



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

Livrable 73

Régions minérales potentielles de gisements sédimentaires à Pb, Zn et Ag de type SEDEX ou Vallée du Mississippi

Par David L. Leach et Jeffrey L. Mauk

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

2013

Ce rapport est un rapport administrative, 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

Synthèse

Bien que des gisements de Type Vallée du Mississippi (TVM) n'aient pas été identifiés en Mauritanie, il existe des terrains favorables à ces gisements dans les roches carbonatées protérozoïques au sein des formations de dimension régionale du Bassin de Taoudeni. L'existence de terrains favorables à la présence de gisements de TVM de Pb, Zn et Ag non-découverts au sein des unités carbonatées du Protérozoïque est renforcée par la présence d'assemblages minéraux et d'altération de TVM, par la présence d'évaporites, et par la proximité de grands événements orogéniques ayant produit ailleurs des minerais de TVM, par la présence de séquences litées rouges, et par la présence d'aquifères sous-jacents ayant pu constituer de possibles voies de migration de saumure constitutives des grands systèmes hydrothermaux de TVM.

Les terrains favorables à des gisements SEDEX coïncident avec les terrains favorables aux gisements de TVM. Toutefois, la position géodynamique du Bassin de Taoudeni est différente de celle des minerais SEDEX ailleurs sur la Terre et, par conséquent, le potentiel de se trouver en présence de cette catégorie de gisements doit être assez faible. Les gisements SEDEX se produisent le long des marges passives, tectoniquement actives, dominées par des schistes, ou dans des bassins de rifts intracontinentaux.

Table des matières

Synthèse	3
Table des matières.....	3
Figures.....	3
1 – Introduction	4
2 – Gisements minéraux et occurrences en Mauritanie	6
2.1 – Gisements Pb-Zn de Type Vallée du Mississippi (TVM).....	6
2.2 – Gisements SEDEX Pb-Zn.....	6
3 – Régions minérales potentielles	8
3.1 – Gisements Pb-Zn (Ag) de Type Vallée du Mississippi.....	8
3.2 – Gisements SEDEX Pb-Zn (Ag).....	12
4 – Conclusions.....	13
5 – Remerciements.....	13
6 – Références.....	14

Figures

Figure 1. Géologie favorable aux gisements Pb, Zn et Ag au sein des roches sédimentaires.	7
Figure 2. Stratigraphie généralisée d'une partie du supergroupe de Hodh. Dessiné d'après Pitfield et al. (2004). ..	9
Figure 3. Colonne stratigraphique généralisée du sous-bassin Nord et de la partie Sud des sous-bassins de la Mauritanie (d'après Brownfield et Charpentier, 2003).	11
Figure 4. Coupe schématique montrant la distribution des faciès sédimentaires au large de la Mauritanie, dans le bassin Nord du Sénégal, au Nord-Ouest de l'Afrique (d'après Brownfield et Charpentier, 2003).....	12

1 – Introduction

Les gisements de Pb-Zn présents au sein de sédiments sont divisés en deux grands sous-catégories : TVM (type Vallée du Mississippi) et SEDEX (gisements sédimentaires exhalatifs). Les gisements des deux sous-catégories montrent une grande variété de modes de relation avec les roches encaissantes, pouvant notamment se présenter comme des gisements stratiformes, suivant les couches sédimentaires, ou se trouver en discordance. Les gisements de Type Vallée du Mississippi et SEDEX ont des assemblages minéralogiques similaires, constitués de sphalérite, de galène et de minerais de sulfure de fer pouvant être abondants au niveau de certains gisements. De petites quantités de minerais de cuivre et de barite peuvent être présentes. Sont également très communément présents des minéraux d'altération comme la sidérite, l'ankérite, la calcite, ou la dolomite.

Les gisements de Type Vallée du Mississippi se forment principalement dans les séquences de carbonates de la plateforme, principalement au sein des zones d'extension des ceintures orogéniques, tandis que les gisements SEDEX sont formés au sein de rifts intracontinentaux, de rifts avortés, et au niveau de marges continentales passives. Les ensembles sédimentaires contenant des gisements SEDEX et TMV ont des caractéristiques stratigraphiques identiques, consistant, à leur base, en des successions dominées par des roches clastique et/ou volcaniques, surmontées par des schistes et/ou des carbonates. Les gisements SEDEX sont principalement présents dans les silts-schistes-argilites et/ou dans des unités carbonatées à grains fins, réduits, ou au sein de sédiments clastiques, tandis que les gisements de TMV se retrouvent dans des séquences dominées par les carbonates. Bien que la plupart des gîtes SEDEX et de nombreux gisements de TVM aient été signalés au niveau de failles d'extension, les gisements SEDEX sont essentiellement liés à des failles actives au moment de la minéralisation.

La plupart des minerais de TVM sont des dizaines de millions d'années plus jeunes que les roches encaissantes ; cependant, quelques-uns ont un âge proche de celui de leur encaissant (<~ 5 millions d'années). En l'absence de datation absolue des gisements SEDEX, leur âge de formation est généralement établie grâce à leurs relations avec les caractéristiques sédimentaires ou diagénétiques des roches. Ces études suggèrent que le dépôt de la plupart des minerais SEDEX était contemporain de la sédimentation ou d'une diagenèse précoce, alors que d'autres gisements se sont formés au moins 20 millions d'années après la sédimentation.

