



REPUBLIQUE DE MADAGASCAR
TANINDRAZANA - FAHAFAHANA – FANDROSOANA



La culture de l'excellence



MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE MAHAJANGA
FACULTE DES SCIENCES
MADAGASCAR



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE
ET SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT



OPTION : GEOLOGIE- PALEONTOLOGIE- MUSEOLOGIE
(G.P.M.)

Promotion : TARATRA

Mémoire de Masters 1

GISEMENTS AURIFERES DE TYPE PLACER -REGION DE MAEVATANANA-

Présenté et soutenu par :

ZAFIZARA Micheline

Membres de jury :

Président de Jury : Docteur RANDRIANODIASANA Julien

Directeur : Docteur RAVOLAHY ARVEL Christoph

Juge : Docteur RANDRIAMANANTENASOA Arivelo

Date de soutenance : 21 Décembre 2009

2008, Mahajanga, MADAGASCAR

REMERCIEMENTS

Cet ouvrage n'aurait jamais pu voir le jour sans les contributions importantes de certaines personnes. Il s'avère ainsi judicieux que soient adressés de ma part, à tous ceux qui de loin ou de près n'ont point lésiné sur leurs efforts pour l'organisation de ce mémoire, de vifs remerciements, plus particulièrement :

❖ à mes très chers parents qui ont fait tant de sacrifices pour que je puisse devenir la personne d'aujourd'hui ;

❖ à mes enseignants :

☞ **Dr RANDRIANODIASANA Julien**, Ph.D, Spécialiste en Biochimie appliquée à l'agriculture, Maître de conférences, Doyen et Enseignant à la Faculté des Sciences de Mahajanga, pour sa bienveillance d'avoir bien voulu accepter la présidence du jury.

☞ **Dr RAVOLAHY Arvel Christoph**, Ph.D, Ingénieur en Pétrologéologie. Directeur du présent mémoire.

☞ **Dr RANDRIAMANANTENASOA Arivelo Fidimanana**, co-responsable de l'Option Géologie, Paléontologie, Muséologie (GPM) et Enseignant-Chercheur au sein de la Faculté des Sciences de Mahajanga, membre de jury ;

☞ **Professeur RAMANIVOSOA Beby**, co-responsable de l'Option Géologie, Paléontologie, Muséologie (GPM) et Directrice académique et scientifique du « Musée AKIBA », pour son soutien ainsi que ses encouragements jusqu'à l'achèvement total de ce délicat travail ;

❖ au **Dr TSANGANDRAZANA Gilbert**, Neuro-psychiâtre et frère de l'impétrante, pour ses indispensables conseils et contributions financières ;

Et à bien d'autres amis proches pour leurs suggestions, sans oublier l'assistance pour sa noble et irremplaçable présence à cette soutenance.

Merci infiniment !

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Fonds de batée après orpillage d'un placer de Maevatanana.....	1
Figure 2 : Pépites et poudre d'Or – Quartz aurifères.....	2
Figure 3 : Schéma de distribution des faciès alluviaux	13
Figure 4 : Schéma de distribution des gisements de placers de différentes classes et sous-classes en section transversale de la vallée fluviale	14
Figure 5 : Or dans du quartz.....	21

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES.....	2
I.1. NOTION SUR L'OR	2
I.2.GENÈSE DES PLACERS.....	3
I.3.GISEMENTS DE TYPE PLACER.....	4
I.4. CLASSIFICATION DES PLACERS.....	5
a)- Placers éluviaux.....	5
b)- Placers colluviaux.....	6
c)- Placers fluviatiles.....	6
d)- Placers marins.....	8
e)- Placers éoliens.....	9
f)- Placers fluvio-glaciaires.....	10
I.5. CONDITIONS GEOLOGIQUES DE FORMATION DES PLACERS.....	11
a)- Liaison avec les roches en place.....	11
b)- Liaison avec les faciès des roches clastiques.....	12
c)- Facteur géomorphologique.....	14
d)- Facteur érosif.....	15
e)- Facteur tectonique.....	16
f)- Facteur climatique.....	17
g)- Facteur hydrographique.....	17
h)- Age géologique.....	18
i)- Liaison avec les autres groupes génétiques.....	18
DEUXIEME PARTIE : MÉTHODOLOGIE.....	19
TROISIEME PARTIE : RESULTATS.....	20
ETUDE DES PLACERS DE LA RÉGION DE MAEVATANANA.....	20
III.1. Situation géologique, orographique, hygrométrique et hydrographique de la région.....	20
III.2. Gisements aurifères aux environs de Maevatanana.....	21
III.3. Gisements aurifères de Tainangidina.....	22
a)- Description géologique du gisement de Tainangidina.....	22
b)- Coupe de la formation latéritique.....	23
c)- Classification des gisements.....	23
III.4. Gisements d'Antanimbary.....	24
a)- Les gisements aurifères de la zone d'activité.....	24
b)- Méthodes d'exploitation des gisements d'Antanimbary.....	26
QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION.....	30
IV.1- Sur l'acquisition des permis miniers par les orpailleurs.....	30
IV.2- Sur le flou pour les permis et les droits à payer.....	30
IV.3- Sur la nourriture.....	30
IV.4- Sur l'eau.....	30
IV.5- Sur la santé.....	31
IV.6- Sur l'absence de fonds.....	31
IV.7- Sur la carence en formation technique.....	31
IV.8- Sur l'identification des vrais collecteurs.....	31
IV.9- Sur le problème de cohabitation.....	32
V.10- Sur le problème de sécurité.....	32
IV.11- Sur le problème de terrain.....	32
RECOMMANDATIONS.....	33
CONCLUSION.....	36
BIBLIOGRAPHIE	

INTRODUCTION

Même si les gisements aurifères primaires existent, la majeure partie de la production des petites exploitations provient de gisements secondaires appelés placers.

La connaissance de la Géologie, de l'exploration et de l'exploitation des gisements de type placers aurifères a une importance capitale pour le développement futur du secteur minier. Depuis le milieu des années 90, la production de minéraux des petites exploitations minières artisanales malgaches a changé.

Les expériences pratiques en prospection /exploration et exploitation des placers des opérateurs ont contribué à l'amélioration des connaissances du terrain et du savoir-faire notamment sur le plan technique, permettant de découvrir des gisements secondaires très riches en pierres gemmes et en métaux nobles comme l'Or.

La découverte des gisements figure au nombre des leviers importants du développement. Aussi, le choix du thème « GISEMENTS AURIFERES DE TYPE PLACER - RÉGION DE MAEVATANANA » présente-t-il un grand intérêt pour la nation.

Ainsi, tout le long du présent ouvrage, l'objectif est de faire mieux connaître par le biais de ce thème, toujours d'actualité, les gisements de type placers aurifères dans la région de Maevatanana.



Figure 1 : Fonds de batée après orpaillage d'un placer de Maevatanana.

Photo : Randriamanantenasoa A.F.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

1

I.1. NOTION SUR L'OR

L'or est un métal précieux de couleur jaune et brillante. L'or sert depuis des siècles à mesurer la richesse. Il se rencontre rarement sous forme cristallisée et il est travaillé depuis plus de 5000 ans. Ce métal est facile à travailler, car tendre et ductile. Bon conducteur de la chaleur et de l'électricité, il fond à 1063°C. Il est inattaquable par l'air, l'eau, l'acide azotique et chlorhydrique (eau régale). Toutefois, il est soluble dans le mercure. On le retrouve le plus souvent dans le sol, à l'état pur ou natif. Certaines rivières charrient des paillettes d'or dans leurs sables.

La dureté de l'or est de 2,5 à 3 et son poids spécifique est élevé, de 15,6 à 19,3 et il résiste très bien à la corrosion.

Sa formule chimique est « Au » (masse atomique=196,967, numéro atomique=79).

Pour améliorer la dureté, les joailliers utilisent des alliages avec du cuivre, du platine etc. Sa pureté est évaluée en carats : 24 carats pour l'or pur à 100% ,18 carats pour l'or pur à 75%, etc.



Figure 2 : Pépites et poudre d'Or - Quartz aurifères. *Photo : RANDRIAMANANTENASOA A F..*

I.2.GENÈSE DES PLACERS

Aux cours de l'histoire géologique, les gisements primaires sont transformés, érodés et décomposés. Les composants minéraux sont séparés dans le processus de décomposition et par leur transport dans les pentes et le long des ruisseaux et des rivières (DEDDO H., MICHAEL P., 2002).

Le mécanisme de formation des placers se réduit au triage du matériau détritique d'après la grandeur, la densité et la forme des débris et ainsi qu'à l'abrasion et l'arrondissement de débris et à une différenciation en fonction de la résistance mécanique et la stabilité chimique de ces débris au cours de transport sur la surface terrestre (BILIBINE Y., 1988).

Les roches métamorphiques et pegmatites à gemmes et à or se sont formées dans certaines parties du super continent Gondwana, correspondant aujourd'hui à l'Amérique du sud, l'Afrique, Madagascar, l'Inde, l'Australie et l'Antarctique. Les zones dont les roches contiennent des gemmes et de or, ont été portées à l'affleurement et érodées, ce qui a formé des débris d'érosion et des sédiments de rivières et dont certaines couches spécifiques sont enrichies en pierres gemmes et en or.

Grâce à leur dureté et à leur inaltérabilité, les pierres gemmes et l'or résistent mieux à l'érosion que les minéraux relativement fragiles comme le quartz et le feldspath qui constituent la majorité des composantes de la roche érodée. De plus, le poids spécifique (densité) des pierres gemmes et de l'or est élevé par rapport à celui des minéraux qui sont les constituants principaux des roches. Les différentes fractions du sédiment sont séparées par la force de gravité : les minéraux en petits grains restent plus longtemps en suspension que le minéral en gros grains. De même, les minéraux légers restent plus longtemps en suspension que les minéraux lourds. Par conséquent, les matériaux lourds sont enrichis dans les fractions de gravier des sédiments (alluviaux ou fluviaux) de la rivière. Ces couches sédimentaires enrichies en substances lourdes sont appelées placers.

