

CARACTERISTIQUES DU GITE DE GALENE D'AMBATOFANGEHANA AMBATOFINANDRAHANA MADAGASCAR

Alfred Andriamamonjy¹, Lala Andrianaivo², Dieudonné Razafimahatratra³, Miadana Andriamifidisoa²

- 1- Sciences de la Terre et de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, BP 906 Antananarivo 101, Madagascar. Email : saphirzzf@gmail.com
- 2- Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, BP1500 Antananarivo 101, Madagascar.
- 3- Ecole Normale Supérieure, Université d'Antananarivo, BP 881 Antananarivo 101, Madagascar.

Résumé

Le gîte de galène d'Ambatofangehana se localise dans les faciès carbonatés de la série Schisto-Quartzo-Carbonatée (SQC) appartenant au sous domaine d'Itremo, d'âge protérozoïque. Les faciès minéralisés sont formés dans un contexte métamorphique de type skarns. Le gîte est constitué principalement de veines ou filons minéralisés en plomb et en plombo-cuprifère interstratifiés avec des marbres. Cet ensemble montre une foliation générale orientée vers N20 avec un pendage de 80°WNW. L'assemblage minéralogique est constitué de la galène, de la calcite, du groupe d'arséniate, de la chalcopryrite et de la malachite. Les cristaux de galène se présentent sous forme d'agrégat massif millimétrique. La teneur en Pb qui varie de 54,12% à 55,04% vérifie son exploitabilité comme gîtes intéressantes.

Mots clés : Galène, plomb, Ambatofangehana, veines, filons, gisement, agrégat massif

I. INTRODUCTION

Le gîte de galène d'Ambatofangehana se trouve à 30km environ à l'Est d'Ambatofinandrahana. Il se localise généralement aux marges de plutons granitiques dans la série Schisto-Quartzo-Carbonatée (SQC) du sous domaine d'Itremo. Les minéralisations de galène sont de types skarns qui se présentent sous forme de veines et de filons dans les marbres. Elles pourraient être associées à d'autres minéralisations et notamment en cuivres. Leur mise en place est d'âge protérozoïque qui pourraient ressembler aux gisements similaires connus en Afrique et en Inde (Peters et al., 2003).

II. GENERALITES SUR LES GALENES

II.1 Minéralogie

Le nom provient du mot latin "galena" qui signifie "minerai de plomb", voire du grec "γαλένη" (galène) signifiant "plomb" (Lebedev et al. 1971). C'est un minéral opaque de couleur gris de plomb, bleuâtre, gris noir ou irisé. La galène se présente généralement sous forme de cristaux cubiques, plus rarement cristaux cubo-octaèdres ou octaèdres, à éclat métallique brillant, de pouvoir réflecteur 41,6%. Les agrégats montrent un aspect squelettique, massif, réticulé, grenu, grossier, fin, fibreux ou stalactitique. La galène a une dureté de 2,5-2,75 et une densité de 7,57. Elle appartient au groupe de Sulfures, sulfosels (Kretz R, 1983).

La galène est exploitée comme minerai de plomb et d'argent. Les galènes massives et pauvres en argent, étaient autrefois finement broyées et utilisées sous le nom d'Alquifoux (mot d'origine arabe) comme vernis à poterie (Walker, 2013).

II.2 Gites de galène à Madagascar

La galène se rencontre dans différents contextes géologiques (Figure 1): filons métallifères hydrothermaux à plomb-zinc-argent de température moyenne, dépôts d'origine métasomatique de type skarn, remplacement hydrothermaux dans les calcaires etc. La galène se rencontre aussi dans les gîtes volcano-sédimentaires, sédimentaires, pegmatitiques et pneumatolytiques (Dawson, K.M. 1996).

A Madagascar, Peters *et al.* (2003) ont identifié plusieurs gisements de Pb et Zn et qui pourraient être associées à d'autres minéralisations et notamment à Cu. Les principaux types de gisements sont les sédiments du Protérozoïque des groupes de Sambirano-Sahantaha et d'Itremo (Andriamampihantona, 1984).

Les indices de plomb et de zinc de Madagascar sont surtout présents dans les minéralisations de type skarn (Tittley, 1993). Ils se trouvent également sous la forme de sulfures en trace dans d'autres types de minéralisations. Les secteurs favorables majeurs pour un potentiel en minéralisations à Pb-Zn sont l'Analalava-Ambilobe, le Sambirano-Sahantaha, le Tsaratanana, le Kelifely et le domaine d'Itremo (Figure 1).

