activité de l'homme: De nos constructions à nos moyens de transport en passant par nos instruments de travail. En dehors de leur utilisation dans les différentes sphères de vie de l'homme, elles demeurent l'un des principaux enjeux économiques et géopolitiques.

De nos jours, ce sont surtout le pétrole et l'uranium qui requièrent l'attention de tous. Au vu du caractère non renouvelable de ces ressources, il paraît incontournable de développer des nouvelles techniques d'exploration afin de mettre en évidence des nouveaux gisements. Aujourd'hui, pour réussir les campagnes d'exploration il est primordial de mettre en évidence des nouvelles méthodes pouvant permettre la découverte des gisements complexes. C'est dans cette optique que les compagnies minières menant leurs activités au Niger ont entrepris des nouvelles démarches avec l'utilisation des paramètres redox pour l'exploration de l'uranium. Au Niger, la découverte de ce métal remonte à 1958 à l'époque où le BRGM entreprenait des prospections pour le cuivre dans la région d'Azelik. Depuis fort longtemps il a été établi que les principales formations minéralisées du Niger sont: les formations carbonifères et permienes. Lors de la découverte de ces gisements du Niger, il était considéré que les concentrations de l'uranium à caractère détritique et sont situées à l'Est de la flexure-faille d'Arlit. Aujourd'hui, avec les nouveaux travaux sur le secteur d'Akola Ouest, il a été mis en évidence l'existence des nouveaux gisements à l'Ouest de cette grande structure régionale. Ce travail de recherche vise la compréhension du modèle métallogénique des gisements d'uranium mis en évidence en contexte Ouest flexure: Cas du secteur d'Akola Ouest.

Pour atteindre cet objectif, une approche multi technique a été mise en œuvre. Elle comprend:

- La synthèse bibliographie,
- Les travaux de terrain,
- La réalisation et l'interprétation des cartes de répartition des paramètres redox.

## 2 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'approche méthodologique utilisée dans le cadre de cette étude comprend:

- Les travaux de terrain comprenant la description des échantillons de cuttings et de carottes;
- Les travaux de bureau comprenant la réalisation des logs géologiques et diagraphiques, la réalisation des cartes de paramètres redox.

## 3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La zone d'étude correspond à la partie Nord du Niger. Du point de vue géologique, elle est constituée de deux grands ensembles:

- Le socle (massif de l'Air)
- et la couverture sédimentaire.

### 3.1 LE MASSIF DE L'AÏR

Situé au nord du 17<sup>e</sup> parallèle, ce massif appartient au vaste ensemble montagneux intensément plissé qu'est le bouclier Touareg. Il constitue l'appendice Sud de la zone polycyclique du Hoggar et s'étend sur 300Km du Nord au Sud et 200Km d'Est en Ouest. Sa structuration est celle d'un anticlinorium présentant des plis isoclinaux penchés vers l'Est [1], [2]. Il est composé:

- d'un socle précambrien constitué pour moitié par des dépôts de roches sédimentaires intensément plissées et métamorphisées (**catazone**), essentiellement gneiss, leptynites et schistes, et pour moitié par des formations granitiques d'âge précambrien dont: des granites calco-alcalins à deux micas (syntectoniques), des granites leucocrates à microcline (anatectiques) et des granites alcalins (tardi- à post-tectoniques);
- des complexes annulaires composés des granites alcalins à hyperalcalins appartenant à la lignée des "Younger granites" du Niger-Nigéria [3], [4];
- de complexes annulaires sub-volcaniques d'âges variés, mais antépermiens [5], [6];
- de formations volcaniques tertiaires et quaternaires représentées par des roches basiques à olivine [7].

Du point de vue structural, le massif de l'Air présente des accidents méridiens et sub-méridiens d'origine panafricaine, mais aussi des failles N30°, N70° et N150° [7] (**Fig. 1**). Grâce à leurs jeux, ces deux dernières directions (N70° et N150°) déforment la couverture sédimentaire du bassin de Tim Mersoï en synclinaux, dômes et flexures et orientent les chenaux fluviatiles [8].

Au vue de sa position en amont des paléocourants, le massif de l'Air est susceptible d'avoir contribué à l'alimentation du bassin de Tim Mersoï en éléments détritiques, uranium et autres métaux [4], [6].

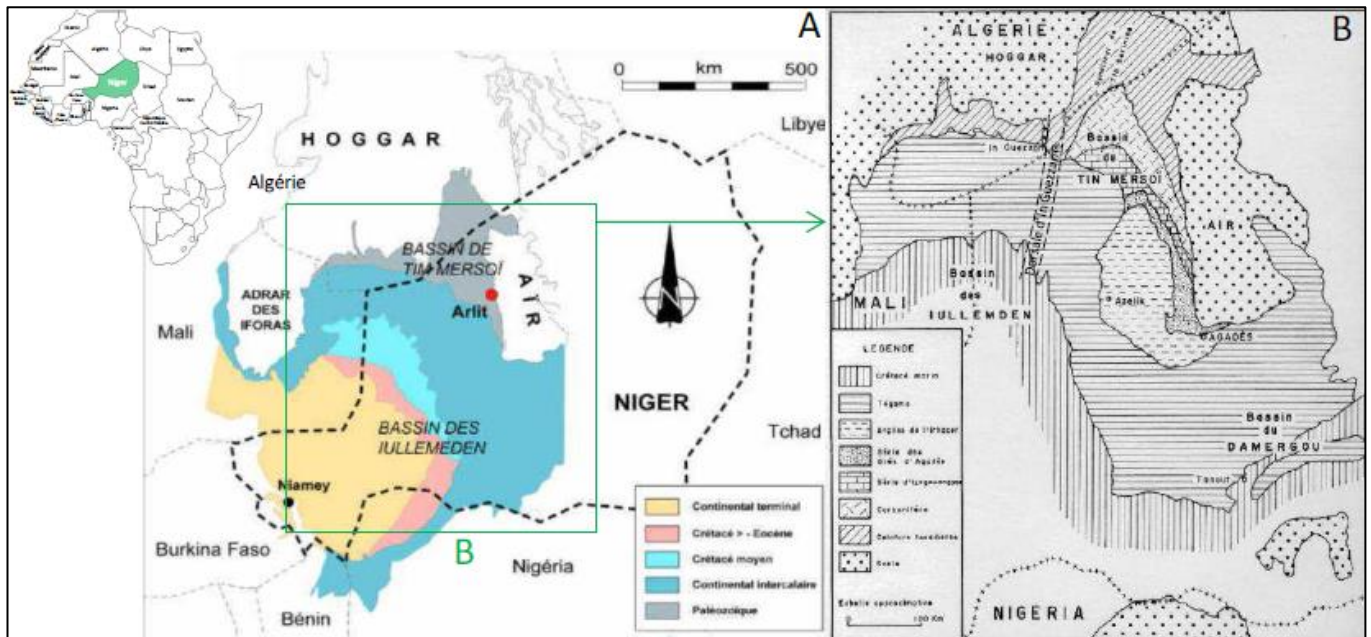


Fig. 1. Location of the Tim Mersoï basin in Niger and its boundaries. The Hoggar and Air Mountains and the In Guezam ridge (from [9]). A. Modified from [10], B. Modified from [11].