Les minéraux des placers sont des pierres gemmes (diamants, saphirs, rubis etc.), des minerais comme la cassitérite (SnO₂) ou la chromite (FeCr₂O₄), des métaux précieux comme l'or, le platine, des minéraux industriels comme le zircon, le rutile, la monazite, l'ilménite etc. Ces minéraux de placers sont purs, séparés des minéraux moins résistants sous l'effet du transport, bien arrondis et faciles à séparer par gravité en moyen de sluices, de batées, de cyclone hydraulique ou grâce à des séparateurs électrostatiques. Dans le cas de pierres gemmes et de métaux précieux, l'infrastructure d'exploitation n'est pas important. Seul un petit équipement est nécessaire et des installations comme le sluice peuvent être construites sur le terrain en matériaux naturels.

Les placers des pierres gemmes et métaux précieux, peuvent donc être exploités dans les endroits reculés (avantage important dans le cas de Madagascar) (DEDDO H., MICHAEL P., 2002).

Pour toutes ces raisons, il y a une forte valeur ajoutée avec un faible investissement et un moindre risque (de bonnes raisons pour attirer les artisans mineurs de tout le pays, plus ou moins instruits, expérimentés et préparés au travail spécifique de la mine).

I.3.GISEMENTS DE TYPE PLACER

Les placers (gisements secondaires) se constituent par suite d'une concentration des minéraux de valeur dans des dépôts détritiques provenant du fait de la décomposition et de la sédimentation de substances de roches et gîtes minéraux. Leur transformation est en rapport avec l'altération physique et chimique des roches comme des minéraux utiles.

Aux endroits de destruction des sources de matériaux originels se forment des placers éluviaux. Au cours du déplacement de matériaux altérés et désagrégés sur les pentes apparaissent des placers éluviaux. Leur accumulation au bas versant peut aboutir à la formation des placers proluviaux (alluviaux torrentielles). Les cours d'eau charriant le matériau détritique et granulé d'altération sont à la base de la genèse des placers fluviatiles ou alluviaux. Les placers littoraux se déposent le long de la zone littorale des lacs, mers et océans. En outre, l'activité des glaciers peut donner naissance à des placers glaciaires,

tandis que l'activité du vent peut engendrer des placers éoliens (BILIBINE Y., 1988).

Ainsi, dans le groupe des placers, on distingue les classes suivantes :

- 1) éluviales
- 2) colluviales
- 3) alluviales divisées en sous-classes, celles des cordons bordiers, des lits fluviaux, des vallées, des deltas et des terrasses
- 4) littorales, se divisant en sous-classes des côtes lacustres, marines et océaniques, fluvioglaciaires
- 5) éoliennes ou dunaires.

I.4. CLASSIFICATION DES PLACERS

Au cours de la géologie historique, les placers peuvent être sujets à des remaniements par changement de conditions de sédimentations et de milieux environnementaux. Par exemple, les lits des rivières noyés sous le niveau de la mer par transgression marine, subissent des changements dus au nouvel environnement marin. Les placers géologiquement anciens (fossiles) sont consolidés en grès ou conglomérats, déformés et métamorphisés. De tels exemples de placers d'âge Précambrien se trouvent au Ghana dans les conglomérats aurifères de la Gold Coast et au Canada dans les conglomérats uranifères du lac Elliot dans le district de Blind (DEDDO H., MICHAEL P., 2002).

a)- Placers éluviaux

Ces placers se forment sur les pentes à proximité des affleurements des gisements primaires, par simple gravité. En fonction de son contenu en minerai, ce type de placers est aussi appelé gisement clastique. Le type de reclassement et la vitesse de transport sont déterminés par les paramètres morphologiques, principalement la raideur, la forme et l'étendue des pentes et des vallées (énergie du relief). Les grains lourds, agrégats et fragments de minerai se mettent en place principalement dans les parties les plus basses des graviers, juste au-dessus des soubassements géologiques.

Une particularité de placers éluviaux réside dans le classement imparfait des minéraux lourds. Cette propriété apparaît dans les placers à cassitérite de Bangka et Billiton en Indonésie (de type Kulit qui signifie en malais : croûte, écorce). En général, ces placers sont peu étendus, avec de faibles réserves, mais très riches en gros fragments de minerai et cristaux. Les placers éluviaux à chromite, tantalite-columbite, béryl et minerai de fer sont également répandus dans différentes parties du monde.

b)- Placers colluviaux

Ces placers représentent un type intermédiaire entre les placers éluviaux⁵⁵ et alluviaux. Ils ne sont pas seulement enrichis en minéraux par la force de gravité, mais aussi par les effets d'avancée et de tri des sols dus au lavage des pentes, allant jusqu'à la rivière de boue. L'eau joue un rôle important pour l'humidification du sol et comme milieu de suspension.

Les placers restent des enrichissements résiduels que l'on trouve dans les portions basses des sédiments, dans les parties les plus basses des pentes, là où les pentes s'adoucissent.

On peut mentionner comme placers colluviaux typiques, les gisements de cassitérite d'Indonésie (Type Kaksa signifiant en chinois placers de vallée) et de Malaisie (type Karang qui signifie en malais placer de vallée). Ils se sont formés le long de la côte ouest de Thaïlande, en Malaisie occidentale et sur les îles de Bangka et Billiton en Indonésie.

c)- Placers fluviaux

Ils se forment dans les lits de rivière par l'action de l'eau courante. En remplissage de vallées, on les nomme des *placers alluviaux*. Une élévation crustale de ces zones résultant d'une activité tectonique peut entraîner leur érosion, ainsi les sédiments alluviaux sont remaniés et de nouveaux placers se forment au niveau de la nouvelle rivière en évolution. Les reliques de l'ancien remplissage alluvial de la vallée apparaissent sous forme de terrasses le long des nouvelles pentes qui se développent de chaque côté de la nouvelle vallée. Les placers résiduels constituant ces terrasses sont alors appelés *placers de terrasses*.

c.1- Placers alluviaux

Quand les minéralisations primaires sont entraînées par l'eau courante, ce sont principalement les minéraux légers qui sont emportés. Les fragments de minerai se déplacent peu à cause de leur taille et leurs poids spécifiques, ils se déposent au fond si la rivière s'approfondit. Parfois ils restent in situ ou proche de leur source primaire et forment des placers autochtones (du Grec auto : de soi-même et Khtôn : Terre).

Dans certains cas, les fragments de minerai et les minéraux lourds sont également emportés au loin. Dans ce cas se forment des placers allochtones (du Grec Allos : autre et Khtôn : Terre). S'ils sont transportés, les fragments de minerai et minéraux lourds coulent et se mettent en place au fond du lit de rivière, là où la vitesse de l'eau est réduite à une valeur inférieure à la vitesse critique, à laquelle les minéraux lourds sont maintenus en suspension. Ceci arrive si la largeur du lit de la rivière ou si la direction du courant change, normalement dans des sédiments de type gravier à gros grains (DEDDO H., MICHAEL P., 2002).

Les placers se forment dans les sables grossiers et les graviers :

- ❖ Si la pente de la rivière change brusquement ou au niveau de l'embouchure d'un affluent.
- ❖ Si la rivière s'élargit.
- ❖ Dans des trous à l'aval de gros blocs ou barres rocheuses quand les couches de roches dures barrent le courant de la rivière.
- ❖ Dans des bassins sous les cascades et les rapides.
- ❖ Dans les zones de transition entre les zones de vitesse maximale de la rivière et les zones où la rivière serpente, et le long de barres de sable ou d'îlots.
- ❖ Si le flux d'eau instable crée une alternance eau calme/flux d'eau (par exemple en environnement marin).

Il est fréquent qu'un placer alluvial exploité se rétablisse sous l'influence de l'eau courante. C'est le cas de graviers restant dans le site de lavage après extraction par exemple d'or, de cassitérite ou de chromite, inondé pendant la saison des pluies. Il est toujours adapté pour capturer des minéraux lourds et peut être rempli à nouveau de façon cyclique. Après quelques années, il est prêt pour une nouvelle exploitation. Ce type de régénération et d'exploitation répétée

est connu sous le nom de «gold farming » (culture d'or) dans un grand nombre de zone de placers en Californie, au Pérou, en Birmanie, en Alaska et dans d'autres pays. Le même mécanisme de régénération ou d'enrichissement continu est admis pour les placers à minéraux industriels sur une partie de la côte allemande en Mer du Nord.

En environnement alluvial, les plaines inondables sont recouvertes par l'eau pendant la saison des pluies. Après le retrait de l'eau, une couche de boue subsiste formant une séquence de sédiments très fins qui, années après années, recouvrent les couches plus anciennes. La même chose se produit dans les eaux calmes de certains lacs (en particulier ceux qui se forment dans le chenal abandonné d'un méandre quand la rivière a migré). Ce type de lac s'envase⁷⁵ progressivement et l'ancien chenal contenant les sédiments grossiers de sable et gravier est graduellement rempli jusqu'au niveau de la plaine inondable.

Finalement, il apparaît une séquence alluviale typique débutant avec des sables grossiers et graviers et éventuellement des placers de minéraux lourds à la base, et au-dessus, du matériel plus fin jusqu'au sommet de la séquence sédimentaire. Dans les vallées larges, la rivière modifie perpétuellement son tracé et forme des méandres sur toute la largeur de la vallée.