Les gites secondaires sont représentés par les indices de grès à Pb-Zn avec la zone de contact entre les conglomérats de base continentaux et les sédiments arkosiques dans le groupe de l'Isalo I ainsi qu'avec les sédiments marins peu profond du Jurassique et les faciès évaporitiques (BGS-USGS-GLW, 2008). Trois indices stratiformes de Pb sont connus dans le bassin du sud de Mahajanga aux alentours de Mahabe, d'Ambarinahary et de Bemarivo. Ces minéralisations consistent en des sulfures de Pb disséminés. De plus, des sulfures de Pb sont rapportés dans les grès arkosiques du Permien inférieur dans la zone de Ranomafana. Une petite minéralisation à pyrite, localisée dans le même niveau stratigraphique est aussi rapportée à Ampasimena à l'extrémité nord du Domaine de Bemarivo.

III. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le gîte de galène d'Ambatofangehana appartient au groupe des Schiste-Quartzite-Cipolin (SQC) du sous-domaine d'Itremo qui fait partie du grand domaine cristallin de Madagascar. Le groupe SQC est constitué par une série para-métamorphique de schistes, de quartzites et de cipolins (Clair, 1963), d'âge paléoprotérozoïque, soit de 2,5 à 1,6 milliards d'années (Cox *et al.*, 2004 ; Tucker *et al.*, 2012). Cette série est recoupée par les suites magmatiques d'Imorona-Itsindro et d'Ambalavao-Kiangara-Maevarano, formées de granites, gabbros et syénites (Figure 2).

III.1. Le Groupe Schiste-Quartzite-Cipolins (SQC)

- Les schistes

Ce sont des schistes pseudo-ardoisiers à grains fins (Tucker *et al.*, 2012) à extension plus restreinte que la série des quartzites (Moine, 1974). Les minéraux constitutifs sont des quartz et des micas en proportion variable (biotite et muscovite), à schistosité plane très marquée.

- Les quartzites

Ils se présentent des bancs métriques ou décimétriques interstratifiés dans les autres faciès du groupe et couvrent la majeure partie du groupe SQC. Ils sont composés essentiellement de quartz à granulométrie variable (grains fins à gros grains) et de minéraux accessoires tels que la muscovite, la biotite, la tourmaline, le microcline et la sillimanite (Moine, 1974). Les quartzites présentent le plus souvent des structures sédimentaires telles des stratifications entrecroisées, des rides sédimentaires et des niveaux conglomératiques (Moine, 1974).

