

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

LISTE DES ABRÉVIATIONS

LISTES DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES CARTES

INTRODUCTION GENERALE

PREMIERE PARTIE : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES ET GENERALITES SUR L'OR

INTRODUCTION

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OR

CHAPITRE II : GISEMENT D'OR DANS LE MONDE

CHAPITRE III : GISEMENT D'OR A MADAGASCAR

CONCLUSION

DEUXIEME PARTIE : CARACTERISATION DE L'EXPLOITATION D'OR DANS LA COMMUNE DE BEHENJY

INTRODUCTION

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE LA ZONNE D'ETUDE

CHAPITRE V : METHODOLOGIE DE TRAVAIL

CHAPITRE VI : CARACTÉRISTIQUES DE L'ORPAILLAGE

CHAPITRE VII : PROBLEMES RENCONTRES DANS L'EXPLOITATION DE L'OR

CONCLUSION

TROISIEME PARTIE : SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS

INTRODUCTION

CHAPITRE VIII : FORMALISATION ET NORMALISATION DE L'ACTIVITÉ D'ORPAILLAGE

CHAPITRE IX : AMELIORATION DES TECHNIQUES D'EXPLOITATION

CHAPITRE X : MISE EN ŒUVRE ET IMPACTS ATTENDUS

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

WEBOGRAPHIE

ANNEXES

TABLES DES MATIERES

RESUME

ABSTRACT

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

°C : degré Celsius

°K : degré Kelvin

AERP : Autorisation Exclusive de Réserve de Permis

ANOR : Agence de l'or

As : Arsenic

Au : Aurum

BCMM : Bureau des Cadastres Miniers de Madagascar

BRGM : Bureau des Recherches Géologiques et Minières

C : Carbone

Cl : Chlore

CONSOREM : Consortium des Recherches en Exploration Minière

CSBI : Centre de Santé de Base primaire

CSBII : Centre de Santé de Base secondaire

D.C : District of Columbia

DIVEX : Diversification de l'Exploration minérale

ESPA : Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo

g : Gramme

H : Hydrogène

Hg : Mercure

J : Joule

J.C : Jésus Christ

m : mètre

MA : Million d'année

N : Nitrogène

Na : Sodium

O : Oxygène

PE : Permis d'Exploitation

PK : Point Kilométrique

ppm : partie per million

PR : Permis de Recherche

PRE : Permis réservé au petit exploitant

RN : Route Nationale

S : Siemens

Sb : Antimoine

Te : Tellure

USGS : United States Geological Survey

W : Watt

Xe : Xenon

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Or dans un quartz (gauche) et or en pépite (droite)	3
Figure 2: Diagramme de la production d'or dans le monde.....	6
Figure 3: Variation du coût de l'or des 40 dernières années	6
Figure 4: Résumé du mode de gisement d'or.....	10
Figure 5: Répartition des gisements d'or dans le monde.....	11
Figure 6: Processus de formation d'un gisement orogénique	12
Figure 7: Processus métallogénique d'un gisement mésothermal	17
Figure 8: Processus de formation d'un placer	21
Figure 9: Méthodologie de travail	42
Figure 10: Principe de la batée	49
Figure 11: Mode de transmission des maladies à cause des mauvaises conditions d'hygiène	55
Figure 12: Flux des acteurs de la filière or (permis indisponible).....	64
Figure 13: Flux des acteurs de la filière or (permis disponible).....	65
Figure 14: Exemple de dimensionnement du gradin (couche horizontale)	68
Figure 15: Exemple de dimensionnement du grain (couche verticale).....	69
Figure 16: Puits connectés permettant la circulation de l'air.....	70
Figure 17 :Schéma simplifié d'un sluice.....	72
Figure 18: Principe de fonctionnement d'un sluice.....	73
Figure 19: Schéma du bassin de débouillage manuel.....	75
Figure 20: Modèle d'utilisation.....	76
Figure 21: Mouvement des particules dans le bassin	76
Figure 22: Système de débouillage	77
Figure 23: Modèle d'utilisation du sluice	77
Figure 24: Schéma résumant les diverses suggestions en terme de techniques d'exploitation	78

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les divers aspects et alliages de l'or	3
Tableau 2 : Les caractéristiques et propriétés chimiques de l'or.....	4
Tableau 3: Production d'or à Madagascar de 1897 à 1959	8
Tableau 4: Quantité d'or obtenue pour les différentes techniques utilisées	50
Tableau 5: Caractéristiques d'un agitateur GTO	VII

LISTE DES PHOTOS

photo 1: Affleurement de couche de micaschistes	37
photo 2: Site de lavage	44
photo 3: Exploitation dans la carrière	44
photo 4: Photo aérienne du site de Mahamandina	44
photo 5: Exploitation dans la carrière	45
photo 6: Site de lavage	45
photo 7: Photo du site d'Andohan'Antsahamanitra.....	45
photo 8: Etat des lieux avant (gauche) et après (droite) les travaux de découvertures.....	47
photo 9: Exploitation de terrain excavé (Mahamandina)	48
photo 10: Puits creusé par les orpailleurs	48
photo 11: Orpailleur transportant un sac de minerais pour le lavage.....	49
photo 12: Pan utilisé pour le lavage	49
photo 13: Destruction du paysage (Andohan'Antsahamanitra)	53
photo 14: Eau boueuse en aval du site de lavage	53
photo 15: Disparition des petits forêts de pins (Andohan'Antsahamanitra).....	54
photo 16 : Rizières à proximité du site	54
photo 17: Entassement des déchets à proximité du site	55
photo 18: Enfant convié à l'activité d'orpaillage	56
photo 19: Pelle.....	57
photo 20: Seau.....	57
photo 21: Sacs de ciments usagés	57
photo 22: Puits ne comportant aucun soutènement.....	58
photo 23: Soutènement en bois pour un puits	69
photo 24: Système de pré-lavage	71
photo 25: Sluice aux moyens limités en Afrique du sud	72
photo 26: Sluice avec une alimentation motorisée.....	73
photo 27: Berceau californien	V
photo 28: Sluice avec système de piégeage par laine de mouton	V
photo 29: Sluice compartimenté	V
photo 30: Sluice avec piégeage par rainure	VI
photo 31: Sluice motorisée.....	VI
photo 32: Sluice d'adaptation.....	VI
photo 33 : Agitateur TACMINA modèle C2T.....	VII
photo 34: Agitateur TACMINA modèle GTO.....	VII

LISTE DES CARTES

carte 1: Carte géologique de Val d'or	13
carte 2: Carte géologique de la région de Bingham	14
carte 3: Carte géologique de Summitville	15
carte 4: Carte géologique de Cripple Creek.....	16
carte 5: Carte géologique de la région Hammer Down au Canada	17
carte 6: Carte géologique de la région de Kalgoorie en Australie	18
carte 7: Carte géologique de Hedley	19
carte 8: Carte géologique de la région de Horne au Canada	20
carte 9: Carte des indices d'or de Madagascar.....	23
carte 10 : Localisation de la commune de Behenjy	28
carte 11: Carte géographique de la Commune de Behenjy	30
carte 12: Carte des domaines géologiques de Madagascar	33
carte 13: Extrait de la carte géologique du domaine d'Antananarivo (P47).....	35
carte 14: Extrait de la carte géologique du domaine d'Ambatolampy (P48)	36
carte 15: Carte géologique et indices de Behenjy	38
carte 16: Localisation des deux sites d'orpaillage	39
carte 17: Localisation du site d'orpaillage de Mahamandina.....	40
carte 18: Localisation du site d'orpaillage dans la région d'Andohan'Antsahamanitra.....	41

INTRODUCTION GENERALE

Depuis longtemps, l'or est considéré comme un signe de richesse. Dès l'apparition des premières civilisations, l'or, par sa rareté et son aspect, a été amené à être baptisé comme étant un métal précieux. Sa quête suscitait un engouement social qui se traduisait par la création des premières mines d'or en laissant comme héritage certaines techniques d'exploitation qui sont encore utilisées jusqu'à aujourd'hui.

De nos jours, l'exploitation d'or s'est vulgarisée et chaque personne, issue de n'importe quelle classe sociale, peut donc accéder à cette exploitation. Cependant, les moyens technique, financier ou les deux diffèrent entre les petits exploitants dits orpailleurs et les exploitants qui utilisent, quant à eux, des techniques plus avancées, que ce soit en terme de prospection ou d'exploitation, et qui sont accompagnés d'un financement adéquat.

A Madagascar, cette vulgarisation de l'exploitation d'or se présente souvent pour ne citer que celle de la Commune de Behenjy. Il est alors indispensable de caractériser ce phénomène de ruée afin d'optimiser l'exploitation d'or pour en tirer le maximum de bénéfices de l'existence d'une minéralisation aurifère dans la Commune.

Ce mémoire a donc pour but d'évaluer les impacts de l'activité d'orpaillage dans la commune de Behenjy et d'apporter des recommandations pour l'optimisation de l'exploitation pour tous les acteurs concernés.

Le mémoire ci présent va donc être divisé en trois parties :

- Tout d'abord, nous allons parler de certaines généralités sur l'or c'est-à-dire l'histoire, les diverses propriétés avec ses utilisations et entre autres les divers gisements d'or dans le monde et à Madagascar.
- Ensuite, nous allons étudier les caractéristiques de l'exploitation d'or dans la commune et en déduire les problèmes liés à cette activité mais auparavant nous allons faire une présentation de la zone et expliquerons la méthodologie appliquée pour mener les études
- Enfin, nous proposerons des solutions à ce problèmes en suggérant un modèle d'infrastructure minière adéquate pour optimiser l'exploitation d'or à Behenjy

**PREMIERE PARTIE: GENERALITES ET
RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES SUR
L'OR**

INTRODUCTION

D'une manière générale, l'exploitation minière est une activité à vocation lucrative. En effet, c'est par rapport à sa valeur qu'une substance minérale est amenée à être extraite du sous-sol et l'or n'échappe pas à cette règle. Cela nous conduit à l'établissement de cette première partie concernant les généralités sur l'or afin de connaître les raisons pour lesquelles l'or suscite tant d'engouement.

Nous allons donc parler des divers caractéristiques et propriétés de l'or mais aussi de son histoire qui lui donnent sa valeur actuelle. Ensuite, comme notre étude est portée sur l'exploitation minière, il est donc nécessaire de connaître les contextes géologiques en lien avec la minéralisation aurifère c'est-à-dire les gisements d'or dans le monde. Enfin, comme il est question ici d'une étude sur Madagascar, nous nous focaliserons tout particulièrement sur les gisements d'or dans la Grande île.

Toutefois, il s'agit ici de rappels bibliographiques. Cette partie est donc consacrée à la synthèse de nombreux travaux de recherches déjà menés mais non une étude proprement dite suggérant des travaux particuliers et précis.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OR

I-1 Description

I-1-1 Caractéristiques ^{[13] [W3]}

Le mot or vient du latin « Aurum » c'est de là que vient son symbole chimique Au. L'or se présente dans la nature à l'état natif sous forme solide qui sont des sables aurifères, des grains plus ou moins grands ou encore des pépites. Dans la croûte terrestre le clark de l'or est de 0,004 ppm.



Figure 1: Or dans un quartz (gauche) et or en pépite (droite)

On rencontre rarement l'or sous forme de minerais mais ce sont majoritairement des tellurures :

- alavérites ou krennerites : $AuTe_2$
- Sylvanites : $(Au, Ag)Te_4$

Dans les mers et océans, on peut aussi trouver de l'or sous de forme chlorure.

Fréquemment, l'or a une couleur jaune brillante avec un éclat métallique mais on peut aussi le rencontrer sous d'autres couleurs à cause des alliages qui existent. Voici un tableau qui montre ces divers aspects en terme de couleur de l'or.

Tableau 1: Les divers aspects et alliages de l'or

Titre (carats)	couleur	Or (%)	Cuivre (%)	Argent (%)	Zinc (%)
10	Jaune	41,7	48,3	5,5	9
10	Jaune	41,7	48	6,6	3,7
10	Jaune	41,7	40,8	11,7	5,8
10	Vert	41,7	9,1	48,9	0,3
14	Jaune	58,3	31,3	4	6,4
14	Jaune	58,3	29,2	8,3	4,2
14	Jaune	58,3	29,7	10	2
14	Jaune	58,3	25	16,5	0,2
14	Jaune	58,3	16,8	24,8	0,1
14	Vert	58,3	6,5	35	0,2
18	Jaune	75	10	15	
24	Jaune	100			

I-1-2 Propriétés

I-1-2-1 Propriétés chimiques ^{[9] [W3]}

L'or fait partie de la série des métaux de transition dans le tableau périodique des éléments de MENDELIEV, on le considère comme un métal noble.

L'or est un métal qui a pour numéro atomique 79 avec une configuration électronique $[Xe] 4f^{14}5d^{10}6s^1$. Il a une structure cristalline cubique à faciès centré. L'or résiste très bien à la corrosion et ne s'oxyde pas avec l'air et l'eau.

Tableau 2 : Les caractéristiques et propriétés chimiques de l'or

Caractéristiques	Or
Symbole chimique	Au
Numéro atomique	79
Masse molaire $[g.mol^{-1}]$	197
Densité	19,3
Température de fusion $[^{\circ}C]$	1064
Température d'ébullition $[^{\circ}C]$	2864
Enthalpie de sublimation $[kJ.mol^{-1}]$	343 ± 11
Première énergie d'ionisation $[kJ.mol^{-1}]$	890
Isotopes	Au^{195} , Au^{196} , Au^{197} , Au^{198} , Au^{199}

(source : wikipédia)

Bien que l'or soit un métal inactif, à l'échelle nanoscopique, il a une très bonne propriété catalytique dans les réactions hétérogènes. On peut citer les réactions d'oxydation, l'élaboration du méthanol.

I-1-2-2 Propriétés physiques ^{[9] [W4]}

L'or se présente sous forme solide. C'est un métal ductile et très malléable. Il ne comporte aucun clivage. C'est un très bon conducteur comme indiquent les propriétés suivantes :

- conductivité électrique de $45,2 \times 10^6 S.m^{-1}$
- conductivité thermique de $317 W.m^{-1}.K^{-1}$

I-1-2-3 Propriétés optiques ^[9]

L'or a des propriétés optiques intéressantes du fait de sa configuration électronique très complexe. Ces propriétés permettent aux chercheurs de trouver d'autres utilisations de l'or que nous verrons dans la suite de cette étude.

I-2 Historique de la découverte de l'or

I-2-1 Les premières découvertes de l'or dans le monde ^{[13] [W1]}

L'or est l'un des premiers métaux que l'homme a utilisé. D'après les historiens, la découverte de l'or était en parallèle avec l'apparition des premières civilisations soit vers 5000 avant J.C dans les alpes transylvaniennes de l'Europe de l'est.

Au fil des années, cet héritage de l'exploitation de l'or s'est transmis de civilisation en civilisation dans l'Antiquité. Les premières techniques modernes d'exploitation ont été mises au point par l'Empire Romain et qui, aujourd'hui encore, subsistent dans les petites exploitations des pays en voie de développement.

La quête de l'or devenait donc une politique majeure pour chaque puissance qui nait à une période précise de l'histoire. On peut citer comme exemple l'Espagne pendant le Moyen Age qui a étendu ses recherches d'or au-delà de ses frontières jusqu'en Amérique du Sud où les civilisations existantes exploitaient déjà l'or depuis leur apparition qui sont les civilisations Maya, Inca et Aztèque. Il y avait aussi les empires coloniales britannique et française qui avaient mainmise sur les richesses de leurs colonies.

Au XIX^e siècle l'un des plus célèbres ruées vers l'or se passait aux Etats-Unis dans l'Etat de Californie et celui de l'Alaska. Depuis, l'exploitation de l'or s'est étendue dans le monde et chaque pays a sa propre politique et législation qui lui sont propre.

On estime que la quantité d'or exploitée depuis sa découverte est de 6 millions de tonne et ce chiffre ne fait qu'augmenter car la production mondiale d'or croît d'année en année. En 2009, la production d'or atteint environ 2450 tonnes. Les pays qui en produisent le plus sont la Chine, l'Afrique de Sud, l'Australie et les Etats-Unis comme l'indique la figure2 suivant :

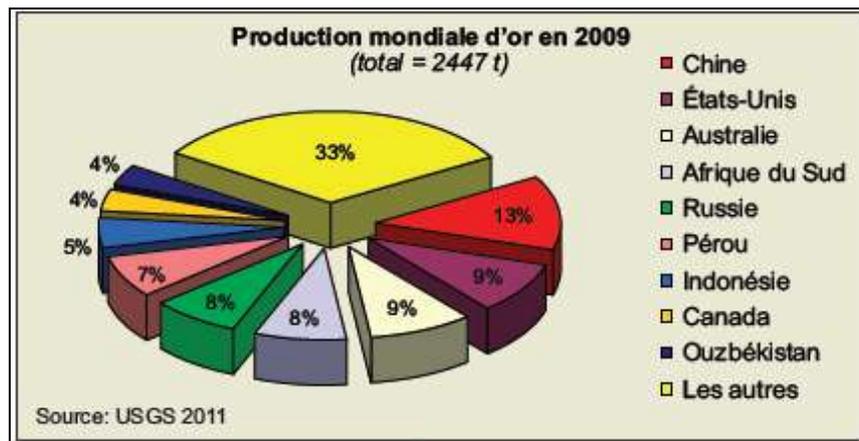


Figure 2: Diagramme de la production d'or dans le monde

Pour ce qui est du cours de l'or, il est très variable et à part la demande croissante de l'or qui fait augmenter son prix, son coût dépend aussi du contexte économique mondial et des influences sur le marché des métaux précieux (contexte politique, guerre,...). Le cours de l'or a subi une grande croissance ces dix dernières années, mais depuis peu il est en baisse comme indique le graphe suivant (Figure 3) :



1 oz = 28,35 g

(source : www.24hgold.com)

Figure 3: Variation du coût de l'or des 40 dernières années

I-2-2 La découverte de l'or à Madagascar ^[17]

La première découverte de l'or à Madagascar aurait été faite par J.LABORDE en 1845, mais c'est seulement à partir de 1883 que l'exploitation de l'or fut autorisée.

I-2-2-1 Les premières exploitations à Madagascar ^[17]

Pendant longtemps après sa découverte l'exploitation de l'or était interdite dans la Grande Ile. Les premiers codes malgaches, celui des 101 articles (1868) et des articles 305 articles (1881) de Ranaivalona I^{ère} punissent tous ceux qui se livrent à l'extraction de l'or. Les premières exploitations d'or à Madagascar n'ont donc commencé qu'à partir de 1883 pendant la période féodale sous la règne de Ranaivalona III qui a sorti une loi décrétant l'autorisation de l'exploitation du métal précieux mais cette loi précise néanmoins que l'exploitation de l'or est destinée au gouvernement et que les exploitants sont régis par un système de corvée obligatoire à l'exception des nobles. La première concession est attribuée à Suberbie en 1886, dans la région de Maevatanana, à Suberbieville. Ensuite, des concessions sont accordées à Talbot en 1891 dans le secteur d'Ankavandra, à Rigaud dans le Vakinankaratra, puis en 1893 à Harrison Smith dans l'Antsihanaka et enfin en 1894, au colonel Shervington au Sud d'Arivonimamo. Ces exploitations utilisaient des techniques rudimentaires pour l'extraction du métal précieux et les ouvriers y travaillant subissaient des conditions de travail très difficiles .

I-2-2-2 L'orpaillage à Madagascar ^{[4][15]}

L'orpaillage à Madagascar est un héritage de ces concessions créées pendant la période de la royauté, aujourd'hui encore les principaux sites d'orpaillage se trouvent dans ces régions où les premières exploitations d'or ont débuté. D'après une étude réalisée par le Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM) en 2005, on estime à 200 000 le nombre d'orpailleurs à Madagascar mais ce nombre n'a cessé d'augmenter depuis en parallèle avec les découvertes des nouveaux sites présentant un potentiel aurifère créant en même temps des phénomènes de ruée.

I-2-2-3 La production d'or à Madagascar ^[20]

A Madagascar, la faiblesse du système de suivi de la production d'or dans le pays ne permet pas de donner les chiffres exactes de la production d'or à l'heure actuelle, cependant, nous avons ici un tableau montrant la production d'or à Madagascar de 1897 à 1959.

Tableau 3: Production d'or à Madagascar de 1897 à 1959

Année de production	Production (Kg)	Année de production	Production (Kg)	Année de production	Production (Kg)
1897	79,1	1918	844,2	1939	348,9
1898	124,6	1919	561	1940	360,2
1899	386,6	1920	518,7	1941	341,9
1900	1114,5	1921	456,2	1942	276,4
1901	1045	1922	577,6	1943	285,6
1902	1295,1	1923	502,8	1944	291,8
1903	1910,7	1924	349,2	1945	200
1904	2460	1925	419,7	1946	121,1
1905	2370	1926	306,6	1947	47,2
1906	2238	1927	210,3	1948	65,1
1907	2940	1928	195,1	1949	51,7
1908	3149,3	1929	187,1	1950	60,1
1909	3696,8	1930	224,8	1951	60,6
1910	3234,9	1931	266,4	1952	55,5
1911	2850	1932	652,6	1953	51,5
1912	2119,5	1933	449,7	1954	42,7
1913	2058,8	1934	496,9	1955	33,4
1914	1782,5	1935	480,8	1956	28,1
1915	2078,4	1936	469,9	1957	26,8
1916	1515,3	1937	418,7	1958	24,8
1917	1107,7	1938	428,2	1959	13,2

(source : RAZAFIDRAMAKA,2009)

I-3 Utilisations ^{[9] [W2]}

Bien que l'or est l'un des premiers métaux à être découvert, son utilisation n'a pas évolué depuis qu'il a été considéré comme métal décoratif et ornemental qui suscitait la richesse et le luxe. Aujourd'hui encore, 75% de la production d'or mondiale est utilisée dans le domaine de la bijouterie, de la joaillerie et de l'orfèvrerie .

Vers 2500 avant J.C quand le gisement de Nubie dans l'Égypte ancienne fut découvert, l'or a été utilisé comme un moyen d'échange international où chaque civilisation avait leur propre équivalence en quantité d'or. Puis, en 1377, la Grande Bretagne a introduit un système monétaire basé sur l'or et l'argent. L'or est donc devenu, aujourd'hui encore, un garant de l'équilibre financier mondial.

Au XIX^è siècle, les recherches ont connu une très grande avancée et l'or, par ses diverses propriétés, a étendu son utilisation dans d'autres domaines. Même ceux qui n'ont pas les qualités requises pour être considérés comme ayant une valeur sur le marché des métaux précieux sont aujourd'hui restitués dans le secteur industriel. Ils sont employés dans des objets plus courants comme les téléphones cellulaires, les ordinateurs, les appareils médicaux.

Au XX^e siècle, on a découvert que les propriétés de l'or servent aussi dans la nanotechnologie, ce qui n'a fait qu'ouvrir d'autres perspectives dans l'utilisation de l'or.

Voici donc quelques exemples de ces nouveaux domaines où l'or est utilisé :

L'électronique :

- Circuits à « nanocâbles » : sa résistance à la corrosion et sa propriété de bon conducteur ont fait de l'or un métal très apprécié pour faire des alliages et créer des semi-conducteurs dans le domaine de l'électronique (câbles, circuit intégré...)
- Nanotubes : par ses propriétés l'or est très pratique dans la miniaturisation, ce qui permet de faire des nanotubes considérés comme les connecteurs du futur qui pourront remplacer dans l'avenir les fibres optiques ou les câbles téléphoniques.

Dans le domaine médical

- Des colloïdes pour des tests et analyses médicales rapides : par ses propriétés optiques et sa biocompatibilité, l'or sert à mettre en évidence certains composés utilisés dans le domaine médical comme les allergies, toxicologie, fertilité.
- Des molécules à base d'or et de silice pour la destruction sélective des cellules cancéreuses

L'environnement

L'or est utilisé comme un agent contre la pollution. On l'emploie comme catalyseur dans l'oxydation du CO en CO₂. Il existe de nos jours des pots d'échappement qui ont dans leur composition des nanoparticules d'or afin que la réaction dite précédemment puisse se réaliser, ce qui réduit les risques de pollution.

CHAPITRE II : GISEMENT D'OR DANS LE MONDE

II-1 Métallogénie de l'or ^[3] ^[24]

La minéralisation en or est le fruit d'un long processus géologique. Elle est due à l'action des fluides hydrothermaux qui s'incrustent dans les espaces vides comme les failles ou les fractures formant des filons mais aussi par des réactions avec les roches hôtes en créant ainsi de l'or disséminé. Ces modes de gisement de l'or donne ce qu'on appelle des gîtes d'or primaire où l'on trouve dans la plupart des cas une teneur élevée et de l'or avec une bonne qualité. Cependant, ces gîtes peuvent subir des actions physico-chimiques extérieures provenant de l'eau, de l'air ou de l'érosion qui les dispersent dans d'autres zones et créant en conséquence d'autres zones à fort potentiel aurifère, ce sont les gîtes secondaires issus de l'altération des gîtes primaires préexistants.

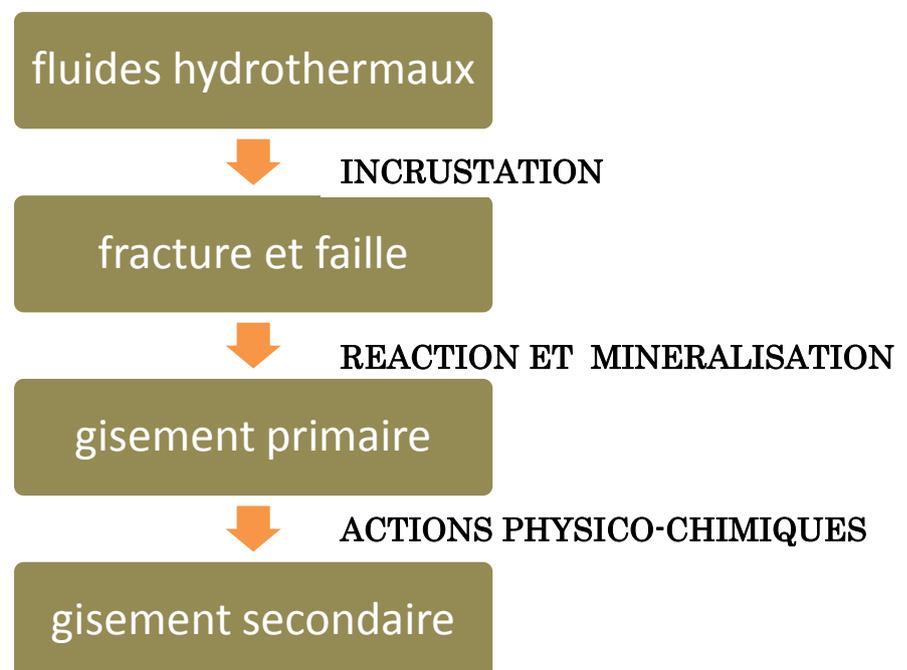


Figure 4: Résumé du mode de gisement d'or

II-2 Les types de gîtes d'or et quelques exemples dans le monde ^[22]

On peut donc en conclure que les gîtes d'or peuvent être classés en deux catégories : primaire et secondaire ou encore par leur mode de gisement filon ou disséminé. Néanmoins, les chercheurs proposent d'autres classifications des gîtes se basant sur d'autres critères qui évoluent en parallèle avec l'avancée des recherches.

Aujourd'hui, avec les résultats des plus récentes recherches, les spécialistes ont établi une classification selon l'âge (géochronologie), la composition des fluides hydrothermaux, le degré de métamorphisme (température et pression), les diverses altérations, les dispositions géostrucuturales des gîtes.

