



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

Livrable 85

Zones potentielles pour une présence de minerais au sein de dépôts de placers à Ti-Zr côtiers

Par Georges Beaudoin

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

2012

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

Placer à Ti-Zr côtier

Synthèse

Les dépôts de placers à Ti-Zr côtiers de Mauritanie sont hébergés par des dunes littorales, et du sable de plage de la côte Atlantique. Les zones minérales potentielles pour des dépôts de placers à Ti-Zr côtiers, en Mauritanie, comprennent des zones présentes le long de la côte, et recouvertes de sédiments Quaternaires. La définition actuelle des ressources mauritaniennes de dépôts de placers à Ti-Zr côtiers n'est pas adaptée, car leur volume est mal circonscrit, prenant par exemple uniquement en compte une zone située au-dessus de la nappe phréatique. De la même manière, la teneur en TiO_2 est convertie en pourcentage d'ilménite, ignorant ainsi dans l'inventaire des ressources minérales de plus grande valeur, comme le rutile, le leucoxène et le zircon. Le zircon en particulier est le principal minéral d'extraction du projet zircon de Grande Côte, au Sénégal. Or le zircon est signalé comme étant abondant au sein des dépôts mauritaniens, augmentant de cette manière la valeur estimée des dépôts potentiels.

Table des matières

Synthèse.....	3
Table des matières.....	3
Figures.....	3
Introduction.....	4
Les dépôts de placers à Ti côtiers en Mauritanie.....	4
Zones minérales favorables aux placers à Ti-Zr côtiers.....	9
Conclusion.....	9
Références.....	10

Figures

Figure 1. Répartition mondiale des placers à Ti-Zr côtiers (d'après Hamilton, 1995).....	4
Figure 2. Position stratigraphique des dépôts de Ti de placers côtiers en Mauritanie. Abréviations : G : gypse, S : soufre, Se : sel, T : tourbe. Modifié d'après Gunn et al. (2004).....	5
Figure 3. Localisation des dépôts de Ti de placers côtiers, tels que définis par le BRGM (Blanchot, 1975, comme modifié par Gunn et al., 2004).....	6
Figure 4. Haut : dunes en forme de croissant avec des couches de sable sombre au sommet. La dune en bas à droite de la figure est partiellement remaniée par la plage active. Au milieu : surface supérieure ridée d'une dune de sable, sur laquelle les minéraux lourds de couleur sombre se concentrent comme résidus d'une réduction de volume. En bas : couche de minéraux lourds de couleur sombre au niveau de la plage active.	8

Introduction

Les dépôts de placers à Ti côtiers comprennent de l'ilménite, du rutile, du zircon, de la monazite et de la magnétite au sein de sables bien classés, de fins à intermédiaires, dans des dunes côtières, sur des plages, et au niveau d'entrées d'eau marines. En plus du titane, le zircon en particulier, et les éléments de terres rares, sont devenus une source majeure de valorisation des dépôts de placers côtiers. Les dépôts de placers côtiers se forment principalement dans le monde au niveau de plages tropicales (Figure 1), et consistent en des couches de sable sombre, riches en métaux lourds, résistant à l'abrasion mécanique et à l'altération chimique. Selon Hamilton (1995), les dépôts de placers côtiers fournissent environ 80 % de la production mondiale de rutile, 25 % de l'ilménite, 100 % du zircon, et 50 % de la monazite et du xénotime.



Figure 1. Répartition mondiale des placers à Ti-Zr côtiers (d'après Hamilton, 1995).

Les dépôts de placers à Ti côtiers en Mauritanie

En Mauritanie, les sédiments Quaternaires ayant un potentiel pour des dépôts de placers à Ti-Zr côtiers appartiennent à une période allant du Permien jusqu'au Bassin Côtier sédimentaire récent Sénégal-Mauritanie. Les sédiments Quaternaires se sont déposés pendant les transgressions marines du Tafarien, de l'Aïoujien, et de l'Inchirien (> 30 Ka). La séquence de l'Ogolien (10-24 Ka) a formé des dunes éoliennes au-dessus du Bassin Côtier et de l'intérieur continental, enregistrant des conditions sèches pendant l'événement glaciaire du Würm (Gunn et al. 2004). Le Nouakchottien (Tchadien 10-5,2 Ka, Deynoux et al.,

2001) est la dernière transgression, correspondant à des conditions plus humides, avec des dépôts d'argile et de sables coquillers (Gunn et al., 2004). La dernière régression, du Tafolien (< 4 Ka), est caractérisée par un système de dunes littorales ayant permis la formation de gypse de sabkha et de dépôts d'argile. Les dépôts de placers à Ti-Zr côtiers sont hébergés par les dunes littorales du Tafolien, ainsi que par des dépôts actifs ou fossiles de plage (Figure 2).