Les gisements de TVM sont principalement un phénomène datant du Phanérozoïque ; l'âge des roches hôtes comme l'âge des gisements date principalement du Phanérozoïque. Néanmoins, des gîtes de TVM importants sont bien présents au sein de roches archéennes et protérozoïques. Le plus ancien gisement de TVM dans le monde est le gisement Pering, en Afrique du Sud, localisé au sein de calcaires stromatolithiques archéens ; toutefois, la formation du minerai s'est déroulée durant le Mésoprotérozoïque (Schaefer, 2000). L'âge des gisements SEDEX est rassemblé au sein de deux grands groupes : un datant du Protérozoïque et un autre datant du Phanérozoïque.

Exploration et évaluation des minerais pour les gisements de TVM et SEDEX : Leach et al. (2005) ont récapitulé les caractéristiques importantes des gisements pouvant être utilisées pour évaluer le potentiel d'une présence de gisements de TVM et SEDEX non-encore découverts. Ces caractéristiques constituent la base de l'identification de régions favorables à des gisements de TVM et SEDEX en Mauritanie.

Gîtes de TVM :

Caractéristiques générales :

- 1) Le minerai est présent au sein des séquences carbonatées de plateforme. Les séquences de carbonate phanérozoïques ont un potentiel plus important de présenter des minerais de TVM en comparaison des carbonates archéens et protérozoïques.

- 2) Les secteurs et les gisements se trouvent en association, au plan régional, à des évaporites ou à un faciès d'évaporation. Le fait de se trouver à une latitude d'évaporation pendant la formation du minerai est considéré comme extrêmement favorable.
- 3) Les plus importants mécanismes contrôlant la formation du minerai est la présence de failles d'extension, actives lors de grands événements tectoniques en contraction. Le contexte favorable est aussi lié à la densité des zones faillées et à la proximité (~ 500 km) d'une ceinture orogénique majeure.

Caractéristiques régionales :

- 1) Les critères d'évaluation locaux importants comprennent les brèches d'effondrement, présentant d'importants phénomènes de dissolution, les paléokarsts, et les non-conformités d'érosion.
- 2) Le potentiel le plus élevé vient des séquences de carbonates présentant des aquifères régionaux, sous-tendus par des grès et des séquences litées rouges.
- 3) Les contrastes de perméabilité régionale exprimés par des bordures argileuses, des transitions des grès aux dolomites, et la topographie du socle.
- 4) La présence d'anomalies géochimiques et de gisements minéraux, qui sont des indicateurs très clairs des effets de grands systèmes hydrothermaux nécessaires aux gisements de TVM. Les éléments géochimiques indicateurs comprennent Zn, Pb, As, Tl et Cd. Les minéraux indicateurs sont la barytine et le ciment dolomitique, pouvant former des auréoles très étendues autour des régions minéralisées

Gîtes SEDEX : attributs généraux

- 1) Présence de séquences sédimentaires carbonatées et clastiques mêlées au sein des marges passives de type atlantique et des bassins de rifts intracontinentaux.
- 2) Les gisements SEDEX sont absents des roches plus anciennes que 2,2 milliards d'années, et sont aussi, de façon notable, absents des roches âgées d'environ 1,4 à 0,6 milliards d'années. Par conséquent, les séquences sédimentaires plus anciennes que 2,2 milliards d'années, ainsi que celles se situant entre 1,4 à 0,6 milliards d'années sont considérées comme défavorables aux gisements SEDEX.
- 3) La présence d'évaporites ou de faciès d'évaporites dans les environnements sédimentaires proximaux, ou les indications que l'environnement tectonique était actif à des latitudes d'évaporation, sont hautement favorables.
- 4) La présence de faciès sédimentaires riches en matière organique, se rencontrant au niveau des marges passives et des bassins de rifts intracontinentaux sont favorables.
- 5) La présence de failles actives au sein des séquences sédimentaires mentionnées ci-dessus est favorable.
- 6) Le potentiel est accru par des environnements tectoniques contenant des aquifères régionaux, sous-tendus par des grès, ou des séquences litées rouges.
- 7) La présence d'anomalies géochimiques et/ou de gisements minéraux, sous la forme de strates ou sous forme tabulaire, s'étendant sur des dizaines de kilomètres. D'importantes anomalies géochimiques en Mn, Fe, Zn et Tl.

2 – Gisements minéraux et occurrences en Mauritanie

2.1 – Gisements Pb-Zn de Type Vallée du Mississippi (TVM)

Des gisements de Type Vallée du Mississippi (TVM) n'ont pas été identifiés en Mauritanie, en dépit de la présence de roches carbonatées protérozoïques très étendues au niveau régional au sein de la séquence stratigraphique du grand Bassin de Taoudeni. L'absence remarquable de gisements de TVM est probablement due en partie à la faible exploration de ces gisements dans la période récente, au peu de données géochimiques et géologiques utilisables pour conduire des évaluations, et au potentiel d'ensemble généralement faible de trouver des roches carbonatées plus vieilles qu'environ 900 millions d'années, pouvant contenir des gisements de TVM.

Dans le rapport établi dans le cadre de la phase 5 du programme de l'USGS au cours de PRISM 2 (Marsh, 2012), des données géochimiques sur des échantillons de minéralisation stratiforme semblent évoquer des indicateurs de minéralisation « syngénétiques ». Les sites concernés sont :

a) Gouirat El Khatt : trois échantillons de calcaire stromatolithique, recueillis par J.P. Mroz dans le cadre du rapport de la Phase I de PRISM, contiennent de la galène disséminée, avec des quantités moindres de minéraux de sphalérite et de cuivre, au sein d'une zone stratiforme s'étendant sur plus de 25 kilomètres (Fig. 1). Les échantillons proviennent de calcaires stromatolithiques de la Formation mésoprotérozoïque de Khatt au sein du Groupe El Mreïti. Cette zone minéralisée est interprétée comme ayant une origine syngénétique, mais avec l'aspect d'une minéralisation épigénétique. Une gangue de dolomite et de calcite est associée à la zone minéralisée. Le rapport souligne que les zones de fracture sont minéralisées.

b) Timzac : il est signalé un échantillon de minéralisation situé dans la partie supérieure du Groupe de Char (Fig. 1). Les notes de PRISM-1 affirment que la minéralisation s'étend sur plus de 16 kilomètres. Cette présence est décrite comme étant de nature stratiforme, et contenant de la dolomite, de la sphalérite, ainsi que des anomalies géochimiques du plomb.