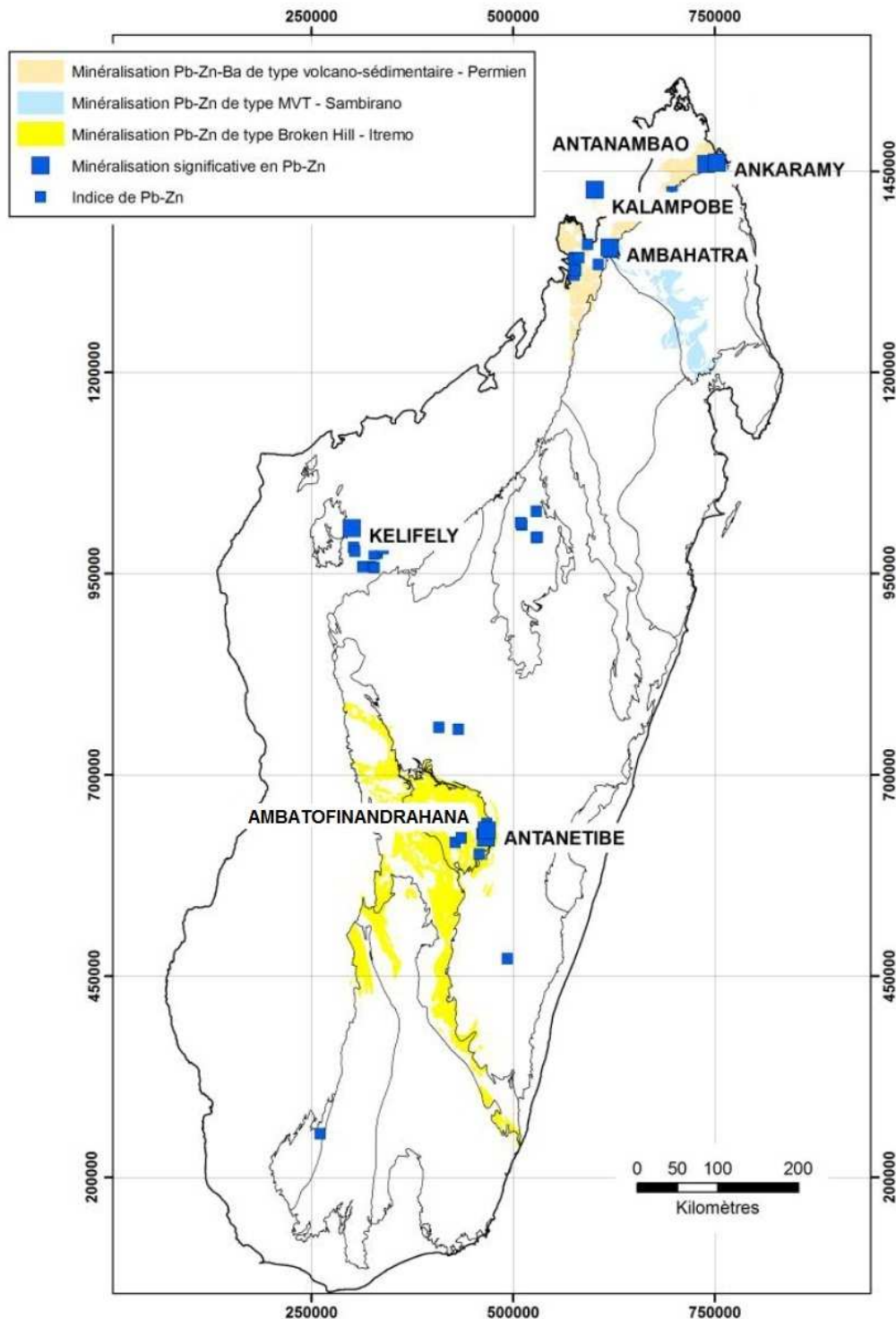


Figure 1 : Carte des indices et zones favorables en Pb-Zn à Madagascar

- Les roches carbonatées

Les marbres se présentent en deux faciès majeurs qui sont un marbre blanc à stromatolites (construction discoïde ou mamelonnée due à l'activité d'algues bleues - Cyanophycées) et un marbre brun sableux. Ces roches sont constituées de calcite et de dolomite, du quartz, de la trémolite, du diopside, de la biotite,

du péridot, de la phlogopite, du microcline et de disséminations sulfurées à pyrite, chalcopyrite et galène. Quelques fois, des bancs de cipolin renferment des minéraux du cuivre comme à Ambatovarahina (Moine, 1974).