Par conséquent, la séquence de couches de sédiments fins et grossiers se retrouve sur toute la largeur de la vallée, les couches étant irrégulières et d'épaisseur, de taille, de forme et d'extension différentes, correspondant à l'action de la rivière dans chaque endroit spécifique.

c.2 -Terrasses alluviales

Elles représentent des reliques de champs de vallées alluviales. Elles se sont formées dans des zones tectoniquement actives de soulèvement de croûte terrestre, sous l'influence d'événements organiques. Chaque période d'élévation augmente l'énergie de relief, permettant ainsi à la rivière d'entailler son propre lit, profondément dans les sédiments alluviaux et plus encore dans le sous bassement. La rivière enlève une grande partie de ses propres alluvions. Elles sont reclassées et déposées à nouveau, avec parfois amélioration de l'enrichissement en minéraux. Les reliques du champ alluvial subsistent sous forme de terrasses le long de pentes de la nouvelle vallée, contenant des placers

potentiels. Ce processus est répété à chaque phase d'élévation. Plusieurs niveaux de terrasses peuvent donc être observables suivant le nombre de phases d'élévation.

d)- Placers marins

Ils se forment principalement à proximité des plages en eaux peu profondes. Les minéraux lourds sont enrichis par l'action complexe des vagues, des brisants et des courants parallèles à la côte. Les couches enrichies se forment à proximité d'obstacles ou d'irrégularités de la côte qui provoquent des alternances de vitesse des courants.

Les placers marins ont en coupe une forme de lentille aplatie et en général allongée. On les trouve fréquemment au pied des dunes et dans les zones de marée. Au-dessus de la ligne de marée haute, une influence éolienne peut avoir un effet spécifique sur la formation du placer. Les placers de plage sont constitués d'une alternance de nombreuses couches de sable blanc et de lits plus foncés contenant les minéraux lourds (sable noir), en général des minéraux industriels. Si les placers de plage se trouvent directement sur le soubassement rocheux, les minéraux lourds sont capturés dans les trous, les fissures et les sillons de la roche.

Des processus similaires d'enrichissement ont lieu sur les bords des lacs d'eau douce. De tels placers sont appelés placers limniques. En comparaison de celle de l'eau la mer, la densité de l'eau douce est faible et ceci a une influence sur la formation des placers limniques.

Les placers de plage sont très communs. Au contraire de tous les autres types de placers, les placers de plage sont souvent exploités pour différents minéraux à la fois. Les minéraux lourds abondants sont principalement les magnétite, hématite, ilménite, rutil, zircon et monazite. Les différents minéraux sont séparés par gravité (concentrateurs coniques et à spirale, jigs, tables vibrantes, cyclones hydrauliques, séparateur à liqueurs denses, etc.) et par séparation à haute tension, magnétique et électrostatique.

De grands placers de plage sont exploités au sud-ouest de l'Australie autour de Capel, dans la région de Bunburg et près d'Eneabba, respectivement à 230km au Sud et 300km au Nord de Perth.

e)- Placers éoliens

Economiquement, ces placers sont de moindre importance. On les trouve dans des zones de dunes Ils résultent de la classification des particules par le vent. Les vents enlèvent les particules légères alors que les minéraux lourds restent en place. Les placers éoliens se trouvent donc dans les zones d'érosion éolienne (zones de dépression) mais pas dans des formations de dépôt comme les couches de poussière et de loess. L'action du vent étant constante, les minéraux résiduels sont à nouveau recouverts de minéraux légers et finalement, les minéraux lourds sont concentrés à la base des dunes.

Comme exemple, le placer de plage montre un réarrangement éolien substantiel. On peut citer les gisements de la province Est Australienne à rutilé.⁹⁵ Dans la bande côtière entre Sydney et l'île de Fraser, des placers de plage se sont formés avec des concentrations en rutilé et zircon inférieures aux limites économiques intéressantes. Au cours du Pléistocène, ces placers ont été enrichis par activités éoliennes jusqu'à des concentrations en rutilé et zircon de 0,5 à 1%, les enrichissements éoliens les rendant économiquement exploitables. Les placers contiennent également des quantités considérables d'ilménite. Cependant, cette ilménite contient beaucoup de chrome, ce qui rend les coûts de transformation très élevés et l'ilménite sans grande valeur économique.

f)- Placers fluvio-glaciaires

Ils se forment très rarement et dans des conditions très spéciales. On en connaît seulement en Amérique du sud, au niveau du plateau andin, en Bolivie et au Pérou.

Les reliquats glaciaires ont été transformés sous l'action de la fonte des glaciers et ensuite par les rivières qui ont remplacé les glaciers. Les effets combinés des activités glaciaires et fluviales ont formé les placers fluvio-glaciaires. A quelques endroits du plateau andin, de petits placers fluvio-

glaciaires d'or et d'étain sont exploités artisanalement. Seul le placer aurifère proche de Puno au Pérou est exploité mécaniquement.

D'après l'âge de formation les placers peuvent appartenir au Quaternaire récent ou à l'époque actuelle, comme aux époques anciennes et être des placers anciens ou fossiles.

Selon les conditions de gisements, les placers peuvent constituer des formations ouvertes ou recouvertes par des assises de sédiments déposés après la mise en place des roches renfermant les placers.

D'après la forme des placers, on distingue les placers en nappes, en couches, lenticulaires, rubanées, en traînées et nids. Les dimensions des placers sont très variées. Les petits placers des cordons bordiers ou des lits d'amont de cours d'eau en nids ou lenticulaires atteignent souvent à peine une dizaine de mètres en longueur. D'autre part, les longs placers aurifères des vallées bien érodées se suivent généralement sur 3km, parfois sur 15km et très rarement sur plus de 15 kilomètres.

Les placers longeant les côtes marines et océaniques sont très étendus. Par exemple, les placers du Brésil s'étirent le long de la côte de l'Atlantique¹⁰ sur 200 à 300km, la longueur de certaines traînées atteignant jusqu'à 1000 m pour une largeur de 6 à 22 m ; les placers d'Australie sont suivis sur 600km.

Tous les minéraux ne se concentrent pas dans les placers et seuls s'y accumulent ceux qui présentent les trois caractères suivantes :

- 1) haute densité,
- 2) stabilité chimique en zone d'oxydation,
- 3) résistance physique suffisant.

En conséquence, dans la liste des minéraux de valeurs des placers figurent (la densité en g /cm³ est mise entre parenthèses) : or (de 15,6à19,3) ; platine(de 14 à 19) ; tungsténite (de 7,2 à 7,7) ; cassitérite (de 6,8 à 7,1) ; scheelite (de 5,9 à 6,1) ; columbo-tantalite (de 5,5 à 8,2) cinabre (de 8 à 8,2) ; monazite (de 4,9 à 5,3) ; magnétite (5,2) ; ilménite (de 4,3 à 5) ; grenat (de 4,3 à 8,6) ; topaze(de 3,5 à 8,6) ; diamant (3,5).

Dans le passé, près de la moitié de la production mondiale de diamant, titane, tungstène et étain, une quantité importante d'or et de platine a été

également obtenue à partir des placers. Aujourd'hui, la production de ces métaux a fortement baissé et ne constitue que de 10 à 20% du niveau mondial.

I.5. CONDITIONS GEOLOGIQUES DE FORMATION DES PLACERS

a)- Liaison avec les roches en place

Les sources primaires de minéraux de valeur des placers se repartissent en trois catégories :

- 1) gisement en place de minéraux utiles
- 2) minéraux accessoires des roches
- 3) placers anciens (BILIBINE Y., 1988)

La destruction des gisements en place est à l'origine des placers d'or, de platine, diamant, cassitérite, tungsténite, columbite, cinabre. Avec la concentration des minéraux accessoires il se forme essentiellement des placers de monazite, ilménite, rutile, zircon, grenat, magnétite. Les meilleures sources de minéraux de valeur des placers sont les filons quartzeux et quartz silicaté avec grands dégagements primaires de ces minéraux. Les gisements des placers se constituent d'autant mieux que leurs sources primaires sont abondamment pourvues de minéraux nécessaires à leur formation. Les grands et riches placers aurifères s'édifieraient plutôt aux dépens de la destruction de champs étendus contenant beaucoup de corps de minerai disséminés, parfois petits et même infimes, que celle de gisements en place concentrés isolés. Avec la désagrégation de gisement sulfuré à or finement dispersé, les placers aurifères ne se forment pas à partir des gisements de la destruction de la zone d'oxydation.

Le lien entre les placers et les sources primaires les alimentant n'est pas seulement quantitatif. Il se manifeste aussi dans la composition minérale de la roche mère et des gisements en place qui leur sont associés.

b)- Liaison avec les faciès des roches clastiques

Dans la formation des placers, le manteau de débris mûr acquiert un rôle très important. Le réseau cristallin de la plupart des minéraux pétrogènes s'y détruit avec formation à leur place de produits ocreux et argileux que l'eau délave, lessive et enlève. Ainsi est libéré le minéral lourd et résistant alimentant

les placers. Dans les conditions de climat humide avec lavage de la nappe d'altération argileuse, il se forme en abondance des placers alluviaux ; des placers éluviaux-déluviaux, de même que des placers littoraux (marins, lacustres) peuvent également apparaître.

Dans les formations du climat aride avec remaniement de la croûte altérée bauxitique, il se forme de préférence des placers éluviaux-déluviaux, d'alluvions torrentielles et éoliennes ; des placers littoraux marins peuvent aussi apparaître. Dans les gisements alluviaux, les placers ont tendance à acquérir des faciès de dépôts fluviaux. Dans les vallées fluviales bien régularisées, engendrées au cours d'un cycle d'érosion, on peut, selon E. Chantzer cité par BILIBINE, distinguer deux groupes de faciès, ceux du chenal fluvial et de la plaine inondable.