Il est important de noter que la présence d'une minéralisation s'apparentant au TVM, même sous la forme de traces infimes, comme dans les gisements ci-dessus, est hautement indicatrice d'un système hydrothermal plus large, ayant pu produire des gisements non découverts au sein de la région. Les processus de formation du minerai de TVM sont à l'échelle régionale, affectant des milliers de kilomètres carrés, et pouvant produire des traces de minéralisation très étendues. En outre, les minéralisations de nature stratiforme au sein de carbonates ont souvent été interprétées de façon erronée comme étant d'origine syngénétique. Comme l'ont fait remarquer Leach et al (2005), ce n'est pas nécessairement vrai, et de nombreux gisements de TVM présentant une minéralisation stratiforme ont souvent été classés à tort comme SEDEX. Un examen nettement plus approfondi est nécessaire pour en arriver à une classification plus rigoureuse des occurrences présentes en Mauritanie

2.2 – Gisements SEDEX Pb-Zn

Aucun gisement SEDEX plomb-zinc avéré n'a été décrit en Mauritanie. Cependant, un potentiel de minéralisation SEDEX dans les Mauritanides méridionales a été suggéré dans les rapports de PRISM I, comprenant des gisements stratiformes Ba-Mn-(Au) (Bou Zrabie, Mbout, Eli Ajar, Ouechkech, Vararate Sud, Oued d'amour), au sein du Groupe El Mseigguem. Ces gisements ont été comparés aux gisements de la ceinture d'ardoise de Caroline, aux États-Unis. Cependant, un examen de ces gisements par l'USGS (Taylor, 2012) a conclu que cette classification n'était pas justifiée. Une classification plus probable est que ces gisements sont semblables aux gisements de sulfures massifs trouvés au sein des formations volcaniques (veines et ensembles minéraux tabulaires).

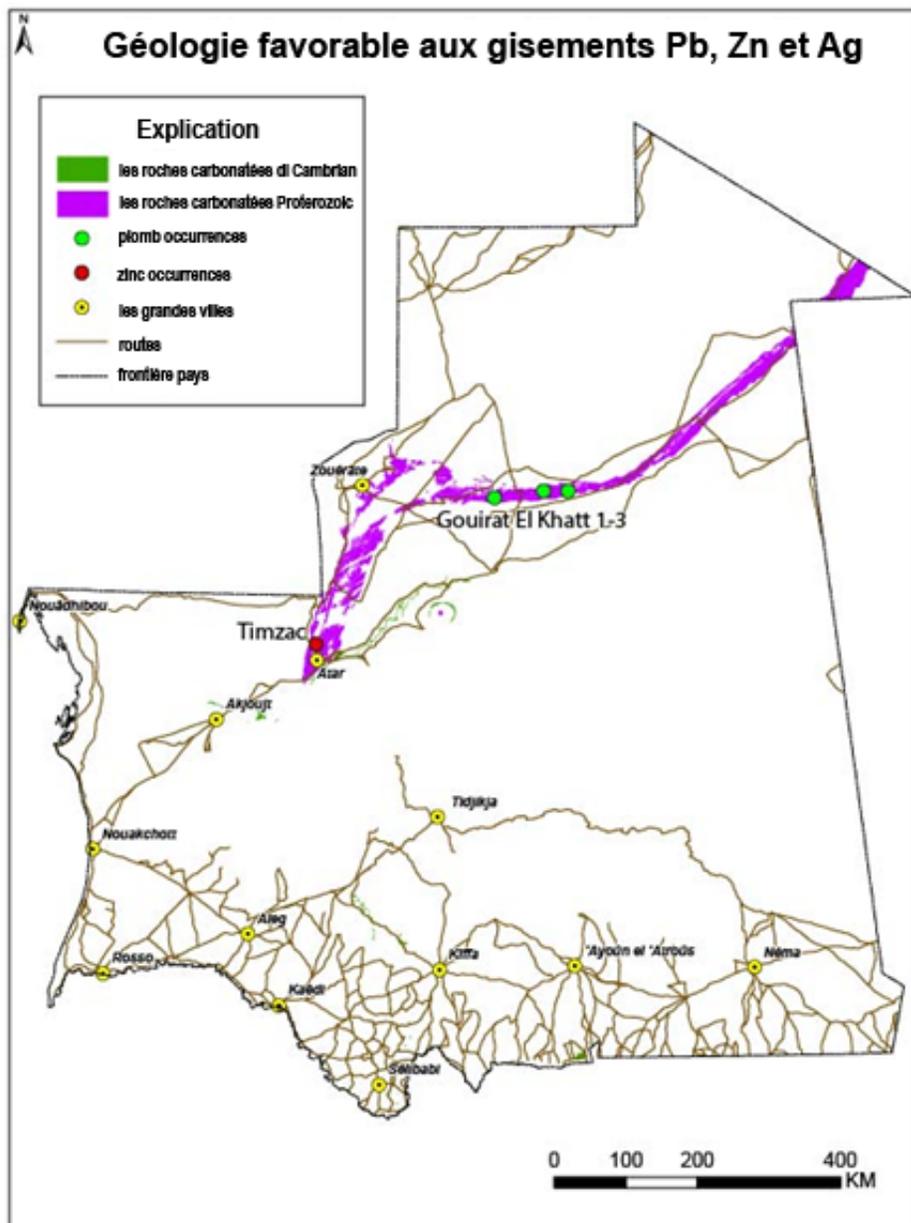


Figure 1. Géologie favorable aux gisements Pb, Zn et Ag au sein des roches sédimentaires.