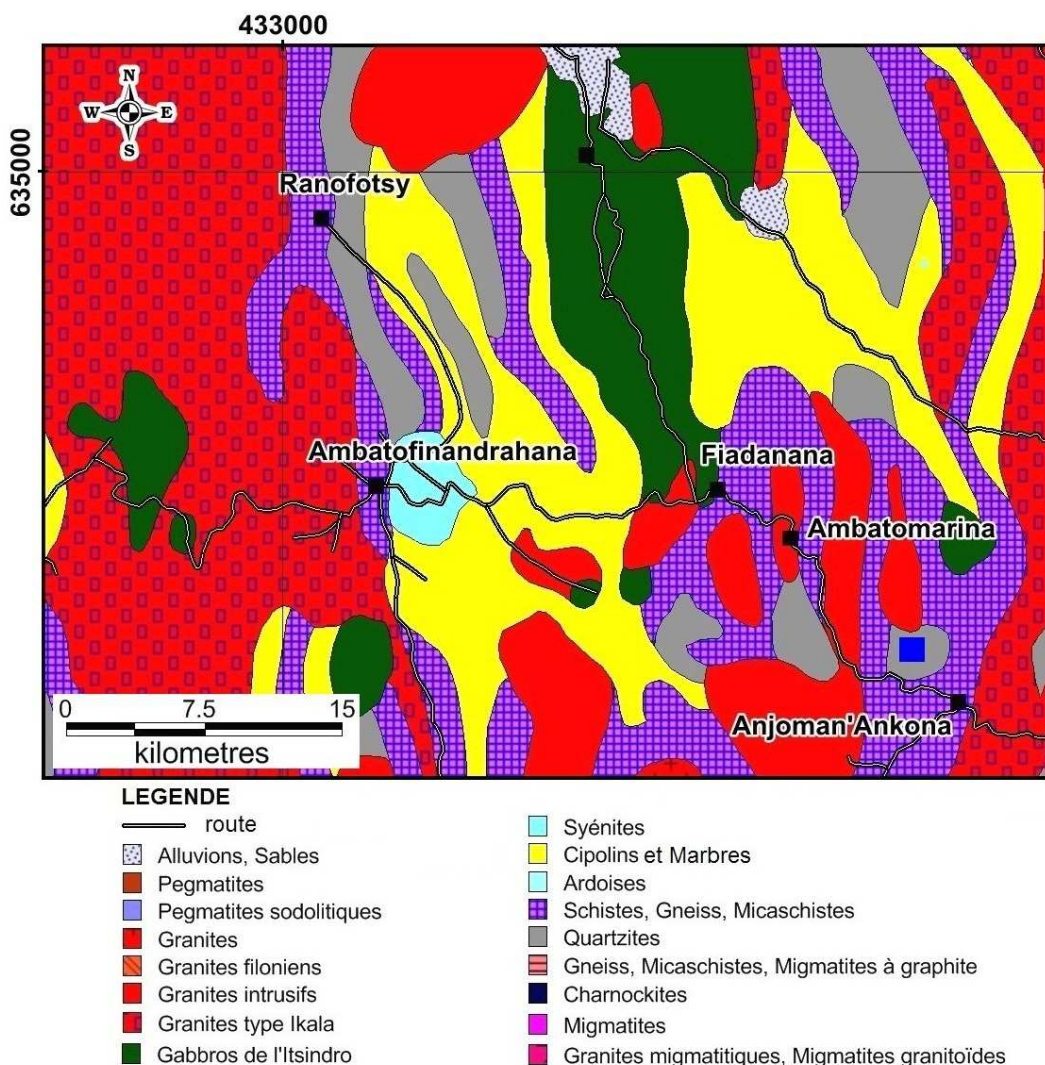


Figure 2 : Carte géologique régionale

III.2. Les suites magmatiques

Les formations SQC sont recoupées par les suites magmatiques de l'Imorona-Itsindro et d'Ambalavao-Kiangara-Maevarano (Tucker et al., 2012). La suite magmatique d'Imorona-Itsindro, datée entre 820 et 760 Ma, présente des faciès allant des granites alcalins aux syénites quartziques. Elle comprend également des faciès basiques avec des termes de gabbro à diorite voire des gabbronorites (Tucker et al., 2012). La suite magmatique d'Ambalavao-Kiangara-Maevarano, datée entre 550 et 510 Ma, forme des complexes granitoïdes à orthogneiss pré à syn-tectoniques et plutons intrusifs, parfois à structures emboîtés, tardi- à post-tectoniques. La majorité de ces corps plutoniques sont porphyroblastiques, d'autres sont gneissiques parfois oeilés à feldspath potassique, ou pegmatitiques. Cette suite couvre les domaines des syénites jusqu'aux granites fins (Tucker et al., 2012).

IV. DESCRIPTION DES GITES

Le gîte de galène d’Ambatofangehana fait partie de nombreuses minéralisations à Cu, Pb, Zn, et barytine qui sont présentes dans le sous domaine d’Itremo (Figure 3). Leur contexte géologique est caractérisé par l’intrusion granitique dans la série SQC (Schisto-Quartzite -Carbonatée) (GAF-BGR, 2008b), d’âge 1000 à 720 Ma mais aussi à 550 Ma qui montre un métasomatose entre les roches carbonatées et des massifs sulfurés conduisant à la mise en place des minéralisations de type skarn à Cu-Pb-Zn (Peters et al., 2003). Le gîte était déjà exploité depuis l’époque coloniale et la reprise de l’exploitation a commencé en 2014.