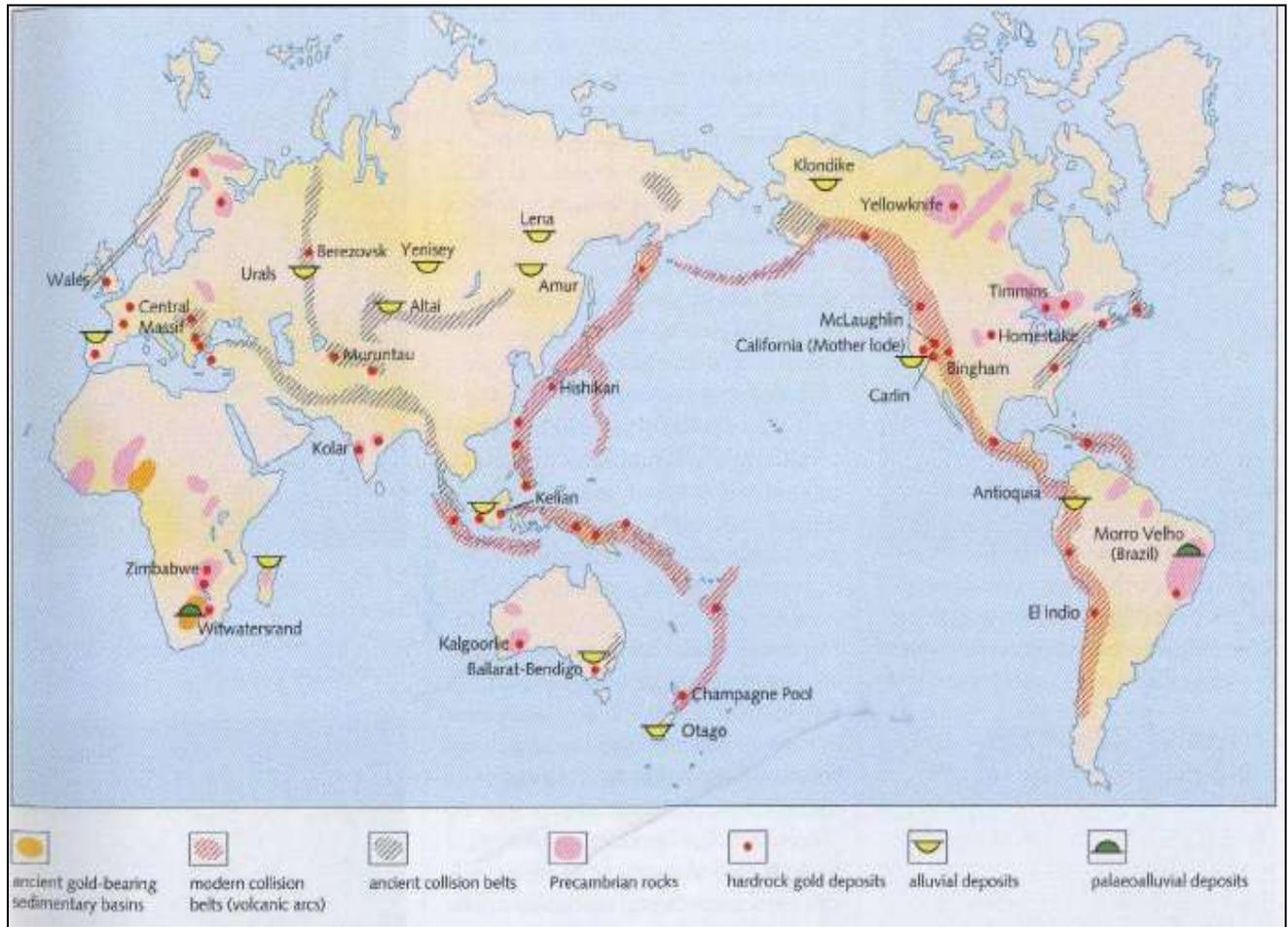
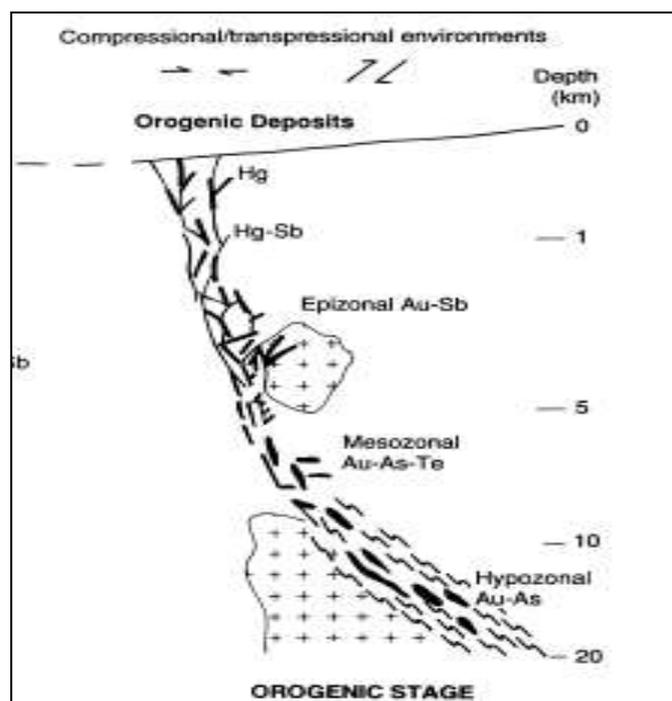


Figure 5: Répartition des gisements d'or dans le monde

On a donc une classification qui est la synthèse de ces diverses critères :

II-2-1 Les gîtes orogéniques ^[7] [8]

Les gîtes orogéniques sont issus d'une succession de phénomènes métamorphiques. On les rencontre souvent dans les frontières ou paléo-frontières de plaques tectoniques. Il s'agit de minéralisation aurifère à quartz-carbonates se présentant sous forme de veine, ces minéralisations sont très pauvres en sulfure. Anciennement appelé filon de quartz-carbonate aurifère, ce n'est qu'en 1998 que Groves a évoqué pour la première fois l'appellation gîtes orogéniques en lien avec sa formation, qui est due à un phénomène de métamorphisme et à des phénomènes géodynamiques comme le mouvement des plaques très poussés (Figure 6).



(source : GROVES et al., 1998)

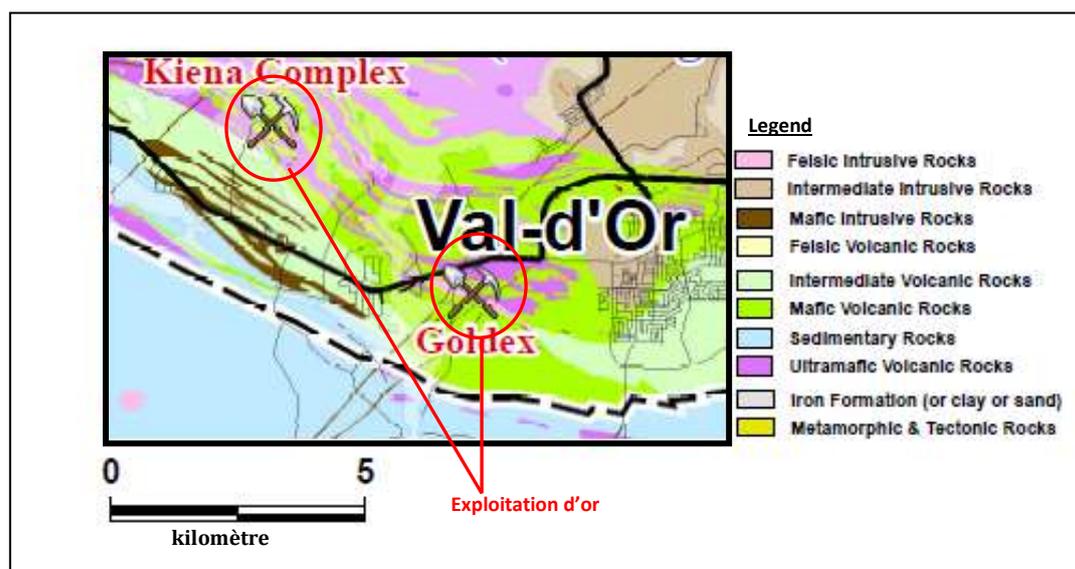
Figure 6: Processus de formation d'un gisement orogénique

La nature des encaissants de ce type de gîtes est très variable car elle dépend du grade de métamorphisme. C'est dans ces gîtes qu'on trouve les meilleures qualité et teneur d'or. Ces gîtes se forment dans de très grandes profondeurs (2 à 20 km) et les fluides à l'origine sont caractérisés par des compositions à $H_2O-CO_2-H_2S(\pm CH_4 \pm N_2)$ de faible salinité et acidité dont la température est de l'ordre de 350°C. Le processus de minéralisation commence par le drainage des fluides hydrothermaux par les zones de faille crustale vers la surface et les minéraux se précipitent dans les failles mais en parallèle à cela, des phénomènes tectoniques distribuent les fluides en créant d'autres zones de faille.

Il est à noter qu'il y a encore une classification de ces gîtes orogéniques selon leur profondeur et leur composition comme on peut le voir sur la figure 6 :

- Gîte épizonal : il se situe à une profondeur de 1 à 5 km, la minéralisation de l'or est riche en antimoine
- Gîte mésozonal : à une profondeur de 5 à 10 km, l'or est accompagné souvent de As et Te
- Gîte hypozoneal : c'est la minéralisation la plus profonde jusqu'à 20 km c'est-à-dire au même niveau que les roches encaissantes, la minéralisation est caractérisée par la présence de As

Exemple : gisement de Val d'or (Canada)



(source : extrait de la carte Sigeom (M.N.R.Q))

carte 1: Carte géologique de Val d'or

II-2-2 Les gîtes de porphyres Cu-Au ^[3] [22]

Les porphyres sont les noms donnés aux granites contenant de grands cristaux d'orthose, formés en profondeur et ils sont à un contexte géodynamique précis qui sont les zones de subduction. Ce type de gîte se forme dans une profondeur de 2 à 5 km. Les fluides hydrothermaux qui produisent les gîtes porphyriques ont une composition très variable : diorite à grandiorite calco-alcalin pauvre en K, monzonite à quartz calco-alcaline potassique, syénite alcalin, ils ont une température variant de 300 à 700°C ayant des origines magmatiques. Le magma, lors de sa remontée, subit une cristallisation fractionnée qui va conduire à un enrichissement du liquide silicaté en éléments tels que Cl, H₂O et en métaux.

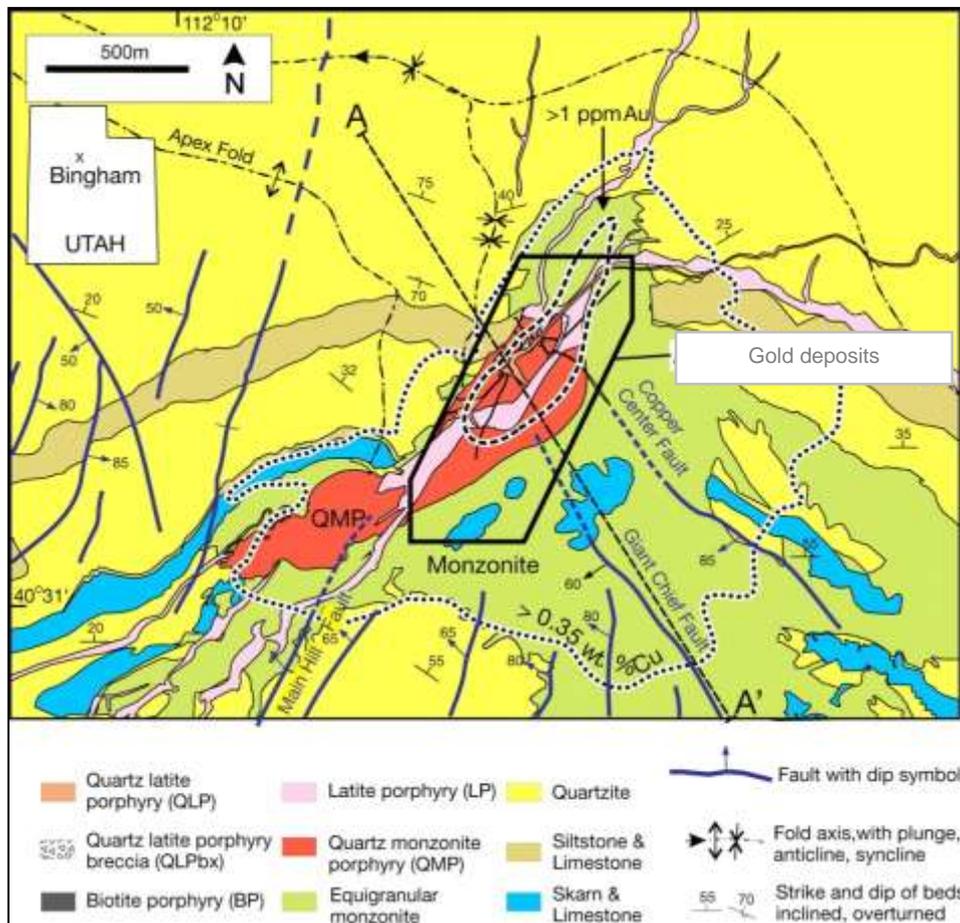
Lorsque le taux de saturation en H₂O du magma est atteint, une saumure aqueuse concentrée de métaux et de gaz se sépare du liquide silicaté. Cette séparation crée une surpression qui va provoquer une fracturation. Cette fracturation s'exprime sous la forme de réseau de fractures denses appelés stockwork. La présence de ces fracturations entraîne ensuite une baisse brutale de la pression qui conduit à l'ébullition du fluide. L'ébullition provoque alors un partitionnement des éléments entre la phase liquide (métaux et chlorure) et la phase vapeur (composés volatiles). Les métaux contenus dans la phase liquide se précipitent alors au sein des veines de stockwork par déstabilisation des complexes de chlorure, c'est ce qui donne des gisements filoniens de type porphyre.

D'une manière générale, l'or est associé au cuivre avec une teneur variant de 0,2 à 2g/t, il peut se présenter sous quatre formes principales :

- Contenu dans des sulfures de cuivre et cuivre-fer

- En or natif inclus dans les sulfures
- Associé à l'argent sous forme d'électrum
- Associés à des tellures

Exemple : le gisement de Bingham (Etats-Unis)



(source : USGS)

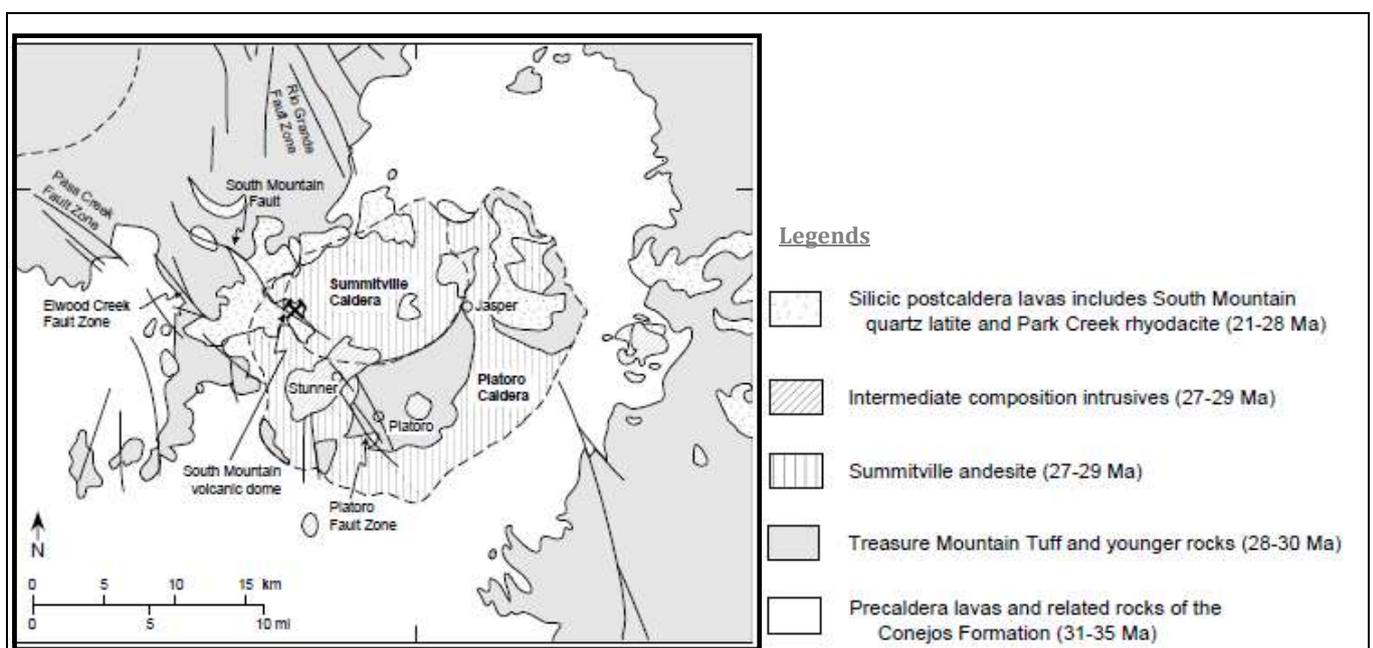
carte 2: Carte géologique de la région de Bingham

II-2-3 Les gîtes épithermaux ^[3] ^[10]

Ce sont des gîtes d'or hydrothermaux superficiels puisqu'ils se mettent en place entre 2 km de profondeur et la surface, ils sont très sensibles à l'érosion. Les gisements épithermaux se rencontrent dans les mêmes contextes tectoniques que les porphyres avec quelques restrictions, ce sont les arcs volcano-plutoniques, les arcs insulaires et les arcs cordillères associés aux zones de subduction. Les fluides responsables de ces gîtes ont une température entre 300 et 600 °C avec une teneur en NaCl entre 6 et 13%.

Les gîtes épithermaux peuvent être classés en deux types définis par la minéralogie et l'assemblage d'altération :

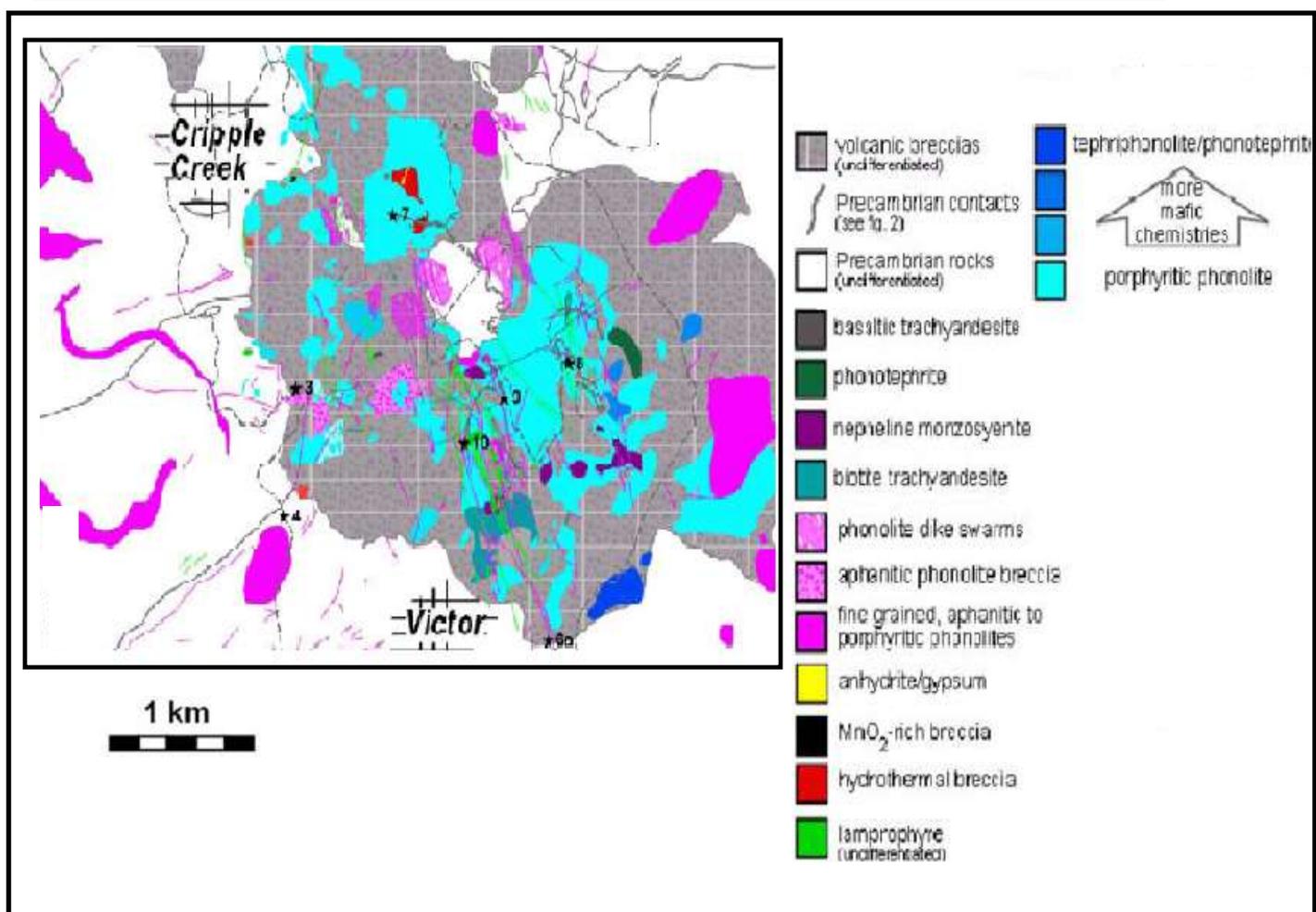
- sulfate-acide : un fluide, qui est acide, entre en ébullition suite à son exsolution du magma ou lors de son ascension vers la surface. Le fluide riche en SiO_2 se condense ou réagit avec l'eau souterraine qui donne l'altération argileuse intense accompagnée de silicification, et l'or se précipite au-dessus de la zone d'ébullition. La minéralisation est caractérisée par l'importance des minéraux cuprifères tels que les chalcopryrite, l'énargite et la luzonite. Ces gisements sont encaissés dans des roches volcaniques andésitiques à dacitiques appartenant à la série calco-alcalin. La minéralisation quant à elle, se présente principalement sous forme disséminée mais cela n'empêche pas qu'il existe d'autres formes comme les stockworks et les veines mais qui sont secondaires. On peut citer comme exemple le gisement de Summitville aux Etats-Unis (carte 3).



(source : USGS)

carte 3: Carte géologique de Summitville

- séricite-adulaire : l'écoulement des fluides qui ont un pH quasi-neutre dont la composition est dominée par des eaux météoriques est contrôlé par les fractures et les failles dans lesquelles le fluide hydrothermal se mélange avec les eaux souterraines. La précipitation se fait par mélange, baisse de température et ébullition. La minéralisation se présente donc sous forme de veines et de stockworks. Les roches encaissantes sont des roches magmatiques ou volcano-sédimentaires de composition calco-alcaline. L'exemple le plus célèbre pour ce type de gisement est le gisement de Cripple Creek aux Etats-Unis (carte 4)



(source : Eric P. Jensen, 2006)

carte 4: Carte géologique de Cripple Creek

Dans les gîtes épithermaux, l'or peut se présenter sous forme natif, électrum et de tellurures.

II-2-4 Les gîtes mésothermaux ^[8]

Les gîtes mésothermaux sont des gisements d'or qui ont la particularité d'être associés aux roches métamorphiques de tous âges mais dans la plupart des cas de faciès schistes verts. Les gîtes sont caractérisés par des veines de quartz qui sont accompagnés d'albite, mica blanc et tourmaline qui sont des minéraux qu'on trouve souvent dans les faciès de schistes verts. Le gisement se forme à une profondeur de 1 à 2 km, avec une teneur assez élevée entre 5 et 30 g /t.

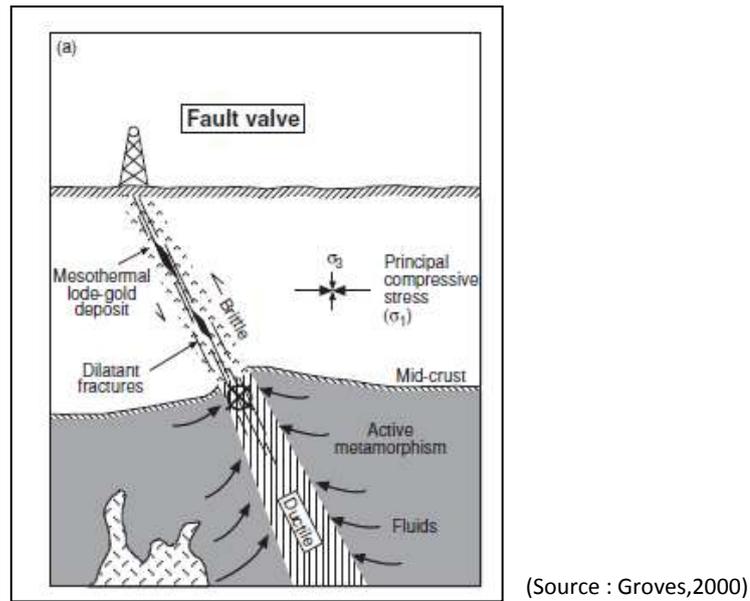
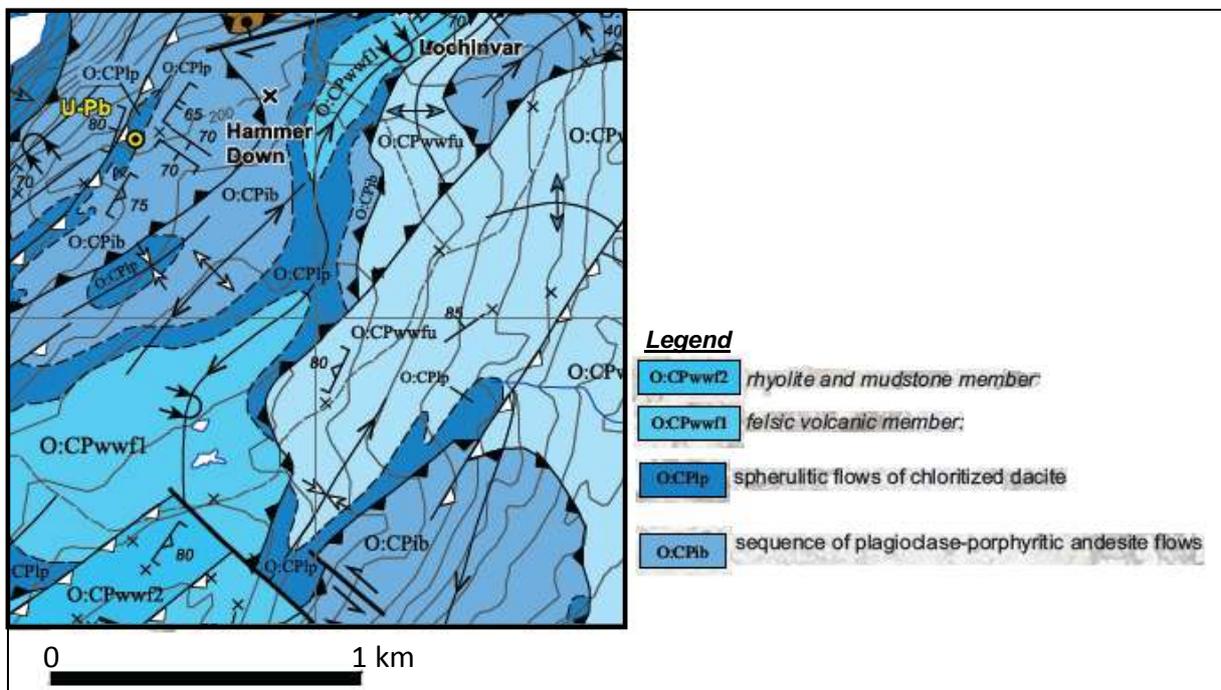


Figure 7: Processus métallogénique d'un gisement mésothermal

Les fluides qui génèrent ces types de gisement ont une faible salinité. L'or est transporté par les fluides de formule $H_2O-CO_2 \pm CH_4$ sous forme de complexe sulfuré avec une teneur en CO_2 assez élevée. Les gîtes mésothermaux se sont formés pendant un phénomène de déformation au bord des plaques convergentes indépendamment de la nature de l'encaissante (Figure 7)

Exemple : gisement de Hammer Down au Canada.