Un potentiel de minéralisation SEDEX plomb-zinc est reconnu au sein du Bassin de Taoudeni. La présence de données géochimiques et minéralogiques favorables à la minéralisation de TVM doit également être considérée favorable à des minéralisations SEDEX au sein du Bassin de Taoudeni. Ces occurrences sont décrites au chapitre 4.1, et incluent :

a) Gouirat El Khatt : trois échantillons de calcaire stromatolithique, recueillis par J.P. Mroz dans le cadre du rapport de la Phase I de PRISM, contiennent de la galène disséminée, avec des quantités moindres de minéraux de sphalérite et de cuivre, au sein d'une zone stratiforme de plus de 25 kilomètres (Fig. 1). Les

échantillons proviennent de calcaires stromatolithiques du Groupe Atar, d'âge Mésoprotérozoïque (mentionnés dans les rapports de PRISM comme étant d'âge Néoprotérozoïque) et plus spécifiquement de la Formation Khatt. Cette zone de minéralisation minéralisée est interprétée comme ayant une origine syngénétique, mais avec une allure de minéralisation épigénétique. Des gangues de dolomite et de calcite sont associées à la zone minéralisée. Le rapport fait remarquer que les zones de fracture sont minéralisées.

b) Timzac : il est signalé le fait qu'un échantillon de minéralisation se situe dans la partie supérieure du groupe Char (Fig. 1). Les notes publiées dans le cadre de PRISM-1 affirment que la minéralisation s'étend sur plus de 16 kilomètres. Cette occurrence est décrite comme étant de nature stratiforme, et contenant de la sphalérite, de la dolomite, ainsi que présentant des anomalies géochimiques du plomb.

3 – Régions minérales potentielles

3.1 – Gisements Pb-Zn (Ag) de Type Vallée du Mississippi

Le grand Bassin protérozoïque et paléozoïque de Taoudeni représente une séquence sédimentaire majeure de plateforme épicrotonique du craton ouest-africain. La couverture sédimentaire du Bassin de Taoudeni comprend des roches carbonatées s'étendant au niveau régional, principalement des calcaires stromatolithiques et des calcaires dolomités, pouvant accueillir des minerais de TVM. Les unités favorables comprennent le Groupe El Mreïti, le Groupe Char et le Groupe Atar, qui comportent une section protérozoïque d'une épaisseur de 400 mètres, avec des roches principalement silicoclastiques, en alternance avec des sections de carbonates à stromatolithes (Fig. 2). La figure 1 indique une répartition des roches sédimentaires du Bassin de Taoudeni les classant principalement comme carbonatées (Bradley, 2012). Le Groupe El Mreïti, le Groupe Char et le Groupe Atar sont soulignés parce qu'ils contiennent, ou sont spatialement associés, à une minéralisation de TVM, ainsi qu'en raison du fait qu'ils présentent les caractéristiques géologiques des environnements favorables à la minéralisation de TVM.