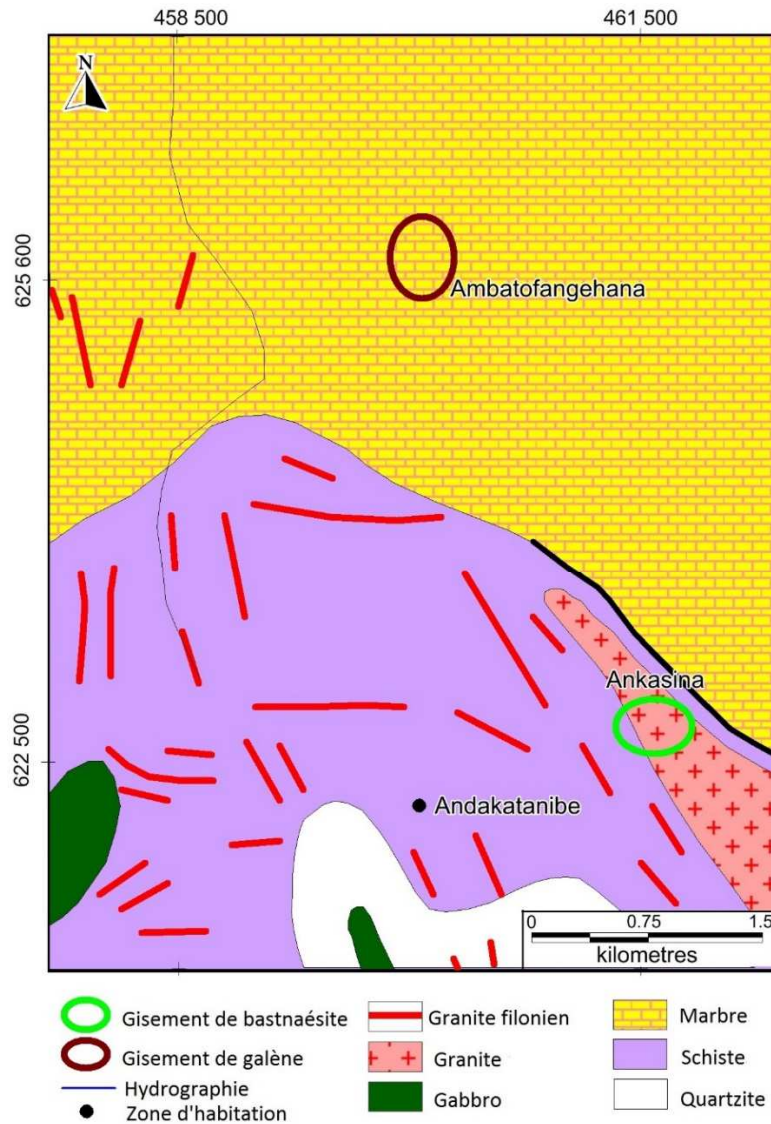


Figure 3 : Carte géologique d’Andakantanibe

Le gîte de galène se trouve dans une zone déprimée, de 1422m d’altitude, du flanc ouest de la colline de Vohimenakely (Figure 4). Cette zone se situe au contact entre les marbres et les intrusions granitiques de type Ambalavao-Kiangara-Maevarano d’âge 550 Ma. Le gîte se concentre dans les marbres et il se présente sous forme de veines ou filons concordant à la foliation générale, de direction N20 avec un pendage de 80°WNW (figure 5). L’exploitation est soit sous forme de puits d’une quinzaine à 25 mètres de profondeur soit à ciel ouvert.



Figure 4 : L'exploitation de galène dans la colline de Vohimenakely.

Les roches encaissantes sont constituées par des marbres de couleur grise et blanche. Les faciès minéralisés sont formés par des zones à galène dans la partie basale, des zones galène-malachite dans la partie intermédiaire et des zones à malachite dans la partie supérieure. L'épaisseur de faciès minéralisés varie de 20cm à 2m d'épaisseur (Figure 5). La galène apparaît sous forme des agrégats massifs constitués par des petits cristaux à éclat métallique brillant, de couleur gris de plomb, dont la taille varie de 1 à 3mm (Figure 6A et B).