### 3.2 LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES

La couverture sédimentaire du Bassin de Tim Mersoï s'étend du Dévonien au Crétacé inférieur (Figs. 1 et 2) et peut dépasser les 3000 m de puissance. D'après [12], dans le secteur d'Arlit la sédimentation du Bassin peut être résumée en trois étapes principales. Toutefois, selon [13], dans le Nord du Bassin les sédiments les plus anciens datent du Cambro-ordovicien;

- Du Dévonien supérieur au Permien inférieur, l'environnement de dépôt est de type fluvio-deltaïque à plate-forme continentale. Les apports sédimentaires proviennent du démantèlement des roches cristallines et cristallophylliennes du massif de l'Aïr;
- Du Permien au Jurassique, l'environnement de dépôt est franchement continental, (dépôts de plate-forme), avec des apports détritiques en provenance du S-SW;
- Le Crétacé inférieur est caractérisé par des épandages argileux et argilo-gréseux.

L'approfondissement du milieu de dépôt est en relation avec une sédimentation plus marine au Crétacé inférieur, dans un contexte géodynamique dominé par l'ouverture des grands fossés continentaux. Dans le secteur d'Arlit, les séries sédimentaires présentes sont de la base au sommet:

- La série de Terada qui comprend du plus ancien au plus récent:
  - ✓ La formation de Teragh (100m environ), attribuée au Dévonien supérieur [14] et reposant directement sur le socle. Elle est constituée de grès grossiers conglomératiques, d'argiles et de varves avec des structures d'eskers ou de moraines témoins de l'environnement fluvio-deltaïque des dépôts [12], [15] (Fig. 2).
  - ✓ La formation du Talak (100 – 170m environ), rattachée au Viséen [16]. C'est une puissante série sédimentaire argileuse, de tendance marine (brachiopodes) caractérisée par des minces intercalations de grès fins et la présence de niveaux gypsifères et phosphatés au sommet [1] (Fig. 2).
  - ✓ l'Unité d'Akokan (UA), formation peu épaisse (30 à 40m environ) reposant sur les argiles sous-jacentes du Talak. Elle est attribuée au Viséen supérieur, caractérisé à l'échelle régionale par des sédiments argilo-silteux de milieux tidaux. Elle a été reconnue dans le secteur minier d'Arlit par un faciès différent [17] (Fig. 2).
- La série de Tagora, constituée de quatre mégaséquences de grès et d'argiles qui sont de la base au sommet:
  - ✓ La formation du Guezouman (60-100m), d'âge Viséen à Namurien inférieur, constituée de grès fins à grossiers qui couronnent la falaise d'argilites du Talak ou reposent sur les grès de Teragh au Sud du biseau de celle-ci [12]. Le conglomérat du Teleflak tapisse de façon discontinue la base de la formation du Guezouman (Fig. 2).

- ✓ La formation du Tchinezogue (60m environ), constituée de grès fins et d'argilites et datée du Viséen supérieur au Namurien inférieur [16]. Le sommet de la formation du Tchinezogue est caractérisé par de profondes surfaces de ravinement qui contrôlent la direction des dépôts de la base des grès de Tarat [18], [19] (**Fig. 2**).
- ✓ La formation du Tarat (50m, du viséen supérieur), constituée de grès moyens à grossiers et d'argilites. La sédimentation du Tarat est caractérisée par d'importantes variations d'épaisseur attribuée par de nombreux auteurs aux jeux synsédimentaires d'accident N-S, N30° et N70° [12], [20], [1] (**Fig. 2**);
- ✓ La formation de Madaouéla, attribuée au Namuro-Westphalien et constituée par une alternance d'argilites et d'arkoses. Ces alternances sont présentes de façon discontinue à l'Est de la faille d'Arlit et ne dépassent pas 50m d'épaisseur. A l'Ouest de la faille elles sont de l'ordre de 100 à 150m (**Fig. 2**);
- ✓ L'Unité d'Arlit, unité très mince (5-15m) de grès bariolés d'origine lacustre, marquant la transition entre la fin d'un régime fluvio deltaïque du Carbonifère supérieur-Permien inférieur et le début d'un environnement de dépôt franchement continental à partir du Permien (**Fig. 2**).
- Le Continental Intercalaire, constitué par les séries rouges post- Carbonifère, comprend:
  - ✓ La série de l'izégouande, dont la base correspond à une discordance majeure. Du bas vers le sommet de la colonne stratigraphique on distingue:
    - Les grès de l'izégouande (110-130m d'épaisseur), recouvrant à l'échelle régionale les formations du tarat et de madaouéla, ainsi que l'unité d'arlit. Ces grès massifs ont une géométrie monotone, qui contraste avec les dépôts du sommet de la série de tagora. Leur dépôt est très peu influencé par les structures tectoniques dans la région d'arlit (cachetage des jeux synsédimentaires du permien inférieur). Ces grès sont très largement représentés à l'affleurement dans le secteur minier (**fig. 2**).
    - Les argilites de téjia (5-20m), constituant une petite intercalation argileuse entre les grès massif de l'izégouande et les grès de tamamaït (**fig. 2**);
    - Les grès de tamamaït (30-40m), grès fins caractérisés par un ciment carbonaté. Cette formation, à la différence de celle de l'izégouande, constitue une alternance de grès fins et de marnes [12] (**fig. 2**).
    - La formation du moradi (50 à 60m), constituée par une alternance des grès fins et d'argilites, dans lesquels s'intercalent des lentilles de conglomérats carbonatés (**fig. 2**).
  - ✓ La série d'aguelal (60m d'épaisseur), formée par les grès du téloua i—qui sont des grès fins d'environnement éolien (milieu désertique). Ces derniers préfigurent l'épaisse série gréseuse du groupe d'agadès, qui comble le bassin au trias et au jurassique (**fig. 2**).
  - ✓ La série de goufat (130m d'épaisseur), constituée à la base par des grès feldspathiques (téloua ii), surmontés par des grès bariolés (téloua iii) riches en analcime, puis par un dernier terme argileux contenant des intercalations conglomératiques (mousseden). La série de goufat s'est déposée dans un environnement fluvio-lacustre, caractérisé par des apports volcaniques aériens (origine de l'analcime) (**fig. 2**).
  - ✓ La série de wagadi (70m d'épaisseur), déposée au jurassique, au cours duquel un régime de sédimentation fluviale à fluvio-lacustre perdure. Cette série est toujours caractérisée par l'abondance de matériel volcanique dans la fraction détritique (grès à analcime du tchirezrine 1 et de l'abinky) (**fig. 2**).
  - ✓ La série de dabla, comprenant la formation des grès arkosiques du tchirezrine 2 (qui abrite le gisement d'imouraren) et les argilites de l'assaouas, situées stratigraphiquement juste au-dessus de la formation du tchirezrine 2. Ces argilites constituent les premiers dépôts d'une sédimentation d'environnement plus profond au crétacé supérieur. La formation d'assaouas constitue un quatrième niveau favorable aux concentrations uranifères (gisement d'azelik). Ces argiles sont surmontées par les argiles de l'irhazer (300m d'épaisseur) (**fig. 2**).
  - ✓ Le groupe du tegama (700m d'épaisseur, crétacé inférieur) représente les derniers dépôts gréseux fluviaux avant les transgressions marines du crétacé. Ces puissantes unités se sont étendues sur le bassin des iullemmeden, le hoggar et le massif de l'air mais n'affleurent pas dans la région d'arlit (**fig. 2**).