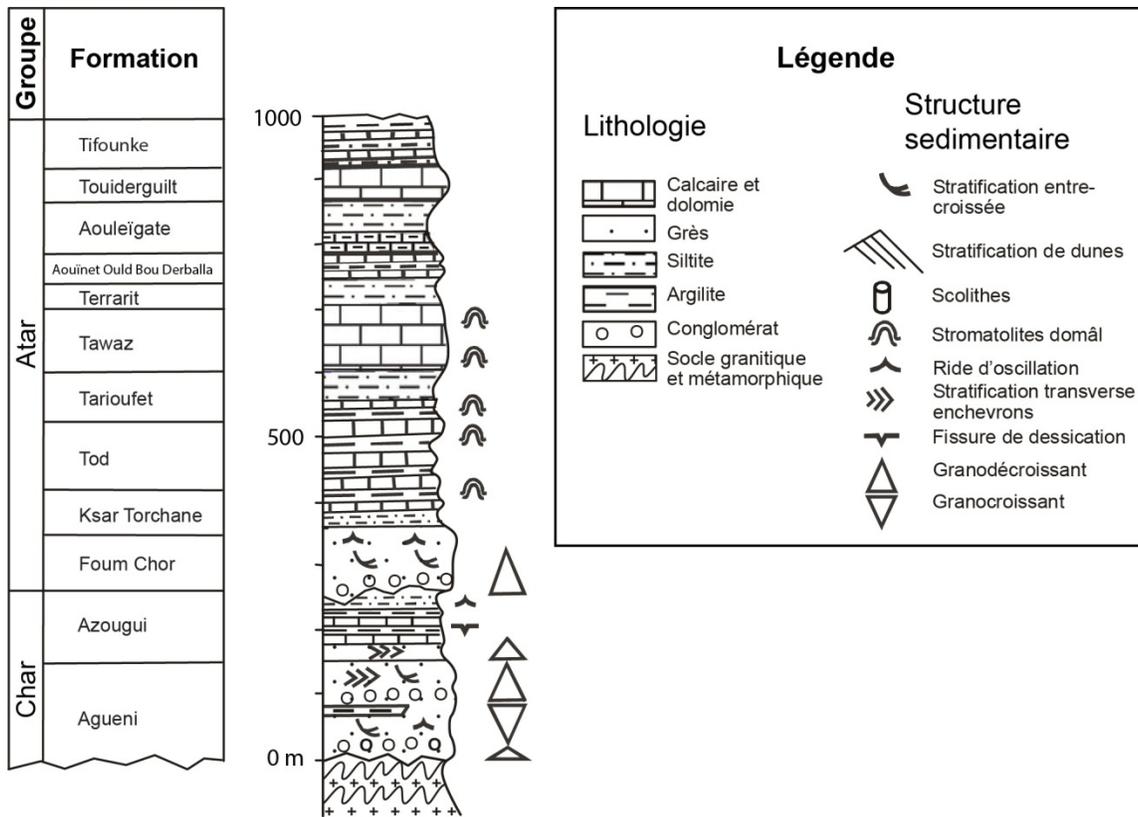


Figure 2. Stratigraphie généralisée d'une partie du supergroupe de Hodh. Dessiné d'après Pitfield et al. (2004).

Les caractéristiques des roches protérozoïques de Mauritanie favorisant la minéralisation de TVM incluent :

- 1) Les roches carbonatées du Groupe El Mreïti, du Groupe Atar, et du Groupe Char, comprenant une grande plateforme protérozoïque de carbonates au sein du Bassin de Taoudeni.
- 2) Il est noté des occurrences de minéralisation de TVM au sein de ces roches.
- 3) La Mauritanie et le Bassin de Taoudeni ont connus de grands événements orogéniques essentiels à la production de systèmes hydrothermaux régionaux de TVM, et à une perméabilité contrôlée par des fractures/failles, telle que requises pour la migration à grande échelle de fluides hydrothermaux. Ces évènements incluent d'importants événements permettant des minéralisations à échelle continentale, lors des orogènes panafricaine et hercynienne.
- 4) La présence d'évaporites et d'environnements évaporatifs, essentiels pour la production de fluides hydrothermaux sédimentaires, constituant les fluides des minéralisations de TVM.
- 5) La présence d'importantes non-conformités formant un réseau issu d'une dissolution karstique, concentrant la migration du fluide minéralisant.
- 6) La présence, au sein du bassin, d'aquifères silicoclastiques sous-jacents, pouvant permettre des mouvements de fluide sur de longues distances.
- 7) La présence, au sein du bassin, de séquences litées rouges pouvant constituer des sources importantes de métaux.

Malgré ces caractéristiques favorables à la présence de ressources de TVM non-découvertes au sein du Bassin de Taoudeni, sur un plan général, il y a peu de gisements de TVM intéressants économiquement au sein des carbonates protérozoïques (se référer à l'exposé présenté par Leach et al., 2005). Globalement,

les plateformes de carbonates archéennes et protérozoïques sont caractérisées par des stromatolithes abondants. L'apparition de nombreux gisements de TVM à la fin du Néoprotérozoïque et au début du Phanérozoïque marque la transition entre des plateformes carbonatées composées de calcaires stromatolithiques relativement imperméables, et des plateformes dominées par des carbonates bioclastiques. Cette observation vient soutenir la thèse que les carbonates plus anciens que le Néoprotérozoïque tardif du bassin de Taoudeni ont un potentiel sensiblement inférieur pour des gisements de TVM. Néanmoins, les gisements de TVM de Pering et de Bushy Park, en Afrique du Sud, sont présents au sein de calcaires stromatolithiques archéens très fracturés et karstifiés. Par conséquent, une attention portée à la densité des failles et à la distribution des non-conformités dans les carbonates du Bassin de Taoudeni apportera une plus grande confiance dans la délimitation des zones favorables.

Les roches silicoclastiques partiellement carbonatées d'âge Cambrien constituent aussi une zone favorable supplémentaire. Ces roches doivent être considérées comme des terrains favorables pour des gisements de TVM, en se basant sur le fait que c'est la présence de roches carbonatées de cet âge qui, au niveau mondial, a favorisé la présence de roches présentant des gisements de TVM.

L'autre région de Mauritanie qui pourrait être considérée comme favorable aux gisements de TVM est le Bassin Côtier, comprenant des roches sédimentaires mésozoïques à cénozoïques, jusqu'à 9 km d'épaisseur au centre du dépôt, à l'Ouest de Nouakchott (Pitfield et al., 2004). Le Bassin Côtier fait partie du Bassin du Sénégal, qui est le plus grand bassin de la marge Atlantique en Afrique du Nord-Ouest (Wissmann, 1982). Les roches cénozoïques au sein du Bassin Côtier ne sont pas favorables aux gisements de TVM, puisqu'il n'a été observé nulle part que les roches du Cénozoïque puissent contenir des gisements de TVM (Leach et al., 2005). En revanche, les roches mésozoïques sont favorables puisqu'il a été observé ailleurs que les roches jurassiques et crétacées pouvaient présenter des gisements de TVM, y compris le gisement d'El Abed, en Algérie (38 Mt à 2,3 % de Pb et 3,5 % de Zn), le gisement de Mehdiabad, en Iran (217 Mt à 2,3 % de Pb et 7,2 % de Zn), et le gisement de Reocin, en Espagne (62 Mt à 1,4 % de Pb et 11,0 % de Zn) (Leach et al., 2005 ; Martin et al., 2012 ; et les références incluses dans le présent document).