Parmi les faciès du chenal fluvial créés par la force vive du lit, on distingue :

- 1) le faciès des graviers délavés
- 2) le faciès du chenal d'écoulement
- 3) le faciès des bancs
- 4) le faciès des croissants

17

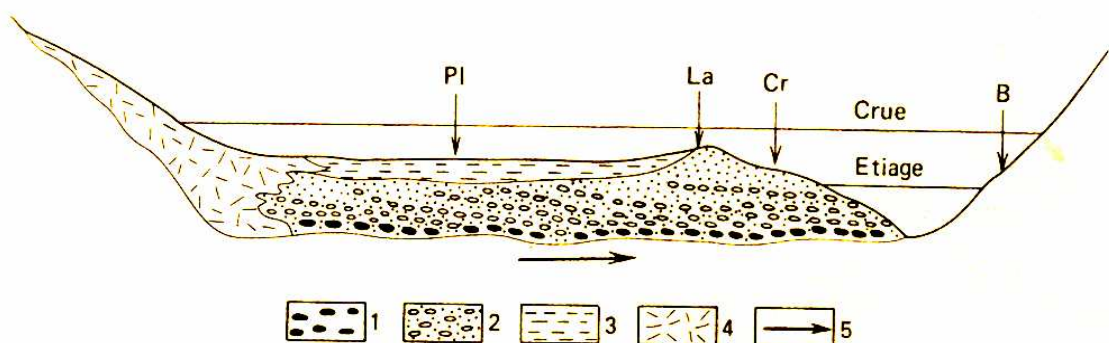


Figure 3 : Schéma de distribution des faciès alluviaux.

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 1. Dépôts de graviers délavés. | PI – Plaine inondable |
| 2. Dépôts du lit fluvial. | La – Levee alluviale |
| 3. Dépôts de la plaine inondable | Cr – Croissant |
| 4. Dépôts d'alluvions torrentielles | B – Berge haute |
| 5. Direction de déplacement du lit. | |

Selon E. Chantzer, cité par BILIBINE, 1988.

Le faciès des graviers délavés est composé de galets grossiers se déposant pour l'essentiel au fond des mouilles. Son développement est assuré par les remous du courant au fond de la rivière, le freinage et la capture de minéraux lourds des placers. La taille variée de grains des faciès du chenal d'écoulement et de bancs est due au triage différent d'alluvion et s'avère le plus favorable à la formation des placers. Le faciès au voisinage du lit de sables finement grenus et à stratification oblique se constitue de préférence à partir de débris en suspension de la période des hautes eaux ; il offre moins de perspectives à la création des placers.

Parmi les faciès de la plaine inondable engendrés par recouvrement d'eau en périodes de crue, on détermine :

- 1) le faciès de la levée alluviale (bourrelet de rive)
- 2) le faciès fluvial
- 3) le faciès interne
- 4) le faciès de nappe d'eau secondaire.

En majorité, ils sont composés de fin matériaux argileux précipité des eaux troubles de crues et recouvrant les dépôts fluviaux de tailles variées. Le matériau grossier se dépose dans la zone étroite de la levée alluviale. Dans les faciès de plaine inondable les placers, en règle générale, ne se forment pas.

Les placers formés dans une conjoncture fluviale déterminée, de même que les dépôts détritiques qu'ils renferment, peuvent par la suite être remaniés.

Au stade de diagenèse, il se produit la lithification des dépôts et leur transformation en roches résistantes. Cette transformation s'accompagne de déshydratation des dépôts, de leur cimentation, de recristallisation de gels déposés, de précipitation des solutions interstitielles de minéraux tels que marcasite, pyrite, ankérite, hydrogoethite, pyrolusite, baryte, calcédoine, opale, gypse. Les modifications diagenétiques plus profondes impliquent des régénérations de débris, des acquisitions sous forme d'auréoles homoaxiales ou de carapaces secondaires plus compliquées de matériaux de même composition.

c)- Facteur géomorphologique

Les placers associés aux différents éléments géographiques des vallées fluviales descendent en cascades des lignes de partage des eaux vers les lits des fleuves.

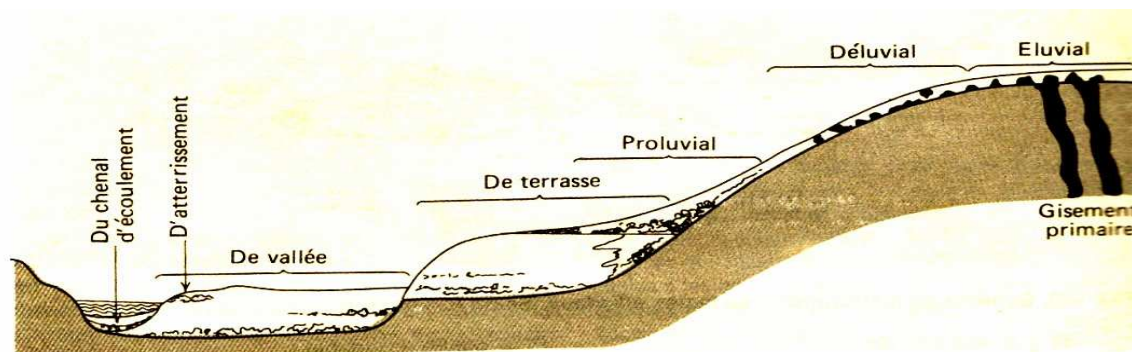


Figure 4: Schéma de distribution des gisements de placers de différentes classes et sous-classes en section transversale de la vallée fluviale.

Selon E. Chantzer, cité par BILIBINE, 1988.

Dans les régions de partage des eaux se mettent en place les placers déluviaux. Sur le versant de roche en place s'allongent des traînées de placers éluviaux. Au pied du versant sur la partie adossée de la terrasse supérieure peuvent se déposer les placers d'alluvions torrentielles. Plus bas dominant les placers des gisements alluvionnaires. Sur les terrasses peuvent se trouver les placers des cycles d'érosion précédents. Dans les dépôts de la vallée sous des atterrissements de la plaine alluviale se situent les placers du chenal fluvial et sur les croissants, les placers des cordons bordiers.

14

La mise en place de toutes ces classes de placers est en rapport avec l'activité érosive du fleuve élaborant ses profils d'équilibre longitudinal et transversal. Le cycle d'érosion se répartit en trois stades :

- 1) initial ou de jeunesse
- 2) moyen ou de maturité
- 3) tardif ou de sénilité.

Au stade de jeunesse, le profil longitudinal du fleuve étant très irrégulier, il s'effectue pour l'essentiel un intense enfoncement de son thalweg (ligne joignant les plus bas du fond d'une vallée). Le fleuve s'écoule dans d'étroites gorges à seuils et cascades, présente un profil à pente raide, le courant est rapide et

creuse le thalweg. Ce stade est marqué par l'ablation des dépôts fluviaux du cycle précédent entraînés par le courant, des masses de débris enlevés aux versants et de roches saines sapées par le fleuve. Cette conjoncture est défavorable à la formation des placers mais joue un grand rôle dans l'évacuation du matériau participant à la formation de ces derniers.

Au stade de maturité s'effectue l'élaboration de la vallée fluviale avec prédominance de l'érosion latérale. La rivière serpente, dessine des méandres, sape les berges, tire les dépôts. Les minéraux de valeur ne sont pas emportés mais descendent vers le bas. Les conditions sont optimales pour la création de placers fluviaux.

Au stade de sélinité, quand le profil longitudinal est régularisé, le relief est nivelé, l'activité érosive s'atténue au maximum. Seules les eaux des crues emportent quelques fractions argileuses des dépôts charriés sans influencer la formation des placers. Par suite, les placers des vallées du réseau fluvial contemporain se repartissent en fonction du type géomorphologie des vallées.

d)- Facteur érosif

Dans les placers aurifères constitués aux dépens de sources primaires érodées jusqu'à la limite de masse principale d'or, ce dernier se dépose en traînées le long du réseau fluvial et n'engendre pas de riches gîtes. Aux dépens de sources primaires profondément mais incomplètement érodées et continuant d'alimenter les alluvions, les placers les plus importants et riches sont mis en place.

15

En cas de sources primaires modérément érodées se forment les placers courts, mais parfois assez riches. Si la tranche érodée est grande, les placers générés seront de peu d'importance et mal différenciés.

e)- Facteur tectonique

La création et la conservation des places sont sous la dépendance de mouvement tectonique ayant précédé, accompagné et suivi leur formation. Dans tous les cas, un rôle particulièrement important revient aux grands déplacements de blocs suivant les failles régionales.

Avant la création de placers alluviaux, les blocs de roches et gîtes primaires sont remontés suivant ces failles, exposant leurs flancs à l'altération, à la destruction, à la dénudation, au déblaiement et devenant une source de masse détritique de genèse variée avec placers renfermés.

En cours de formation des placers alluviaux, les déplacements tectoniques de grands blocs rajeunissent les niveaux de base locale et générale en créant les conditions à la reprise du cycle d'érosion et, partant, engendrant les placers riches qu'alimentent des lavages multiples de dépôts fluviaux. La répétition des mouvements tectoniques aboutit aux reprises de cycle d'érosion, à l'accumulation et à l'apparition des placers de plus en plus jeunes.

C'est ainsi que les dépôts meubles de l'Extrême-Orient Soviétique du Tertiaire supérieur et du Quaternaire se seraient formés sous l'effet des mouvements tectoniques verticaux du Néogène-Quaternaire de signe et d'amplitude variés suivant les époques.