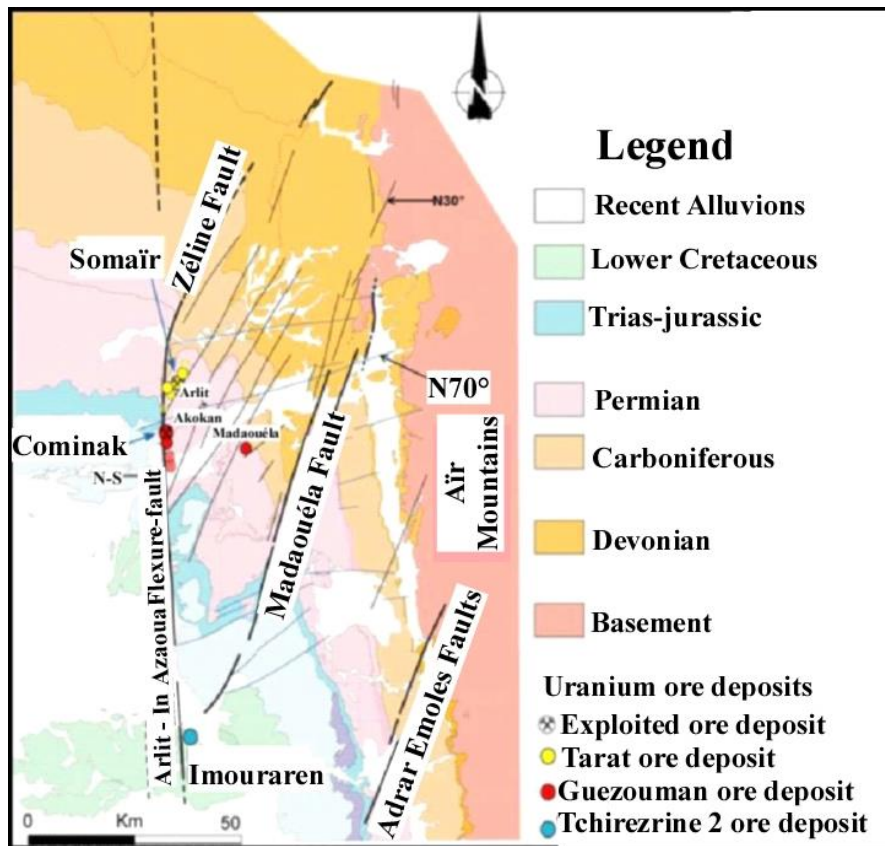


Fig. 2. Carte géologique et structurale du bassin de Tim Mersoï, dans le secteur d'Arlit (géologie basée sur la carte " Afasto " du CEA au 1/100 000; structures d'après [21], modifiée), et localisation des principaux gisements économiques ou sub-économiques de la région.

#### 4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les principaux résultats comprennent les cartes d'accumulation et de distribution des différents paramètres redox (Matière organique, Sulfures (Pyrite), Carbonates, Oxy-hydroxydes de fer). La carte d'accumulation et de répartition de la minéralisation a également été réalisée.

##### 4.1 ACCUMULATION ET DISTRIBUTION DES PARAMÈTRES REDOX AU NIVEAU

Cartographier l'état d'oxydoréduction d'une formation est à la fois un outil permettant la compréhension de la mise en place de la minéralisation mais aussi, il peut être utilisé comme un guide de prospection. Le tableau n°1 présente le degré d'accumulation des paramètres redox. Il faut noter que pour les sulfures, c'est la pyrite qui a été considérée comme s'est-elle qui est facilement observable à l'œil nu et pour les carbonates, c'est la calcite qui a été évaluée par test à l'acide chlorhydrique dilué à 10%.

Tableau 1. Couleur des paramètres redox en fonction de leur intensité d'accumulation dans les sédiments

Paramètres Redox	Matière organique	Pyrite	Carbonates	Oxy-hydroxydes de fer
<b>Accumulation</b>				
<b>Forte accumulation</b>	Noir	Orange	Bleu foncé	Rouille
<b>Moyenne accumulation</b>	Gris-noir	Jaune orangé	Bleu	Rouge orangé
<b>Faible accumulation</b>	Gris	Jaune vif	Bleu ciel	Rouge
<b>Absence d'accumulation</b>	Gris clair	Jaune claire	Gris	Gris

- **Répartition de la Matière organique**

La carte d'accumulation et de répartition de la matière organique (**Fig. 3a**) montre les zones les plus favorables à l'accumulation de ce paramètre. La matière organique est présente en quantité non moins importante au niveau du secteur d'Akola Ouest. Cependant sa répartition est faite de manière disproportionnée. Les parties où l'accumulation de ce paramètre est importante correspondent aux zones à fort potentiel réducteur alors que celles qui ne présentent pas d'accumulation de la matière organique pourraient correspondre aux zones oxydées. Les zones de fortes accumulations de la matière organique vont du faisceau de Tin Adrar jusqu'à l'accident N70° qui lui est sous-jacent. Dans cette zone, l'accumulation suit cet accident N70° d'Est en Ouest et se longe suivant le tracé de la faille d'Arlit. Plus au Sud, les quelques faibles accumulations circonscrites se trouvent au-dessus d'un accident de direction E-W. Les autres zones sont quasiment dépourvues de matière organique.