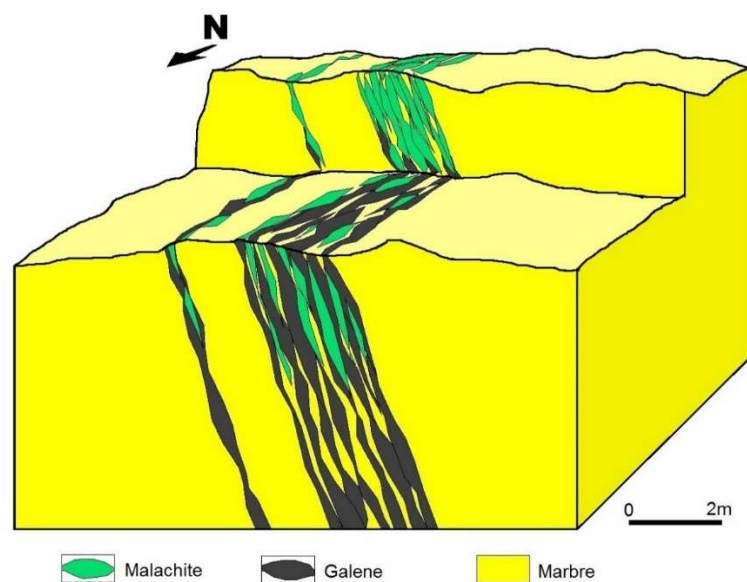


Figure 5 : Modèle tridimensionnel du gîte de galène à Vohimenakely-Ambatofangehana.

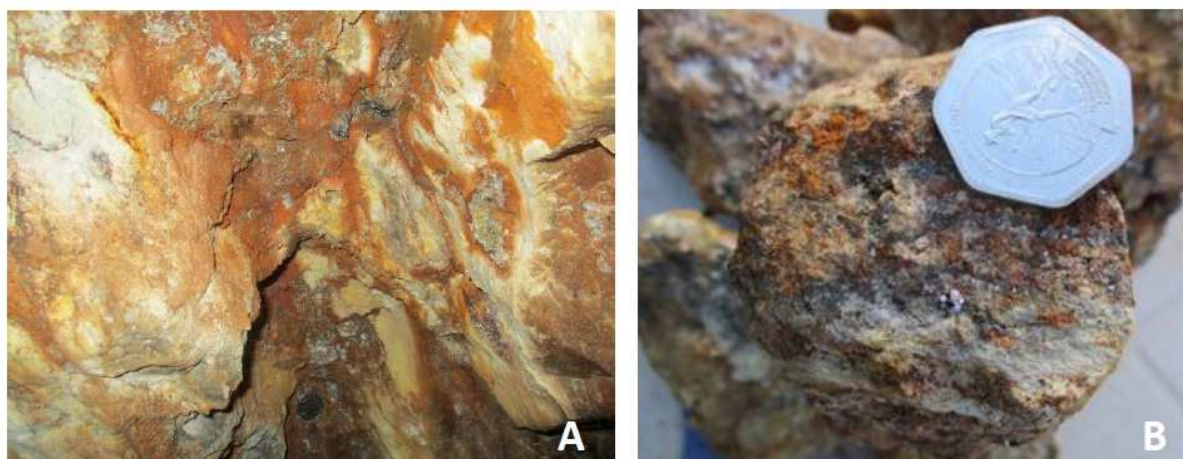


Figure 6 : A- Zones minéralisées en galène ; B- Roche à galènes (en petits cristaux brillants)

V. COMPOSITION CHIMIQUE DES GALENES

La méthode utilisée est les analyses chimiques par XRF des poudres de roches à galène. Le tableau 1 représente la composition chimique des trois échantillons dans les gisements de galène d'Ambatofanghana.

Tableau 1 : Analyses chimiques des minerais de galène d'Ambatofanghana

Field Label 1	Gal1	Gal2	Gal3
Pb	55,04%	54,12%	54,35%
S	33,32%	33,12%	32,63%
Cu	1,60%	1,58%	1,51%
Zn	0,81%	0,83%	0,79%
As	5,02%	4,95%	4%
Cl	2,68%	2,88%	2,58%
K	0,11%	0,12%	0,11%
Ca	0,31%	0,35%	0,29%
Fe	2,05%	2,05%	1,96%

La teneur en Pb qui varie de 54,12% à 55,04% et celle du sulfure de teneur 32,63% à 33,32% montrent que les minerais sont riches en galène. La corrélation positive de cuivre par rapport au fer avec un rapport Fe/Cu qui est proche de 1 signifie l'association de cuivre et de fer en donnant une matrice de chalcopryrite. La présence d'arsenic dont la teneur varie de 4% à 5,02% montre que le gisement est caractérisé par la paragenèse minérale du groupe d'arséniate avec de la galène et de la chalcopryrite. La teneur en calcium (0,29% à 0,35%) vérifie que le faciès environnant est des roches carbonatées (marbres) d'où la formation de malachite dans le gisement.