Sur le territoire de l'Ukraine, il existe des placers titaniques du Mésozoïque et du Cénozoïque. Durant les soulèvements et les régressions se rapportant au Toarcien du Jurassique supérieur et au Aalénien Bajocien du Jurassique moyen, au Crétacé supérieur, au Crétacé inférieur-Paléogène à l'Oligocène inférieur Miocène supérieur, au Pliocène Anthropogène se seraient formés des placers alluviaux. Durant les abaissements et les transgressions particulièrement nets du Crétacé supérieur et du Miocène moyen et supérieur sont apparus les placers littoraux marins.

La dénudation a pu, à partir des blocs tectoniques soulevés à une grande altitude après la mise place des placers, déblayer complètement des placers, tandis que dans les blocs profondément abaissés, ils ont pu être recouverts d'assises puissantes de dépôts récents qui les ont fossilisés à de grandes profondeurs.

f)- Facteur climatique

Aux hautes latitudes dans la zone subarctique s'effectuent des destructions mécaniques intenses des roches en place se trouvant dans la zone active située entre la surface du jour et la limite supérieure du pergélisol. Mais en

même temps, l'altération chimique y est fortement freinée et le manteau de débris n'est pas constitué.

Par la suite, dans les régions subpolaires, au sein des masses des matériaux détritiques de versants, les minéraux de valeur ne se libèrent pas et ne se forment pas de placers éluviaux et déluviaux importants. Dans ces conditions, le matériau détritique est détruit pour l'essentiel mécaniquement par les cours d'eau avec libération des minéraux de valeur et formation de placers fluviatiles aux endroits du fleuve où débute la granulation d'alluvion, parfois à des distances très éloignés des sources primaires.

Le climat des moyennes latitudes crée des conditions plus favorables à la formation des placers de versant et à l'alimentation des cours d'eau non seulement en matériau grossier mais également en masse partiellement granulée avec libération de grains de minéraux de valeur.

Les conditions les plus parfaites s'observent sous le climat de la zone subtropicale et tropicale avec son manteau de débris idéal, alimentant les parties littorales des lacs et mers d'énormes masses de matériau trié.

g)- Facteur hydrographique

Les meilleures conditions pour les rivières à répartition annuelle irrégulière de la masse d'eau, de sorte que l'alternance de petites et grandes quantités d'eau modifie brutalement la vitesse de cours d'eau durant l'année, favorisent le déblayage du matériau fluvial et la formation des gisements de placers. La confluence de cours d'eau sous un angle raide et opposé, freinant le mouvement de l'eau au lieu où le cours d'eau se jette dans la rivière principale, présente le plus d'avantage à la mise en place des placers.

h)- Age géologique

Les placers le plus répandus sont les placers du Quaternaire récent de toutes les classes génétiques. Sont largement connus les placers du Quaternaire supérieur, moyen et inférieur découverts sur les terrasses marines et fluviatiles, ainsi que dans les dépôts des paléolithes du Quaternaire. Plus on s'enfonce dans les profondeurs des âges, moins on a de la chance de découvrir des placers. Il y

apparaît de plus en plus rarement des gisements fluviaux relativement petits et l'on n'y découvre que d'anciennes formations deltaïques de dimension plus ou moins grande.

Dans les sédiments Crétacés sont enfermés les placers de côtes marines de zircon-ilménite d'Ukraine et de la série kiienne de Sibérie, ainsi que les placers alluviaux aurifère de Zéïa, Khingan, Alataou de Kouznetzk et Transbaïkalie orientale. Dans les assises jurassiques on a reconnus des placers aurifères d'Oural, de hauts plateaux de Baïkal-Vitim.

i)- Liaison avec les autres groupes génétiques

Les placers constituent un groupe suffisamment individualisé de gîtes minéraux. Cependant, ils sont souvent liés aux formations endogènes essentiellement pegmatitiques et hydrothermales par leurs sources primaires. En outre, ils se rattachent aux gisements sédimentaires dans leurs faciès fluviaux de sédimentation, littoro-lacustres et marins.

DEUXIEME PARTIE : MÉTHODOLOGIE

18

L'approche méthodologique pratiquée lors de l'élaboration de ce travail a été effectuée à partir de recherches bibliographiques, de l'acquisition de divers documents et de collecte d'informations relatives aux recherches et prospections des gisements de type placers aurifères ainsi que de la consultation de sites sur Internet. D'autres données furent obtenues auprès des opérateurs miniers et des collecteurs d'or dans la région de Betsiboka de passage à Mahajanga.

Plus expressément, il a été effectué des recherches bibliographiques à travers des consultations des divers documents auprès des opérateurs miniers, de l'ONG GREEN ou Organisme Non Gouvernemental dénommé « Groupement pour la Relance Economique et Environnementale Nationale », du BCMM ou Bureau du Cadastre Minier de Madagascar et de la Direction Provinciale du Ministère de l'Energie et des Mines de Mahajanga.

Certaines informations ont été collectées à partir de Sites Internet auprès de Centres d'appui informatique tels que CATI, MEDIA, CIEL, ou tout simplement puisées dans le Dictionnaire encyclopédique.

Des Revues scientifiques traitant des gîtes minéraux disponibles à la bibliothèque scientifique comme Economic Geology, Exploration and Mining Geology, Mineralium Deposita furent aussi consultées.

TROISIEME PARTIE : RESULTATS

ETUDE DES PLACERS DE LA RÉGION DE MAEVATANANA¹⁹

III.1. Situation géologique, orographique, hygrométrique et hydrographique de la région

La Région de Maevatanana comptait depuis fort longtemps parmi les provinces aurifères de Madagascar. La plupart des gisements aurifères de la Région sont des placers d'origines colluviales ou alluviales, comme à Antanimbary, à Tainangidina et même à Maevatanana.

La Région de Maevatanana est dans le socle cristallin malgache où l'on peut distinguer les formations suivantes :

- 1- Formations récentes représentées par des alluvions, sable et latérite
- 2- Roches éruptives anciennes : granites
- 3- Schistes cristallins
- 4- Migmatite

L'ensemble est couvert à l'Est par des gneiss à deux micas et /ou par des gneiss à pyroxène et épidote. Une partie au Nord est constituée par des migmatites à biotite.

Du point de vue orographique, cette région est caractérisée par des phénomènes d'érosion accélérée, intense et est composée de terrains très altérés en latérite dont la roche mère est constituée par des gneiss à deux micas. Les collines sont creusées de ravins, de lavaka de plus en plus nombreux ayant une forme très particulière.

Les lavaka en question ont la forme de ravins à parois très abruptes ; on les trouve au bord de petits plateaux latéritiques qui séparent les rivières. Un lavaka comporte essentiellement :

- une cavité ovoïde ou lavaka proprement dit qui a la forme d'une poire dont la queue est tournée vers l'extérieur de la colline, vers les cours d'eau.
- un couloir de dégagement (ou sortie) très étroit le plus souvent et qui peut être représenté par la queue de la poire.

Sur le plan hydrographique, les plus importants réseaux sont le fleuve de la Betsiboka et les deux rivières Andriatoana et Bekidao. Ces dernières sont des affluents gauches de la Betsiboka.

La Betsiboka prend sa source aux hautes terres et se verse dans le Canal de Mozambique après avoir rejoint l'Ikopa. L'Andriatoana prend sa source plus au Sud d'Antsiafabositra. Sa rive gauche compte l'Ambodimanga, la Marokoloy et l'Ambararata, sa rive droite comporte l'Ambilany, l'Anjiabe et la Bekidao.

La rivière de Bekidao prend sa source aux environs d'Ambaibobe. Son affluent gauche est l'Antsatrana.

Sur le plan hygrométrique, la moyenne annuelle de l'humidité relative est de 58 %.

Cette région appartient au domaine des Hauts plateaux. Le régime de la mousson donne une saison chaude et pluvieuse de Novembre à Mars et une saison fraîche d'Avril à Octobre.

La Région de Maevatanana possède plusieurs gisements aurifères mais nous nous intéresserons qu'à trois d'entre eux, à savoir ceux de :

- Maevatanana
- Tainangidina
- Antanimbary

L'or y a été exploité par de nombreux organismes miniers qui se sont succédés dans la région. Parmi eux, la Compagnie Franco-malgache d'entreprise qui avait effectué les travaux superficiels tels que tranchées et excavation à ciel ouvert.

III.2. Gisements aurifères aux environs de Maevatanana

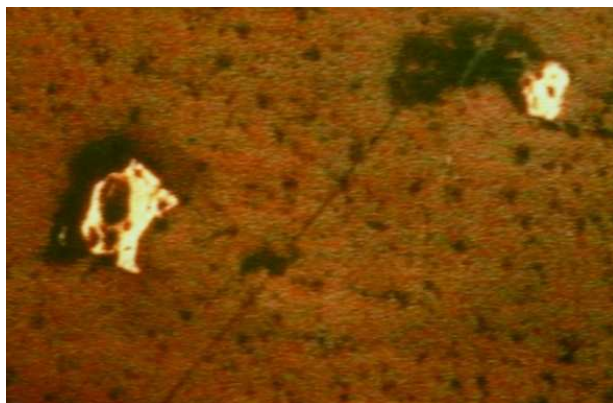
Depuis le temps colonial, l'une des principales richesses de Maevatanana est l'or. La vie de la majorité de sa population dépend des activités d'orpaillage, de collecte ou d'extraction d'or.

Aux environs de Maevatanana, deux séries de roches mères sont remarquables :

- 1- Série de Maevatanana où l'on trouve des lentilles de quartz ou les quartzites à magnétite.

Figure 5 : Or dans du Quartz.

Photo : Randriamanantenaso A.F.



- 2- Série d'Andriba, avec des pegmatites associées à des gneiss à sillimanite.