- **Répartition des sulfures (Pyrite)**

La carte de distribution des sulfures (**Fig. 3b**) montre que ce paramètre a une répartition beaucoup plus spatiale que la matière organique. Cependant les zones de fortes accumulations en pyrite ont tendance à épouser celles de fortes accumulations en la matière organique. Les fortes accumulations vont depuis le faisceau de Tin Adrar jusqu'en dessous du second accident N70° notamment là où un accident N150° lui est sécant. Dans la partie Sud, à proximité de la faille d'Arlit la pyrite est quasi absente avec des très faibles accumulations dans la partie Sud-ouest.

- **Répartition des carbonates**

En observant la carte de distribution des carbonates (**Fig. 3c**) on peut constater que ce paramètre a une répartition beaucoup plus spatiale que les autres paramètres redox. Presque tout le secteur d'étude contient les carbonates, cependant on constate que la zone Sud est beaucoup plus riche en carbonates (entre les deux accidents E-W). La zone N-W a une accumulation moyenne. Le reste du secteur présente quant à lui des faibles accumulations des carbonates.

- **Répartition des Oxyhydroxydes**

L'observation de la carte de distribution des oxyhydroxydes (**Fig. 3d**) nous permet de voir les zones les plus favorables à l'accumulation de ces derniers. Ce secteur d'Akola Ouest présente un état d'oxydation important. Ces oxyhydroxydes sont accumulés suivant le tracé N-S de la faille d'Arlit notamment en dessous du faisceau de Tin Adrar. En allant de l'Est vers l'Ouest l'état d'oxydation a tendance à diminuer progressivement pour s'annuler à l'extrémité Ouest. Les plus fortes accumulations de ce paramètre se trouvent entre deux accidents de direction E-W dans la zone Sud. L'extrémité Sud présente des accumulations moyennes.

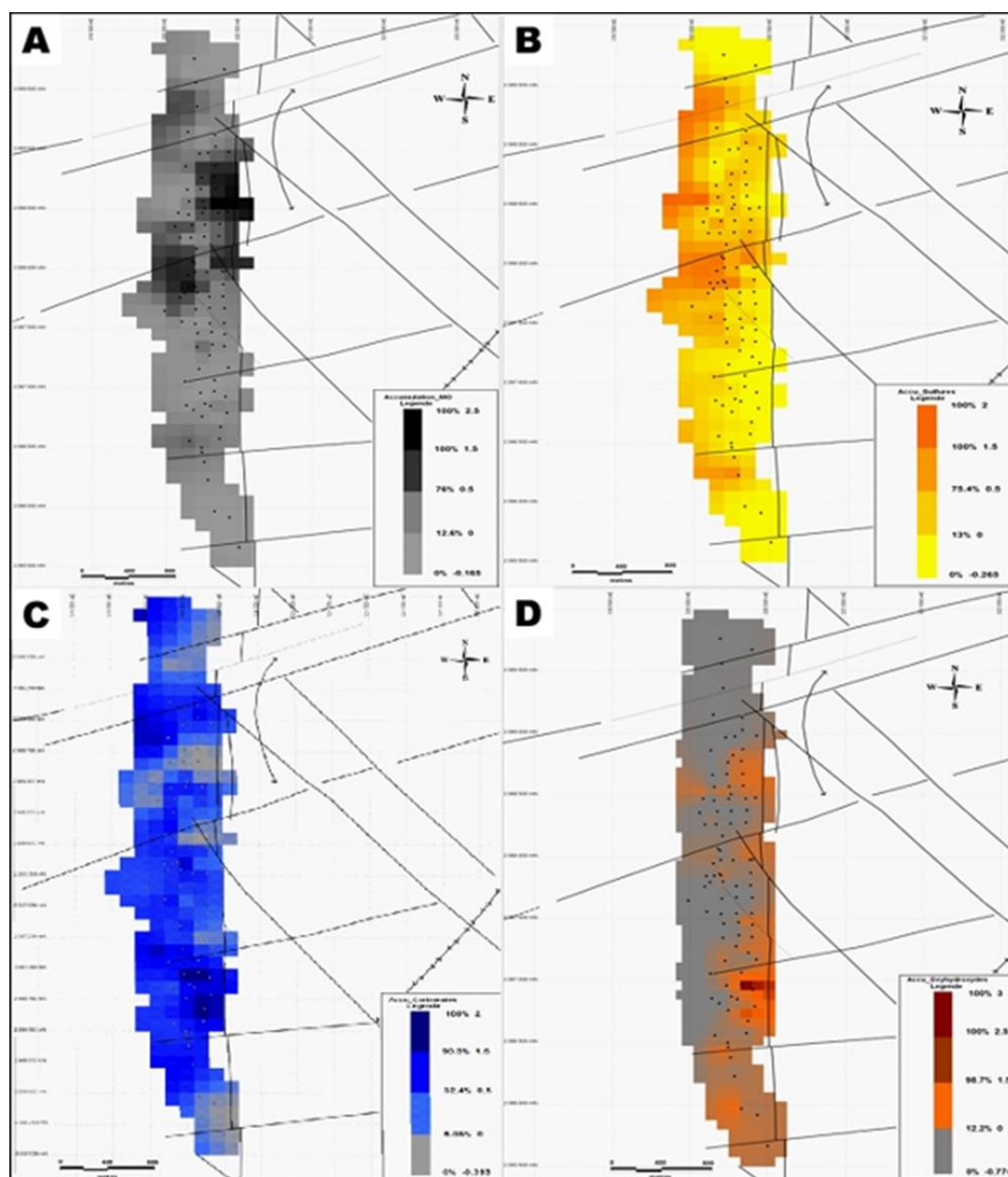


Fig. 3. Cartes montrant la répartition des paramètres redox au niveau du secteur d'Akola Ouest

#### 4.2 CARTE D'ACCUMULATION ET DE DISTRIBUTION DE LA MINÉRALISATION ET SES RELATIONS AVEC LE PALÉOENVIRONNEMENT

Pour ce qui est de l'accumulation radiométrique (Fig. 4a), les couleurs caractéristiques sont:

- Le Rouge qui correspond aux fortes accumulations;
- Le jaune orangé pour les accumulations moyennes;
- Le vert-bleu ciel donne les faibles valeurs d'accumulation;
- Et le bleu foncé qui indique que le secteur est dépourvu d'uranium.