Le Bassin Côtier s'est formé à la suite du rift continental qui a conduit à la dislocation du Gondwana, qui a débuté le long de la marge actuelle Nord-Ouest de l'Afrique au Trias moyen. La séparation de la croûte qui a créé l'Atlantique central a commencé au début du Jurassique (Janssen et al., 1995). Le début de l'extension continentale a engendré un environnement sédimentaire propice à l'accumulation d'épais dépôts de sel triasique, tandis que l'environnement marin du Jurassique et du Crétacé a permis le développement de roches carbonatées dans la région au large du segment mauritanien du Bassin Côtier (fig. 3). Les roches sédimentaires mésozoïques du Bassin Côtier deviennent plus mince en direction de la terre, puis présentent un pincement à l'Est ; au niveau des affleurements délimitant la marge orientale du Bassin Côtier, les roches sédimentaires du Cénozoïque reposent en discordance avec le socle d'âge Précambrien à Paléozoïque (Pitfield et al., 2004). Cet amincissement vers la terre du Bassin Côtier signifie que si les roches carbonatées se rencontrent dans la stratigraphie mésozoïque terrestre, elles peuvent se trouver à des profondeurs assez faibles pour former une zone favorable aux gisements de TVM. Cette zone favorable hypothétique est entièrement dissimulée, parce que les roches carbonatées du Mésozoïque n'affleurent pas sur terre dans le Bassin Côtier. La délimitation d'une telle zone favorable exigerait une cartographie des lithofaciès des sédiments mésozoïques dissimulés de la région littorale du Bassin Côtier. Les données publiées ne fournissent pas suffisamment de détails pour le permettre, mais de futures recherches délimitant la distribution des lithofaciès du sous-sol seraient très utiles aux recherches minières et pétrolières. Néanmoins, les données disponibles au large indiquent qu'il n'y a qu'une très faible probabilité pour que des épaisseurs importantes de roches carbonatées mésozoïques se retrouvent au sein de la partie terrestre du Bassin Côtier (Brownfield et Charpentier, 2003 ; Fig. 4), et de ce fait, la partie terrestre du Bassin Côtier ne

peut donc pas être considérée actuellement comme favorable aux gisements de TVM, ne semblant pas présenter de roches offrant un environnement favorable.

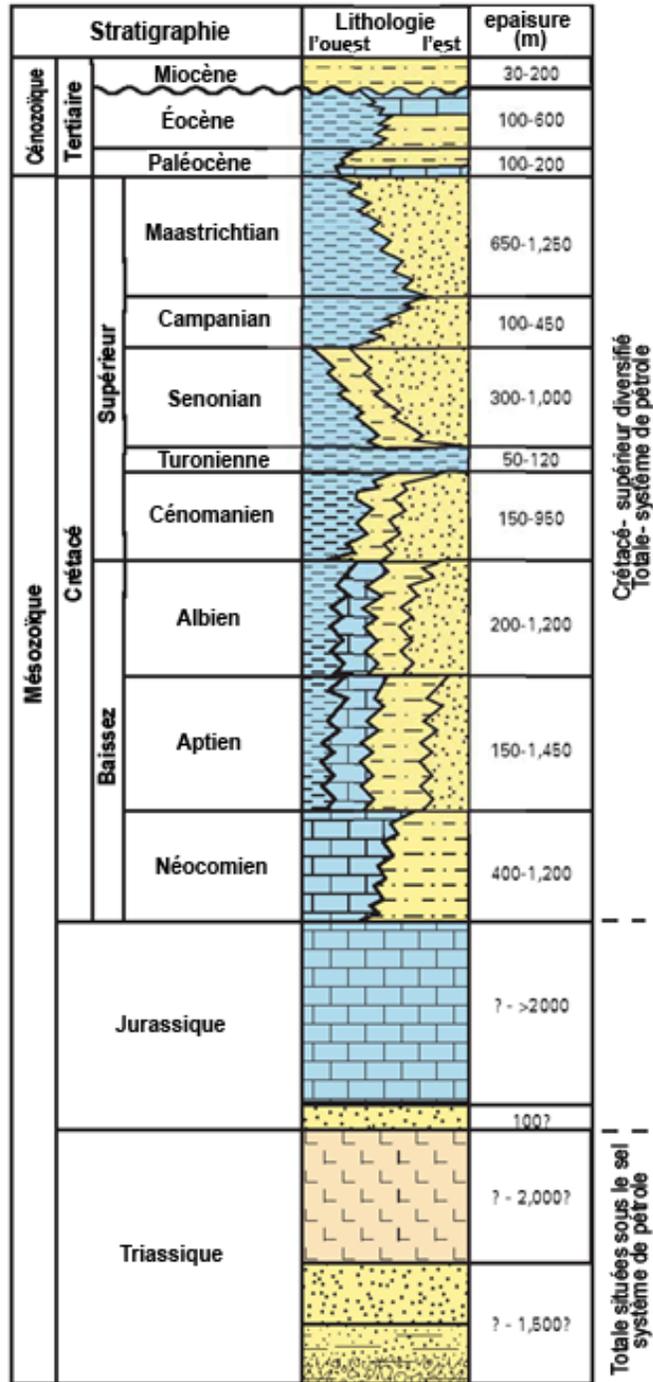


Figure 3. Colonne stratigraphique généralisée du sous-bassin Nord et de la partie Sud des sous-bassins de la Mauritanie (d'après Brownfield et Charpentier, 2003).