En général, l'or se présente sous trois formes :

- or filonien ou en place
- or en latérite
- or alluvionnaire.

Citons quelques cas intéressants :

Les bassins alluvionnaires les plus riches sont ceux où les roches mères affleurent le plus abondamment, en particulier les alluvions actuelles de l'Ikopa, dans le lit du fleuve et le coin Nord –Ouest de Maevatanana.

Le gisement de Nandrojia à 1 km au Sud de Maevatanana est caractérisé par une veine interstratifiée à or visible de 2,5 mètres de puissance dégagée sur 40 mètres.

Un vieux gisement de Betaimby, exploité dès 1888, comprenant de nombreuses veinules de quartz aurifères distribuées en chapelet dans les gneiss latérisés, se situe à 50 km au Sud de Maevatanana et à 2 km à l'ouest de l'Ikopa. 20 000 m³ de latérite n'ont fourni que 1 1146 g d'or, soit une teneur de 0,06 g au m³.

Plusieurs points aurifères s'alignent sur un kilomètre entre Bejofo et Betanimanga dans le secteur de Ranomandry à 30 km au Sud de Maevatanana. La veine principale, épaisse de 25 centimètres a été échantillonnée sur 50 mètres à Betanimanga et a donné, sur 73 prises d'essai, une teneur moyenne de 18,6 grammes par tonne. Un autre essai semi-industriel avec amalgamation portant sur deux tonnes a donné une teneur de 29,4 g par tonne.

III.3. Gisements aurifères de Tainangidina

a) Description géologique du gisement de Tainangidina

Le massif de Tainangidina s'étend sur une longueur de 1400 m environ à partir du mont de Tainangidina au Nord jusqu'au mont d'Andohalo au sud. Les pentes occidentales du massif sont relativement abrupt contrairement aux pentes douces situées à l'Est.

Le point géologique situé sur le pic de Tainangidina est à une altitude de 532 m. La partie d'Anelanelana est située à une altitude quelque peu inférieure à ce dernier. La crête de la colline domine en moyenne à 300 m.

La région avoisinante de Tainangidina est un plateau ondulé d'apparence désertique, la végétation n'apparaît que dans le thalwegs et le long des cours d'eau. Le massif de Tainangidina est principalement formé par des gneiss. Ces derniers ont une direction générale Nord-Sud et sont composés surtout de mica à forte proportion, de quartz et de feldspath.

Ces gneiss s'étendent comme le massif, du Nord au Sud.

Par altération, ils donnèrent, avec le temps, naissance à des latérites contenant des lentilles quartzeuses interstratifiées dans la plupart des cas, renfermant du feldspath. Ce qui procure l'aspect pegmatique.

Dans la région de Tainangidina, la quasi-totalité des roches sont aurifères. Si dans la partie voisine du massif, la teneur en or est assez élevée, elle diminue sur le massif même de Tainangidina. Cela s'explique par la profondeur de l'altération superficielle sur la chaîne, qui a fait de celle-ci un massif recouvert d'une épaisse couche de latérite.

b)- Coupe de la formation latéritique

L'épaisseur moyenne de la formation latéritique recouvrant le massif de Tainangidina varie de 15 à 20 mètres. Celle-ci se compose comme suit au fur et à mesure de la profondeur :

- 1- Sol végétal
- 2- Latérite rougeâtre. La coloration est due à la présence de l'oxyde de fer.
- 3- Latérite rosée
- 4- Latérite à structure conservée. La latérite est friable et peut être exploité par simple broyage
- 5- Durcissement de cette roche et apparition du gneiss formant la roche primitive.

c)- Classification des gisements

Dans la limite de Tainangidina, on distingue trois sortes de gisements :

- les veines quartzeuses (Roche – mère)
- les éluvions et latérite (placers éluviaux)
- les alluvions proprement dites (placers alluviaux) qui sont exploitées par les orpailleurs. Ces veines ont des épaisseurs variables. Les plus épaisses sont peu minéralisées avec du quartz blanc parfois laiteux. L'or est à l'état disséminé dans les schistes cristallins avec des concentrations plus intéressantes dans les minces veines de quartz.

23

Les gisements s'altèrent et se latéritisent en surface.

Par la suite, les particules d'or libérées de leurs gangues ont tendance à s'enfoncer peu à peu dans les latérites. Il existe donc un appauvrissement en surface et un enrichissement progressif en profondeur où les roches deviennent compactes. Ce phénomène explique que les gisements et les roches d'une teneur exclusivement basse ont pu donner un gisement riche à la base des latérites.

Une concentration de ce même genre se produit au contact des veines quartzieuses. On retrouve l'or à l'état de pépites, de petites paillettes concrétionnées, ou sous forme de masses cristallines ou de masses d'aspect mamelonné.

III.4. Gisements d'Antanimbary

Comme l'or joue un grand rôle aussi bien dans l'histoire que dans la vie quotidienne de la commune d'Antanimbary et de sa population, nous l'approfondirons en détails.

a)- Les gisements aurifères de la zone d'activité

Les principaux gisements exploités y sont de type alluvial et éluvial, mais les orpailleurs commencent de plus en plus à se tourner vers les gisements primaires en place.

a.1.Les gisements primaires

Ces gisements se trouvent le plus souvent sous formes de veines quartzieuses ou de bancs de quartzite à magnétite. Ces gisements sont intercalés dans des schistes cristallins, le plus souvent en lentilles conservées dans la latérite.

Leur distribution spatiale est très hétérogène. Les lentilles de quartz sont peu épaisses, discontinues et très irrégulièrement minéralisées en or. Il y a quelques fortes teneurs et des parties faiblement minéralisées. Le métal précieux s'y trouve à l'état très disséminé avec des concentrations plus intéressantes dans les veines d'épaisseur faible avec du quartz bleuâtre ou blanc légèrement jaunâtre, à éclat gras, serrés, globuleux à saccharoïdes, cariés aux affleurements avec de l'or en grains ou en pépites visibles à l'œil nu : l'or est soit intimement incrusté dans le quartz, soit dans les cavités situées au niveau des microfractures

de la roche. Quelques poches richement minéralisées font l'objet d'une intense exploitation.

a.2. Les gisements remaniés

L'origine de ces gisements alluvionnaires et latéritiques est liée aux gisements primaires, par destruction des veines quartzenses et des quartzites à magnétite ainsi qu'à l'érosion des autres gisements déjà remaniés. Actuellement, les gisements remaniés semblent fortement entamés par un orpaillage intense et le recouvrement stérile est souvent trop épais par rapport à la concentration insuffisante de l'or. Les couches aurifères y sont généralement teintées de bleu verdâtre et en association avec des graviers : c'est un des caractères montrant la proximité ou la possibilité de l'existence de l'or dans les alluvions anciennes. Les gisements les plus intéressants y sont ceux situés aux environs immédiats des gîtes primaires ou en place. C'est dans les latérites qu'on rencontre surtout les plus grosses pépites. La latérisation des gisements primaires crée un premier enrichissement sur place avec départ des éléments mobiles et diminution de volume, suivi de phénomènes de concentration chimique au sein des argiles latéritiques en même temps qu'il y a précipitation de l'or en des points privilégiés du réseau de circulation des eaux et en particulier au contact des veines quartzenses.

- ❖ les terrasses alluvionnaires : même si les alluvions récentes sont plus riches que les alluvions anciennes, ce sont ces dernières qui sont les plus productives de par leur situation topographique plus élevée permettant de faciliter l'évacuation des déblais résultant des lavages ;
 - les terrasses alluvionnaires récentes sont apportées par les crues durant les saisons des pluies. Elles sont constituées de sables et de limons qui sont déposés périodiquement par les cours d'eau dans leur lit.
 - les terrasses alluvionnaires anciennes sont plus ou moins recouvertes en surface de graminées. Elles sont constituées de galets, sable et argiles.
- ❖ Les latérites : les gisements originels altérés sur place en surface, ont donné une importante quantité d'argile latéritique dont la concentration moyenne est

faible en or, mais facilement exploitable en masse. Les plus fortes concentrations se trouvent à la base du profil d'altération latéritique à structure conservée. Mêmes les latérites se trouvant dans la cour des habitations sont récupérées après balayage et lavées à la batée pour récupérer quelques centigrammes d'or. La profondeur du profil des argiles latéritiques peut aller jusqu'à trente mètres.

b)– Méthodes d'exploitation des gisements d'Antanimbary

b.1- Equipement employé

Les méthodes d'exploitation sont ici analogues. L'équipement minimum utilisé par les orpailleurs est :

- la batée, l'« angady » ou bêche à manche long pouvant à la fois servir de pelle et de pic
- une barre à mine ou alors une « tsolo » ou pointe de fer peu élargie, fixée au bout du manche de l'«angady», pour désagréger les matériaux trop tenaces
- une pelle à manche court pour remuer et enlever les matériaux destinés au lavage
- des cordes et des «gony» ou vieux sacs de riz pour le transport des terres
- une sébile ou récipient peu profonde pour récupérer les éléments lourds obtenus après plusieurs opérations à la batée
- des massettes et des marteaux pour fragmenter les matériaux durs aurifères
- des chandelles ou bougies, des haches pour débiter le bois servant à stabiliser le terrain parfois bourbeux.

b.2-L' orpailleur au travail

La batée constitue le premier instrument de travail des orpailleurs de la région. Grâce à son poids spécifiquement élevé, l'or est facilement séparé des stériles qui accompagnent par simple lavage avec ce moyen rudimentaire. En observant les travailleurs, on remarque que leur condition n'est pas toujours dans

les limites acceptables, mais ils restent dans l'espoir de s'en sortir grâce à la découverte d'une grosse pépite.

b.3 -Méthode de lavage à la batée

Cette méthode nécessite de l'eau. La batée malgache est en fer ou en tôle d'acier. Elle est circulaire, de 50 à 70cm de diamètre et a la forme d'un cône renversé, très évasée (le creux est évalué à 5 ou 7cm, exceptionnellement 20cm), terminée par une petite surface arrondie sur laquelle viennent se concentrer les matières lourdes à la fin de l'opération de lavage. On la remplit de matériaux aurifères, on y introduit un courant d'eau puis on l'agite après un débouillage parfait de la matière, tout en donnant à la batée un mouvement giratoire de façon à chasser les particules légères et à concentrer les minéraux lourds comme l'or et la magnétite dans le fond.