L'analyse et l'interprétation de la distribution de ces paramètres redox permet de dégager les relations qui lient la minéralisation aux fronts redox ainsi que les différentes structures tectoniques du secteur d'étude.

L'objectif de l'analyse de la distribution des paramètres redox est d'arriver à mettre une limite entre les zones oxydées et les zones réduites au niveau du secteur d'Akola Ouest (Fig. 4d).



L'interprétation de la distribution des paramètres redox dans le secteur d'Akola Ouest doit nous renseigner sur l'état d'oxydoréduction du secteur d'Akola ouest. L'abondance de la matière organique ou de la pyrite désigne un faciès réduit. Les oxyhydroxydes désignent quant à eux les faciès oxydés. Les carbonates peuvent être rencontrés aussi bien dans le faciès réduit que oxydé, mais ils sont beaucoup plus fréquents dans les milieux oxydés.

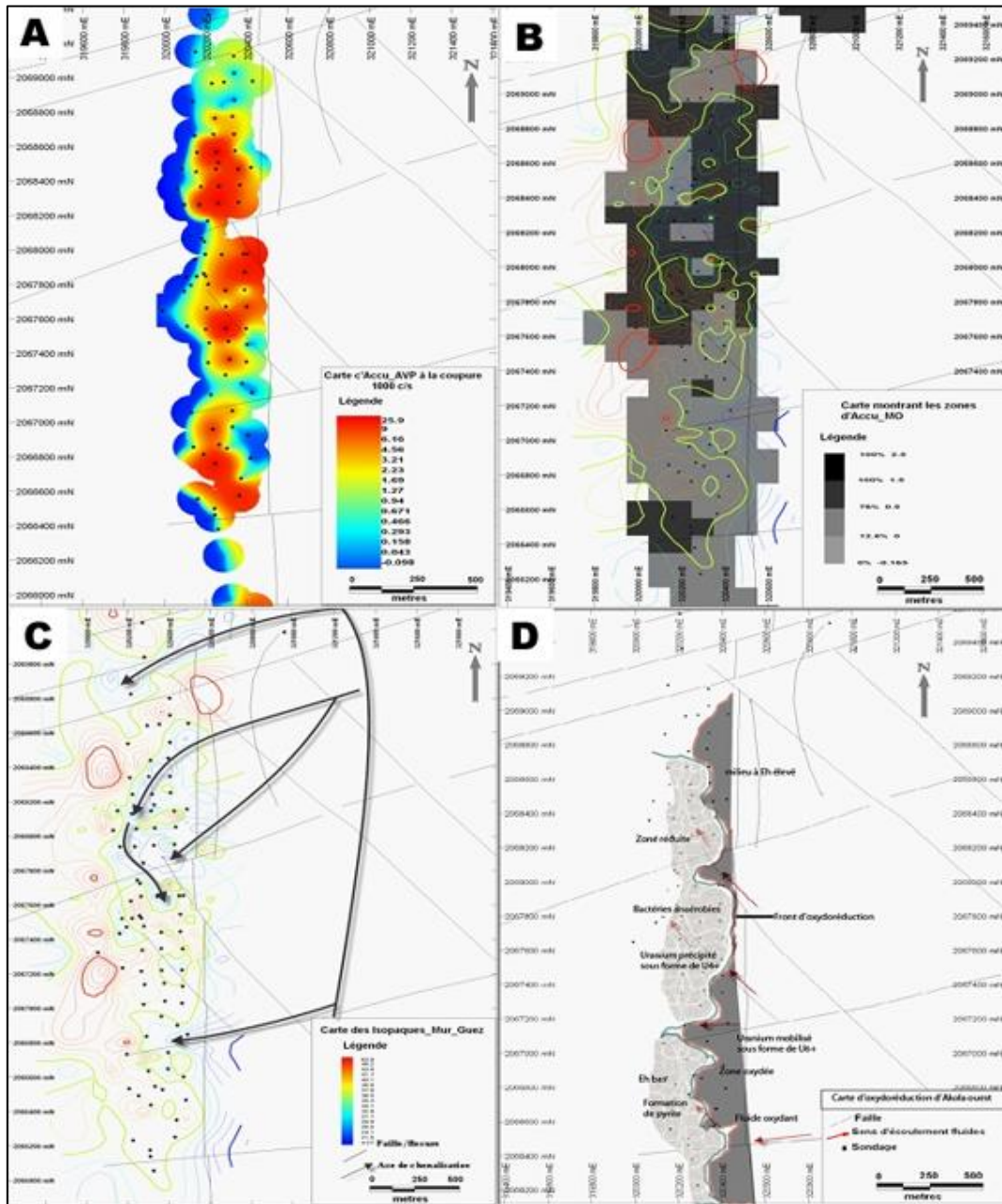


Fig. 4. Carte de répartition de la minéralisation uranifère et de ses relations avec les paramètres redox ainsi que de l'environnement de dépôt.

#### 4.3 INTERPRÉTATION DE LA DISTRIBUTION DES ÉLÉMENTS RÉDUITS

Dans le secteur d'Akola Ouest, la distribution des éléments réduits se fait suivant des zones préférentielles. Les zones à des fortes accumulations des sulfures correspondent généralement à des zones à fortes accumulations de la matière organique. Cela témoigne de la relation génétique qui existe entre ces deux paramètres. Dans le secteur minier d'Arilit, il a été démontré que la pyrite observée dans les formations sédimentaires réduites est presque toujours une pyrite néoformée [13], [22]. Elle provient le plus souvent de la dégradation bactérienne de la matière organique (Fig. 5). Dans le secteur cette relation est bien ressortie. Les deux éléments coexistent presque toujours. Les fortes accumulations de ces paramètres témoignent du



caractère original réduit de cette formation. Lorsqu'on superpose la carte de répartition de la matière organique à celle des isopaques du mur du Guezouman on constate que ce sont les versants des paléochenaux qui constituent les milieux préférentiels d'accumulation de ce paramètre (Fig. 4b). Ces zones de dépressions auraient reçu le matériel organique provenant des zones hautes lors du dépôt de la formation du Guezouman. En termes d'oxydoréduction ce sont la zone Nord et le centre du secteur qui présentent un potentiel réducteur beaucoup plus élevé notamment entre le faisceau de Tin Adrar et l'accident N70° qui lui est sous-jacent.