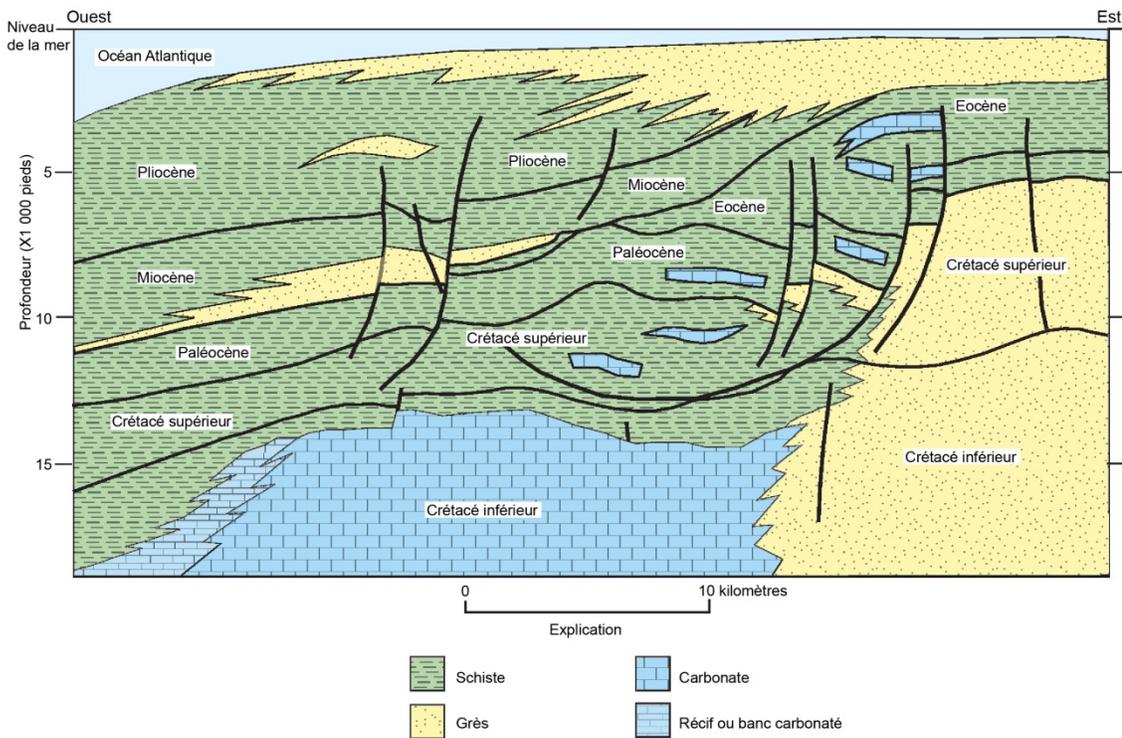


Figure 4. Coupe schématique montrant la distribution des faciès sédimentaires au large de la Mauritanie, dans le bassin Nord du Sénégal, au Nord-Ouest de l'Afrique (d'après Brownfield et Charpentier, 2003).

3.2 – Gisements SEDEX Pb-Zn (Ag)

Les mêmes zones du Bassin de Taoudeni jugées favorables aux gisements de TVM Pb-Zn-Ag doivent également être considérées comme favorables aux gisements SEDEX. La présence d'échantillons de minéralisation stratiformes Pb-Zn sur une grande surface, est caractéristique des minerais SEDEX. En outre, 22 % de l'ensemble des métaux SEDEX connus sur terre sont hébergés par des unités de carbonates au sein de séquences sédimentaires clastiques (Leach et al., 2005). Toutefois, les caractéristiques les plus importantes pour les minerais SEDEX sont leur situation au sein de séquences de marge passive tectoniquement actives, dominées par des schistes, ou au sein de bassins de rift continentaux. Aucune de ces caractéristiques ne peut être reconnue au niveau du Bassin de Taoudeni.

Le Bassin Côtier pourrait également être considéré comme favorable aux gisements de type SEDEX. Comme concernant les gisements de TVM, il n'existe aucun gisement SEDEX reconnu d'âge Cénozoïque, ce qui implique que seule la partie mésozoïque du Bassin Côtier pourrait être considérée comme favorable. Le bassin s'est formé sur une marge passive, et présente des séquences reconnues d'évaporites et de schistes. Toutefois, ces unités favorables se trouvent dans la partie du bassin située au large, et il y a peu, voire aucune preuve, pouvant suggérer la présence de sous-bassins contenant d'épaisses séquences de schistes au sein de la partie terrestre du Bassin Côtier (Brownfield et Charpentier, 2003 ; Fig. 4).

Il existe un potentiel modéré pour qu'une minéralisation SEDEX se soit formée récemment, ou se forme actuellement au large de la Mauritanie au sein de la région du Bassin Côtier. Cette zone possède quatre des sept caractéristiques mondiales indicatrices de la présence de minerai SEDEX, comme détaillées au chapitre 3. La présence de sites d'évaporation actifs de l'eau de mer est particulièrement importante, de

façon à générer des fluides capables de transporter du plomb et du zinc, ainsi que la présence de séquences de marge passive orientées vers l'ouest, contenant de la matière organique pouvant avoir une action réductrice sur les sulfates de l'eau de mer (Leach et al., 2005). Les gisements SEDEX se forment dans des sous-bassins, où les taux de sédimentation sont généralement très faibles, et où l'eau du fond, anoxique, permet l'accumulation de sulfure (Leach et al., 2005). Toutefois, la marge continentale Atlantique Est du Nord-Ouest de l'Afrique, particulièrement entre 15°N et 26°N, est caractérisée par des mouvements de masse, rares, mais à grande échelle, qui produisent des coulées de débris et des courants de turbidité (Weaver et al., 2000 ; Antobreh et Krastel, 2006 et 2007). Par conséquent, même si le Bassin Côtier actuel au large peut posséder des conditions chimiques propices à la formation récente ou en cours d'une minéralisation SEDEX, il semble qu'il n'y ait pas l'environnement sédimentaire nécessaire pour que cette minéralisation s'accumule et soit conservée sous la forme de gisements significatifs. Les investigations à venir pourraient évaluer si la région du large contient des sous-bassins stables, avec de faibles taux de sédimentation, où l'accumulation de gisements SEDEX pourrait se révéler favorable.