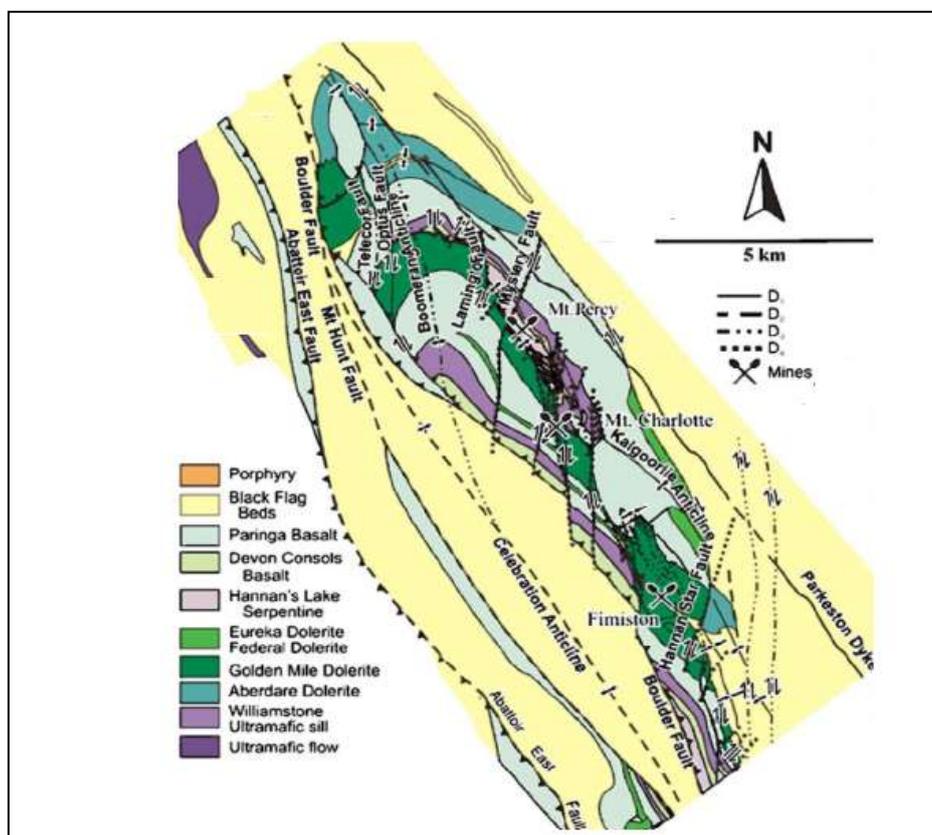
(source : Geological Survey, Newfoundland and Labrador)

carte 5: Carte géologique de la région Hammer Down au Canada

II-2-5 Les gîtes hypothermaux ^[6] ^[11]

C'est Lindgren qui a évoqué cette appellation en 1933. Il s'agit des gîtes qui se sont formés à une température de 300 à 500°C et à une profondeur aux environs de 3,6 km. La plupart des gisements d'or Archéen sont considérés comme étant des gisements hypothermaux. Les fluides qui engendrent ces types de gisement ont une faible salinité. Les gisements hypothermaux sont associés dans la plupart des cas au faciès de schistes verts. La minéralisation de l'or se fait par réaction de sulfuration dans les fissures. Ces gisements ne sont loin d'être les plus rentables en terme d'exploitation par rapport aux autres gisements classés comme primaires principalement en raison de leur dimension pas assez grande et les teneurs peu élevées c'est-à-dire entre 1 – 5 ppm. L'or dans les gîtes hypothermaux sont disséminés ou en filons.

Exemple : gisement de Golden Mile, Kalgoorie, Australie



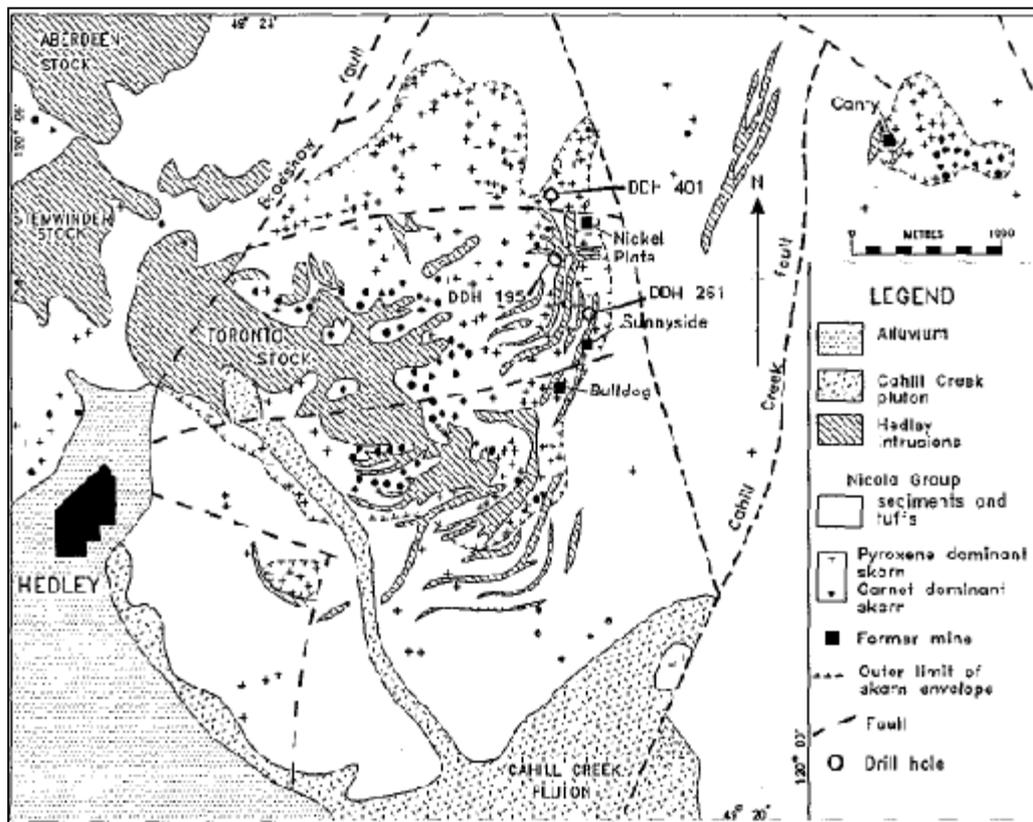
(source : Wayne Fullerton, 2013)

carte 6: Carte géologique de la région de Kalgoorie en Australie

II-2-6 Les skarns aurifères ^{[3] [19]}

Skarn est un vieux nom minier suédois qui veut dire gangue de silicate. Les skarns aurifères sont associés au magma les plus mafiques produits dans les environnements d'arcs insulaires. La formation des skarns est la succession de phénomènes géologiques commençant d'abord par un métamorphisme de contact isochimique puis un fluide hydrothermal de haute température qui peut comprendre une composante magmatique trouble l'assemblage minéralogique engendré par le métamorphisme. La circulation du fluide hydrothermal est causée par l'emplacement de pluton chaud. Pendant cette phase la minéralisation des sulfures débutent. La précipitation de l'or est due à une baisse de température qui est provoquée par l'intrusion des fluides dominés par de l'eau météorique. Les skarns se forment à une profondeur de 1 à 5 km et les fluides hydrothermaux à l'origine de sa formation ont une teneur de 10 à 35% de NaCl.

Exemple : gisement de Hedley au Canada



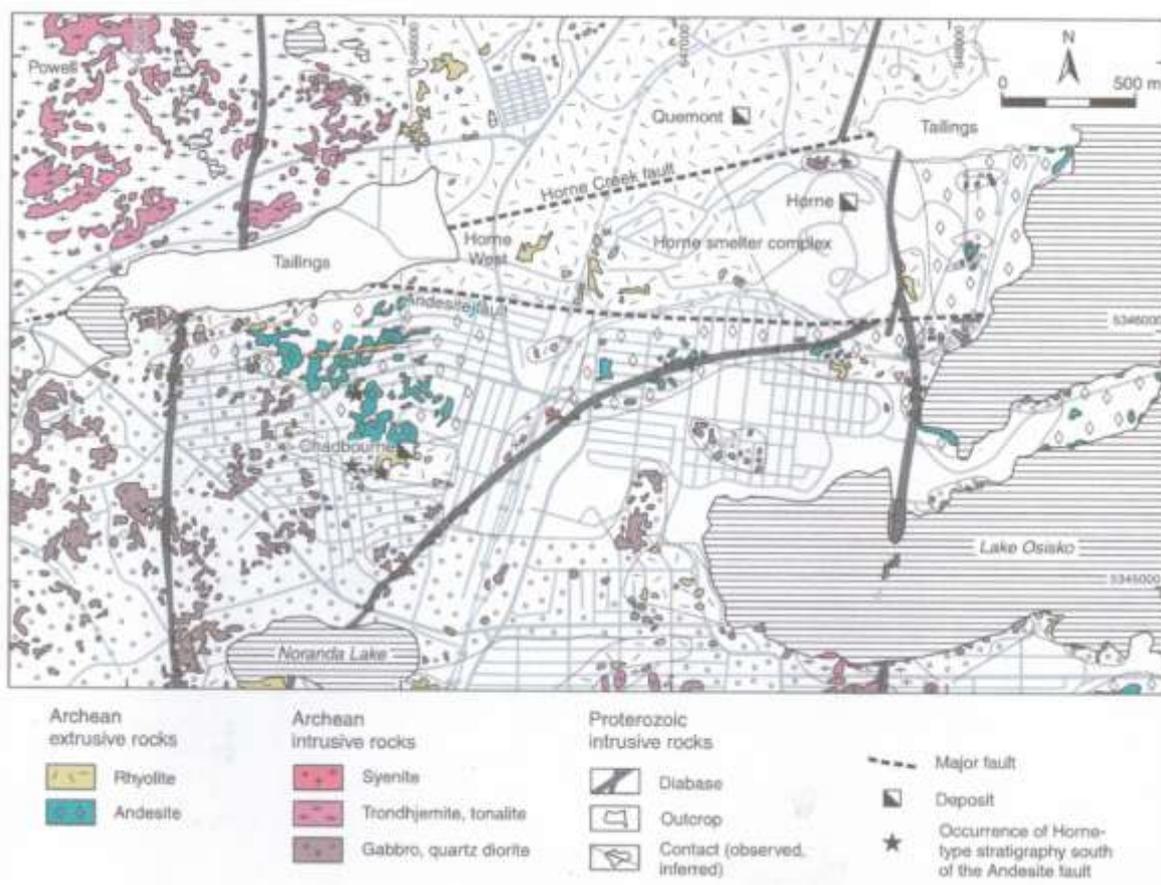
(source : G.E Ray et G.L Dawson,1994)

carte 7: Carte géologique de Hedley

II-2-7 Les sulfures massifs volcanogènes ou SMV ^[3] ^[12]

Les gîtes de sulfures massifs volcanogènes (SMV) ou en anglais « Volcanogenic Massive Sulfides » (VMS) se forment en même temps que les roches encaissantes qui sont principalement des roches volcaniques accompagnées parfois de shales ou de grauwwackes. Ces gîtes se sont formés sur fond océanique à partir de fluides hydrothermaux ventilés dans l'océan. Ils se forment dans les bassins arrière arc actifs et les rifts dorsales océaniques. Ces gîtes sont constitués d'accumulation de minéraux sulfurés et sulfatés en amas tabulaires et stratiformes. La précipitation des sulfures est induite par le refroidissement du fluide hydrothermal par conduction et le mélange du fluide hydrothermal avec de l'eau de mer. La minéralisation en or qui forme ces gîtes peut être massive ou disséminée ou encore se présenter en stockwork.

Exemple : gisement de Horne Au Canada



(source : Monecke et al., 2008)

carte 8: Carte géologique de la région de Horne au Canada

II-2-8 Les paléoplacers et les placers ^{[3][23]}

Les paléoplacers sont des conglomérats de quartz et de quartzites pyriteux à minéralisation aurifère et/ou de grés hématiques à minéralisation aurifère. Quant aux placers ce sont des accumulations de minéraux lourds dont les éléments ont été détachés par érosion des sources primaires de minéralisation et concentrés par des processus de sédimentation faisant intervenir divers agents comme la gravité, l'eau, le vent et la glace (Figure 8). On remarquera que l'érosion ou l'altération d'un paléoplacer peut donner un placer.

On les trouve dans les milieux fluviatiles ou côtiers. L'or est concentré dans les pièges hydrauliques.

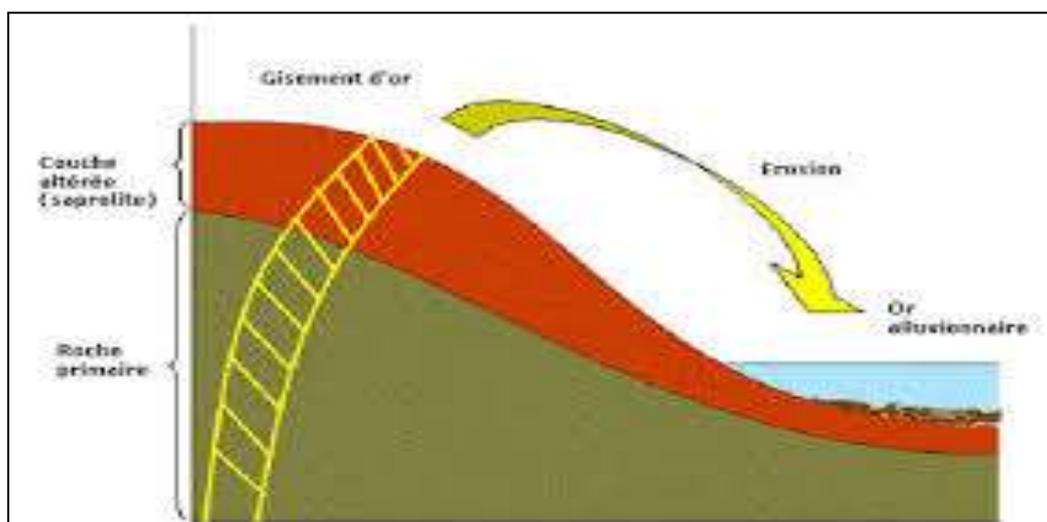


Figure 8: Processus de formation d'un placer

Il est tout de même à noter qu'on peut rencontrer dans une zone aurifère une combinaison de ces types de gisement, on pourra même dire que c'est assez fréquent. Lorsque ce cas se présente il est préférable de faire des études plus approfondies pour pouvoir bien analyser les gîtes.

CHAPITRE III : GISEMENT D'OR DE MADAGASCAR

III-1 Métallogénie de l'or à Madagascar ^[4] [20]

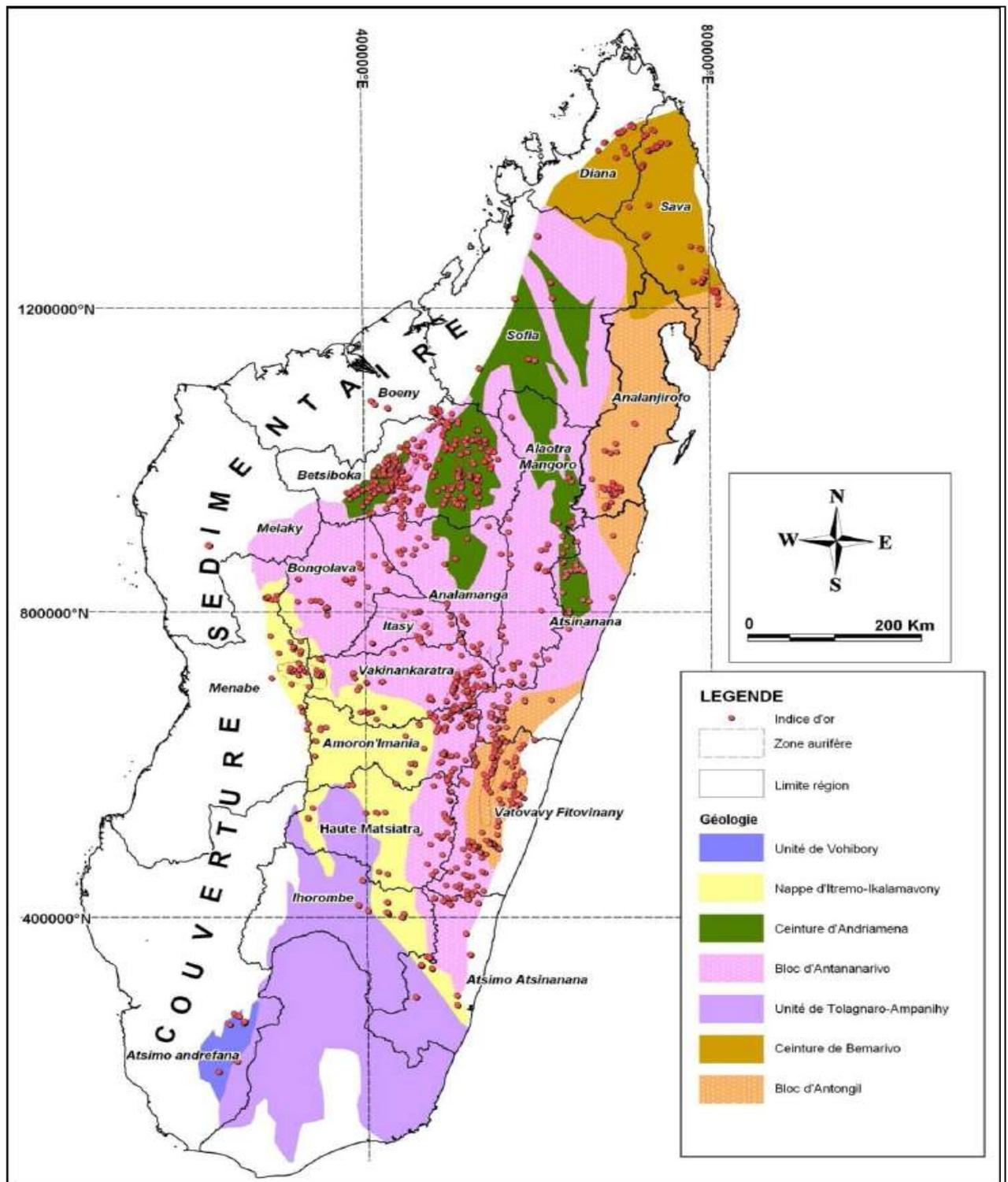
Généralement, les minéralisations aurifères à Madagascar se trouvent dans les contextes métamorphiques de minéralisation diffuse des veines quartzitiques. A Madagascar, l'or se retrouve principalement concentré, soit dans les gisements secondaires soit dans les roches primaires. La plupart des gisements primaires d'or de Madagascar appartiennent aux gisements de type mésothermal. Voici les critères qui font correspondre les gisements d'or de Madagascar aux gisements mésothermaux :

- La plupart du temps, ils sont associés aux filons de quartz
- Ils apparaissent dans des terrains métamorphiques de tout âge, sans exclure les terrains métamorphiques de haut grade
- Les minéraux généralement liés à l'or sont les sulfures de métaux non précieux, arsénopyrite, galène, tourmaline, molybdénite et pyrite
- La minéralisation peut se produire dans toutes les types de roches mais typiquement dans les veines de quartz, dans les systèmes de veinules ou sous formes disséminés dans les zones hautement tectonisées.
- La plupart des minéralisations se trouvent au niveau des zones d'accident tectonique ou zones de cisaillement
- A l'échelle régionale les minéralisations se produisent en association avec des zones de failles

Mais il existe aussi à Madagascar des gisements d'or secondaires qui sont issus de l'altération des gîtes primaires. Leur existence est due principalement aux facteurs physico-chimiques extérieurs qui sont l'eau, le vent, et l'érosion.

III-2 Les gisements d'or à Madagascar ^[20]

Les indices d'or à Madagascar se trouvent principalement dans la partie Nord-Ouest de l'île, c'est dans cette région qu'on en trouve le plus. Toutefois, la majeure partie du socle cristallin de l'île présente des indices aurifères du Nord jusqu' au Sud (carte 9).



(source : RAZAFINDRAMAKA, 2009)

carte 9: Carte des indices d'or de Madagascar

Afin de mieux connaître les gîtes d'or à Madagascar, nous allons les classier. Une classification par âges des encaissantes proposée par Henri Bésairie en 1966

III-2-1 Les gisements appartenant au domaine Archéen

Les gisements appartenant au domaine Archéen sont les plus nombreux à Madagascar. La minéralisation se trouve dans un système de veines interstratifiées concordantes dans des formations métamorphiques. Ces veines sont associées à :

- Des séries de roches amphiboliques basiques, cas d'Andriamena, Maevatanana, Alaotra et Ampasary ;
- Des quartzites à magnétites comme à Andriamena, Maevatanana et Alaotra ;
- Des séries silico-alumineuses constituées par de quartzite, gneiss, migmatites, micaschistes alumineux et souvent graphiteux. Tel est le cas d'Ambatolampy et dans la région Ouest d'Antananarivo, série de Sahantany et de Vavatenina, plus accessoirement série de Maha et de Vohilava-Ampasary et Sud-ouest
- Des filons péribatholitiques, des stockworks, et une dissémination étendue dans les roches métamorphiques grâce aux intrusions granitoïdes tardives affectant localement les faciès cités précédemment

L'interface des phénomènes intrusifs avec les anciennes séries porteuses constitue le faciès le plus favorable.

III-2-2 Les gisements primaires du protérozoïque

Ils sont souvent associés à des micaschistes ou à des quartzites de la série SQC « Schisto-Quartzo-Calcaire », transformés soit par un métamorphisme régional soit par un métamorphisme de contact intrusif. Ils apparaissent le plus souvent sous forme de disséminations de sulfures aurifères telles que la pyrite, l'arsénopyrite, pyrrhotite.

Les deux cas les mieux connus sont :

- La région de Betsiriry, à l'est de Miandrivazo, où les indices aurifères se trouvent dans la zone de passage entre les gneiss migmatitiques et la série épimétamorphique « Schisto-Quartzo-Dolomitique »
- La région d'Itea, au Sud-ouest d'Ambositra, où les indices d'or sont localisées dans les formations métamorphiques de contact. Ils s'alignent dans les formations plus ou moins silicifiées bordant le massif granitique intrusif d'Itea.

III-2-3 Les gisements liés à la tectonique permotriasique

Les gisements se présentent sous forme de filons hydrothermaux à remplissage quartzo-barytiques de fractures avec or natif et sulfures associés. Ce type de gisement ne se rencontre que sur le bordure socle-sédimentaire de l'extrémité nord de Madagascar à Andavakoera.

III-2-4 Les gisements secondaires

Ils sont issus des altérations des gisements primaires, on peut les classer en deux :

- les gisements éluvionnaires : il s'agit d'altération des roches et où la minéralisation se concentre près du gisement primaire, sans déplacement ou avec une mobilisation à faible distance le long des pentes. Aussi, le transport des éléments lourds tels que l'or conduit à une concentration éluvionnaire aurifère sous l'effet de la gravité et du lessivage météorique. Dans ce cas, la limite des roches saines porte la plus forte teneur, plus précisément au niveau de la base de profil latéritique. En effet, l'exploitation des gîtes éluvionnaires est intéressantes puisqu'il est facile à exploiter.

- les gisements alluvionnaires : ce sont les résultats des accumulations aurifères après un déplacement très significatif causé par les facteurs physico-chimiques très poussés.

CONCLUSION

Cette partie sur les généralités et les rappels bibliographiques nous ont permis de connaître les points suivants concernant l'or :

- L'or est un métal synonyme de richesse comme en témoigne encore sa principale utilisation actuelle qui est la bijouterie, mais d'autres perspectives d'utilisation existent aujourd'hui en parallèle avec l'avancée des recherches concernant les divers propriétés et caractéristiques de l'or
- L'exploitation de l'or est une activité très ancienne qui a fait son apparition pendant l'Antiquité, mais pour le cas de Madagascar ce n'est que vers la fin du XIX^e siècle que l'extraction de l'or a commencé
- Les principaux fournisseurs d'or dans le monde sont les pays les plus développés, cependant, l'augmentation incessante du prix de l'or incite les pays en voie de développement comme Madagascar à s'intéresser de plus en plus à cette filière
- Il existe plusieurs types de gisement d'or dans le monde et une classification de ces derniers a été faite par les chercheurs suivants des critères bien définis qui caractérisent chacun des types de gisement
- A Madagascar, des indices d'or sont présents dans plusieurs parties de l'île, mais les travaux concernant la caractérisation des gîtes même s'ils existent restent encore insuffisants et incomplets.

Ces diverses études vont donc nous mener à la partie suivante qui concernera principalement la Commune de Behenjy.

**DEUXIEME PARTIE : CARACATERISATION DE
L' EXPLOITATION D'OR DANS LA COMMUNE DE
BEHENJY**

INTRODUCTION

Cette partie sera consacrée à la Commune de Behenja qui est notre zone d'étude. Nous verrons donc dans cette partie les divers caractéristiques de la Commune notamment le cadre géographique de la région et le contexte géologique nécessaire pour la caractérisation de gisement d'or de la zone.

Ensuite, nous allons expliquer la méthodologie de travail que nous avons appliquée pour mener l'enquête dans la caractérisation de l'exploitation aurifère dans notre zone d'étude.

Enfin, nous étudierons les diverses caractéristiques de l'orpaillage dans la Commune et trouverons les problèmes liés à cette activité.

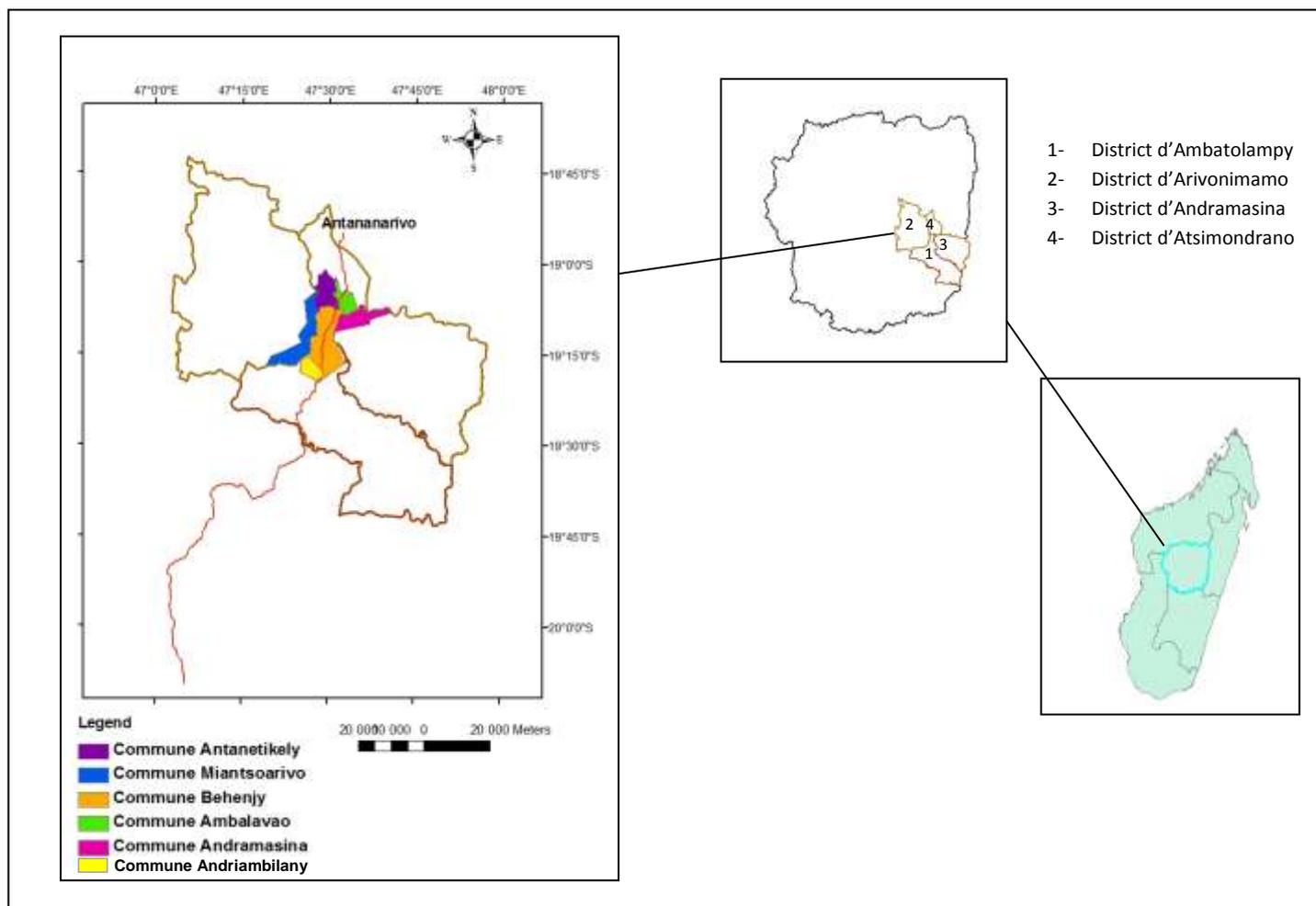
CHAPITRE IV : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

IV-1 Contexte géographique de Commune de Behenjy ^[18]

Behenjy se trouve dans la partie centrale de Madagascar. Il est à noter que Behenjy est à la fois le nom du Fokontany et de la Commune. Il est inclus dans le district d'Ambatolampy, dans la région de Vakinankaratra et dans la province d'Antananarivo. Il se trouve au Sud de la capitale Antananarivo le long de la route nationale 7 (RN7) au PK37. La Commune de Behenjy s'étend sur une superficie totale de 142 km² et ayant comme longitude 47° 29' Est, latitude 19° 12' Sud, d'altitude moyenne de 1418 m.