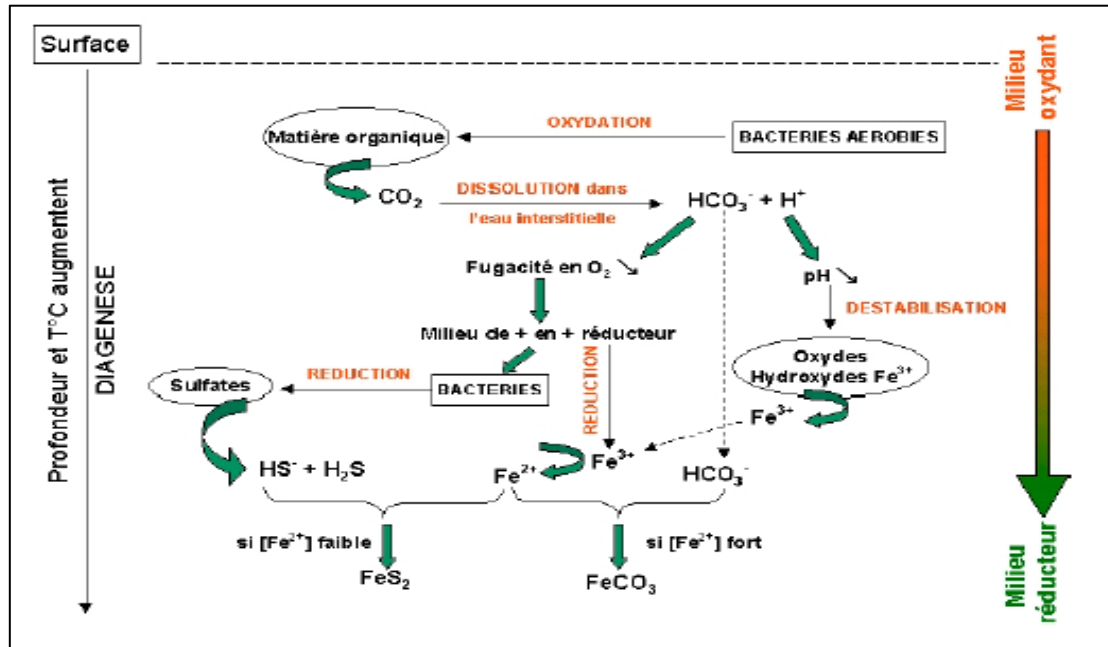


Fig. 5. Schéma des réactions diagénétiques d'après [23]

## 5 INTERPRÉTATION DE LA RÉPARTITION DE L'OXYDATION

L'identification des zones oxydées se fait sur la base de répartition des oxyhydroxydes qui donnent des couleurs caractéristiques à la formation en fonction de l'état d'oxydation. Comme décrit précédemment, les oxyhydroxydes suivent l'orientation de la faille d'Arlit avec un gradient qui décroît d'Est vers l'Ouest. Ainsi, la formation de Guezouman étant une formation initialement réduite, toute oxydation serait logiquement postérieure à la mise en place de cette formation. On peut donc supposer que les oxyhydroxydes présents dans ce secteur seraient liés à la circulation des fluides oxydants qui sont venus du Sud-Est voir de l'Est. On peut aussi supposer que les failles N70° et N150° auraient également influencé la circulation de ces fluides oxydants [10], [24], [25].

### 5.1 INTERPRÉTATION DE LA RÉPARTITION DES CARBONATES

La répartition globale des carbonates montre que ces derniers sont dispersés dans le secteur d'Akola Ouest. On peut ainsi dire que les carbonates présents dans la formation du Guezouman sont des minéraux de néoformation qui seraient formés à la suite des circulations tardives des fluides oxydants [10], [24], [25], [26]. L'importance de l'accumulation de ces carbonates peut suggérer que le Guezouman secteur Ouest d'Akola (formation initialement réduite) a fait l'objet d'une ou plusieurs phases de circulations des fluides oxydants.

La superposition des différentes cartes d'accumulation des paramètres redox avec la carte d'accumulation radiométrique, la carte d'isohypse et celles d'isopaque de la formation du Guézouman nous permis d'établir la carte d'oxydoréduction du secteur d'étude (Fig. 4d).

### 5.2 APPORT DE L'ANALYSE DES CARTES DES ISOPAQUES ET ISOHYPSES DU GUEZOUAMAN

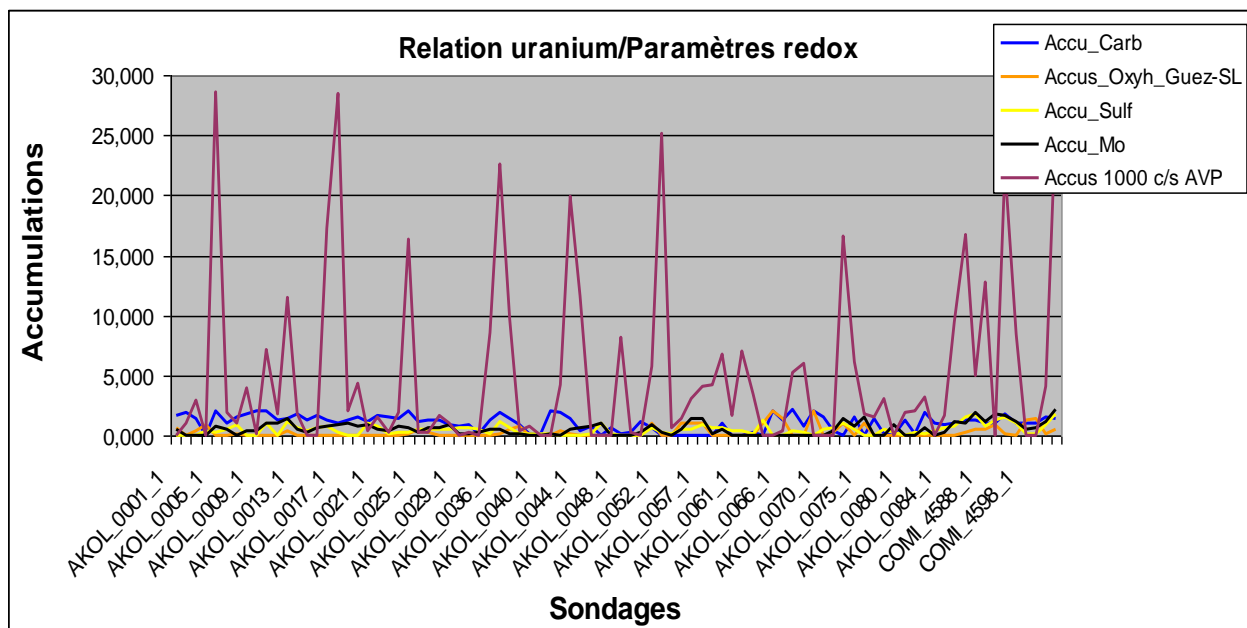
En observant la carte des isopaques (Fig. 4d) du mur du Guezouman on constate une variation d'épaisseur le long de la Flexure-Faille d'Arlit. Globalement les épaisseurs diminuent d'Ouest en Est avec les courbes rouges montrant les zones où le