L'orpailleur place la batée dans l'eau dans un endroit peu profond, de manière à ce qu'elle repose sur le fond et que l'eau dépasse les bords d'une certaine hauteur. Il malaxe la terre pour le débouillage, sans la sortir de la batée, de façon à diluer l'argile qui est enlevée par l'eau environnante. Les matières denses tombent dans le fond de la batée. Il fait descendre les plus lourdes par une série de petites secousses et donne à l'instrument une série d'impulsions rotatoires pour embarquer l'eau sur un des côtés de la batée en lui faisant lécher la surface des alluvions restées dans l'appareil et en expulsant sur l'autre côté les matières légères ainsi entraînées. Il arrive alors à réduire le volume par l'élimination de toutes les parties légères et répète de temps en temps le malaxage afin d'éviter la perte des grains d'or pouvant rester enchâssés dans une gaine argileuse. Quand il ne reste plus dans la batée que l'or et le sable noir, l'orpailleur récupère le tout dans un petit récipient à demi rempli d'eau qu'il reprendra par la suite. La séparation de l'or et des autres matières semi-lourdes demande une habilité et un tour de main qui ne s'acquièrent qu'après expériences.

b.4- Exploitation des gisements alluvionnaires

L'exploitation de cette catégorie de gisements est jusqu'ici la plus rentable. Toutefois, toute tentative d'exploitation mécanisée a échoué à cause des conditions d'irrégularité des gisements, aussi bien dans la répartition des

alluvions que dans la grosseur de leurs grains. Les travaux d'orpaillage restent ainsi jusqu'ici les plus appropriés. L'or y est en lamelles, en grains ou en poudre. Au niveau de certains cours d'eau, le pendage des roches schisteuses constituant le bed-rock se fait en sens inverse du courant : ce qui favorise une disposition propice à la concentration et à l'enrichissement rapide de l'or qui sont dus à l'action de la gravité et de l'arrêt par les formations rocheuses qui font office d'obstacle permanent.

En période sèche, des plongeurs cherchent avec une batée ou un « angady » dans le fleuve de l'Ikopa, par deux mètres de fond environ, les dépôts alluvionnaires aurifères. Ces derniers, constitués de gravier et de sable, sont lavés sur le bord du fleuve par les femmes et les enfants. Les plongeurs peuvent travailler jusqu'à 5 heures par jour. Des accidents de saignements des oreilles sont fréquents, surtout pour les novices. En saisons de pluies, l'eau du fleuve monte et le courant est très rapide, rendant impossible toute plongée.

b.5- Exploitation des latérites

Tout d'abord, il faut faire l'abattage des latérites aurifères suivi de l'entrée d'un courant d'eau dans un canal. Cela va permettre de concentrer les latérites. Dans le canal sont disposés des pièges pour l'or avant la reprise à la batée du minerai pré-concentré :

- le « lankan-tany » ou « sasatany » : le matériau aurifère est abattu et lavé dans une sorte de « sluice » qui est en fait un canal creusé dans le bed-rock au fond duquel est déposée une couche d'argile ;



(D'après RANDRIAMANANTENASOA Arivelo Fidimanana, 2005)

- l'« afakopaka » : il s'agit de l'abattage des latérites sur les « tanety » ou savanes en saison des pluies ;

- le « lavaka-vakirano » : lavage de concentration après chaque averse en saison pluvieuse. L'eau de pluie est amenée par un canal de niveau depuis le sommet d'une « tanety » : il y a débordement, ravinement et concentration de l'or par les eaux de ruissellement ;
- le « valantany » : il s'agit d'une déviation de ruisseau suivi du lavage de la terre ou du sable à la batée ;
- l'« aladrano » : l'orpailleur travaille à la batée après la crue des saisons de pluies.

28

b.6- Exploitation des veines de quartz

La teneur des alluvions est de plus en faible. Ceci est dû aux anciennes exploitations. Ainsi, les orpailleurs se mettent de plus en plus au pilonnage rudimentaire et au broyage artisanal des veinules et lentilles de quartz aurifère au-dessus du niveau hydrostatique où la teneur est plus élevée. Les teneurs sont particulièrement fortes au voisinage des salbandes (matériaux séparant le corps des murs et toit de la roche qui l'entoure). Le problème qui se pose est que les veines de quartz aurifère sont discontinues. Cela peut donner différentes hauteurs, et une minéralisation irrégulière.

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION

Les principales préoccupations des orpailleurs et titulaires des permis sont de diverses natures.

IV.1- Sur l'acquisition des permis miniers par les orpailleurs

Face à la faiblesse du niveau d'instruction, des moyens financiers et à la méconnaissance des procédures d'obtention d'un périmètre minier, le groupement ou l'association des orpailleurs ne peut pas encore obtenir de permis minier. Si bien que presque tous les terrains à forte potentialité en or sont déjà occupés par les titulaires de permis. De plus, l'octroi d'un permis à une association d'orpailleurs n'a été encore considéré et mis en application par le Bureau du Cadastre minier.

Le couloir d'orpaillage est une issue de résolution de ce problème.

IV.2- Sur le flou pour les permis et les droits à payer

Le paysan est parfois « racketté » par le « détenteur de permis ». Ainsi les orpailleurs se sont vus contraints à payer un « droit d'orpaillage » de un demi-gramme d'or par personne par semaine. Les personnes sans papier ni reçu doivent payer 25 centigrammes d'or par personne à un certain possesseur de périmètres. Les orpailleurs sont ainsi arrivés à demander l'annulation pure et simple des périmètres miniers actuels auprès de l'Administration minière.

IV.3- Sur la nourriture

Le système de « bon » est toujours en vigueur dans les localités d'exploitation de l'or. Chaque orpailleur se fournit en vivres et en PPN chez le « patron » qui est généralement un riche commerçant et/ou collecteur d'or. Ce dernier « vend » par exemple le riz au prix fort et rachète l'or dont il a l'exclusivité au plus bas prix. Certains collecteurs fournissent à une équipe une « ration » (essentiellement du riz et généralement en quantité insuffisante) et récupèrent par la suite l'or amassé par le groupe à un prix en dessous du coût officiel, après déduction de la valeur des denrées alimentaires fournies.

IV.4- Sur l'eau

Aussi bien l'eau potable que celle servant à laver les matériaux aurifères constituent un grand problème. Comme les propriétaires de champs ne veulent pas être confrontés à des problèmes d'ensablement, ils en interdisent l'accès aux

orpailleurs qui sont ainsi obligés de transporter vers un point d'eau des quantités énormes de minerais.

IV.5- Sur la santé

La tuberculose et le paludisme constituent les principales maladies des orpailleurs.

IV.6- Sur l'absence de fonds

Comme l'orpailleur ne peut pas acheter directement ce dont il a besoin, il est exploité par les riches marchands. Même entre les chercheurs d'or, rien ne se paie au comptant. A titre d'exemple, au niveau des points de gisements d'Amboasary, actuellement :

Le « kapoka » de riz est de : 600 Ariary	Au lieu de : 200 Ariary (Stock tampon) 400 Ariary (Production locale)
Le centigramme d'or est cédé à : 160Ariary à 180 Ariary	Au lieu de : 200 Ariary (Collecteur local) 240 Ariary (Collecteur deTana)

Auparavant, 1 centigramme d'or correspondait toujours à 1 kg de riz blanc = 3 kapoaka et demi). S'ils veulent se mettre à leur compte, les orpailleurs ne le peuvent pas, en partie à cause du manque de fonds de roulement.

IV.7- Sur la carence en formation technique

La méthode d'exploitation de l'or est toujours rudimentaire. Aussi, une formation des gens en vue d'une possible amélioration des techniques d'extraction de ce métal précieux sera la bienvenue.

IV.8- Sur l'identification des vrais collecteurs

Les orpailleurs ne savent pas réellement qui sont les collecteurs agréés pouvant acheter leur produit. Selon eux, il y a trop d'intermédiaires.

IV.9- Sur le problème de cohabitation

Les gens sont non seulement confrontés à ce problème ce qui les oppose aux titulaires légaux des périmètres, mais aussi à d'autres conflits entre :

- « Zanatany » et « Mpiavy » : Les « Zanatany » possèdent des « vaky rano », « fola-pangady » ou terrains « hérités » depuis plus de trois générations. Aucun écrit ne mentionne bien sûr ces héritages. Plus tard, les terrains, devenant de moins en moins productifs, sont abandonnés jusqu'à l'arrivée de « Mpiavy » ou nouveaux venus qui les reprennent. S'ils y trouvent de l'or, les « Zanatany » reviennent pour revendiquer et récupérer leurs biens. C'est une des raisons pour laquelle, selon le « Mpiavy », les 80% des orpailleurs sont toujours pauvres. Les « Zanatany » refusent de payer les carnets d'orpaillage car ils estiment que cette « terre de leurs ancêtres » leur appartient de plein droit. Il faut noter qu'ici, la différence ethnique ne pose pas de problème ;

- orpailleurs et propriétaires de champs. En effet, des possesseurs de champs profitent également de la priorité environnementale exigée par la politique gouvernementale. Ils obligent les orpailleurs à « payer » pour les dégâts occasionnés par les cyclones qu'ils veulent, semble-t-il, mettre sur le dos des chercheurs d'or. Quand bien même ils n'ont pas touché ou travaillé leurs champs durant des années, ces gens mal intentionnés exigent réparation pour les éboulements dont ils accusent les orpailleurs.