Elle est limitée :

- au Nord par la Commune Rurale d'Ambalavao et la Commune Rurale d'Antanetikely
- à l'Est par la Commune Rurale d'Andramasina
- au Sud par la Commune Rurale d'Andriambilany
- et à l'Ouest par la Commune rurale de Miantsoarivo

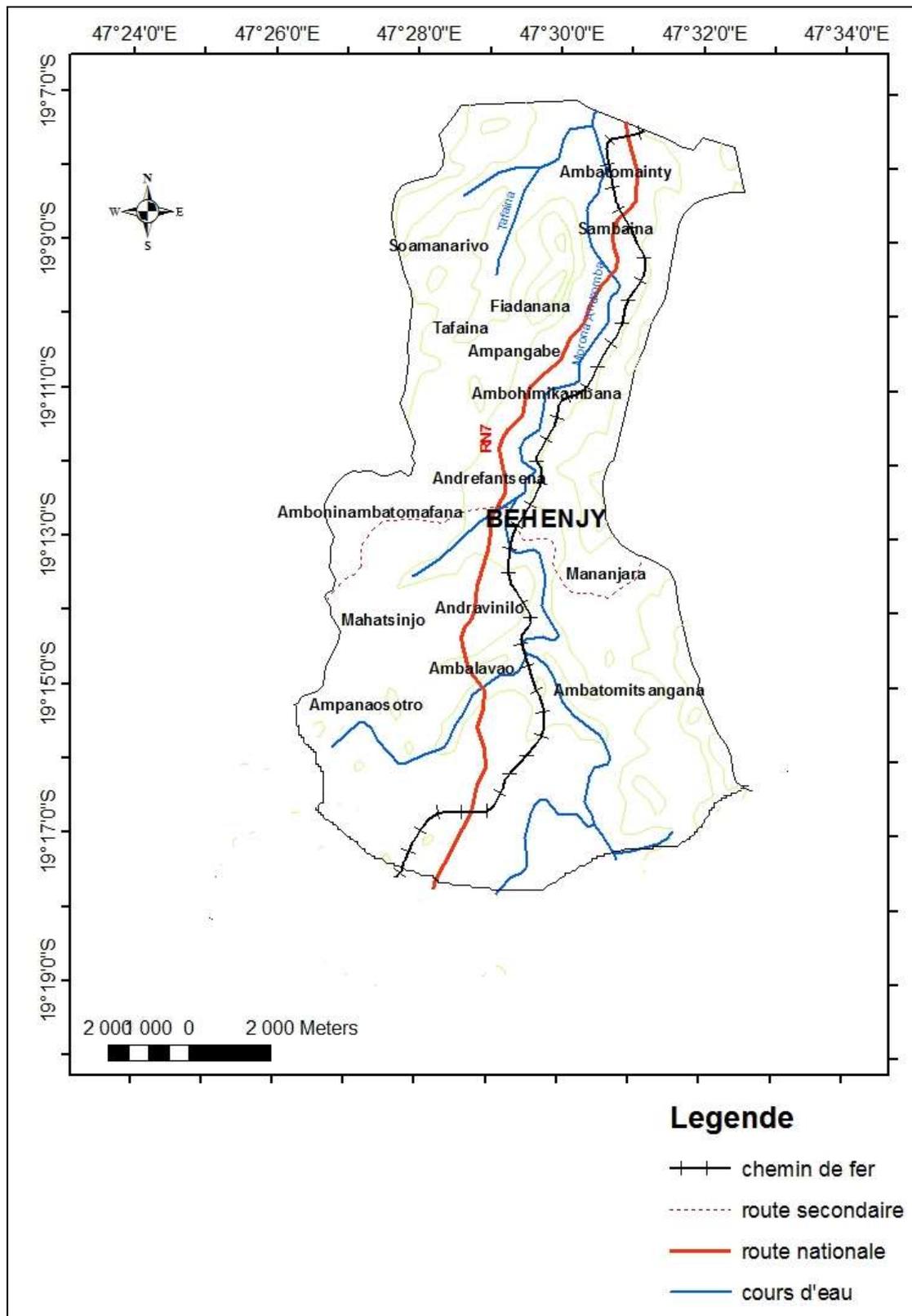


carte 10 : Localisation de la commune de Behenjy

La Commune de Behenjy dispose d'un réseau routier de 64 km. Ce réseau routier se répartit comme suit :

- la RN7 qui relie la Commune à la capitale et aux autres grandes villes se trouvant sur cette route nationale,
- Deux routes interprovinciales reliant Behenjy à Andramasina et à Miantsoarivo
- Une route intercommunale Behenjy-Anjana

Il existe dans la région un réseau ferroviaire de 24 km sur l'axe Tana-Behenjy-Ambatolampy.



carte 11: Carte géographique de la Commune de Behenjy

IV-1-1 Géographie physique

IV-1-1-1 Relief

Behenjy appartient aux hautes terres des régions centrales de Madagascar. La région a une altitude assez élevée avec une moyenne de 1418 m. Le paysage est caractérisé par les lavaka à cause des érosions qui entaillent les flancs des collines. Leurs dimensions passent de quelques centaines de mètres, avec des profondeurs atteignant 10 à 20 m.

IV-1-1-2 Morphologie

La région de Behenjy possède une assez grande surface dont on peut exploiter comme les régions volcaniques d'Ankaratra ainsi que les plaines d'Ambohibary. Mais des zones moins favorisées existent aussi dans le Sud-ouest de la région et de l'Est ; ce sont des zones montagneuses difficilement aménageables pour une quelconque activité humaine.

IV-1-1-3 Hydrographie

La rivière Morona Andromba traverse la région du Nord au Sud et se déverse dans l'Ikopa avec un débit régulier tout au long de l'année. Il y a aussi dans la région la rivière Tafaina qui reçoit de nombreuses affluents dans sa partie en amont. Ce réseau hydrographique est responsable du caractère sectionné du relief et enfoncé d'une centaine de mètres par rapport au sommet de la crête.

IV-1-1-4 Climat

La région a un climat tropical, marqué distinctement par deux saisons : la saison sèche et froide allant de Mai à Septembre et la saison humide d'Octobre à Avril. L'altitude relativement élevée abaisse les températures et des variations fréquentes de ces dernières sont observées pendant la saison sèche et froide.

IV-1-2 Milieu biologique

La zone est caractérisée par une faible couverture forestière et une dégradation des bassins versants sujets à des fortes érosions et au tarissement des sources naturelles.

IV-1-3 Milieux humain et social

IV-1-3-1 Population et démographie

La population dans l'ensemble de la Commune de Behenjy est estimée à 22000 selon la mairie. La plupart sont issus des hautes terres centrales c'est-à-dire de race Merina. Globalement, la population est jeune ce qui est un cas fréquent à Madagascar.

IV-1-3-2 Santé

La région de Behenjy possède une infrastructure sanitaire qu'on peut qualifier de convenable par rapport à d'autres régions de l'île. Elle comporte en effet :

- Des centres de santé de base niveau I (CSBI) situés à Tsinjony et Ambato
- Des centres de santé de base niveau II (CSBII) à Behenjy

L'eau potable est accessible dans plusieurs bornes fontaines et certaines familles possèdent même leur propre eau dans leurs foyers.

IV-1-3-3 Education

Le secteur public et le secteur privé totalisent à eux deux 25 établissements. Mais le taux de scolarisation reste assez bas dans les écoles secondaires et le manque d'instituteur demeure aussi un problème à résoudre.

IV-1-4 Activité économique

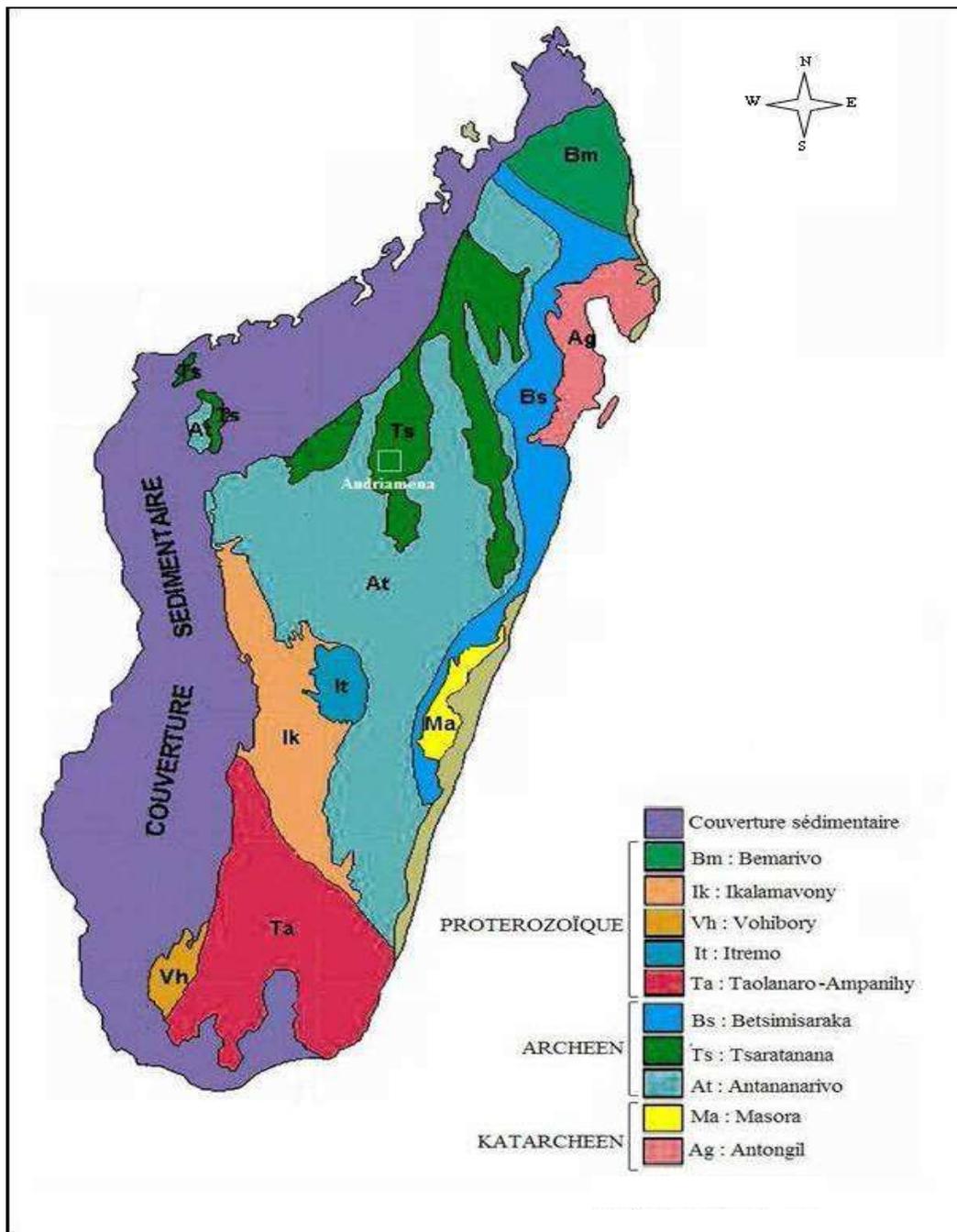
La principale activité économique de la région est l'agriculture, précisément la culture rizicole car la région comporte un assez grand étendu de rizière mais la population cultive aussi d'autres produits comme le manioc, la patate douce, les légumes vertes, le maïs etc.... L'élevage de volaille est aussi l'une des activités la plus importante de la région. Behenjy est aussi connue comme le principal fournisseur de foie gras de Madagascar ce qui accroît le tourisme dans la région, des touristes venus principalement du capital Antananarivo. Le village de Behenjy est une escale importante pour ce qui voyage sur la route nationale 7, ce qui explique les nombreuses restaurants qui eux aussi fournissent des foies gras aux voyageurs qui s'arrêtent pour se ravitailler. Une activité assez récente est née au fil des années c'est l'orpaillage. Les paysans ne pouvant plus survivre par l'agriculture doivent étendre leurs revenus et la découverte d'un sous-sol contenant de l'or leur a permis cette extension de leurs activités. Cependant, l'orpaillage dans la région reste informelle car les autorités ne peuvent pas contrôler comme il se doit cette activité, c'est un problème que nous allons traiter plus tard dans ce mémoire. La région de Behenjy est aussi connu pour l'implantation de la société MADO où une usine d'eau minérale SAINTO est construite.

IV-2 Cadre géologique de la région de Behenjy

IV-2-1 Rappels sur la géologie de Madagascar ^[2] 16]

La géologie de Madagascar comprend deux grandes parties (carte 12) :

- Les formations sédimentaires, légèrement incliné vers l'Ouest et couvrant le tiers occidental de l'île
- Le socle cristallin fortement plissé et métamorphisé et qui constitue les deux tiers restant.



(source : PGRM, 2012)

carte 12: Carte des domaines géologiques de Madagascar

On peut voir sur cette carte que le socle cristallin de Madagascar est divisé en 6 domaines:

- Le domaine d'Antongile-Masora
- Le domaine d'Antananarivo
- Le domaine de Bemarivo
- Le domaine d'Ikalamavony
- Le domaine d'Androy

- Le domaine de Tsaratanàna

Parmi ces domaines cités ci-dessus, la région de Behenjy appartient à celui d'Antananarivo. Le domaine d'Antananarivo lui-même qui est encore subdivisé en plusieurs groupes qui sont :

- Le groupe d'Ambatolampy où se situe notre zone d'étude qui est la commune Behenjy
- Le groupe Sofia
- Le groupe de Vondrozo
- Le groupe d'Amborompotsy

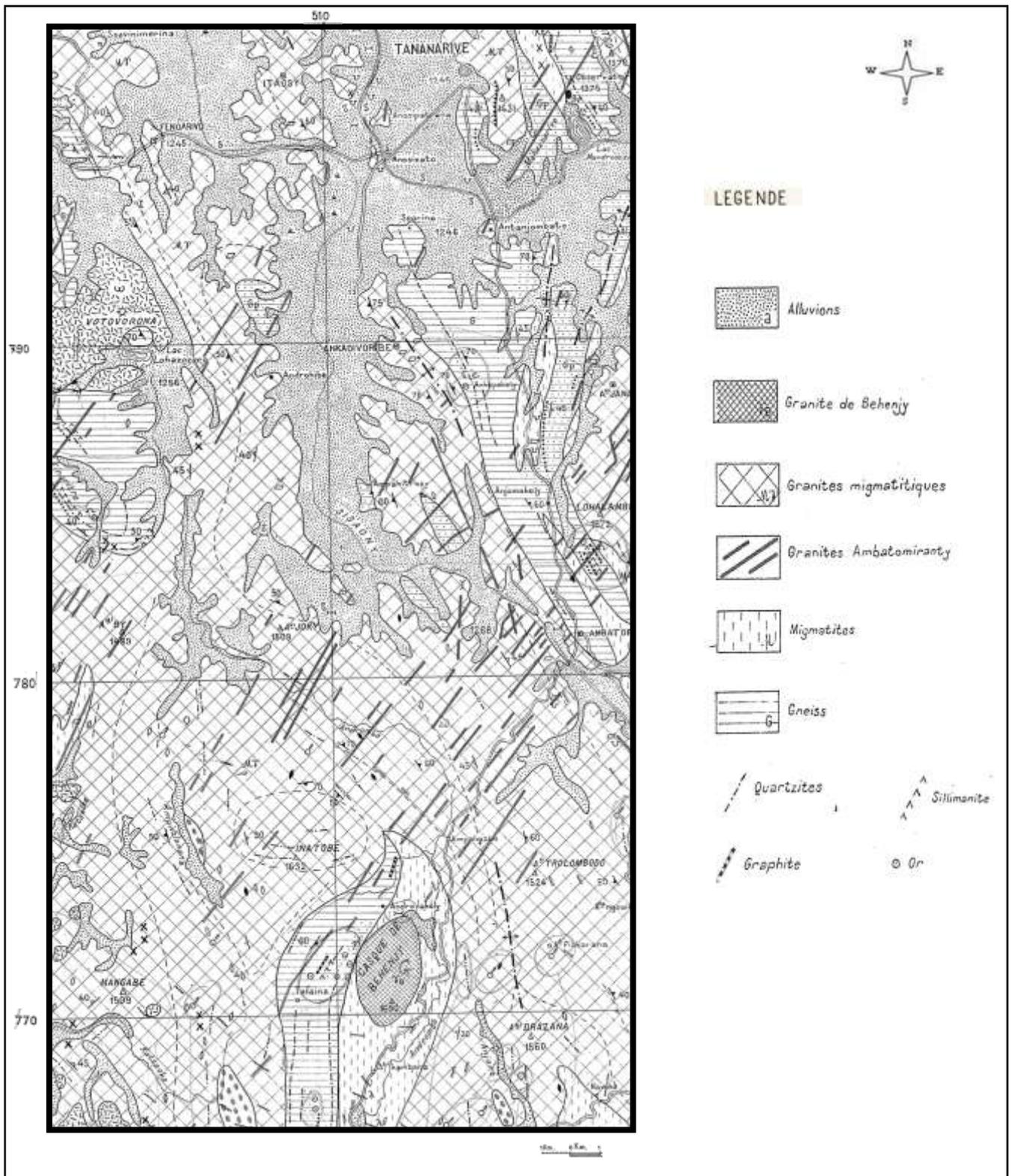
Le groupe d'Ambatolampy est une séquence de roches supracrustales, inégalement préservées, fortement plissées et avec une extension de plus de 400 km depuis Antananarivo jusqu'à Fianarantsoa au Sud. Il est caractérisé par des schistes et des paragneiss alumineux, et abondants niveaux de quartzite. La série d'Ambatolampy se distingue aussi par la prédominance de faciès micaschisteux, passant fréquemment à des biotitites et à des gneiss plagioclastiques à biotite et amphibole. Ces faciès micaschisteux sont toujours très altérés. La présence fréquente de sillimanite dans ces faciès, l'abondance du grenat, l'association avec des gneiss quartzeux à pyroxène et grenat, donc de minéraux représentatifs d'un faciès métamorphique élevé, indiquent clairement que cette série ne constitue pas un ensemble micaschisteux. Il s'agit d'un ensemble lithologique particulier, de puissance certainement réduite dont les termes dominants méritent l'appellation, soit de biotitites à lentilles quartzieuses, soit de gneiss plagioclastiques surmicacés.

- Quartzite : gneiss et schistes psammitiques à l'état de métaquartzite gris, quartzites ferrugineux. Il y a de fines alternances (0,2 à 2mm) de niveaux riches en quartz et de niveaux ou lamines, de couleur rouille, et à oxy-hydroxydes de fer
- Paragneiss et schiste : unité dominante du Groupe d'Ambatolampy avec gneiss et schistes en accessoires métapsammitiques, il existe aussi des magnétites en quantité mineure
- des grenats et des silicates en minéraux accessoires.

La série d'Ambatolampy se situe en position synclinale et supérieure par rapport à la série migmatique. Cette disposition est nette dans le synclinal de Behenjy. Les structures sont fréquemment déversées à l'Est et la série migmatitique inférieure disparaît progressivement au Sud, sous la série d'Ambatolampy.

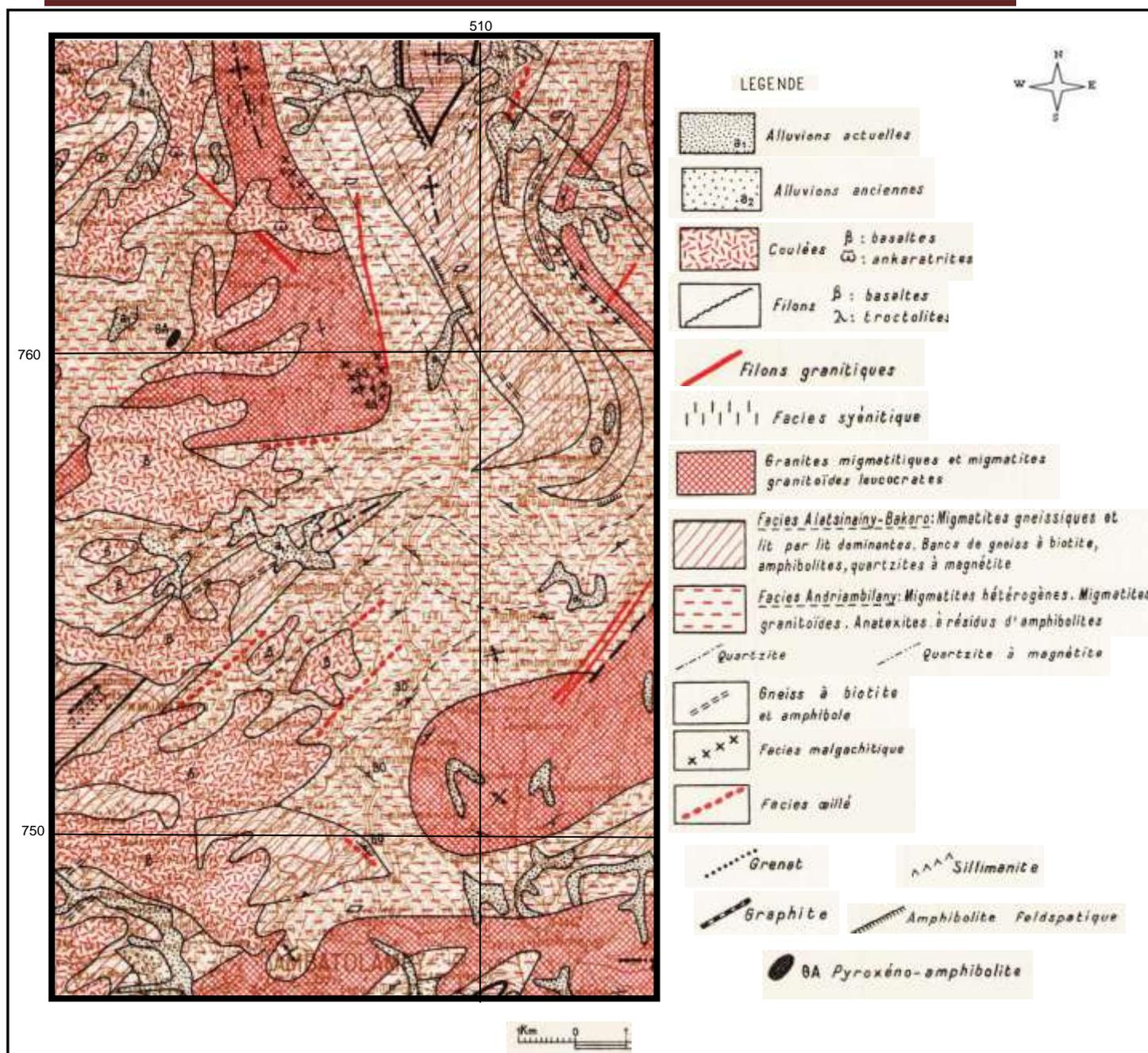
IV-2-2 Géologie de la région de Behenjy ^[18]

Voici les cartes géologiques à aide desquelles nous allons étudier les principales formations géologiques de la région de Behenjy.



(source : Service géologique de Madagascar, 1963)

carte 13: Extrait de la carte géologique du domaine d'Antananarivo P47



(source : Service géologique de Madagascar, 1965)

carte 14: Extrait de la carte géologique du domaine d'Ambatolampy (P48)

D'après ce qu'on observe sur ces extraits des cartes géologiques P47 et P48, les principales formations dominantes sont :

- des gneiss qui sont surtout à biotite parfois à amphibole et à bancs grenatifères. Les gneiss à sillimanite ne sont pas très abondantes, au moins en grosse masse. Il existe des gneiss à grenat sillimanite et cordiérite ; la cordiérite n'est identifiable que dans les bons affleurements de carrière.

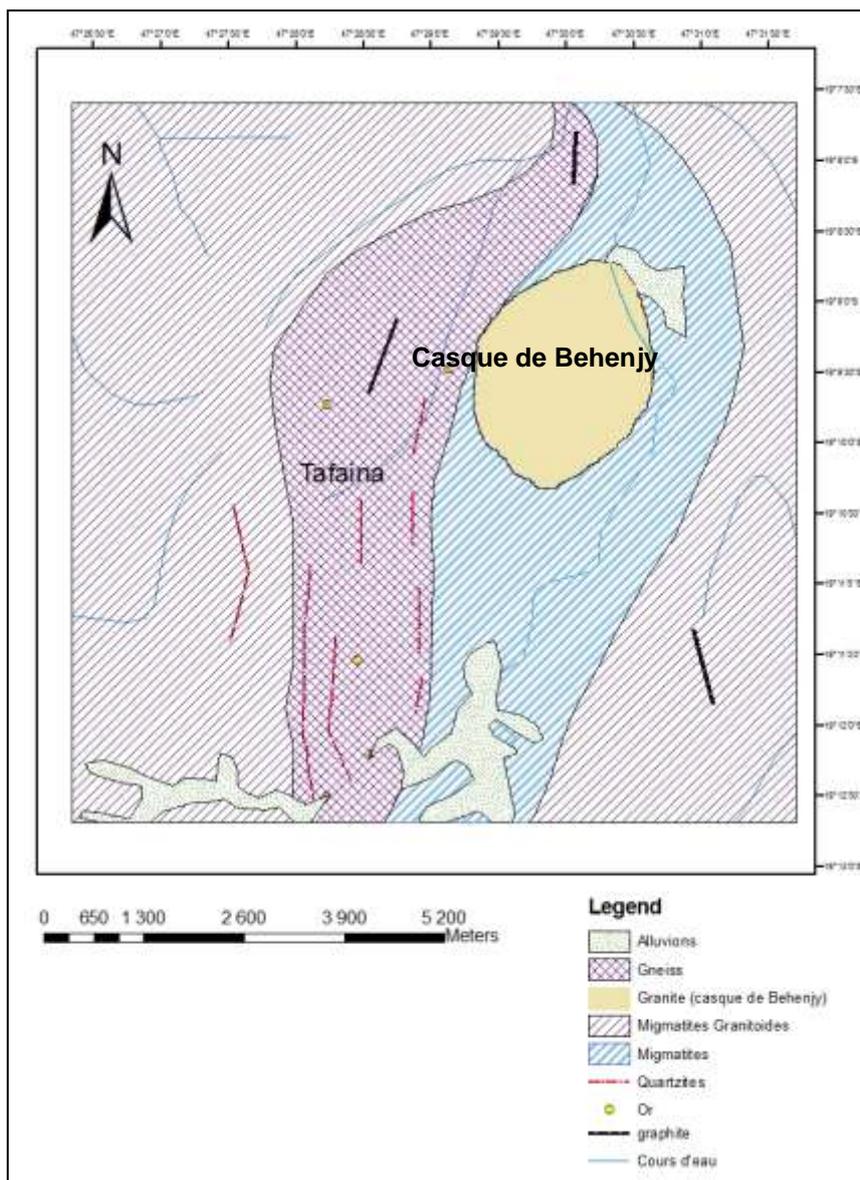
- des migmatites sont toujours plus ou moins associées aux gneiss. Ce sont des roches avec lits parallèles plus ou moins fins, très continus et alternés de lits à ferromagnésien et de lits quartzo-feldspathiques. Les migmatites les plus communes renferment l'association : quartz, microcline, oligoclase, biotite, apatite.
- des granites migmatitiques avec des passages de charnockites occupent le Nord, Nord-Ouest, Sud-est de la feuille. Une formation intrusive tardive de granite stratoïde dit Casque de Behenjy est l'une des plus remarquable dans la région de Behenjy. Il y existe aussi quelques filons de troctolites (gabbro riche en olivine) et des filons basiques sont aussi observés surtout dans les formations de migmatites.