Guezouman est plus épais et les courbes bleues les zones de faible épaisseur. Pour ce secteur d'Akola Ouest, la cartographie met en évidence une série des paléochenaux qui semblent être en relation avec les structures tectoniques (**Fig. 4c**):

- Dans la partie Nord, on observe une diminution d'épaisseur de la formation du Guezouman suivant un axe N-S. Par contre au niveau des côtés Est et Ouest on constate un sur-épaississement du Guezouman. Il apparaît alors une zone de dépression qui peut être considérée comme un paléo-chenal dont la géométrie est supposée être contrôlée par la faille N-S et une faille N70°.
- Dans le centre de la carte, on constate que la dépression suit une direction N-S. Cette dépression qui pourrait correspondre à un paléo-chenal est probablement contrôlée par la Faille d'Arlit et les séries de Failles N70° et N150°. Ces failles ont très peu affecté ce paléo-chenal ce qui explique bien son individualisation. Cependant, la Faille d'Arlit a probablement provoqué un affaissement de la zone centrale qui aurait créé des zones hautes à l'Est et à l'Ouest.
- Dans la partie Sud, on observe une dépression de direction N-S. Celle-ci semble être contrôlée par la Faille N-S et la Faille N150°.

### 5.3 RELATION URANIUM PARAMÈTRES REDOX

En observant la carte de répartition de la minéralisation (**Fig. 4a**) au niveau du secteur d'Akola Ouest, on constate que les accumulations radiométriques ont tendance à suivre la direction N-S. En superposant à la carte de la répartition de la minéralisation celle des Isopaques on peut aisément constater que la minéralisation s'est déposée au niveau des versants des zones basses. Lorsqu'on considère la répartition de la minéralisation et celle des paramètres redox, on peut remarquer que les zones d'accumulation radiométrique coïncident généralement aux zones à fortes concentrations de la matière organique et/ou de la pyrite. Les zones de fortes concentrations des oxyhydroxydes correspondent quant à elles aux zones non minéralisées. Cependant, par endroits, il peut exister des parties minéralisées avec un faible potentiel oxydé (c'est le cas de la zone Sud de notre secteur d'étude). La relation Uranium/carbonates n'est pas facile à mettre en évidence, car ceux-ci sont repartis dans tout le secteur d'Akola Ouest. Néanmoins, ils sont plus abondants dans les milieux oxydés. Alors, les flancs des synclinaux auraient constitués les lieux d'accumulation des éléments réduits ayant à leurs tours favorisés la précipitation et l'accumulation de l'uranium. La figure 6 montre la répartition des paramètres redox ainsi que celle de l'accumulation radiométrique au niveau de certains sondages. On constate que les courbes des éléments réducteurs (matière organique et sulfures) ont la même allure. On peut aussi remarquer qu'au niveau des sondages où les pics d'accumulation radiométrique sont élevés, les courbes des éléments réducteurs évoluées dans le même sens alors que celle des oxyhydroxydes a tendance à s'annuler.



**Fig. 6.** Relation Uranium et paramètres redox

#### **5.4 RELATION URANIUM ET STRUCTURES TECTONIQUES**

La superposition des cartes d'accumulation de la minéralisation avec la carte structurale montre que:

- Dans un premier temps la minéralisation s'est mise en place suivant le tracé de la Flexure Faille d'Arlit (direction N-S);
- Le réseau des Failles N70° et N130° ont également joué un rôle déterminant dans la mise en place de cette minéralisation.
- En fin, les lieux où les dièdres se recoupent constituent les secteurs préférentiels de concentration de l'uranium.

#### **5.5 RELATION STRUCTURES TECTONIQUES PARAMÈTRES REDOX**

La relation structures tectoniques et paramètres redox dans le secteur d'Arlit n'est pas aisée à établir car non seulement la circulation des fluides est toujours basée sur des hypothèses mais aussi les gisements du district minier d'Arlit étaient considérés comme de types stratiformes. Au niveau du secteur d'étude, en prenant en compte les observations faites précédemment en ce qui concerne la relation uranium paramètres redox et uranium structures tectoniques, nous pouvons dire que les structures tectoniques ont servi de drains ayant permis la circulation des fluides oxydants et la collecte de l'uranium. Ces structures tectoniques peuvent alors être considérées comme des collecteurs structuraux pour l'uranium.