V.10- Sur le problème de sécurité

Par crainte des « dahalo » ou malfaiteurs criminels, les gens préfèrent rester en groupe. Cette concentration n'est pas possible pour l'exploitant agricole.

IV.11- Sur le problème de terrain

La majorité des terres pouvant être mises en valeur appartiennent déjà à une minorité. Il arrive que les propriétaires ne touchent pas à leurs champs et

interdisent à d'autres d'y toucher. Certains disent même que leurs terrains sont destinés aux cultures alors que ce n'est qu'une raison pour que personne ne vienne travailler sur ces terrains.

RECOMMANDATIONS

Concernant certains problèmes, nous préconisons les mêmes solutions que l'équipe de l'ONG GREEN, qui assiste la population et l'administration locale dans la formalisation du secteur or dans la région de Maevatanana, a suggérées : pour le prix de l'or par exemple, l'équipe a expliqué à la population que c'est le cours actuel international de l'or qui est pris en compte et que ce n'est pas du ressort du gouvernement malgache ; pour les problèmes de cohabitation, ils ont demandé à la communauté de les gérer elle-même, si besoin avec l'aide de la commune.

En revanche, il existe des solutions tenant compte des propositions avancées par la communauté :

Les tributaires de titres octroyés devront maintenir une présence concrète, se faire représenter sur le terrain ou tout au moins effectuer des tournées régulières, Ils devront travailler et surveiller leur concession mais non « racketter » de façon indigne et abusivement les orpailleurs travaillant sur leurs « carrés ». Un rapport détaillé de leur mode d'organisation (de travail, sociale, environnementale etc.) devra être laissé au BAM ou Bureau d'Administration Minière et/ou à la Mairie, avec des copies à la Direction des Mines, etc.

Concernant les permis miniers et particulièrement l'AERP, la communauté doit être au courant que :

- ❖ Autrefois, la presque totalité des périmètres miniers appartenait à la CFM ou Compagnie Franco-Malgache.
- ❖ Actuellement, l'octroi des permis miniers dont l'AERP ou Autorisation Exclusive de Réserve de Périmètre, est largement facilité grâce au principe même du BCMM ou Bureau du Cadastre minier de Madagascar : « Premier venu, Premier servi ».

Pour l'AERP, il suffit de remplir un formulaire de demande et de fournir en trois exemplaires un certificat de résidence et une photocopie certifiée conforme

de la carte d'identité nationale. Il faut pourtant savoir que la commercialisation des produits dans le cadre d'une AERP est illégale : seule sa conversion pour l'acquisition d'un PRE ou Permis Réserve aux petits Exploitants miniers et d'un PE ou Permis d'Exploitation permet la vente des produits. De plus, la validité de l'AERP n'est que de trois mois non renouvelable et ne peut en aucun cas être annulée durant la validité.

1) Comme l'autorisation d'orpaillage est valable à l'intérieur de la circonscription de la commune qui l'a délivrée et en dehors des périmètres couverts par les permis miniers, sauf accord des titulaires de permis (article 68 du Code Minier, Chapitre 1^{er}, Titre III), ce dernier point doit être clarifié par écrit par les titulaires de permis afin d'éviter tout abus. En effet, pratiquement tous les périmètres sont couverts actuellement ou font l'objet de réservation, alors que les titulaires sont introuvables sur terrain.

2) La population demande à ce que les orpailleurs sur place soient prioritaires pour l'attribution des périmètres. Logiquement, selon les orpailleurs, ce sont les gens de la région qui trouvent en premier les gisements les plus intéressants même s'ils sont déjà mentionnés dans les cartes géologiques et minières, et c'est donc à eux de constituer un groupe pour l'acquisition d'un permis minier pour qu'il n'y ait plus de ruées et que ce ne soit plus les autres qui puissent exploiter et l'or et la population.

3) La mise en place d'une véritable association légale permettrait d'aider les orpailleurs et les ouvriers dans le cadre du petit don ou mini-projet « *tan-tsoraka* ».

4) Le BCMM ou Bureau du Cadastre Minier de Madagascar se réunit chaque 27 du mois (sauf le 27 décembre) à Maevatanàna. Il s'occupe des assistances de proximité locales et pourrait apporter des renseignements et éclaircissements aux problèmes des paysans. De son côté, l'équipe de l'ONG GREEN s'engage à sensibiliser les gens et à fournir les explications qu'on leur aura données.

5) Les communes doivent se procurer une carte murale avec les délimitations administratives, les différents quartiers et secteurs actuels, les potentialités économiques existant dans la zone.

6) La tenue de registres

- d'extraction d'une part, où seront mentionnées les pesées partielles de l'or³⁴ apporté par chaque orpailleur employé (avec le nom de chaque orpailleur, la date de pesée : jour, mois, année, le poids de l'or produit par l'orpailleur) ainsi que les pesées globale et finale.

- d'employeur d'autre part, pour les travailleurs journaliers ou permanents par chaque détenteur de permis

doit être exigée. Une vérification régulière des registres doit être programmée.

7) Une véritable carte d'orpailleur avec photo serait imposée à chaque orpailleur, renouvelable un an, délivrée et visée par le BAM. La souche de la carte restera au bureau de la commune.

Même si les autorités locales vérifient quelquefois les campements et gèrent les conflits au niveau des domaines d'exploitation, des contrôles et visites inopinées d'inspecteurs du travail et de représentants des droits de l'homme ainsi que des rondes d'agents de surveillance locaux sont vivement souhaitées.

CONCLUSION

35

En guise de conclusion, nous allons émettre quelques réflexions sur la potentialité de l'or et l'économie malgache.

Madagascar possède de vastes ressources minières. En ce qui concerne l'or, on sait pertinemment que la quantité d'or exploitée uniquement à Antanimbary, lors du mois de Septembre 2005 au mois d'Avril 2007, atteint officiellement 40,9 kg selon l'ONG GREEN.

En revanche, cela ne semble pas avoir d'impact sur l'économie malgache à cause de la prédominance des activités informelles, au dessus de tout contrôle par l'Administration minière.

Ainsi, des améliorations de la gestion de toutes les activités liées à l'or doivent être envisagées.

L'Etat peut envisager un suivi rigoureux du circuit de l'or, depuis les carrés de production au poinçonnage des produits commercialisables, afin que tous, particulièrement les collecteurs soient incités à suivre l'activité formelle et ne puissent pas exploiter les petits orpailleurs.

Chaque groupement ou Association des orpailleurs devra être appuyé pour avoir accès au Permis Réserve aux petits Exploitants (PRE). Le droit d'octroi du permis et des frais d'administration constitue une source considérable de revenu non négligeable aussi bien pour l'Etat que pour les Collectivités décentralisées.

En effet, le droit d'acquisition du permis d'exploitation est actuellement assez élevé, ce qui fait que la plupart des exploitants (à bas revenu) ne peuvent pas y avoir accès. Ces exploitants sont ainsi contraints à écouler leurs produits frauduleusement, et non pas sous le contrôle de l'Administration minière.

Le Maire en tant qu'Auxiliaire de l'Administration doit jouer son rôle à terme en contrôlant les « Laissez-passer » des produits miniers en circulation afin d'instaurer la traçabilité des produits.

Par ailleurs, les contrôles des produits miniers devront être renforcés par les forces de l'ordre (Gendarmes et Policiers) bien motivés afin d'améliorer le recouvrement fiscal. L'administration minière devra être renforcée en moyens humain et matériel pour pouvoir assurer leurs tâches de suivi et de contrôle des activités minières et déjouer la spéculation des permis miniers.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- **BEAUDOIN G.**, 2007. Manuel de cours « Gîtes minéraux ».
- 2- **BESAIRIE H.**, 1966. Annales Géologiques de Madagascar, Imprimerie Nationale, Antananarivo.
- 3- **BILIBINE Y.**, 1988. Les Placers. In *Géologie des minéraux*. Edition V. Smirnov, MIR, MOSCOU.
- 4- **DEDDO H. MICHAEL P.**, 2002. Les Placers d'or et de pierres gemmes, Antananarivo.
- 5- **EMMONS W.** Variation of Primary Mineralization with Depth.
- 6- **INSTITUTE OF MINING AND METALLURGY**, CIM Special volume 23, 267 pages.
- 7- **RABARISON B.**, 1994. Rapport Général pour le projet d'exploitation aurifère à TANANGIDINA – MAEVATANANA, Madagascar.
- 8- **RANDRIAMANANTENASOA A. F.**, 2005. Rapport Reconnaissance de terrain et plan de travail ANTANIMBARY. Janvier 2005, Projet PGRM, ONG Green, Mahajanga.
- 9- **SAWKINS F. J.**, 1964. Metal deposit in relation tectonics. Springer-Verlag, p : 280-320.
- 10- **SYMES R.F., HARDING R.R.**, PIERRES PRÉCIEUSES.

SITES INTERNET

- 1- [http://www. conservation. Org/xp/CIWEB/home](http://www.conservation.Org/xp/CIWEB/home)
- 2- [http://www. miniweb.com](http://www.miniweb.com)
- 3- <http://www.nrcan-rncan.gc.ca/inter/index.html>
- 4- [http://www. Miningwatch.ca/](http://www.Miningwatch.ca/)
- 5- <http://pixel.fsg.ulaval.ca>
- 6- <http://cours.ggl.ulaval.ca/2007h/100351>