IV-3 Gisement d'or de Behenjy ^[18] [20]

Le gisement dans la région de Behenjy correspond en une minéralisation disséminée dans divers faciès cristallins associées aux quartzites à magnétites. Les couches minéralisées de micaschistes sont presque verticales et en intrusion dans les couches latéritiques. Les principaux indices d'or se trouvent dans la partie Nord- Ouest de la Commune.



photo 1: Affleurement de couche de micaschistes



carte 15: Carte géologique et indices de Behenjy

Toutefois, d'autres zones présentent des minéralisations dans la commune. Nous pouvons citer en vue de notre étude les sites où les activités d'orpaillages sont intenses. Une minéralisation des couches latéritiques et des filons primaires dans des formations de micaschistes où des veinules de quartzites sont présentes.

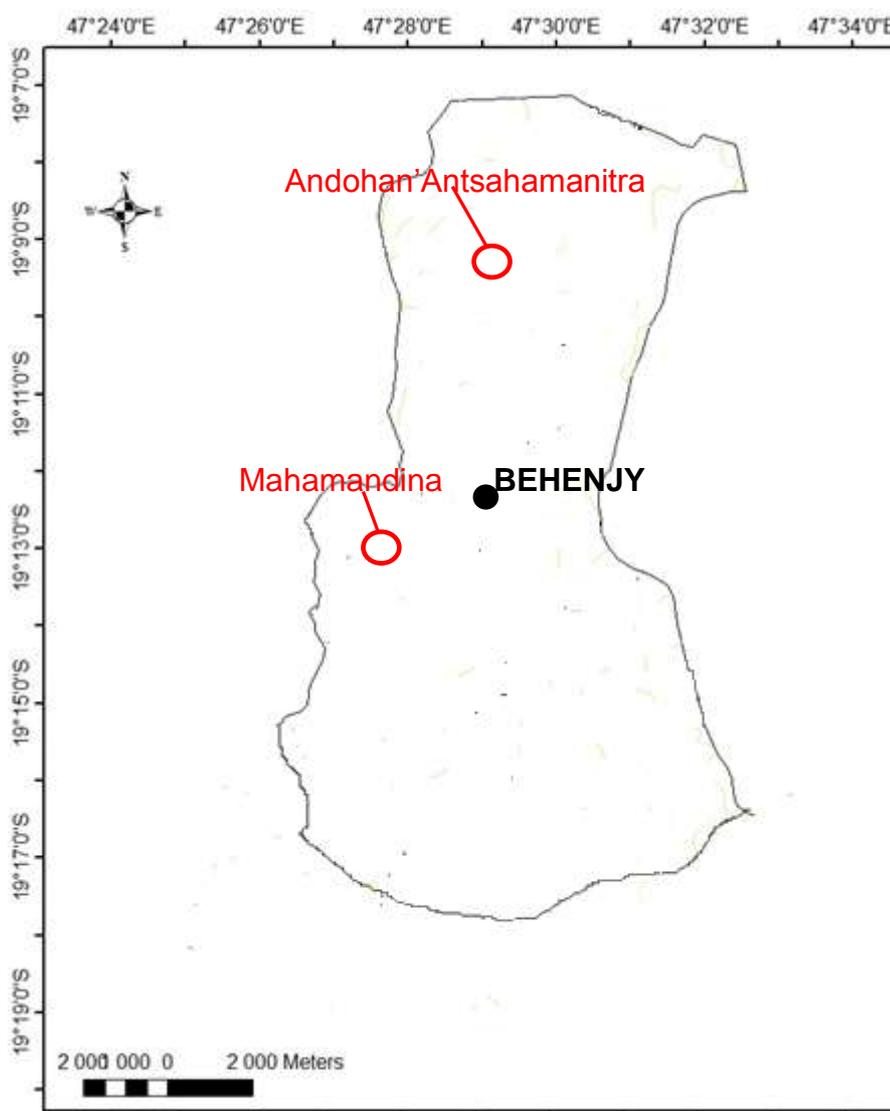
Dans la région de Behenjy, des gisements secondaires existent aussi, ils se caractérisent par des dépôts éluvionnaires qui sont les conséquences de l'érosion des gisements primaires.

IV-4 Les exploitations existantes dans la région de Behenjy

L'exploitation de l'or dans la région de Behenjy a commencé en 1888. C'était une concession qui travaillait pour le compte de la royauté malgache.

Aujourd'hui, il y existe une activité d'orpaillage et c'est en 2013 qu'un important phénomène de ruée a commencé à affecter la région car l'augmentation du nombre d'orpailleurs se compte par millier alors qu'auparavant ils étaient seulement qu'une centaine.

Dans la région de Behenjy, deux zones sont principalement touchées par ce phénomène de ruée : l'une se trouve au Sud de Behenjy sur une formation éluvionnaire avec les coordonnées suivantes X=508402 et Y=765302 dans le Fokontany de Mahamandina et l'autre zone se situe plus au Nord sur une colline proche de la région de Tafaina dans le Fokontany d'Andohan'Antsahamanitra dont les coordonnées sont X=510089 et Y=769230.

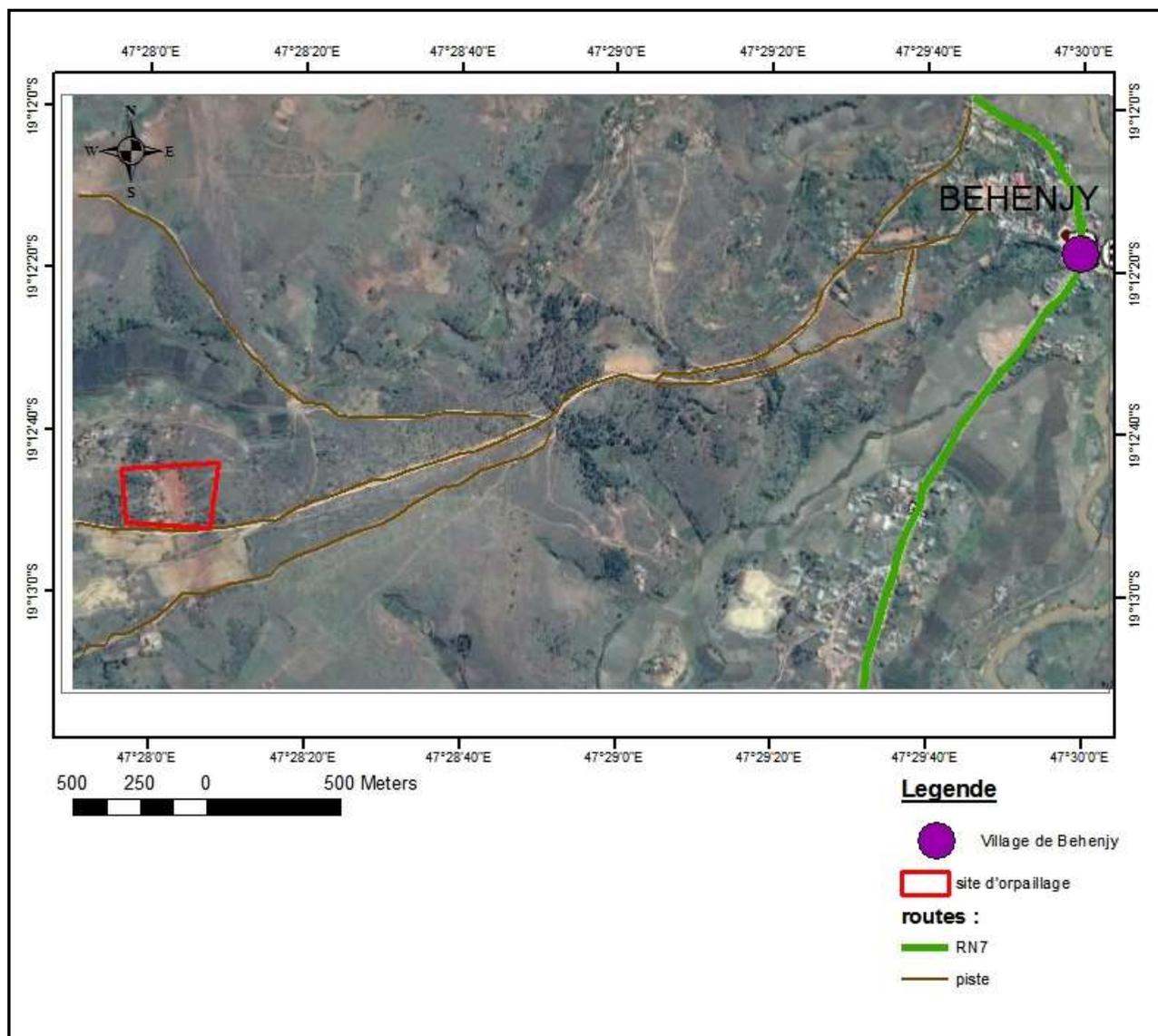


carte 16: Localisation des deux sites d'orpaillage

IV-4-1 Le site d'orpaillage de Mahamandina,

Le site se trouve à 2 km de Behenjy suivant une route secondaire se trouvant à l'Ouest du village, c'est une piste praticable facilement à pied qu'en véhicule. Le site est

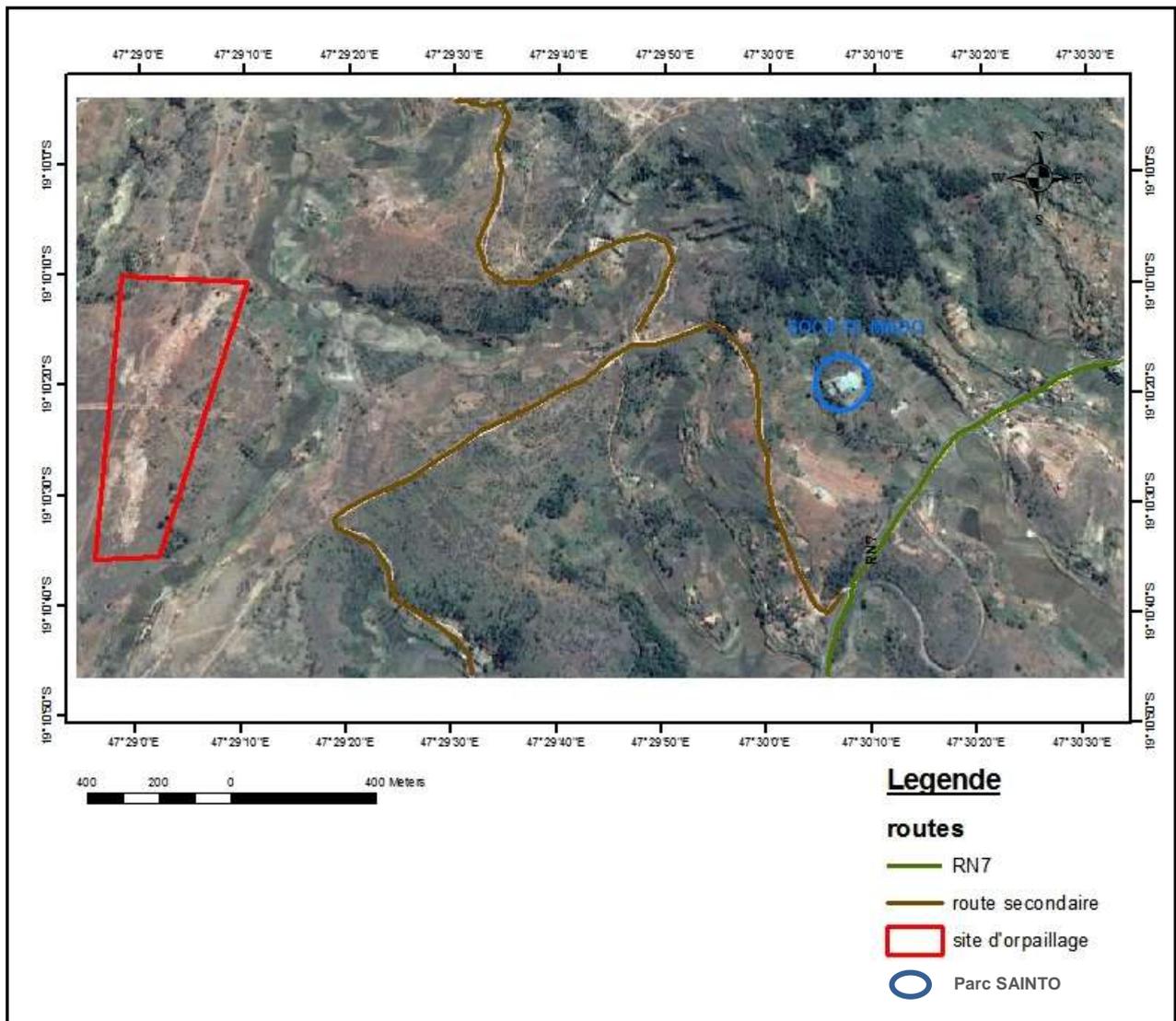
facilement repérable car elle se trouve au bord de la route. Le village de Mahamandina n'est pas très isolé comme le cas de beaucoup de site d'orpaillage et il n'existe presque aucun campement dans les alentours car les orpailleurs rentrent au village après le travail, seule la population locale vit dans le secteur.



carte 17: Localisation du site d'orpaillage de Mahamandina

IV-4-2 Le site d'orpaillage d'Andohan'Antsahamanitra

Elle est accessible en empruntant une piste qui se trouve au croisement de la route nationale 7 à environ 1 km au sud du parc SAINTO de la société MADO. Depuis le croisement, elle se trouve à peu près à 3 km vers l'ouest. Assez isolé, il n'y a presque aucune population à part quelques paysans très peu en nombre.



carte 18: Localisation du site d'orpaillage dans la région d'Andohan'Antsahamanitra

CHAPITRE V : METHODOLOGIE DE TRAVAIL

La méthodologie de travail s'est déroulée chronologiquement par des pré-enquêtes sur la commune de Behenjy et l'or, ensuite nous avons procédé à des descentes sur terrain d'une durée de 4 jours en essayant d'obtenir le maximum d'informations auprès de la commune et des orpailleurs ; la dernière étape du travail est la synthèse de toutes les données obtenues lors des deux premiers étapes.

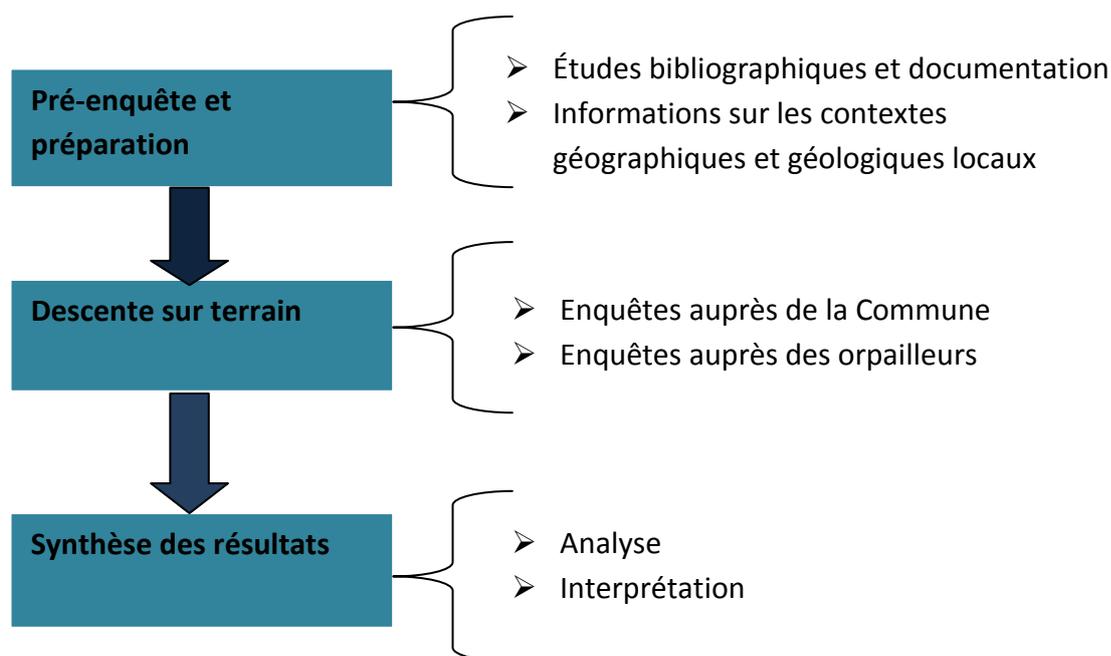


Figure 9: Méthodologie de travail

V-1 Pré-enquête et préparation

En vue de la préparation de la descente effectuée, nous avons fait des documentations préliminaires sur la Commune de Behenjy. Cette documentation était surtout focalisée dans des études bibliographiques sur la géologie de la région. Une des phases de préparation la plus importante est l'élaboration d'une fiche d'enquête (Annexe I et II) comportant les divers questionnaires pour uniformiser les résultats obtenus lors des enquêtes menées sur le terrain.

V-2 Descente sur terrain

La descente est destinée à faire un constat et une observation des réalités de l'exploitation d'or dans la Commune. Elle consistait à mener des enquêtes en abordant directement les acteurs concernés par l'orpaillage dans la Commune c'est-à-dire les autorités dans les bureaux administratifs et les orpailleurs sur les sites d'exploitations. Le dialogue a été plus facile avec les autorités qu'avec les orpailleurs qui eux étaient plus

susceptibles et montraient une certaine méfiance à notre égard. Cependant, au fil des dialogues certains acceptent de donner les informations nécessaires pour notre étude.

V-3 Synthèse des résultats

Cette dernière phase a pour but d'exploiter les données et les constats que nous avons menés sur le terrain. A l'aide de ces résultats nous avons pu relever les divers soucis qui existent dans les sites d'orpaillage et d'en dégager les problématiques pour l'élaboration du présent mémoire.

CHAPITRE VI : CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ D'ORPAILLAGE DANS LA COMMUNE DE BEHENJY

Ce chapitre est consacré aux divers acteurs concernés par l'activité d'exploitation d'or dans la Commune de Behenjy. Nous verrons donc le déroulement de l'activité d'orpaillage dans la région.

VI-1 Organisation générale des sites miniers

VI-1-1 Le site de Mahamandina

Les orpailleurs dans le site de Mahamandina peuvent pratiquer leur activité par l'autorisation du propriétaire foncier du site qui loue quotidiennement son terrain. Le site est mal structuré vue son état au premier coup d'œil. On y voit de grandes excavations faites d'une façon très aléatoires et des puits très proche témoignant l'absence d'un partage structuré des divers lieux d'exploitation. Le lavage se fait dans les cours d'eau qui sont destinés à l'irrigation des rizières et les stériles sont déposés un peu partout dans le site, en tout cas pour ce qui ne sont pas lavées dans les cours d'eau. L'exploitation de l'or se fait à deux niveaux :

- l'exploitation des éluvions, notamment des couches latéritiques minéralisées
- l'exploitation du filon primaire, dans les couches de micaschistes et quartzites à magnétites où l'on rencontre les veinules de quartzites.

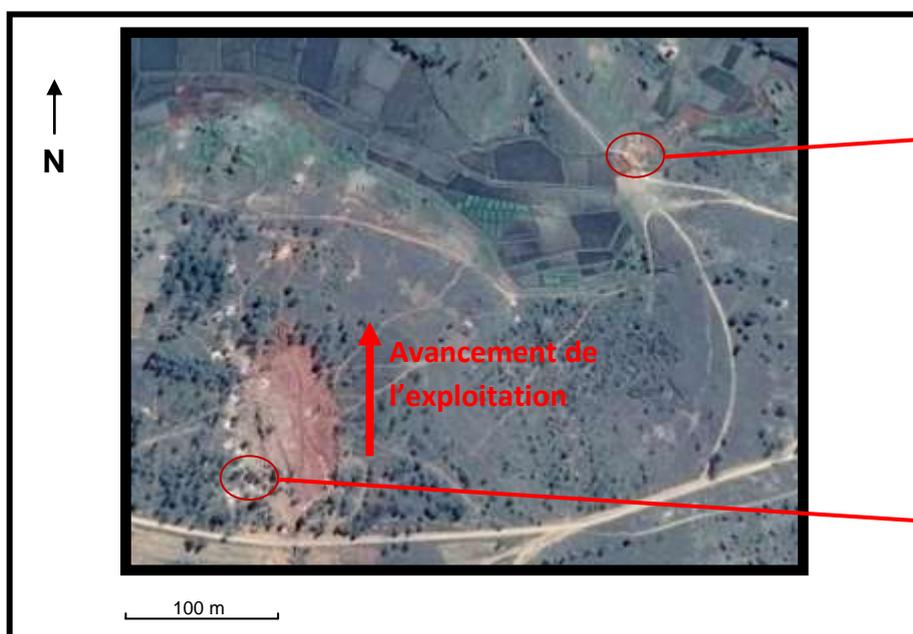


photo 4: Photo aérienne du site de Mahamandina



photo 2: Site de lavage



photo 3: Exploitation dans la carrière

VI-1-2 Le site d'Andohan'Antsahamanitra

Le site d'Andohan'Antsahamanitra est plus vaste que celui de Mahamandina, l'organisation est presque semblable au dernier à la différence que les orpailleurs y exploitent l'or sans autorisation provenant de n'importe quelle autorité. L'exploitation se fait aussi sur deux niveaux : l'éluvions et les filons primaires. Le lavage est aussi effectué dans les cours d'eau destinés à l'irrigation des rizières.



photo 7: Photo du site d'Andohan'Antsahamanitra



photo 6: Site de lavage



photo 5: Exploitation dans la carrière

VI-2 Caractéristiques des orpailleurs

Les orpailleurs dans les deux sites ont des caractéristiques similaires, il n'est pas donc nécessaire de prendre un par un par un les deux sites.

VI-2-1 Origine socio-professionnelle

La plupart des orpailleurs sont originaires de la Commune rurale de Behenjy dont la majorité sont des agriculteurs. A cela s'ajoutent d'autres populations provenant des Communes avoisinant la région et même des personnes venues de région plus ou moins éloignée comme ceux qui proviennent des Communes lointaines de la région Amoron'i Mania et de la région de Haute Matsiatra.

VI-2-2 Nombre

Aucun chiffre exact n'a pu être donné en raison de l'informalité de l'activité. Cependant, d'après nos enquêtes auprès de la mairie de Behenjy, elle estime que le nombre d'orpailleurs varie avec la saison à cause des risques encourus pendant les périodes de pluie. On estime alors que les orpailleurs peuvent atteindre un nombre aux environs de 5000 individus pendant les périodes sèches (chiffre englobant les deux sites d'orpaillage) et ce nombre baisse pendant les saisons humides en raison des risques encourus qui peuvent causer des accidents.

VI-2-3 Motivation

La principale motivation est surtout économique. Les orpailleurs sont venus pour obtenir des gains plus élevés en terme financier car c'est l'un des traits caractéristiques le plus attrayant de l'orpaillage.

En plus, l'agriculture ne suffit plus aux populations locales pour subvenir à leurs besoins. Pour les autres orpailleurs originaires d'autres régions c'est aussi le cas puis que la plupart sont aussi des agriculteurs. Cependant, la priorité varie selon les orpailleurs, les uns en font une activité principale pour gagner leurs vies et d'autres en font seulement une activité de soudure pour arrondir leurs gains.

Il y a aussi les enfants qui sont motivés par les obligations familiales, une contribution pour aider la famille qui estime que la mobilisation de tous les membres de la famille augmenterait leur production et qu'il est préférable d'inciter les enfants à gagner de l'argent plutôt que de passer du temps sur les bancs de la classe.

VI-2-4 Groupe de travail et répartitions des tâches

La plupart des orpailleurs travaillent en famille, mais n'empêche pas les collaborations entre les individus qui partagent les gains équitablement. Il y a aussi des orpailleurs qui travaillent seul. Toutefois ils sont très rares car les aller-retour entre le site d'exploitation et le site de lavage sont très fatigants alors les orpailleurs préfèrent se partager les tâches. Les tâches sont réparties suivants le genre et la capacité physique des individus :

- les hommes et les adolescents sont chargés des travaux très laborieux qui sont les décapages des terrains, le fonçage des puits et les transports des minerais
- les femmes et les enfants s'occupent quant à eux du lavage et des remplissages de sac dans les terrains aménagés

VI-2-5 Niveau d'éducation

La majeure partie des orpailleurs ont suivi les simples éducations de base c'est-à-dire seulement l'école primaire. Ce qui leur importe c'est seulement de savoir écrire et lire car

qu'ils estiment utiles pour les papiers administratifs. Comme la plupart des orpailleurs sont aussi des agriculteurs ils n'aspirent pas à d'autres activités donc jugent la scolarisation comme une perte de temps et préfèrent gagner directement de l'argent en travaillant. Pour le cas des enfants, la plupart sont dans les classes primaires et eux aussi préfèrent travailler que d'aller dans les écoles malgré le fait que les infrastructures d'éducation dans la Commune ne manquent pas.

VI-3 Techniques utilisées pour l'extraction de l'or

VI-3-1 Techniques d'exploitation

VI-3-1-1 Les travaux de découverte

Comme on l'a souligné auparavant, la région de Behenja est recouverte de petite forêt de pins et d'eucalyptus. Il est donc nécessaire pour les orpailleurs de procéder à des travaux de découverte pour aménager le terrain à l'exploitation. Les orpailleurs commencent tout d'abord par couper les arbres puis les déracinent. Les arbres coupés sont utilisés par les orpailleurs comme bois de chauffe pour leur repas mais aussi pour construire des petits abris pour le campement. Les orpailleurs utilisent pour cela des outils comme les haches et les bèches. Le contraste entre les zones qui ont subi une activité de découverte et les zones vierges témoignent de l'importance du chantier sur les sites d'exploitation (photo 8).

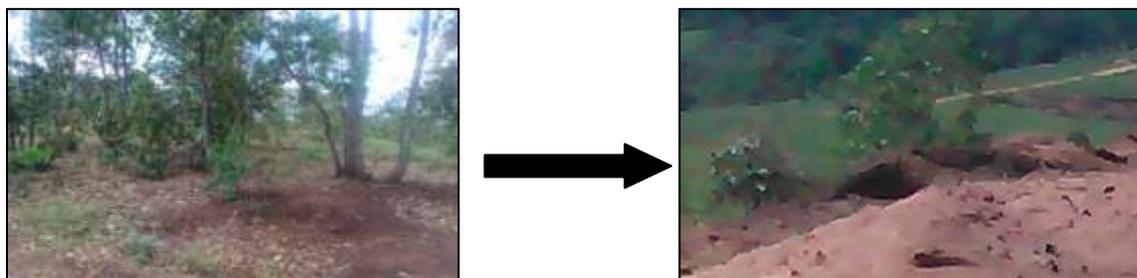


photo 8: Etat des lieux avant (gauche) et après (droite) les travaux de découvertures

VI-3-1-2 Le décapage des terrains

Les orpailleurs utilisent des bèches pour décaper les couches épaisses de latérites et mettent les terres dans un sac puis les transportent à la rivière pour les laver. L'avantage de cette technique est la réduction des risques d'accidents, en plus, les orpailleurs préfèrent faire de grandes excavations pour éviter les effondrements des terrains (photo 9). Cependant, le travail est très laborieux, il faut prendre des semaines de travail pour atteindre les couches de roches saines c'est-à-dire micaschistes où l'on peut trouver les veinules de quartz et ainsi obtenir une teneur convenable d'or.



photo 9: Exploitation de terrain excavé (Mahamandina)

VI-3-1-3 Le fonçage des puits

Afin d'atteindre une production plus rentable en accédant plus rapidement aux couches de roches saines, les orpailleurs réalisent des puits. Pour cela les orpailleurs utilisent des pelles et des pioches. Les puits peuvent atteindre une profondeur de 15 mètres et on constate qu'à l'intérieure ils creusent des galeries. Ils procèdent en remplissant les sacs à l'intérieure des puits et ensuite les remontent. Les sacs sont ensuite transportés vers les cours d'eau pour le lavage. Les latérites enlevés sont aussi exploités pour trouver des résidus d'or bien que la teneur est assez faible.



photo 10: Puits creusé par les orpailleurs

VI-3-1-4 Le transport

Le transport des sacs remplis se fait à dos d'homme (photo 11). Ce sont les hommes qui sont surtout chargés du transport de minerais. La distance pour atteindre le site de lavage est environ 300 m depuis le site d'exploitation.



photo 11: Orpailleur transportant un sac de minerais pour le lavage.