### **6 CONCLUSION**

Le premier objectif de ce travail été de réaliser une carte d'oxydoréduction du secteur d'Akola W et ensuite de voir la ou les relations qui lie (ent) la minéralisation de ce secteur aux fronts d'oxydoréduction en contexte d'ouest Flexure. Ainsi, seule la formation du Guezouman qui constitue la cible minéralisée a été prise en compte dans le cadre de ce travail. Comme pour l'ensemble du secteur d'Arlit, la formation du Guezouman au niveau d'Akola W se serait déposée dans un environnement fluvio-deltaïque riche en éléments réducteurs (matériel organique et pyrite). Les fluides oxydants postérieurs au dépôt de cette formation ont donc favorisé le développement des fronts d'oxydoréduction créant ainsi des zones oxydées et des zones réduites. Les cartes donnant la répartition des paramètres redox ont permis de circonscrire ces fronts d'oxydoréduction. Au niveau du secteur d'Akola W, la minéralisation est bien liée à un phénomène d'oxydoréduction qui serait combiné à plusieurs autres paramètres dont entre autres:

- Contrôle structural;
- Contrôle lithostratigraphique;
- Contrôle hydrogéologique;

#### **REFERENCES**

- [1] MOUSSA, Y., 1992. Dynamique sédimentaire du Guezouman et des formations viséennes sous-jacentes en liaison avec la tectonique, le volcanisme et le climat, Thèse de Doctorat Université de Bourgogne 1992, 341p.
- [2] Wagani I., 2007. Potentialités uranifères des sources volcaniques envisageables pour la formation des minéralisations de la région d'Arlit (Niger). Thèse de l'université de Paris XI, Orsay, 283p.
- [3] Bertrand J. M. et Caby R., 1978. Geodynamic evolution of the Pan-African Orogenic Belt: A new interpretation of the Hoggar Shield (Algerian Sahara). *Geol. Rundschau*, 67, (2), 357- 388.
- [4] Bowden P. & Karche J.P., 1984. Midplate A-type magmatism in the Niger-nigeria province: age variations and implications. In: J. Klerkx and J. Michot (eds), *Géologie Africaine. Mus. R. Afr. Centrale, Tervuren*: 167-177.
- [5] Cazoulat, M., 1985. Geologic environment of the Uranium deposits in the Carboniferous and Jurassic sandstones of the Western margin of the Air Mountains in the Republic of Niger. In: Frnch, W.I., et al. (Eds.), *Geological environments of sandstone-type uranium deposits. International Atomic Energy Agency-Technic Documentation 328, Vienna*, pp. 247-263.
- [6] Karche J-P., Vachette M., 1978. Age et migration de l'activité magmatique dans les complexes paléozoïques du Niger. Conséquences. *Bull. Soc. Géol. France*, 20 (7): 941-953.
- [7] Black R., Jaujou M et Pellaton C., 1967. Notice explicative sur la carte géologique de l'Air, à l'échelle 1/500.000ième. Direction des Mines et de la Géologie, République du Niger. Editions du BRGM: 57p.
- [8] Bigotte G., & Obellianne J.M., 1968. Découverte de minéralisations uranifères au Niger. *Mineral Deposita*, 3: 317-33.
- [9] Billon S., 2014. 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. Poitiers: Université de Poitiers, 2014. <http://theses.univ-poitiers.fr>.

- [10] Gerbeaud, O., 2006. 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). Thèse de doctorat Université de Paris-Sud UFR scientifique d'Orsay, 270 pages.
- [11] Pacquet A., 1968. Analcimes et argiles diagénétiques dans les formations sédimentaires de la région d'Agadès (République du Niger) [Ph.D. thesis]: Université de Strasbourg, 258 p.
- [12] Valsardieu, C. (1971). Etude géologique et paléogéographique du bassin de Tim Mersoï, région d'Agadès (République du Niger). Thèse de doctorat, université de Nice, 518p.
- [13] Forbes, P., 1989. Rôles des structures sédimentaires et tectoniques, du volcanisme alcalin régional et des fluides diagénétiques-hydrothermaux pour la formation des minéralisations à U-Zr- Zn-V-Mo d'Akouta (Niger): mémoire édité par le Centre de Recherches sur la Géologie de l'Uranium (CREGU), Nancy, v. 17, 376 p.
- [14] Joulia, F., 1959. Les séries primaires au N et au NW de l'Aïr (Sahara central). Discordances observées. - Bull. Soc. géol. Fr., p.192-196.
- [15] Elhamet, M.O., 1983. Analyse géologique et pétrographique de la formation de Tarat dans les carrières Somair (Paléozoïque supérieur). Essai d'interprétation paléoclimatique à la lumière de l'épisode glaciaire dévono-carbonifère (Région d'Arlit – Niger septentrional) [Ph.D. thesis]: Université de Dijon (France) et Université de Niamey (Niger), 279 p.
- [16] Coquel, R., Lang, L. and Moussa, Y. (1995). Palynologie du Carbonifère du Nord Niger et de la plate-forme saharienne - implications stratigraphiques et paléogéographiques. Review of Palaeobotany and Palynology, 89- 319 – 334.
- [17] Yahaya M. and Lang, J., 2000. Tectonic and sedimentary evolution of the Akokan Unit during Visean times in the Tim Mersoï Basin (Arlit région, Niger). Journal of African Earth Sciences, 31, 415-431.
- [18] Sempéré T., 1981. Le contexte sédimentaire du gisement d'uranium d'Arlit (République du Niger), 375 p.
- [19] Sempéré T. et Beaudoin B., 1984. Discontinuités et séquences dans la formation de Tarat (Viséen supérieur) et l'unité d'Arlit (Namuro-Westphalien) à Arlit (Niger). Evolution sédimentaire, climatique et tectonique de la région au Carbonifère. Bulletin de la Société Géologique de France, 296 (6): 995-1014.
- [20] Gauthier, J. M. (1972). Analyse tectonique du demi-degré carré (Nord) d'Afasto. CEA-GAM.
- [21] Hirlemann, G., et Robert, J. P. (1980). Analyse structurale du permis minier Imouraren. CEAGAM.INS.
- [22] Cavellec, S. (2008). 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). Thèse de Doctorat de l'Université de Paris-Sud, 463 p.
- [23] Perronnet, M., 2004. Réactivité des matériaux argileux dans un contexte de corrosion métallique: application au stockage des déchets radioactifs en site argileux. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine.
- [24] Mamane, M. M., Michel, C., Etienne, D., Reisberg, L., Olivier, C., Jean, V., Marc, B. (2022) The Tim Mersoï Basin uranium deposits (Northern Niger): Geochronology and genetic model. *Ore Geology Reviews*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2022.104905>.
- [25] Sani, A., 2020. Rôle des accidents N70° dans la mise en place des minéralisations uranifères du bassin de Tim Mersoï: cas du graben de DASA, bordure occidentale de l'Aïr (Nord Niger). Thèse de Doctorat, UAM.
- [26] Mamane, M. M., Cathelineau M., Deloule E., Schimtt R. et Brouand M., 2019. 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), Mineralium deposita. <https://doi.org/10.1007/s00126-019-00945-w>.