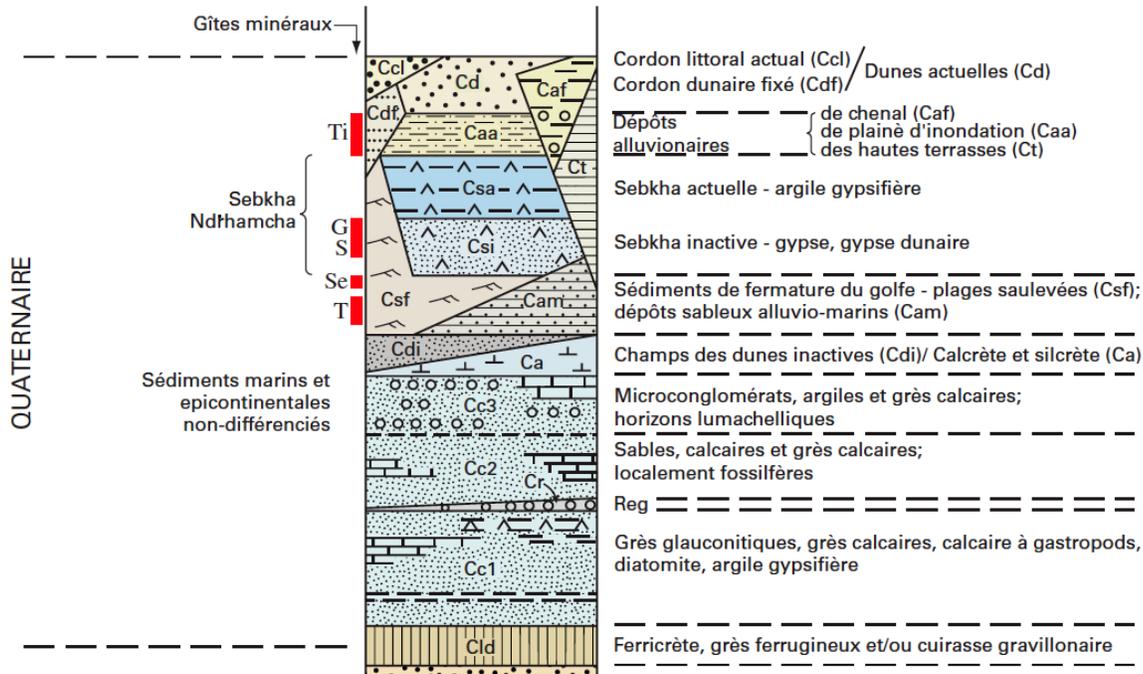


Figure 2. Position stratigraphique des dépôts de Ti de placers côtiers en Mauritanie. Abréviations : G : gypse, S : soufre, Se : sel, T : tourbe. Modifié d'après Gunn et al. (2004).

Selon Gunn et al. (2004), citant Blanchot (1975), les formations Quaternaires de Mauritanie ont été explorées pour leur teneur en métaux lourds par le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) entre 1959 et 1963. Ce travail a mis en relief des dépôts de placers à Ti côtiers, ayant été soumis à de nouvelles études minéralogiques et géophysiques (Figure 3). Du Nord au Sud, trois secteurs présentant du Ti de placers côtiers ont été identifiés. Le premier, au Sud de Nouadhibou, de Pointe Minou jusqu'au Cap el Sass, héberge approximativement $2,8 \text{ Mm}^3$ de sable contenant 120 000 t d'équivalent ilménite (Figure 3). Le second, près d'El Msid, au Nord de Nouakchott, héberge approximativement $2,6 \text{ Mm}^3$ de sable avec 242,6 t d'équivalent ilménite (Figure 3). Le troisième secteur, au Sud de Nouakchott, à proximité de Legouichichi, contient approximativement $0,495 \text{ Mm}^3$ de sable avec 30 000 t d'équivalent ilménite (Figure 3). Blanchot (1975) fait remarquer que les trous forés à la tarière, utilisés pour estimer la teneur et le tonnage n'ont pas pénétré en dessous du niveau de la nappe, de telle façon que des ressources supplémentaires pourraient être présentes en profondeur. Pour leur part, Gunn et al. (2004), citant plusieurs études antérieures de l'ONUDI, indiquent que les méthodes radiométriques sont efficaces pour localiser et estimer la teneur en métaux lourds au sein du sable.