VI-3-2 Le lavage à la batée

Pour le lavage des minerais, les orpailleurs utilisent la méthode du lavage à la batée, car c'est la technique la plus simple et la plus accessible. Le principe est basé sur la gravitation car l'or possède une densité élevée. La batée consiste à verser une quantité de terre dans un récipient ayant la forme d'un chapeau chinois puis on remplit d'eau et on tourne le récipient. L'or, ayant une densité élevée tend à se déposer vers le fond et ne sera pas emporté par la force engendrée par l'eau en tourbillon qui emmène avec elle les minéraux légers et les fait sortir du récipient. L'orpailleur n'a plus qu'à récupérer l'or qui reste au fond du récipient en inclinant doucement la batée.

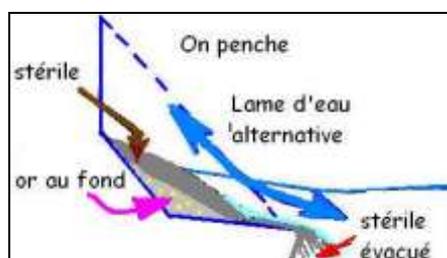


Figure 10: Principe de la batée

Il prend environ 30 minutes pour un orpailleur pour arriver à laver correctement un sac de terre. Un sac de 75 litres correspondant à un sac de riz ou de ciment usagé



photo 12: Pan utilisé pour le lavage

VI-4 Production et vente

VI-4-1 La production d'or fournie par l'orpaillage

La production d'or dans la Behenjy n'est pas très élevée. Néanmoins, l'or obtenu par les orpailleurs leur suffit pour subvenir à leur besoin. Il est logique que la quantité d'or obtenue varie selon les méthodes utilisées par les orpailleurs pour leur exploitation car plus les orpailleurs atteignent des profondeurs plus ils obtiennent de meilleure quantité d'or.

Tableau 4: Quantité d'or obtenue pour les différentes techniques utilisées

Exploitation	Quantité d'or obtenu par jour
décapage	0,2 – 0,4 g
Fonçage de puits	0,6 – 1 g

Cette quantité est obtenue par un groupe de travail (famille, amis, collaborateurs...) constitué en moyenne de 4 à 5 personnes, pour les travailleurs seuls la quantité est logiquement plus faible par rapport à ceux qui travaillent en groupe.

VI-4-2 La vente

Les transactions se font sur place. Des acheteurs qui ne sont pas originaires de la région viennent acquérir l'or suivant les cours de l'or sur le marché locale. Lors de notre descente les orpailleurs vendaient à 90 000 Ariary le gramme.

Remarque

Pendant notre descente sur le terrain, nous n'avons rencontré aucun collecteur, cela explique le manque de données les concernant. Ce sont les enquêtes auprès des orpailleurs qui nous ont permis d'avoir quelques éléments à propos des collecteurs :

- Les collecteurs sont des habitués des sites, ils sont peu nombreux, et à chaque fois les mêmes personnes ;
- Ils ne restent jamais aux environs mais repartent dès que les ventes sont faites ;
- Les collecteurs viennent sur les sites directement en véhicule ;
- Leurs venus varient régulièrement

VI-5 Les impacts positifs de l'activité d'orpaillage

Les impacts positifs de l'orpaillage sont surtout d'ordre économique vu que c'est aussi la principale motivation des individus qui se ruent vers cette activité.

VI-5-1 Impact économique au niveau des ménages

Au niveau des familles et des individus, les paysans viennent à l'exploitation d'or pour constituer un complément de ressources à des revenus agricoles en baisse. La filière contribue à améliorer le niveau de vie de beaucoup de personnes, du moins à accroître leurs revenus.

L'orpaillage apporte en moyenne et journalièrement 0,2 g par personne, soit équivalent à 18 000 Ariary. Ainsi, pour une famille l'activité d'orpaillage leur permettra d'arrondir leur gain et à aspirer à une condition de vie meilleure.

VI-5-2 Impact économique à l'échelle locale

Les impacts économiques de l'orpaillage se traduisent par une activité commerciale plus intense dans la région. Certains opportunistes, comme le propriétaire foncier en bénéficie largement de cette activité. Il y a aussi les commerçants pendant le marché qui se tient hebdomadairement le vendredi.

Cependant, l'informalité de l'activité empêche aux autorités d'encaisser les retombées financières issus de l'orpaillage, un problème que nous aborderons dans la suite de ce mémoire.

CHAPITRE VII : LES PROBLÈMES RENCONTRÉS DANS LES EXPLOITATIONS

VII-1 Les problèmes administratifs miniers

VII-1-1 Informalité de l'activité

Conformément aux dispositions de l'article 68 du Code Minier, l'orpaillage est effectué en vertu d'une autorisation d'orpaillage, matérialisée par une carte d'orpailleur signée par le Maire de la Commune du ressort. Or l'orpaillage dans la région de Behenjy n'a obtenu aucune autorisation venant d'une quelconque autorité liée à cette activité. Les orpailleurs viennent sur les lieux sans réglementation et aucun suivi de leurs activités n'a encore été fait, évidemment aucun orpailleur ne possède de carte d'orpailleur.

VII-1-2 Envahissement de permis minier

Une entreprise minière (Jiuxing Mines) est titulaire des permis miniers correspondants aux sites d'orpaillages dans la région de Behenjy. Lors des enquêtes menées, il n'y a eu aucune dialogue entre les orpailleurs et l'entreprise jusqu'aujourd'hui, donc aucune autorisation n'a été donnée par les titulaires pour que les orpailleurs puissent continuer leurs activités. Dans le site d'orpaillage de Mahamandina, la location du terrain par un propriétaire foncier est une infraction à la loi. Il revient au seul titulaire du permis minier de négocier avec les orpailleurs.

VII-2 Les risques environnementales

VII-2-1 Destruction du paysage

Une exploitation de n'importe quelle envergure qu'il soit pose toujours un problème sur le paysage qui se manifeste par la destruction de leur structure et leur profil. Elles sont causées par les creusements des puits qui engendrent plus tard la formation des lavaka qui auront pour effet la facilitation des érosions (photo 13). On peut aussi citer comme une autre cause de la destruction du paysage le décapage des couvertures latéritiques. En l'absence de contrôle sur les activités d'orpaillages à cause de l'informalité de l'activité, ces effets ne feront que s'aggraver avec le temps si aucune mesure n'est prise.



photo 13: Destruction du paysage (Andohan'Antsahamanitra)

VII-2-2 Pollution des cours d'eau

La pratique de la récupération de l'or dans les rivières par la technique de la batée engendre une pollution des cours d'eau parce que tous les stériles y sont déversés en presque totalité. Les rivières prennent alors une couleur boueuse en aval des zones de lavage, or le débit des rivières sont faibles pour que ces activités restent inoffensives.



photo 14: Eau boueuse en aval du site de lavage

VII-2-3 Pollution de l'air

Les activités d'exploitation des latérites pendant la saison sèche entraînent des soulèvements de poussières qui rendent la qualité de l'air dans les sites moins respirable, et ce qui peut amener à des maladies respiratoires graves comme les pneumonies, la tuberculose.

VII-2-4 Destruction de la végétation

La destruction de la végétation se manifeste par la coupure des arbres, généralement des eucalyptus et des pins qui constituent la principale couverture végétale de la zone. Ces coupures sont faites par les orpailleurs qui veulent aménager le terrain et ainsi obtenir une meilleure accessibilité des formations aurifères (photo 15). Toutefois, les orpailleurs ont aussi besoins des bois pour le ménage mais aussi sur le site.



photo 15: Disparition des petits forêts de pins (Andohan'Antsahamanitra)

Si la tendance se poursuit et que le nombre d'orpailleur croît, les besoins augmenteront, et les orpailleurs seront obligés de couper plus en plus de bois dans d'autres zones près des sites d'orpaillages.

VII-2-5 Destruction de parcelles rizicoles

Une partie des zones exploitées à l'agriculture sont des fonds de vallées occupées par des rizières. Les rizières sont endommagées par les dépôts de déblais lors de l'orpaillage et sont menacées d'envasement pendant la période de pluie. Après, les exploitations minières les sols excavés et déstructurés sont totalement inaptes à l'agriculture.



photo 16 : Rizières à proximité du site

VII-3 Les problèmes sociaux

VII-3-1 Les mauvaises conditions d'hygiène et les risques sur la santé

Dans les sites d'orpaillages, aucune infrastructure dédiée à l'hygiène n'est présente même les plus basiques. De ce fait les risques épidémiologiques sont à craindre comme la diarrhée ou d'autres maladies contagieuses alors que les sites sont assez éloignés des infrastructures sanitaires dans les villages de la Commune de Behenjy.



photo 17: Entassement des déchets à proximité du site



Figure 11: Mode de transmission des maladies à cause des mauvaises conditions d'hygiène

A part la salubrité qui existe dans les proximités des carrières. L'inexistence des points d'eau pour l'approvisionnement des orpailleurs posent aussi des problèmes d'hygiènes. Les eaux dans les environs ne sont plus utilisables car elles sont polluées par les lavages de terre.

VII-3-2 Travail et abandon de l'éducation par les enfants

Malgré l'existence de nombreuses écoles dans la Commune de Behenjy, l'orpaillage incite de nombreux enfants à les désertir pour s'exercer aux tâches de l'exploitation aurifère. Ce sont les contraintes familiales qui les obligent à aider leurs parents dans ces activités car

ces derniers estiment que plus il y a de personnes travaillant sur les sites plus la production sera élevée ; ce qui leur permettrait de mieux subvenir à leur besoin.



photo 18: Enfant convié à l'activité d'orpaillage

VII-4 Les déficiences techniques au niveau de l'exploitation

La manière d'aménagement des sites miniers témoigne des lacunes de connaissances des orpailleurs en terme d'exploitation minière. Cette méconnaissance des techniques d'exploitation entraîne des conséquences pour les orpailleurs tant en terme de production qu'en terme de condition de travail.

VII-4-1 Manque de connaissance technique concernant l'exploitation minière

Pour l'exploitation, les insuffisances de connaissances en géologie conduisent parfois les orpailleurs les moins expérimentés dans les formations où le potentiel est faible. Les filons sont exploités de façon anarchique sans découpage contrôlé par manque de connaissances des techniques et des méthodes propices en la matière. Il en résulte un dépilage très incomplet de la couche minéralisée. Ces ignorances peuvent engendrer des pertes énormes au niveau de la production

VII-4-2 Absence d'une gestion convenables des stériles

Sur le site d'orpaillage une couverture latéritique épaisse doit être enlevée avant de pouvoir atteindre la couche de roches saines où la minéralisation est primaire. Cependant, les orpailleurs n'ont pris aucune disposition pour la gestion de ces stériles et les exploitent bien que cette couche latéritique ne fournit qu'une quantité infime d'or. Cette exploitation des couches latéritiques est indispensable pour les orpailleurs car ils ne disposent d'aucune infrastructure pour gérer les mort terrains, donc ils sont obligés de les exploiter pour que ces stériles n'encombrent pas leur espace de travail. Or cette extraction de l'or dans les formations latéritiques dépensent énormément de temps et d'énergie pour une rentabilité faible.

En plus, la totalité des stériles sont déversées directement dans les cours d'eau utilisés pour le lavage, ce qui affecte énormément la qualité de l'eau.

VII-4-3 Utilisation d'outil rudimentaire

Les moyens que les orpailleurs ont en main sont rustres et obsolètes. Les pelles et les pioches sont dans des états très usés. Ce sont les mêmes outils que les orpailleurs utilisent pour leur activité agricole (photo 19, 20, 21).



photo 19: Pelle



photo 20: Seau



photo 21: Sacs de ciments usagés

VII-4-4 Absence de soutènement pour les puits

Malgré le fait que le fonçage de puits est l'une des méthodes les plus efficaces pour atteindre les formations aurifères dans un temps rapide, le manque de connaissance technique des orpailleurs peuvent conduire à de très graves accidents.

La constatation faite sur le terrain est alarmante, car malgré le grand nombre de puits creusés à des profondeurs atteignant 15 m aucun puits ne disposent de soutènement alors que des accidents dus à l'effondrement des terrains ont déjà causé des décès dans les sites d'orpaillages auparavant. A part l'absence de soutènement dans les puits, leurs proximités peut aussi entraîner très facilement l'effondrement.



photo 22: Puits ne comportant aucun soutènement

VII-4-5 Problème d'aération dans les puits

Dans de nombreux puits, on ne constate aucun dispositif d'aération sous prétexte que les ouvrages ne soient pas profonds alors que l'air dans les abords des puits est chargé de grandes poussières du fait des activités liées à la manipulation des terres comme le remplissage de sac et le transport.

VII-4-6 Manque d'équipement de protection

L'activité d'orpaillages est un métier avec de très grand risque d'accidents allant de simple blessure superficielle causée par les outils de travail ou les roches, à des blessures très grave qui nécessitent un traitement médical important. Pour prévenir tout cela, il faut que les travailleurs portent des protections adaptées à leur travail.

CONCLUSION

D'après les études faites dans cette partie, nous avons constaté que l'orpaillage dans la région évolue dans l'informalité et avec des techniques d'exploitation archaïque et dangereuse.

Malgré le fait que l'activité d'exploitation de l'or apporte à la commune un dynamisme économique, l'absence de suivi de la production et de la vente engendre beaucoup de perte en terme financier pour la commune.

Concernant les impacts socio-environnementaux, les effets de l'activité d'extraction d'or sont très néfastes. Les dégâts causés sont alarmants et si cela continue, l'exploitation laissera des traces irréversibles de destruction que ce soit humaine ou environnementale.

Il est donc indispensable d'établir des mesures afin de rendre l'exploitation d'or dans la Commune de Behenjy rationnelle et bénéfique. C'est que nous allons voir dans la partie suivante.

TROISIEME PARTIE : SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS

INTRODUCTION

Cette partie est le cœur de notre travail, elle sera consacrée à la résolution des problèmes cités précédemment. Pour cela, il y aura tout d'abord les approches pour faire entrer l'activité d'orpaillage dans la commune de Behenja dans la légalité et la formalité.

Puis nous allons émettre quelques suggestions pour que les orpailleurs puissent travailler dans de meilleures conditions et être plus productifs c'est-à-dire proposer des techniques d'exploitation appropriées et sécuritaires.

CHAPITRE VIII : FORMALISATION ET NORMALISATION DES ACTIVITES D'ORPAILLAGE

Le bon déroulement d'une activité quelconque doit toujours se faire conformément aux lois et aux règlements qui la régissent. Il est donc indispensable et nécessaire que l'activité d'orpaillage soit dans une légalité et une formalité parfaites pour que les personnes qui en vivent puissent continuer sereinement leur gagne-pain.

VIII-1 Contexte légal de l'activité d'orpaillage

VIII-1-1 Les textes de base régissant l'orpaillage à Madagascar^[21]

VIII-1-1-1 Le code minier

Le but principal du code minier est d'offrir un cadre légal au développement ordonné et progressif des industries minérales, cela incluent à la fois les mines et les carrières. Le code minier est donc incontournable pour toute activité d'extraction et l'orpaillage en fait partie de cette catégorie.

VIII-1-1-2 Les textes de base régissant l'agence de l'or (ANOR)

La loi n°2015-663 portant Code Minier affirme que l'agence de l'or est un organisme étatique et ses rôles sont mentionnés dans l'article 86 et 87 qui consistent entre autres à :

- Faire la collecte des informations sur les activités aurifères;
- Apporter une assistance technique aux orpailleurs et aux Collectivités Territoriales Décentralisées sur les activités aurifères;
- Proposer les zones en vue de leur classement en réserve temporaire

VIII-1-1-3 Statut légal des orpailleurs

Selon le Code minier malgache l'orpaillage est l'extraction des gîtes d'or par des moyens artisanaux. Les moyens artisanaux excluent l'usage des dragues et des produits chimiques pour la séparation de l'or. L'orpailleur est donc un exploitant artisanal d'or.

Il est mentionné que l'orpaillage dans les alluvions ne nécessitent aucune possession de permis minier pour l'exploitation, mais ces exploitations doivent pratiquer leur activité uniquement dans les couloirs d'orpaillage qui sont des lits actifs des rivières et des alluvions récentes ; ils constituent une servitude d'orpaillage légale et permanente qui s'applique de plein droit à l'égard de tout périmètre minier. Cependant, les orpailleurs doivent avoir en leur possession une carte d'orpailleur délivrée par la Commune concerné.

VIII-1-3 Statut légal des collecteurs

La collecte d'or est l'activité d'achat et de vente d'or sous toutes ses formes. Le collecteur est donc celui qui s'occupe de l'aspect commercial des activités aurifères que ce soit en terme de vente locale ou d'exportation. Seuls les collecteurs agréés par les autorités

ont la permission d'achat et de vente d'or. Comme les orpailleurs ils doivent aussi posséder une carte de collecteur confirmant la légalité de leur activité

VIII-2 Formalisation de l'activité

Plusieurs étapes sont requises pour que l'orpaillage puisse se dérouler légalement et permettre un meilleur contrôle de cette activité et ainsi éviter les exploitations illicites avec les conséquences néfastes qu'ils engendrent.

VIII-2-1 Octrois de cartes d'orpailleur

L'orpaillage doit être effectué en vertu d'une autorisation d'orpaillage, matérialisée par une carte d'orpailleur signée par le Maire de la Commune concernée (article 68 du Code minier). Elle est valable uniquement à l'intérieur de la circonscription de la Commune qui l'a délivrée. La carte d'orpaillage est obtenue par une demande auprès de la Commune concernée.

Les documents et les démarches nécessaires pour l'obtention d'une carte d'orpailleur peuvent être trouvés dans l'Article 178 du Code minier.

Cependant, pour faciliter l'obtention de carte d'orpailleur, il est conseillé aux orpailleurs de fonder un groupement d'orpailleur.

Un groupement d'orpailleur est un groupe d'individus exerçant l'activité d'orpaillage dans une Commune. Le groupement est doté d'un organe délibérant et d'un organe exécutif ainsi que des règles de fonctionnement et de gestion.

La constitution d'un groupement d'orpailleur permettra aux orpailleurs de posséder leur propre organisation au sein du groupe, cela peut aussi faciliter le suivi par les autorités car le groupement doit nommer un représentant qui se charge de faire les rapports des activités aux autorités. Cela aura pour conséquence d'éviter que tous les orpailleurs se déplacent pour effectuer les divers formalités d'obtention de carte d'orpailleur. Il suffit juste d'établir une liste des membres du groupement d'orpailleurs avec les documents nécessaires pour une demande de carte d'orpailleur qu'un représentant du groupe remettra aux autorités.

VIII-2-2 Octrois de cartes de collecteur

Au même titre que l'orpaillage, les activités de collecte de l'or doivent aussi être effectuées avec une autorisation c'est-à-dire que pour chaque collecteur d'or en activité dans la commune, la possession d'une carte de collecteur est exigée.

Les formalités nécessaires pour l'octroi cette carte sont stipulées dans l'Article 18, 186 et 187 du Code minier.

VIII-2-3 Légalisation du site pour l'activité d'orpaillage

Pour légaliser les sites, les orpailleurs doivent faire des demandes de permis auprès du Bureau des Cadastres Miniers (BCMM) pour pouvoir exercer leur activité proprement. Pour le cas de l'orpaillage le type de permis adapté est le PRE (permis réservé au petit exploitant), mais la possession seule de permis ne suffit pas à faire entrer l'exploitation du site dans toute légalité, il faut encore :

- Obtenir une autorisation environnementale ou permis environnemental délivrée par les autorités compétentes (ONE)
- Effectuer un engagement environnemental conforme au modèle du plan d'engagement environnemental réservé au petit exploitant
- Posséder un registre d'appel ainsi qu'un registre d'extraction

Toutefois s'il y a déjà un titulaire du permis minier de la zone, les autorités et le titulaire du permis doivent établir un couloir d'orpaillage afin de résoudre les problèmes d'envahissement.

L'établissement d'un couloir d'orpaillage est institué dans un périmètre minier où il existe des activités d'orpaillage. Les couloirs d'orpaillages sont délimités par un accord entre le titulaire du permis et la Commune avec l'assistance éventuelle des autorités chargées des mines à Madagascar.

En cas de refus de négociations de la part du titulaire du permis, il revient qu'à ce dernier de gérer toute activité d'orpaillage sur ses sites.

Un contrôle périodique des respects des limites des couloirs d'orpaillage doit être fait par la Commune.

Dans un couloir d'orpaillage, l'utilisation de machines motorisées, les fonçages de puits et l'usage de produits chimiques sont interdits, ce qui peuvent désavantager les orpailleurs mais cela garantissent tout de même la continuité de leur activité.

VIII-2-4 Etablissement comptoir de l'or

La vente de l'or, quelque soit sa forme (pépité, bijoux, alliage...) doit être régulée pour mieux contrôler le flux de ce métal précieux. Cette formalisation concerne à la fois la vente locale et l'exportation.

Pour ce faire, les autorités doivent établir un comptoir de l'or avec la coopération des collecteurs d'or dans la région. L'existence d'un comptoir de l'or permet aux autorités de suivre la production et la vente de l'or dans la Commune. Cela implique le contrôle des prix qui doivent être fixés suivant le cours international de l'or et ainsi en tirer les retombées fiscales tout en réduisant le plus possible le marché noir.

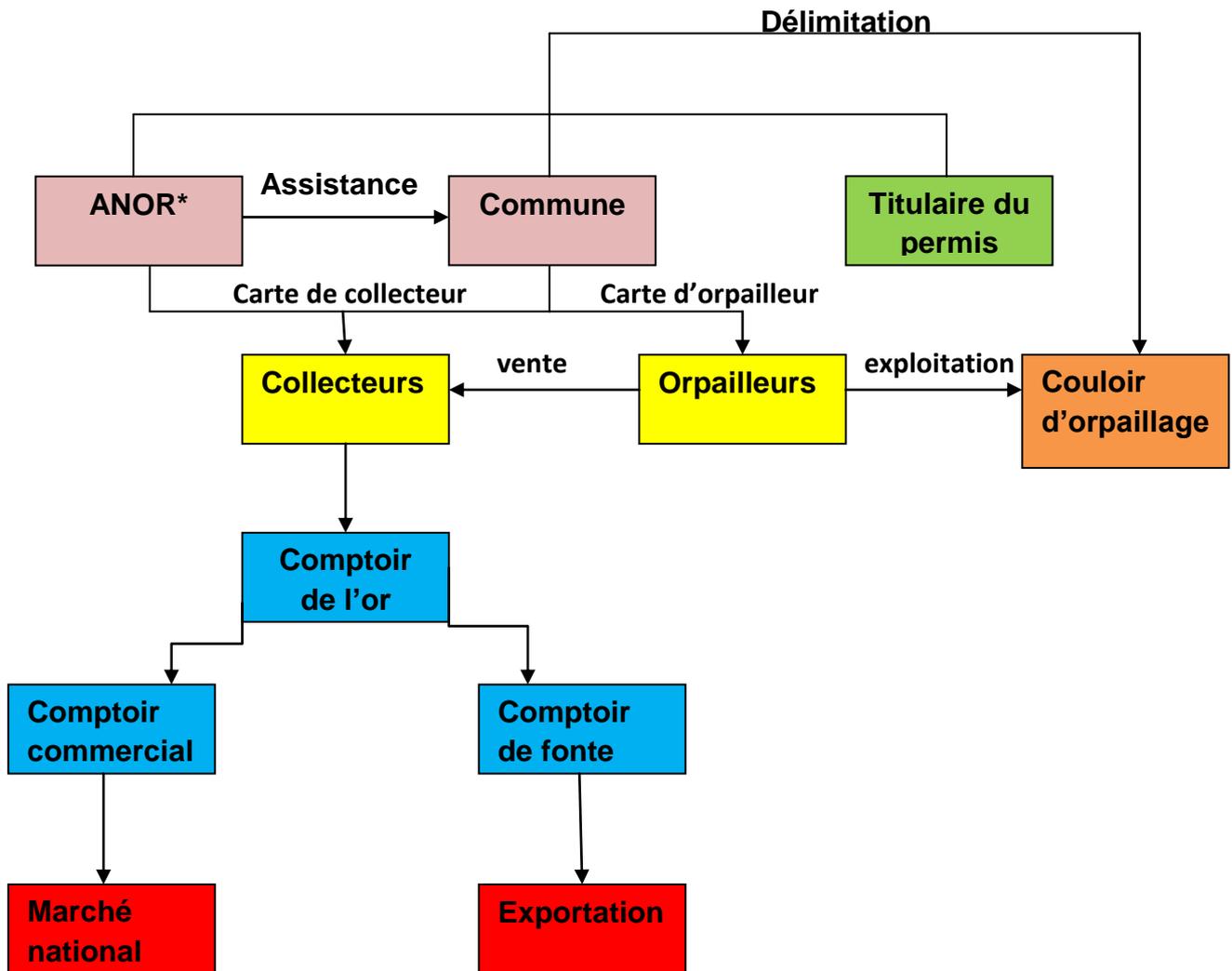


Figure 12: Flux des acteurs de la filière or (permis indisponible)

*Agence de l'or

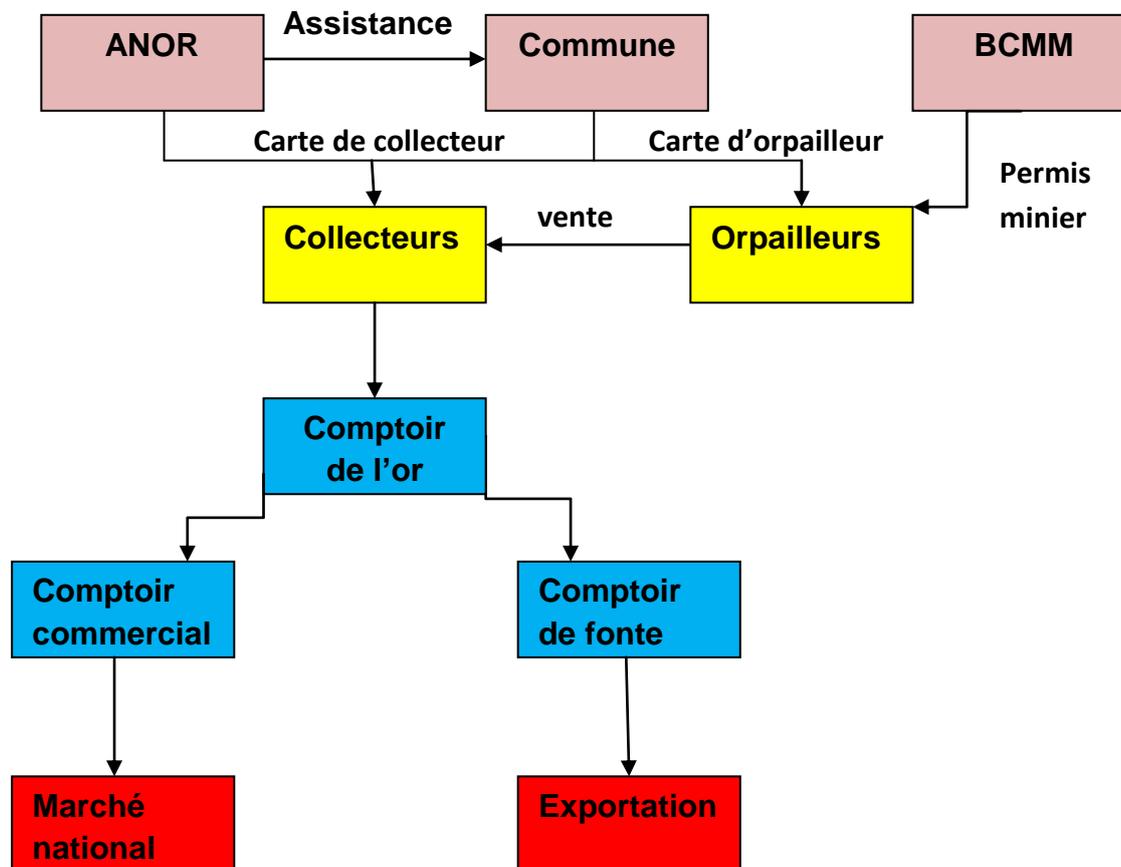


Figure 13: Flux des acteurs de la filière or (permis disponible)

VIII-3 Normalisation de l'activité

La normalisation consiste à faire entrer l'activité dans les normes imposées par les lois. Cela concerne surtout les aspects environnemental, technique et social liés à l'activité d'exploitation de l'or.