V. CONCLUSION

Le gisement de galène d'Ambatofangehana se localise dans les faciès carbonatés du groupe SQC. Les faciès minéralisés sont de type skarns qui se présentent sous forme de veines ou filons concordant à la foliation générale, de direction N20 avec un pendage de 80°WNW. La paragenèse minérale est constituée de la galène, du groupe d'arséniate, de la chalcopryrite et de la malachite.

Le gisement est exploité comme minerais de plomb et parfois de plombo-cuprifère. Ces minerais se présentent en cristaux millimétriques qui se regroupent en agrégat massif.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Andriamampihantona M. J. (1984). Contribution à l'étude du complexe alcalin d'Ambatofinandrahana et de ses minéralisations à lanthanides (Région centrale de Madagascar). Thèse des Doctorat. Université Joseph Fourier-Grenoble I, 191p.
- 2- BGS-USGS-GLW, 2008. Révision de la cartographie géologique et minière des zones Nord et Centre de Madagascar (Zones A, B et D). République de Madagascar, Ministère de L'énergie et des Mines (MEM/SG/DG/UCP/PGRM), 1049 p.
- 3- Clair, G. (1963). Comptes rendus de la semaine géologique. Tananarive : Imprimerie Nationale, 300 p.
- 4- Cox, R., Coleman, D.S., Chokel, C.B., DeOreo, S.B., Collins, A.S., Kro"ner, A., De Waele, B., 2004. Proterozoic tectonostratigraphy and paleogeography of central Madagascar derived from detrital zircon U–Pb age populations. *Journal of Geology* 112, 379–400.
- 5- Dawson, K.M. 1996. Skarn zinc-lead-silver. In *Geology of Canadian Mineral deposit types*. Edited by O.R. Eckstrand, W.D. Sinclair, and R.I. Thorpe. Geological Survey of Canada, *Geology of Canada* No. 8, p. 448-459.
- 6- Fournie L. (1968). Les gisements de terres cériques de la région d'Ambatofinandrahana - Possibilités en Europium. Rapport inédit du BRGM 68 TAN 2.
- 7- Kretz R, (1983). Symbols for rock-forming minerals. *Am. Mineral.* 68 :277-279.
- 8- Moine, B., (1967). Relations stratigraphiques entre la série «schisto-quartzo-calcaire » et les gneiss environants (centre-ouest de Madagascar): Données d'une première étude géochimique. *Comptes Rendus de la Semaine Géologique de Madagascar*, 49–53.
- 9- Moine, B. (1974). Caractères de sédimentation et de métamorphisme des séries précambriennes épizonales à catazonales du centre de Madagascar (Région d'Ambatofinandrahana), Approche structurale, pétrographique et spécialement géochimique. Thèse de Doctorat ès-Sciences Naturelles. Université de Nancy I, France, 293p.
- 10- Peters, S.G., Bawiec, W.J., Sutphin, D.M., eds. , 2003. Pre-assessment of Madagascar's undiscovered non-fuel mineral resources : U.S. Geological Survey Administrative Report, 159 pages 14 plates.
- 11- Titley, S. R., 1993. Characteristics of high-temperature, carbonate-hosted massive sulphide ores in the United States, Mexico and Peru: in Kirkham, R. V., Sinclair, W. D., Thorpe, R. I., Duke, J. M., eds., *Mineral Deposit Modeling: Geological Association of Canada, Special Paper* 40, pp. 585–614.
- 12- Tucker, R.D., Peters, S.G., Roig, J.Y., Théveniaut, H., Delor, C., (2012). Notice explicative des cartes géologiques et métallogéniques de la République de Madagascar à 1/1 000 000. Ministère des Mines, Antananarivo, République de Madagascar, 263p.
- 13- Walker, J.A. 2013. Le plomb. Ministère de l'Énergie et des Mines du Nouveau-Brunswick, Division des minéraux et du pétrole, Profil des minéraux commercialisables, no 10, 6p.