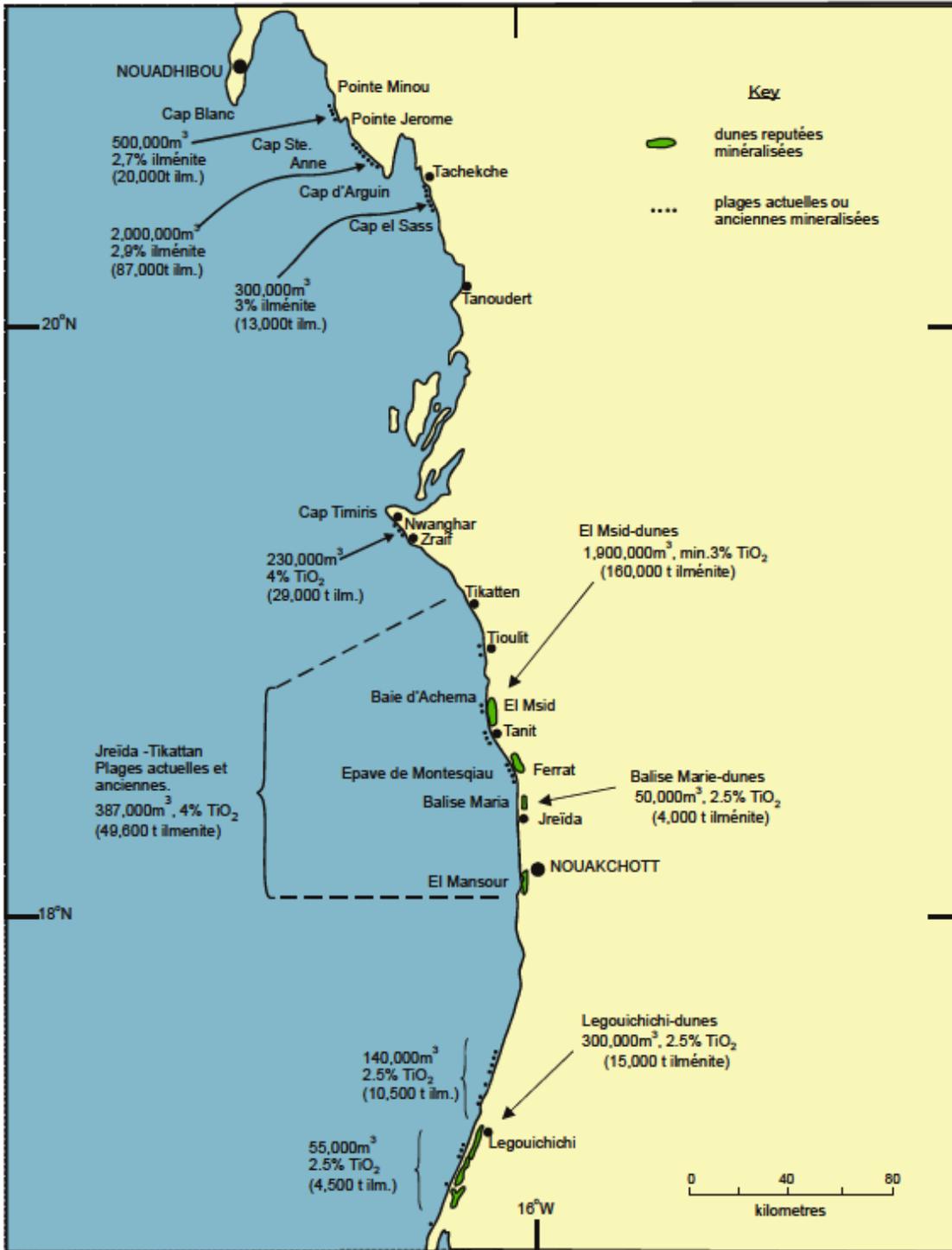


Figure 3. Localisation des dépôts de Ti de placers côtiers, tels que définis par le BRGM (Blanchot, 1975, comme modifié par Gunn et al., 2004).