VIII-3-1 Application des engagements environnementales

Les normes environnementales concernant les activités minières sont mises en places conformément à la loi n°90-033 relative à la Charte de l'environnement malgache. Chaque titulaire de carte d'orpaillage doit être systématiquement convié à participer aux travaux environnementaux dans les activités d'orpaillage au sein de la Commune. La souscription d'engagements environnementaux, la réalisation et le suivi des dispositions et des mesures de protection et de réhabilitation environnementales y afférent sont effectués

conformément aux dispositions des lois en vigueur. Ces engagements environnementaux concernent :

VIII-3-1-1 La restauration des dégâts sur le paysage

Les orpailleurs doivent faire des efforts afin de restituer au mieux l'état du terrain sur lequel les activités d'orpaillages ont été pratiquées, ce sont

- la remise en état des terrains excavés
- le remblayages des puits et des excavations
- le reboisement des terrains.
- le nettoyage des déchets et des salubrités sur le site

Certains de ces engagements peuvent se faire en même temps que l'activité d'orpaillage et des contrôles périodiques doivent être faites par les autorités. Les orpailleurs sont tous conviés à ces tâches, en cas de non respect des engagements la Commune peut entamer des sanctions envers les orpailleurs.

VIII-3-1-2 La déviation des cours d'eau pour les activités de lavage

Le lavage dans les cours d'eau est interdit parce que la pollution engendrée par le lavage peut être ressentie en aval, ce qui serait néfaste pour les usagers situés dans les environs du site comme les cultivateurs rizicoles qui auront des problèmes pour l'irrigation de leur rizière et les bétails pour leur désaltération. Il faut donc que les orpailleurs exécutent une déviation du cours d'eau, cependant la largeur ne doit pas dépasser 1 mètre comme les normes l'indiquent.

VIII-3-1-3 La mise en place d'un bassin de décantation

Les bassins de décantation sont indispensables pour éviter qu'une quantité massive de stériles ne soient déversées dans les cours d'eau et aussi que les eaux polluées ne jettent pas dans la nature.

VIII-3-2 Instauration des normes d'hygiène

VIII-3-2-1 La réalisation de latrines et douches publiques suffisantes

Les défécations humaines dans les endroits à proximité des sites d'orpaillage peuvent provoquer de nombreuses maladies chez les orpailleurs (diarrhées, hépatite..). Il est donc indispensable d'aménager des infrastructures adéquates pour prévenir ces risques sur la santé des orpailleurs. Il est conseillé de construire des latrines et des douches bien aérées et qui se situent à des endroits reculés par rapport aux sites d'orpaillages c'est-à-dire à 80 mètres selon la loi.

VIII-3-2-2 La construction de points d'eau de boisson potable

L'adduction d'eau est essentielle pour une bonne condition d'hygiène et de santé, pour cela les orpailleurs doivent réaliser un point d'eau se situant à 80 mètres des sites

d'orpaillages afin d'éviter la contamination des eaux. Ces points d'eau peuvent être de simple puits.

VIII-3-2-3 L'installation de système d'évacuation des ordures et des eaux usées

Les orpailleurs doivent assurer la propreté du site et des lieux de restauration à proximité. Il faut donc que les orpailleurs fassent des efforts pour la gestion des déchets.

VIII-3-2-4 Le contrôle régulier de la santé des orpailleurs

Une cellule de santé regroupant les chefs de chaque sous-groupe d'orpailleurs, les autorités locales, le personnel sanitaire de la commune et un représentant de l'ANOR devra être mise en place sur chaque site d'orpaillage.

Les orpailleurs doivent effectuer des visites médicales périodiques dans le Centre de Santé le plus proche.

VIII-3-3 Suivi des normes de sécurité

Pour éviter les accidents causés par les mauvaises pratiques dans l'exploitation de l'or, les mesures suivantes devront être prises :

- la surveillance des bords des puits, des galeries aurifères et/ou des fosses pour détecter les amorces éventuelles d'instabilité
- le soutènement des parois des puits et galeries pour éviter les éboulements
- l'aération et la ventilation adéquates des puits et galeries pour assurer l'évacuation des poussières et l'oxygénation des orpailleurs au fond
- l'aménagement des heures et horaires de travail afin de les adapter aux capacités physiologiques de l'homme au travail
- le respect des techniques de creusage et de traitement du minerai

CHAPITRE IX : AMELIORATION DES TECHNIQUES D'EXPLOITATION D'OR

Toute exploitation minière a pour vocation de rapporter des bénéfices pour les personnes qui s'investissent dans cette activité. Cependant, la quête d'une bénéfice maximale ne peut se faire sans connaissance technique en terme d'exploitation. C'est le but de cette partie du mémoire où nous allons apporter des suggestions de modèles d'exploitation pour que les orpailleurs puissent en tirer un maximum de profit dans leur activité. Un modèle d'exploitation qui se basera sur les problèmes rencontrés par les orpailleurs sur les sites d'orpillages mais aussi sur les lois et les normes qui régissent les exploitations minières.

IX-1 Les ouvrages

IX-1-1 Exploitation sur plusieurs niveaux ^{[5][14]}

Comme les ouvrages sont exécutés de façon très anarchique et comportent des risques qui peuvent causer de graves accidents. Il est donc nécessaire d'exécuter un ouvrage qui répond aux normes de sécurité mais qui permet toutefois aux orpailleurs d'exploiter au maximum le gisement. Pour cela, nous conseillerons une méthode d'exploitation sur plusieurs niveaux c'est-à-dire en gradin. Cette technique permet de diminuer les probables effondrements de terrain.

Pour l'exécution d'un tel ouvrage, des moyens énormes ne sont pas obligatoirement indispensables. Les outils qu'utilisent les orpailleurs sont humblement suffisants. Malgré le fait que les travaux qu'impliquent l'exécution de cette technique d'exploitation sont nombreux, la diminution considérable des risques en fait une nécessité pour les chercheurs d'or.

Nous pouvons suggérer un dimensionnement sécuritaire de 2 à 3 m pour la hauteur des gradins et de 2 à 3 m pour la largeur des banquettes.

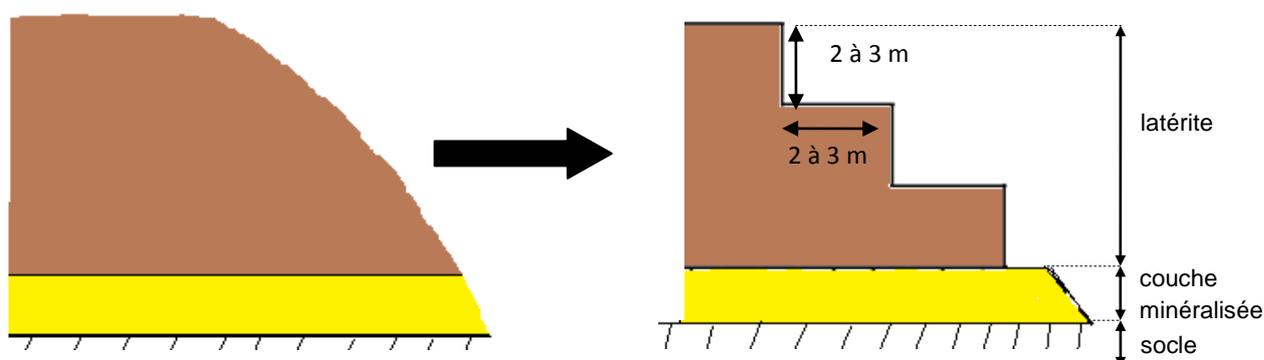


Figure 14: Exemple de dimensionnement du gradin (couche horizontale)

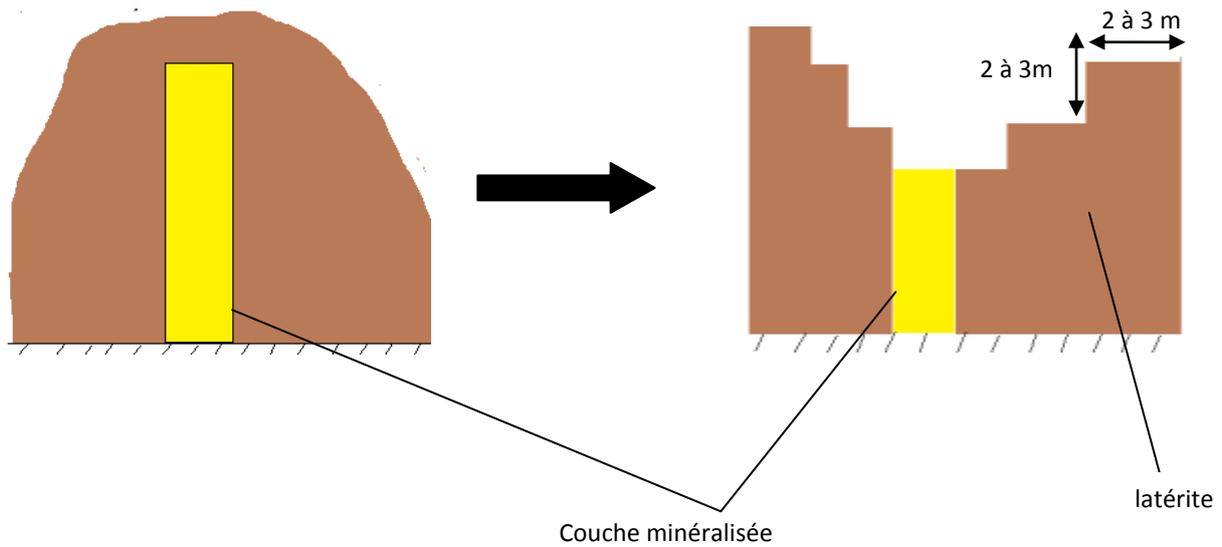


Figure 15: Exemple de dimensionnement du grain (couche verticale)

IX-1-2 Les puits

IX-1-2-1 Soutènement ^{[14][27]}

L'utilisation des traverses non seulement se révèle simple mais aussi s'y prête au regard de l'importance des coupes de bois dans les zones concernées. Les traverses peuvent être directement portés par les piliers des sacs ou être portées par des buttes en bois. Le soutènement en bois rentabilisera les coupures de bois et justifierons leur abattage.



photo 23: Soutènement en bois pour un puits

IX-1-2-2 Aération ^{[1][14]}

Pour améliorer l'atmosphère dans les puits, des mesures pour l'aération doivent être prises. Nous conseillons pour cela de connecter les puits entre eux afin que l'air puisse circuler. L'usage de compresseur d'air est aussi une solution mais l'acquisition de ce dernier est difficile du fait de son prix élevé or les compresseurs d'air faits en sac plastique et des tuyaux fréquents dans les mines de pierre précieuse à Madagascar comporte des risques.

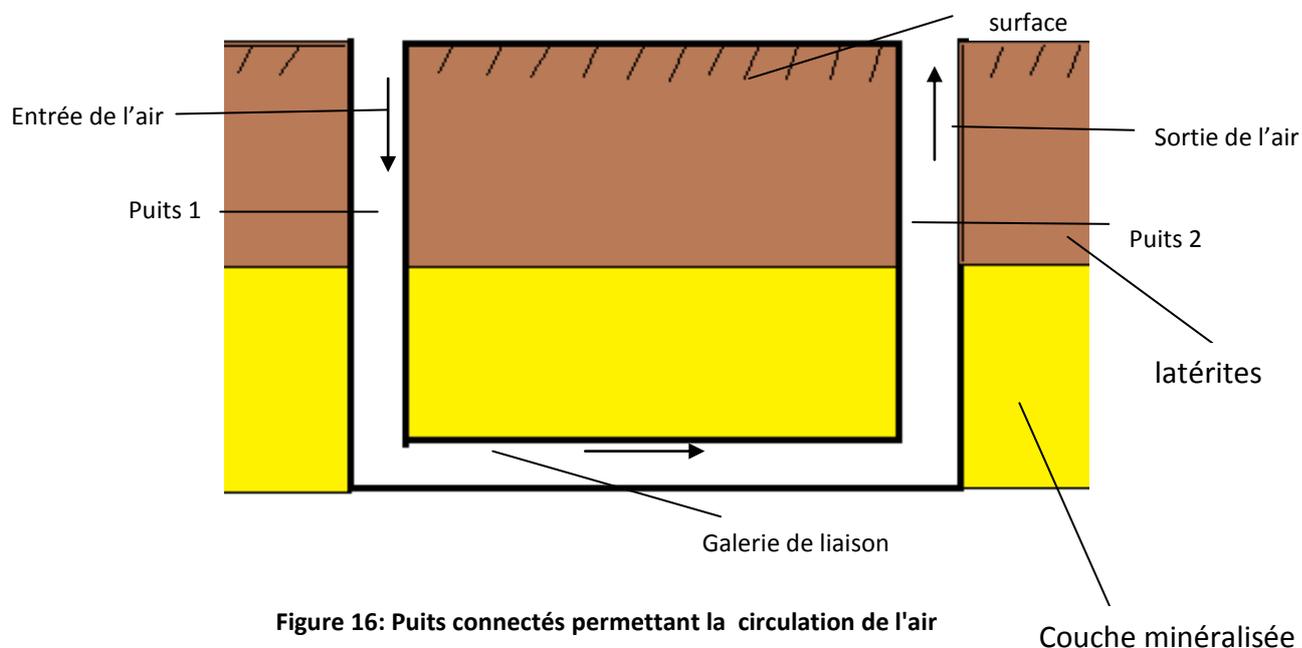


Figure 16: Puits connectés permettant la circulation de l'air

IX-1-3 Gestion des stériles

Pour éviter la diminution de l'espace de travail due à l'encombrement des mort terrains sur le site, les orpailleurs procèdent au lavage de tous les déblais. Or la quantité massive de stériles versées dans les cours d'eau engendre une grande pollution de ces derniers comme nous l'avons dit auparavant dans ce mémoire. Nous suggérons donc aux orpailleurs de faire des bassins de décantation afin de remédier à ces problèmes.

Un bassin de décantation qui aura pour but de contenir les latérites en quantité massive. Le bassin sera placé à la sortie d'un tranché destiné au pré-lavage des minerais.

Il est tout de même nécessaire de trouver un terrain qui servira aux dépôts des déblais car un simple bassin de décantation ne suffit pas à résoudre le problème de la gestion des stériles, comme l'exécution en elle-même d'un bassin de décantation implique des travaux de déblayage donc il faut trouver un site pour déposer ces déblais.

Nous suggérons donc un terrain stérile qui ne présente aucun intérêt c'est-à-dire aucune présence possible de minéralisation aurifère et à l'opposé de l'avancement des travaux d'exploitation. Dans les deux sites nous pouvons rencontrer un espace présentant ces caractéristiques. Ils se trouvent à proximité des sites et facilement accessibles. Pour le cas du site de Mahamandina il se trouve à l'Ouest de la carrière à environ une centaine de

mètres (voir photo 4, p.44) et pour celui d'Andohan'Antsahamanitra il se trouve au sud à environ 50 m de la carrière (voir photo 7, p.45).

IX-2 Le lavage ^[21]

Comme il est dit dans les textes juridiques sur l'orpaillage, l'usage de produits chimiques pour l'exploitation artisanale de l'or est interdit en plus la manipulation de ces derniers nécessitent certaines connaissances et expériences ce qui n'est pas le cas pour les orpailleurs dans la Commune de Behenjy. Cela nous amène à la seule alternative pour la récupération finale de l'or qui est le lavage des minerais.

Cependant, le lavage à la batée que pratique les orpailleurs semblent être insuffisant et inefficace dû au phénomène de colmatage causé par la quantité trop importante de latérite argileuse. La réduction au maximum de latérite avant le lavage est donc primordial. Une des solutions est de faire deux étapes de lavage qui sont :

- Le pré-lavage destiné à l'évacuation de la quantité massive de latérites
- Le lavage final qui est la dernière étape avant l'obtention du produit final.

IX-2-1 Le pré-lavage

Cette étape est nécessaire pour la réduction des stériles (latérite) pour faciliter le lavage final. Pour s'y faire, des moyens énormes ne sont pas nécessaires. Dans notre cas, aucune innovation n'a été apportée, un système de pré-lavage est déjà pratiqué par un orpailleur dans la région de Behenjy. Malheureusement, c'est le seul orpailleur qui pratique cette technique (photo 24: Système de pré-lavage).



photo 24: Système de pré-lavage

Le système est très simple et facilement exécutable. Il consiste à faire une petite tranchée reliée directement à une source d'alimentation en eau, pour notre cas, l'orpailleur dévie un cours. Dans la tranchée, l'eau circule continuellement et l'orpailleur déverse les terres dans cette tranchée. Ayant une densité élevée, l'or et certains minéraux lourds

tendent à se déposer dans la tranchée tandis que les minéraux légers comme les latérites sont emportées par l'eau. A l'autre extrémité de la tranchée, il y a un bassin de décantation destiné à contenir les stériles. On constate aussi que l'orpailleur exécute à l'aide d'une pelle des mouvements dans la tranchée pour éviter les phénomènes de floculation qui peuvent empêcher le bon fonctionnement du système.

IX-2-2 Le sluice ^{[23] [25]}

Les sluices sont des bacs inclinés dont le fond est muni d'un système de piégeage des particules aurifères et des minéraux lourds. Ce système de piégeage est formé de façon différente suivant les matériaux utilisés par les mineurs. Dans la plupart des cas les mineurs utilisent des tapis de moquette ce qui est le plus adapté, toutefois d'autres matériaux sont aussi efficaces comme de simple linge en laine, ou des fourrures d'animaux. Les orpailleurs peuvent construire eux-mêmes leur propre sluice

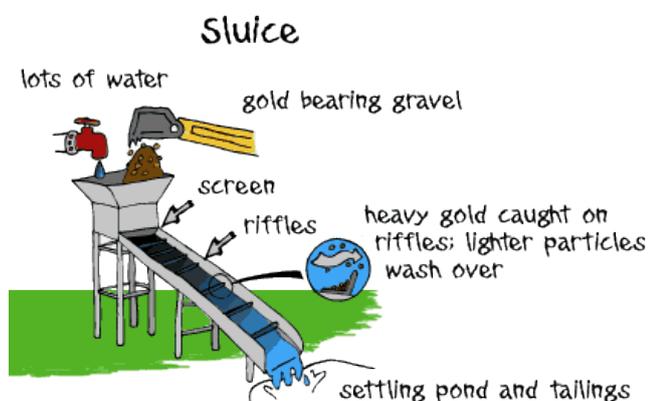


Figure 17 :Schéma simplifié d'un sluice

Depuis l'existence de l'activité d'orpaillage dans le monde. Il y a eu plusieurs types de sluices. Il y avait des uns plus sophistiqués que d'autres selon l'ingéniosité de l'orpailleurs. Actuellement, dans le monde les orpailleurs dans les pays développés possèdent des sluices plus efficaces par rapport aux orpailleurs dans les pays pauvres qui sont obligés d'adapter les leurs en fonction des moyens qu'ils ont en main.



photo 25: Sluice aux moyens limités en Afrique du sud



photo 26: Sluice avec une alimentation motorisée

IX-2-2-1 Principe ^[26]

Le principe est très simple, le sluice use aussi de la gravitation profitant de la densité très élevée de l'or. Voici un schéma qui résume clairement le principe de fonctionnement du sluice.

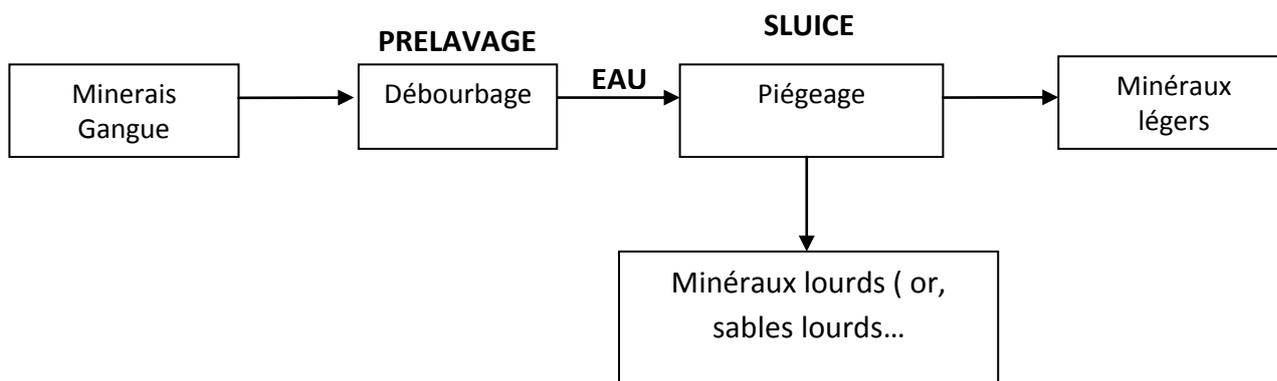


Figure 18: Principe de fonctionnement d'un sluice

Le sluice est très utilisé dans les mines artisanales alluvionnaires ou éluvionnaire partout dans le monde. Cela n'est pas seulement dû au fait son accessibilité mais aussi à cause de son efficacité. Le taux de récupération de l'or à l'aide du sluice peut atteindre les 99 % si les conditions et les paramètres sont optimaux. Cependant, il est difficile de connaître exactement cette efficacité à l'aide de simple calcul car le nombre des variables a tenir compte dans ce calcul peut rendre les équations difficilement solvables. L'expérience est donc primordiale dans l'usage du sluice pour récupérer un maximum de quantité d'or. Néanmoins, par rapport à la technique de la batée, l'étape de la récupération de l'or est plus rapide, les orpailleurs peuvent donc traiter plus de minerais et ainsi avoir plus de quantité d'or à récupérer.

Il est cependant impératif pour un orpailleur qui utilise le sluice de concevoir un bassin de décantation car le rejet de stérile pour l'usage d'une rampe de lavage est très important à cause de la quantité de stériles rejetés en un temps très rapide.

IX-2-2-2 Efficacité et avantages ^{[25][26]}

L'efficacité du sluice est difficilement déterminée par simple calcul compte tenu des divers variables qu'il faut retenir. Seules des expériences peuvent mener à des résultats fiables pour déterminer l'efficacité du sluice. C'est pour cela qu'on préconise le pré-lavage afin que l'usage du sluice soit efficace le maximum possible car sans un système de débouillage, le colmatage des latérites peuvent survenir dans les systèmes de piégeage de l'or ce qui diminuerait le taux de récupération.

L'usage du sluice est donc indissociable du pré-lavage. Pour notre cas, nous proposons le système de lavage décrit précédemment afin que le sluice puisse fonctionner avec une capacité maximale.

Pour ce qui est de l'avantage de cette technique, on peut citer :

- Sa concevabilité artisanale
- Sa capacité à traiter une quantité plus importante de minerais
- Son alimentation possible sans obligatoirement dépendre du débit des cours d'eau en normalisant l'alimentation

Comme on l'a dit précédemment dans ce mémoire, la quantité trop importante de latérites est un problème pour le lavage des minerais surtout pour l'usage du sluice. Sans un système de débouillage puissant, la récupération à l'aide de l'emploi du sluice revient à être égale à celui du lavage à la batée. Nous allons proposer un système de débouillage afin que le sluice puisse fonctionner correctement.

IX-2-3 Le débouillage

Le débouillage est un système de pré-lavage consistant à séparer en deux phases bien distinctes les minéraux stériles légers (pour notre cas les latérites) et le minerais constitué de minéraux lourds (or, quartzites, micaschistes) dans le but d'améliorer l'efficacité du lavage final (sluice).

Pour cela nous proposons un système de débouillage à l'aide de bassin où les minerais seront pré-lavés avant d'obtenir de l'or par un lavage final à l'aide du sluice. Cependant, nous suggérons deux techniques différentes pour effectuer le débouillage dans le bassin :

- Un débouillage manuel qui nécessite l'implication directe des orpailleurs car ces derniers vont effectuer le débouillage à l'aide d'outils simples
- Un débouillage mécanisé qui sollicite l'usage de machine

L'orpailler pourra choisir entre ces deux techniques que nous allons proposons selon les critères qu'ils tiendront en compte.

IX-2-3-1 Débourage manuel

Cette technique consiste en une exécution d'un bassin avec une dimension assez grande relié directement avec une source d'alimentation d'eau (déviation de rivière). La grande dimension du bassin est surtout justifiée par sa largeur et non pas par sa profondeur puisqu'une trop importante profondeur empêchera les orpailleurs de travailler correctement car ils seront plongés dans le bassin.

Dans le bassin, les orpailleurs exécutent, à l'aide de pelles, des mouvements qui a pour but de débourber les minerais versés dans le bassin.

Le versement des minerais peut se faire manuellement mais pour l'alimentation en eau il est préférable d'avoir un débit élevé pour le débourage puisse fonctionner correctement.

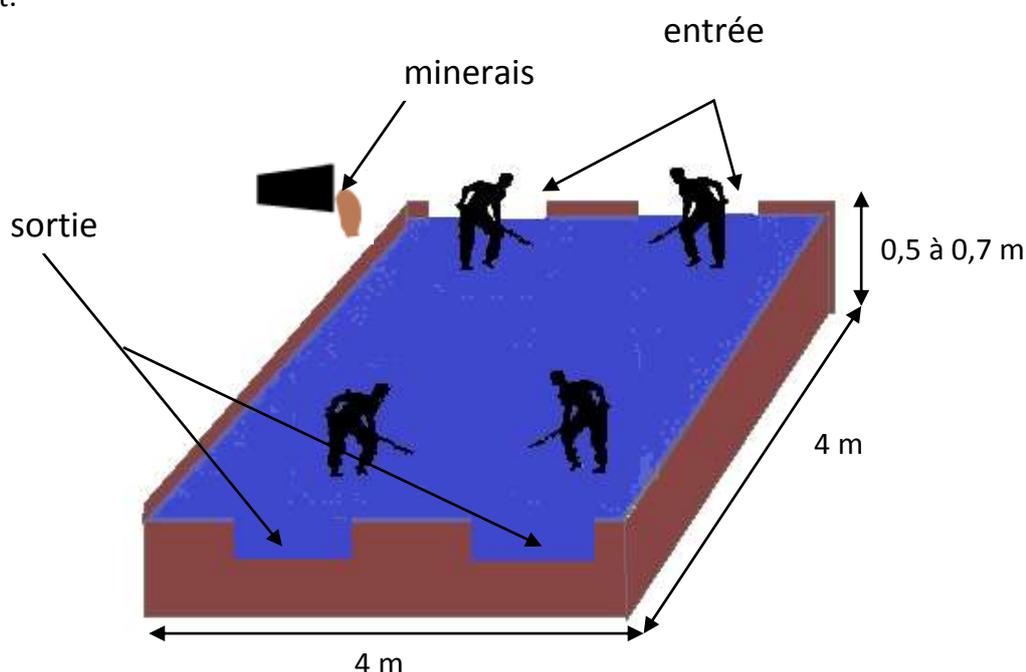


Figure 19: Schéma du bassin de débourage manuel

Les parois et le fond du bassin doivent être bétonnés pour garantir son étanchéité afin qu'aucun autre élément ne puisse être présent dans le bassin à part les terres issus des sites d'exploitation et l'eau des cours d'eau.