4 – Conclusions

- 1) La couverture sédimentaire du Bassin de Taoudeni, contenant des calcaires stromatolithiques et des calcaires dolomités d'extension régionale, représente un environnement favorable aux gisements de TVM. On trouve des gisements de TVM comparables au sein des gisements de Pering et de Bushy Park, en Afrique du Sud.
- 2) Les indices renforçant cette hypothèse de carbonates favorables sont notamment la présence d'évaporites, les discordances, les ceintures orogéniques principales proximales, et des occurrences minérales et géochimiques qui paraissent être semblables aux assemblages de TVM.
- 3) Les plateformes carbonatées de la fin du Néoprotérozoïque, constituant en importance le premier environnement présentant des gisements de TVM (exemple de l'Afrique du Sud) pourraient se retrouver au niveau des plateformes carbonatées du Protérozoïque présentes en Mauritanie. Si cela est vrai, il serait utile que les recherches à venir se concentrent notamment sur les zones de failles et de karsts de dissolution.
- 4) Les zones favorables aux gisements SEDEX coïncident avec celles des ressources favorables aux gisements de TVM. Cependant, le potentiel de la présence de gisements SEDEX est très inférieur, en raison d'un modèle géodynamique du Bassin de Taoudeni différent des contextes géologiques présentant, au niveau mondial, des gisements SEDEX.
- 5) Les données disponibles suggèrent que la partie terrestre du Bassin Côtier contient probablement peu de roches susceptibles d'abriter des gisements de TVM ou SEDEX. Par conséquent, sur la base des connaissances actuelles, cette zone ne peut pas être considérée comme étant favorable.

5 – Remerciements

Nous remercions John Horton, qui a préparé la Figure 1, ainsi que la planche accompagnant ce rapport. Al Hofstra et Andy Killick ont également apporté des relectures utiles et informées.

6 – Références

- Antobreh, A. A., et Krastel, S., 2006, Morphology, seismic characteristics and development of Cap Timiris Canyon, offshore Mauritania: A newly discovered canyon preserved-off a major arid climatic region: *Marine and Petroleum Geology*, v. 23, no. 1, p. 37-59.
- Antobreh, A., et Krastel, S., 2007, Mauritania Slide Complex: morphology, seismic characterisation and processes of formation: *International Journal of Earth Sciences*, v. 96, no. 3, p. 451-472.
- Bouabdellah, M., Sangster, D. F., Leach, D. L., Brown, A. C., Johnson, C. A., et Emsbo, P., 2012, Genesis of the Touissit-Bou Beker Mississippi Valley-Type District (Morocco-Algeria) and its relationship to the Africa-Europe collision: *Economic Geology*, v. 107, no. 1, p. 117-146.
- Bradley, D., 2012, Phase 5: 1:1,000,000 scale Geology and Structure Maps of the Islamic Republic of Mauritania: USGS Open-File Report (in press).
- Brownfield, M. E., et Charpentier, R. R., 2003, Assessment of the Undiscovered Oil and Gas of the Senegal Province, Mauritania, Senegal, The Gambia, and Guinea-Bissau, Northwest Africa: U.S. Geological Survey Bulletin 2207–A, 26 p.
- Janssen, M. E., Stephenson, R. A., and Cloetingh, S., 1995, Temporal and spatial correlations between changes in plate motions and the evolution of rifted basins in Africa: *Geological Society of America Bulletin*, v. 107, no11, p. 1317-1332.
- Leach, D.L., Sangster, D.F. Kelley, K. D., Large, R. R., Garven, G., Allen, C. R., Gutzmer, J., and Walters, S., 2005, Sediment-hosted lead-zinc deposits: A global perspective: *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, p. 561-608.
- Marsh, E., 2012, Phase 5: Database of Mineral Deposits in the Islamic Republic of Mauritania: USGS Open-File Report (in press).
- Pitfield, P E J., Key, R M., Waters, C N., Hawkins, M.P.H., Scholfield, D.I., Loughlin, S. et 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 1 – géologie. DMG, Ministère des Mines et de l'Industrie, Nouakchott.
- Schaefer, M.O., 2002, Paleoproterozoic Mississippi valley-type Pb-Zn deposits of the Ghaap Group, Transvaal Supergroup in Griqualand West, South Africa: thèse de doctorat non-publiée, Rand Afrikaans University, Johannesburg, Afrique du Sud, p. 373.
- Taylor, C.D., 2012, Phase 5: Mineral Potential for Volcanogenic Massive Sulfide Deposits in the Islamic Republic of Mauritania: USGS Open-File Report (in press).
- Weaver, P. P. E., Wynn, R. B., Kenyon, N. H., and Evans, J., 2000, Continental margin sedimentation, with special reference to the north-east Atlantic margin: *Sedimentology*, v. 47, p. 239-256.
- Wissmann, G., 1982, Stratigraphy and structural features of the continental margin basin of Senegal and Mauritania, in von Rad, U., Hinz, K., Sarnthein, M., et Seibold, E., eds., *Geology of the Northwest African Continental Margin*: Berlin Springer, p. 160–181.