Dans la cadre de cette étude, les placers à Ti-Zr côtiers ont été décrits, et ont fait l'objet de prélèvements près d'El Msid, au Nord de Nouakchott (Figures 3 et 4). Au niveau d'El Msid, des sables

sombres forment des couches au sein de dunes en forme de croissant, partiellement remaniées par l'action des vagues au niveau de la plage (Figures 3 et 4). La partie supérieure des dunes concentre les minéraux lourds par l'enlèvement des minéraux légers par le vent, phénomène conduisant à ce que l'on nomme aussi « le résidu par réduction de volume ». Les dunes sont lentement remaniées par la plage active transgressive, conduisant les minéraux lourds à être répartis par l'action des vagues, produisant classiquement une stratification entrecroisée à faible pendage au sein d'une couche de sable (Figure 4). Des concentrés à la batée de minéraux lourds ont été préparés sur place. Le Tableau 1 présente la concentration volumique d'éléments chimiques importants, obtenue à partir des concentrés de minéraux lourds. On notera que la composition du concentré est affectée par le processus de concentration sur le terrain. Le rapport Fe/Ti est constant à un niveau de 1,16 à 1,44, semblable ou légèrement supérieur à celui de l'ilménite Fe/Ti, à 1,17, suggérant que l'essentiel du Ti des concentrés provient de l'ilménite. Les intervalles de teneurs en Ti vont de 11,6 à 18,2 %m, ce qui correspond à un rapport de 36,8 à 57,7 %m d'ilménite, en prenant pour hypothèse que l'ensemble du Ti provient de l'oxyde. Les concentrés de métaux lourds contiennent de 2,8 à 6,4 %m de Zr, ce qui correspond à un niveau allant de 5,7 à 6,8 %m de zircon. Th se situe sur un intervalle allant de 356 à 831 ppm, tandis qu'U présente une faible variation, de 58 à 77 ppm. Les faibles valeurs pour Th et U, couplées avec une faible teneur en phosphore, suggèrent également une faible teneur en monazite et xénotime. En supposant que l'ensemble du Zr et de l'U est contenu dans le zircon, la teneur maximum en U du zircon est calculée comme se situant entre 10 et 18 ppm. Le rapport Zr/Hf s'échelonne de 24 à 38, ce qui est classique pour des zircons de la croûte (Clairborne et al., 2006). Plusieurs éléments de terres rares présentent des concentrations élevées par rapport au concentré global, plus particulièrement La (≤ 1070 ppm), Nd (≤ 770 ppm), et Y (≤ 372 ppm).

Les études minéralogiques dans trois zones (Jreida, Bloauokh et Tanit) indiquent que les dépôts de sable noir contiennent une composition moyenne de 26,5 %m de rutile, 22,5 %m d'ilménite, 11,8 %m de grenat, 10,2 %m de zircon, 7 %m d'épidote et 22 %m d'autres minéraux (Zagortchev et al., 1978 ; Gunn et al., 2004). Ces résultats sont semblables aux valeurs estimées à partir de la composition globale des concentrés issus de batées sur le terrain (Tableau 1).

Table 1. Composition chimique des concentrés de minéraux lourds, à El Msid, en Mauritanie.

Référence du laboratoire	N° d'échantillon	Fe	Ti	P	Dy	Ga	Gd	Ge	Hf	Ho	La	Lu	Nb
		%	%	%	ppm								
C-318115	GB07RIM03B	16,7	11,6	0,06	50,5	32	45,2	8	1 180	11,8	399	9,92	441
C-318116	GB07RIM04B	21,6	18,2	0,10	54,1	20	70,9	5	1 870	12,3	824	11	531
C-318117	GB07RIM05B	20,8	16,6	0,13	49,7	21	79,4	4	1 470	10,1	1 070	8,37	419
C-318118	GB07RIM07C	20,2	17,4	0,14	47,5	17	73,3	3	1 660	10,1	997	8,56	428

		Nd	Pr	Sm	Tb	Th	Tl	Tm	U	V	Y	Yb	Zr
		ppm											
C-318115	GB07RIM03B	312	91,2	55,5	7,53	356	< 0,5	7,53	57,6	482	358	61,4	28 400
C-318116	GB07RIM04B	612	181	96,7	9,58	706	< 0,5	7,47	77,1	598	372	67,3	60 300
C-318117	GB07RIM05B	770	223	120	9,99	831	< 0,5	5,8	67,4	564	296	52,4	55 400
C-318118	GB07RIM07C	735	216	112	9,2	825	< 0,5	5,81	71,8	548	281	52,5	63 800



Figure 4. Haut : dunes en forme de croissant avec des couches de sable sombre au sommet. La dune en bas à droite de la figure est partiellement remaniée par la plage active. Au milieu : surface supérieure ridée d'une dune de sable, sur laquelle les minéraux lourds de couleur sombre se concentrent comme résidus d'une réduction de volume. En bas : couche de minéraux lourds de couleur sombre au niveau de la plage active.

Il est intéressant de comparer les dépôts mauritaniens à ceux s'étant mis en place au Sénégal. Mineral Deposits Ltd. (Australie) prévoit d'exploiter une ressource minérale de 1,03 Gt de sable, avec 1,7 %m de minéraux lourds (en utilisant une valeur de coupure 1,5 %m pour les minéraux lourds) au sein du dépôt de zircon d'une longueur de 50 km de Grande Côte, sur la côte du Sénégal, entre Dakar et St-Louis (www.mineraldeposits.com.au). Les minéraux lourds comprennent l'ilménite (~ 66-74 %), le leucoxène (~ 4-7 %), le rutile (~ 1-3 %) et le zircon (~ 7-11 %). Le zircon possède un faible niveau d'impuretés, de telle façon qu'il peut être vendu comme zircon de « haute qualité », constituant de ce fait le minéral économique le plus recherché au sein du dépôt. Le rutile et le leucoxène généreront également du chiffre d'affaires, l'ilménite, présente en abondance, sera stockée jusqu'à ce que sa valeur permette une vente bénéficiaire. Il est intéressant de noter que l'information immédiatement disponible suggère pour le moment que les dépôts Ti-Zr de placers côtiers de Mauritanie possèdent également une teneur élevée en zircon, avec une faible teneur en U, de telle manière qu'il pourrait être d'une qualité élevée, permettant de générer de meilleurs chiffres d'affaires.

Zones minérales favorables aux placers à Ti-Zr côtiers

Les zones minérales favorables aux dépôts de placers à Ti-Zr côtiers sont définies par la localisation du sable de dune littoral (cordon dunaire fixé : cdf), du sable de dune remanié (sable dunaire ancien remanié : cdi), du sable de plage active ou inactive (cordon littoral actuel : ccl), des dunes de sable éolien (dunes : cd), des sédiments de fermeture de golf, et du sable de plage soulevée (sédiments de fermeture de golfe – plages soulevées : csf). Considérant la dispersion des dépôts de Ti de placers côtiers le long de la côte, correspondant à l'essentiel de la côte Atlantique de la Mauritanie, les zones minérales favorables aux placers à Ti-Zr comprennent l'ensemble de la côte mauritanienne recouverte par ces unités sableuses (Annexe A).

Conclusion

1. Le sable des dunes littorales, le sable de dune remanié, et le sable de plages récentes ou inactives des côtes mauritaniennes ont révélé des dépôts de placers à Ti-Zr côtiers. Ces plages et ces dunes sableuses constituent des zones minérales favorables à la présence de dépôts de ce type en Mauritanie (Figure 5) ;
2. Actuellement, on ne dispose pas d'estimations fiables de la ressource correspondant aux dépôts de placers à Ti-Zr côtiers, puisque les chiffres antérieurs ne prennent pas en compte un certain nombre de facteurs, dont par exemple la valeur de coupure ;
3. Les dépôts de placers à Ti-Zr côtiers sont actuellement définis sur la base de leur teneur en Ti ou en ilménite, tandis que le rutile et le leucoxène, minéraux plus abondants et de plus grande valeur, ont pu être négligés (soit parce que la teneur est calculée à partir de l'ilménite, soit que la valeur de Ti %m est convertie en teneur en ilménite). C'est également le cas lorsqu'une teneur élevée en zircon n'a pas été prise en considération.

Références

- Blanchot A, 1975. Plan minéral de la République islamique de Mauritanie. BRGM, 564 p. [R7500100.PDF]
- Claiborne LL, Miller CF, Walker BA, Wooden JL, Mazdab FK, Bea F, 2006. Tracking magmatic processes through Zr/Hf ratios in rocks and Hf and Ti zoning in zircons: An example from the Spirit Mountain batholith, Nevada. *Mineralogical Magazine* 70: 517-543.
- Deynoux M, Ghienne J-F, Kocurek G, Lancaster N, Lézine A-M, Singhvi A, Bano M, Deck S, Lo K, Mahieux G, 2001. Les systèmes Quaternaires éoliens, lacustres et lagunaires en Mauritanie occidentale (Parc national du Banc d'Arguin). [MU001-14.PDF]
- Gunn AG, Pitfield PEJ, Mckerverey JA, Key RM, Waters CN, Barnes RP, 2004. Notice explicative des cartes géologiques et gîtologiques à 1/200 000 et 1/500 000 du Sud de la Mauritanie. Volume 2 – Potentiel Minier. DMG, Ministère des Mines et de l'Industrie, Nouakchott.
- Hamilton NTM, 1995. Controls on the Global Distribution of Coastal Titanium-Zirconium Placers. *International Geology Review* 37: 755 - 779.
- Zagortchev IS, Kralev GK, Katevski IG, 1978. Rapport sur les résultats de la reconnaissance des sables lourds du littoral mauritanien, de St. Louis à Cap Timris. S.N.I.M., 104 p. [R780004.PDF]