Pour que le système fonctionne efficacement, on peut jouer sur l'altitude et la gravitation pour que l'écoulement de l'eau et de la pulpe puisse se faire naturellement.

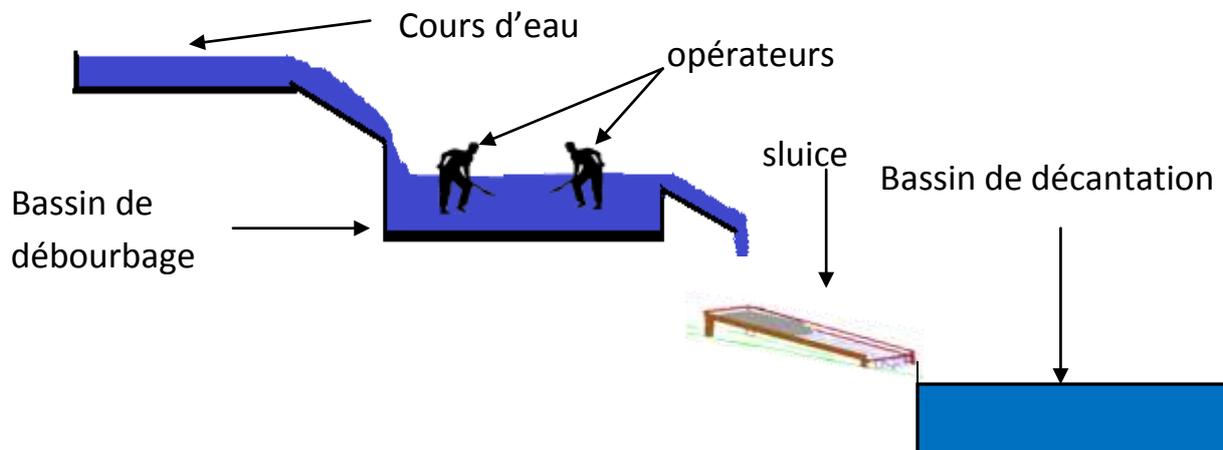


Figure 20: Modèle d'utilisation

Cette technique a pour avantage le faible coût d'investissement étant donné qu'il ne nécessite pas l'acquisition de machines coûteuses. L'association avec le sluice peut augmenter le nombre de minerais lavés par rapport au lavage à la batée et ainsi augmenter la production.

Cependant, cette technique sollicite un grand nombre de collaborateur, les orpailleurs doivent donc s'associer vivement afin que ce modèle de débouillage puisse voir le jour.

IX-2-3-2 Débouillage mécanisé ^[w4]

Pour cela, nous proposons un système de pré-lavage à l'aide d'un bassin et d'une hélice. Son principe est simple, on construit un bassin assez grand, on y verse les terres contenues dans les sacs tout en les mélangeant avec de l'eau. Dans le bassin, il y a une ou plusieurs hélices selon la nécessité qui tournent et elles sont alimentées par un moteur. Les mouvements rotatifs créent un effet de tourbillon qui isole très rapidement les minéraux légers ce qui fait que les latérites et les minerais aurifères sont totalement séparés. Cette séparation facilitera le lavage final en augmentant l'efficacité du sluice.

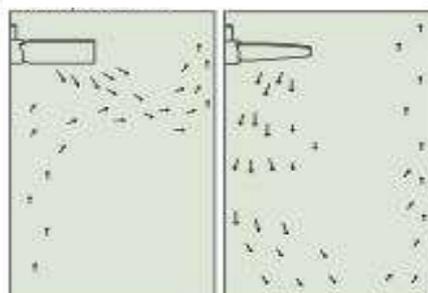


Figure 21: Mouvement des particules dans le bassin

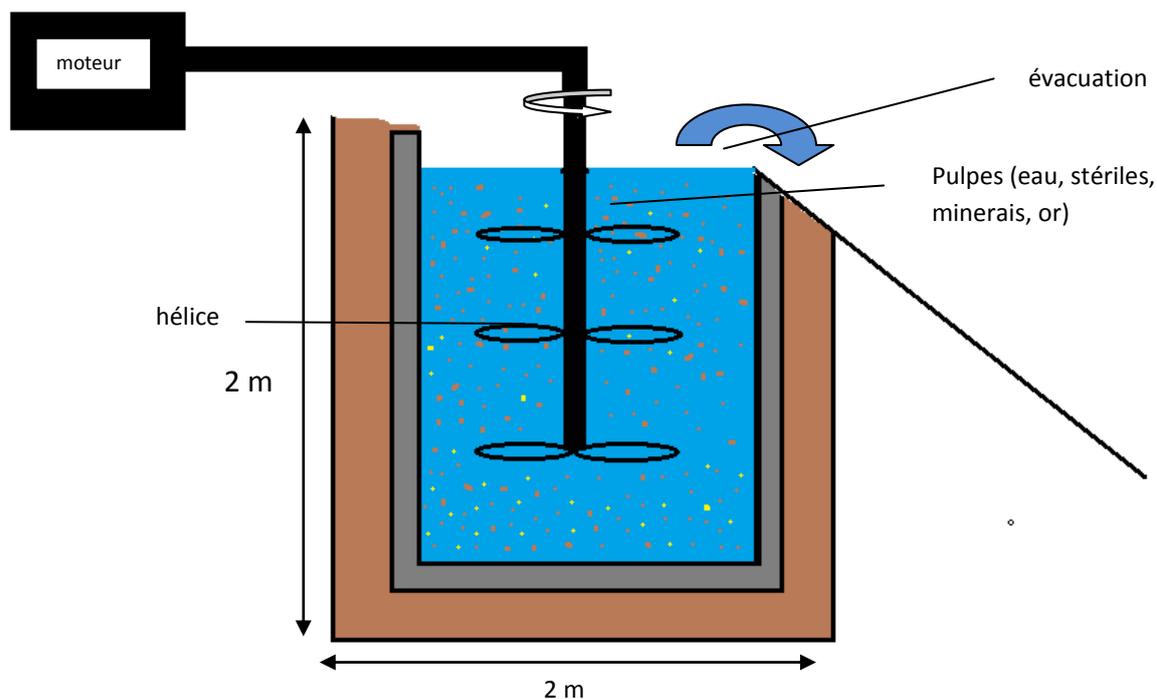


Figure 22: Système de débouage

Pour ce qui est de l'application avec le sluice, nous conseillons une alimentation manuelle. Il est toujours indispensable d'effectuer une déviation des cours d'eau afin que la pollution soit réduite au minimum possible. Pour le rejet de stérile après lavage, un autre bassin de décantation est aussi nécessaire car l'eau utilisée pour le lavage est mélangée avec des minéraux stériles et ne sera réutilisable pour d'autre lavage. Les parois et le fond doivent aussi être en béton pour l'étanchéité.

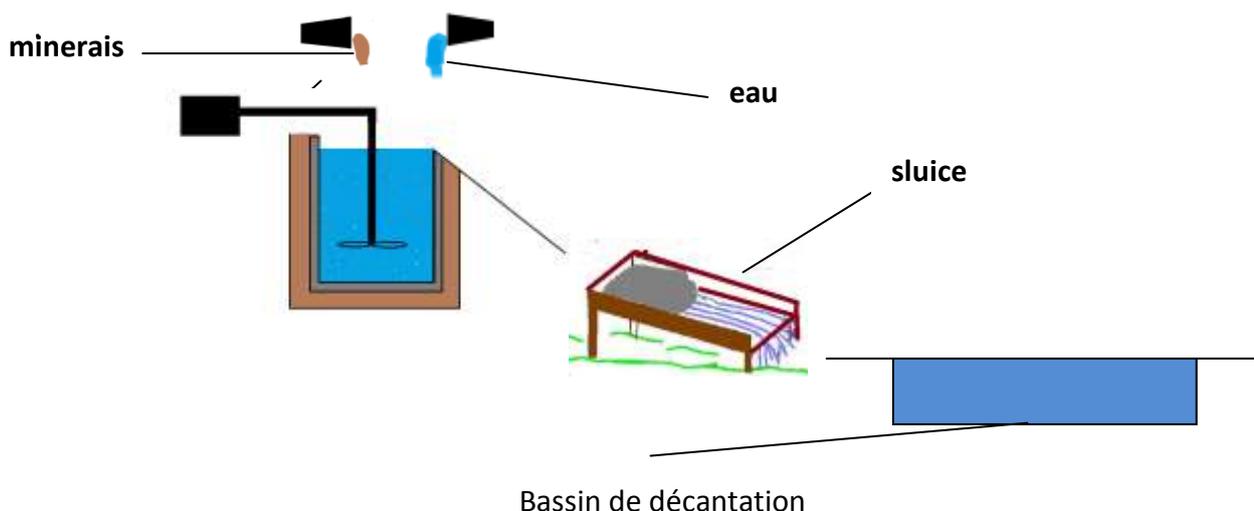


Figure 23: Modèle d'utilisation du sluice

Cette technique est la plus efficace pour augmenter la quantité de minerais traités avec une qualité de lavage très optimale. Cependant, l'achat des machines peut être le frein pour l'application de cette technique. En plus, une assistance technique est nécessaire pour son usage.

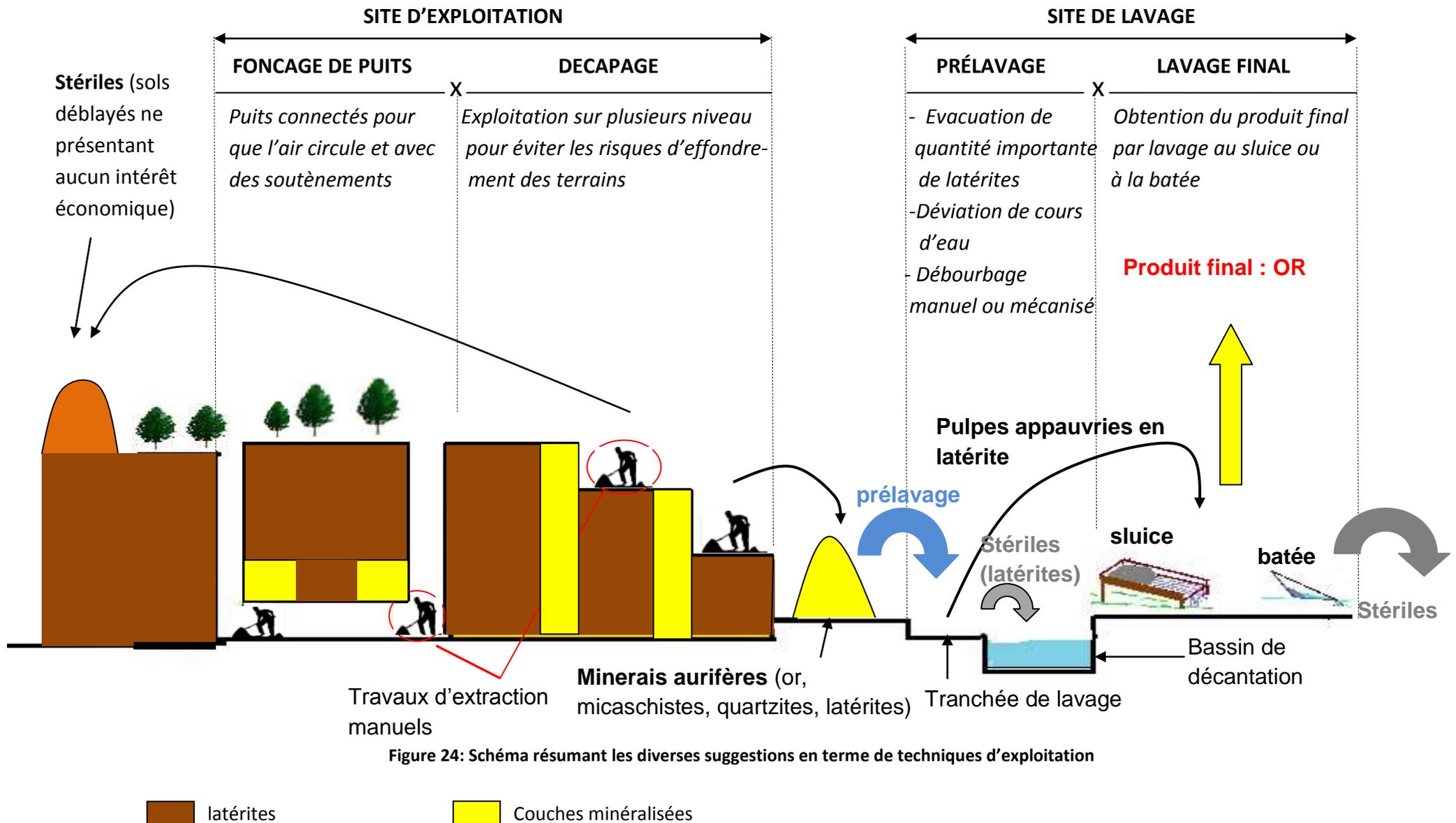


Figure 24: Schéma résumant les diverses suggestions en terme de techniques d'exploitation

CHAPITRE X : MISE EN ŒUVRE ET IMPACTS

X-1 Mise en œuvre des suggestions et recommandations

La proposition des recommandations et des suggestions dans ce mémoire n'est pas une fin en soi. Sa réalisation nécessite une structure adéquate à organiser par les différents acteurs autour de l'exploitation minière. Cette mise en place de structure requiert des travaux de la part des autorités pour que les dispositifs proposés dans les parties précédentes puissent voir le jour.

X-1-1 Sensibilisation et formation des orpailleurs

Les premières étapes essentielles pour la mise en œuvre des propositions que nous avons avancées sont la sensibilisation et la formation des orpailleurs parce que ce sont les principaux acteurs concernés dans cette démarche vers une infrastructure minière fonctionnelle. Les causes qui rendent l'orpaillage illicite sont essentiellement liées à l'ignorance des personnes qui exploitent l'or. La majorité, on peut même dire la quasi-totalité des orpailleurs n'ont aucune connaissance des lois qui régissent l'orpaillage ou font exprès de les ignorer pour éviter les longs processus administratifs nécessaires pour pouvoir exercer dans un cadre légal. Pour résoudre ce problème, les autorités doivent organiser des campagnes de sensibilisation dans les Communes et sur les sites d'orpaillage dans le but d'expliquer les avantages que les orpailleurs peuvent en tirer de la formalisation et les sanctions en cas de non respect des lois. La formation doit être plus axée sur les techniques qu'emploient les orpailleurs, elle permettra en effet d'éviter aux orpailleurs de pratiquer des techniques d'exploitations illégales et dangereuses. On peut suggérer la tenue d'un atelier avec les orpailleurs et les autorités locales pour mettre en œuvre la sensibilisation et la formation concernant l'activité d'orpaillage.

X-1-2 Contrôle et suivi des activités

Mis à part l'établissement des diverses mesures pour le bon déroulement de l'orpaillage, la continuité des efforts qui seront fournis doit être préservée tant que l'exploitation sera active dans la commune. Et même si les exploitations seront mises à terme, les autorités doivent faire respecter aux exploitants les divers engagements sur la réhabilitation des sites. Des suivis des activités doivent donc être exécutés par les autorités avant, pendant et après l'orpaillage en tâchant de bien tenir leur rôle dans le domaine de législation auquel elles sont concernées (formalisation, environnement, social et économique). La mobilisation est donc générale, et des sanctions devront être entreprises pour les orpailleurs qui ne respectent pas les divers lois et engagements.

X-1-3 Transfert de compétences

Pour que la Commune puisse être le leader dans la coordination des activités, les autorités étatiques doivent essayer au mieux de transférer à la Commune des responsabilités afin que les orpailleurs et les collecteurs puissent dialoguer facilement de certains points sans avoir à attendre ni à se déplacer vers les autorités qui se situent parfois dans des endroits loin des sites d'exploitations. La

formation des autorités locales et l'établissement d'une fluctuation rapide des informations sont primordiaux pour que le transfert de compétences puissent être fait.

X-2 Les impacts attendus de l'application des recommandations et suggestions

X-2-1 Impacts directs sur les orpailleurs

L'impact le plus important pour les orpailleurs que peut procurer une formalisation de leur activité est l'assurance de travailler dans un cadre légal. De ce fait, les orpailleurs n'auront plus aucune crainte sur la poursuite et la continuité de leur activité au cas où des litiges avec les titulaires des permis miniers peuvent survenir. Malgré tout, les orpailleurs sont tenus de respecter les autres règlements qui ne sont pas liés directement à la formalisation qui régissent l'orpaillage car une simple formalisation ne suffit pas à garantir la continuité de leur activité.

X-2-2 Impact sur la Commune

X-2-2-1 Impacts économique et les financier

L'existence d'une minéralisation aurifère doit avoir des effets bénéfiques pour une Commune concernée. Cela doit aussi être le cas pour la Commune de Behenjy.

Si les orpailleurs sont concernés directement en gagnant de l'argent par les activités d'extraction et de vente de l'or, toutefois, la Commune doit aussi bénéficier des ristournes et des redevances qui lui sont dues.

La formalisation des activités d'orpaillages amènera à un meilleur suivi des activités, par conséquent, la Commune pourra percevoir les retombées financières.

X-2-2-2 Impacts sociaux

La formalisation de l'orpaillage peut amener à de nombreux impacts positifs pour la population de Behenjy et les orpailleurs en particulier :

- L'éducation des enfants, si la formalisation est mise en place, le travail des enfants disparaîtra avec, les enfants auront le privilège d'aller à l'école et ne seront plus obligés d'aider leurs dans les activités d'orpaillages.
- La santé des orpailleurs sera préservée car des normes d'hygiènes seront mises en place, et cela évitera toutes les maladies que peuvent provoquer l'activité d'orpaillage
- La sécurité liés aux activités d'orpaillage seront améliorées

X-2-2-3 Impact sur l'environnement

C'est l'une des plus grands enjeux de la formalisation de l'orpaillage. L'ignorance des orpailleurs et leur négligence des effets que peuvent causer l'exploitation de l'or de façon artisanale est très néfastes pour l'environnement. C'est pour cela que l'instauration d'une norme sur l'environnement est nécessaire.

Un formalisation de l'activité d'orpaillage peut mener donc à la préservation de l'environnement ou à la limite atténuer les très grands dégâts qui peuvent laisser des traces ineffaçables si les engagements environnementaux sont respectés correctement.

CONCLUSION

Nous avons donc vu que pour l'optimisation de l'exploitation, il est primordial de mener des améliorations sur deux aspects : la formalisation de l'orpaillage et les techniques d'exploitation.

La formalisation nécessite un accès facile aux diverses administrations liées à l'orpaillage et la sensibilisation des orpailleurs quant à l'existence des lois est aussi indispensable.

Pour ce qui est des techniques, nous avons proposer divers modèles d'exploitations s'inspirant des mines qui existent dans le monde et à Madagascar mais tout en tenant compte des problèmes que vivent les orpailleurs dans la Commune de Behenjy.

Cependant, la mise en œuvre de ces suggestions nécessitent des efforts de tous les acteurs concernés par l'activité d'orpaillage c'est-à-dire les autorités, les orpailleurs et les collecteurs afin qu'une structure avantageuse pour tout le monde puisse aboutir.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les principaux objectifs de ce présent mémoire consistaient à faire un diagnostique approfondi sur l'exploitation de l'or dans la Commune de Behenjy afin de connaître les impacts qu'elle peut apporter sur la Commune.

Pour ce faire, nous avons effectué des descentes sur le terrain en s'immisçant dans la vie quotidienne et professionnelle des orpailleurs et en questionnant les autorités concernées par ce phénomène. Il s'agissait des observations des aspects juridiques, des types et techniques d'exploitation, des impacts palpables sur les aspects socio-économiques et environnementaux. A partir de ces observations, nous avons essayé de faire une analyse des interactions positives et négatives entre les bénéfices générés et le développement socio-économique apporté par cette exploitation, suivi des recommandations et des suggestions pour améliorer les impacts positifs et de minimiser les effets négatifs.

Sur la base de l'analyse, nous avons constaté que beaucoup d'orpailleurs et de collecteurs opèrent leurs activités dans toute informalité dans la commune de Behenjy. Cela est principalement dû à l'ignorance de ces derniers des lois qui régissent l'orpaillage à Madagascar. Cette illégalité de l'activité génère des manques à gagner considérables pour la Commune surtout au niveau fiscal concernant principalement les ristournes et les redevances. Les impacts positifs de l'orpaillage ne sont donc ressentis qu'à l'échelle des ménages et n'atteignent que faiblement certains secteurs notamment le commerce.

Concernant l'exploitation d'or proprement dite, l'absence de suivi et de contrôle des activités associée au manque de connaissances techniques des orpailleurs engendrent des dégâts énormes sur l'environnement et les exploitants eux-mêmes. La quantité d'or obtenue paraissent assez faible par rapport aux effets néfastes que provoquent l'activité aurifère dans la Commune.

Nous avons donc émis des propositions et des suggestions afin de remédier à ces problèmes. Les mesures sont axées sur le plan juridique pour la formalisation des activités et sur le plan technique pour optimiser l'exploitation d'or dans la commune de Behenjy. Tout cela dans le but d'avoir des impacts positifs maximum retombant tous les acteurs concernés dans l'exploitation de l'or. Toutefois, la mise en œuvre de ces recommandations nécessitent des efforts de la part de chacun afin qu'une infrastructure fonctionnelle soit mise en place.

Enfin, l'étude que nous avons menée ici contribue à la résolution d'un problème plus vaste et d'envergure nationale. Les mesures qui ont été proposées dans ce travail devront donc être portées sur une échelle plus large au-delà de la Commune de Behenjy en tenant compte des spécificités que peuvent avoir les autres zones aurifères dans le pays.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ANDRIANTSITOMANARIVOMANJAKA, N. *Cours Master II, Hygiène et aérage*. Département Ingénierie Minière, ESPA.
- [2] BESAIRIE, H. (1966). *Géologie de Madagascar*. Antananarivo: Service géologique Ampandrianomby de Madagascar.27p.
- [3] BEAUDOIN, G. (2006). *Gîtologie et métallogénie*. Québec: Université de Laval, Faculté des sciences et de génie.54p.
- [4] BRGM. (1998). *Or de Madagascar*. Ampandrianomby: Rapport partiel au niveau du Service Géologique de Madagascar.32p.
- [5] DOMERGUE, C., FONTAN, F., & HERAIL, G. (1989). Les techniques artisanales d'exploitation des gîtes alluviaux: analogies dans le temps et dans l'espace. *Chronique des recherches minières*, n°497 (pp. 131 - 138). Paris.
- [6] FULLERTON, W. (2013). *The Kalgoorie gold : A review of factors of formation for a giant gold deposit*. Lund University, Department of Geology.26p.
- [7] GROVES, D., GOLDFRAD, R., GEBRE-MARIAM, M., HAGEMANN, S. G., & ROBERT, F. (1998). Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other deposit. *Ore Geology Review* (pp. 7 - 27). ELSEVIER.
- [8] GROVES, D., GOLDFRAD, R., ROBERT, F., & HART, J. (2000). Gold deposits in metamorphic belts: Overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance. *Economic Geology*, vol.95 (pp. 1 - 29p).
- [9] IVANOVA, S. (2004). *Formation de nanoparticules d'or supportées: De la préparation à la réactivité catalytique*. Strasbourg, France: Université Louis Pasteur.201p.
- [10] JENSEN, E. P. (2006). *Geology of the Cripple Creek gold-telluride deposit, Colorado: Descriptions and locations of field trip stops*. Tucson, Arizona.6p.
- [11] LINDGREN, W. (1933). *Minerals deposits*. New York, USA: 4th edn. McGraw Hill. 26p.
- [12] MONECKE, T., GIBSON, H., DUBÉ B., HANNINGTON M.D., LAURIN T. & MARTIN J. (2008). *Geology and volcanic setting of the Horne deposit, Rouyn-Noranda, Québec : initial results of a new research project*. Canada: Geological survey of Canada, Current Research 2008-09, 16 p.
- [13] National Mining Association. (2001). *The history of gold*. Washington D.C: 15p.
- [14] OIT. (2009). *Sécurité et optimisation des techniques d'exploitation et de traitement sur les sites d'orpaillage de Kombabangou et M'Banga*. Niamey. Rapport final.46p
- [15] ORRU, J. F., RAJAONSON, H. F., PELON, R., & ANDRIAMASINORO, F. (2012). *Artisanal mining and preservation of the environment in Madagascar: development of a methodological approach to help identify the challenges and constraints for territorial development*. Orléans, France ; Antananarivo Madagascar: BRGM and University of Madagascar.10p.

- [16] RAKOTOMANANA, D. *Cours Master I, Géologie de Madagascar*. Département Ingénierie Minière, ESPA.
- [17] RAVALITERA, P. (2016). Des exploitations aurifères aux résultats mitigés. *L'Express de Madagascar*, p15.
- [18] RAVAOARISOA, N. S. (2010). *Prospection magnétique du gisement aurifère d'Iharanandriana-Région Vakinankaratra - District Ambatolampy - Commune de Behenjy*. ESPA, Département Ingénierie Minière.90p.
- [19] RAY, G. E., & DAWSON, G. (1994). *The geology and mineral deposits of the Hedley gold skarn district, Southern British Columbia*. Canada. 158p.
- [20] RAZAFINDRAMAKA, N. O. (2009). *Monographies des gisements aurifères de Madagascar*. Université d'Antananarivo, ESPA, Département Ingénierie Minière.123p.
- [21] République de Madagascar. *Code minier Malgache*
- [22] ROBERT, F., POULSEN, K., & DUBÉ, B. (1997). Gold deposits and their classification. *Proceeding Exploration 97: Fourth Decennial Conference on Mineral Exploration* (pp. 209 - 220). Laval, Québec: A.G Gubins.
- [23] SILVA, M. (1986). *Placer gold recovery methods*. California Department of Conservation, Division of Mines and Geology.31p.
- [24] TRÉPANIÉ, S. (2007). *L'or dans les roches de haut grade métamorphique*. Québec: CONSOREM 74 p.
- [25] UNIDO Consultants. (2006). *Manual for training Artisanal and small-scale Gold Miners*. Vancouver: VEIGA; METCALF; YOUNG. 146p.
- [26] WEISHAUP, G., & JACOBSON, C. (2005). *How to build and operate sluice boxes Part III - Riffle testing*. 83p.
- [27] ZAFILAHY, Y. V. *Cours Master II, Soutènement de terrain*. Département Ingénierie Minière, ESPA.

WEBOGRAPHIE

- [W1] www.24hgold.com
- [W2] www.orpailleur-free.com
- [W3] www.wikipédia.com
- [W4] www.tacmina.com

ANNEXE

FICHE TECHNIQUE D'ENQUETE 1 : ORPAILLEURS

Date:	Décembre 2015	<u>Observations :</u>
Région:	Vakinankaratra	
Commune:	Behenjy	
Site d'exploitation:	Mahamandina - Andohan'Antsahamanitra	
Nombre de personnes enquêtées:	28	
Provenance:	85% : communes environnantes 15%: autres régions	Behenjy, Andriantany, Antananarivo, Ambatolampy, Ambositra...
Groupe de travail:	65%: famille 25% : simple collaborateur 10%: seul	Certains membres de la famille rejoignent les autres après les travaux dans les champs
Age moyen:	35 ans	Les enfants sont aussi employés dans les sites d'orpaillages
Statut:	100% : informels	Aucun ne connaît les lois régissant l'orpaillage ou fait exprès de méconnaître
Profession:	Orpailleurs et agriculteurs	Certains travaillent à proximité des rizières pour ne pas délaissé les travaux de champ
Outils utilisés:	bèches, pelles, piques, seau , corde , soubique	Outils utilisés aussi pour les travaux dans les champs
Quantités d'or obtenue	0,2 g/ jour en moyenne	Varie selon la technique utilisée pour l'exploitation

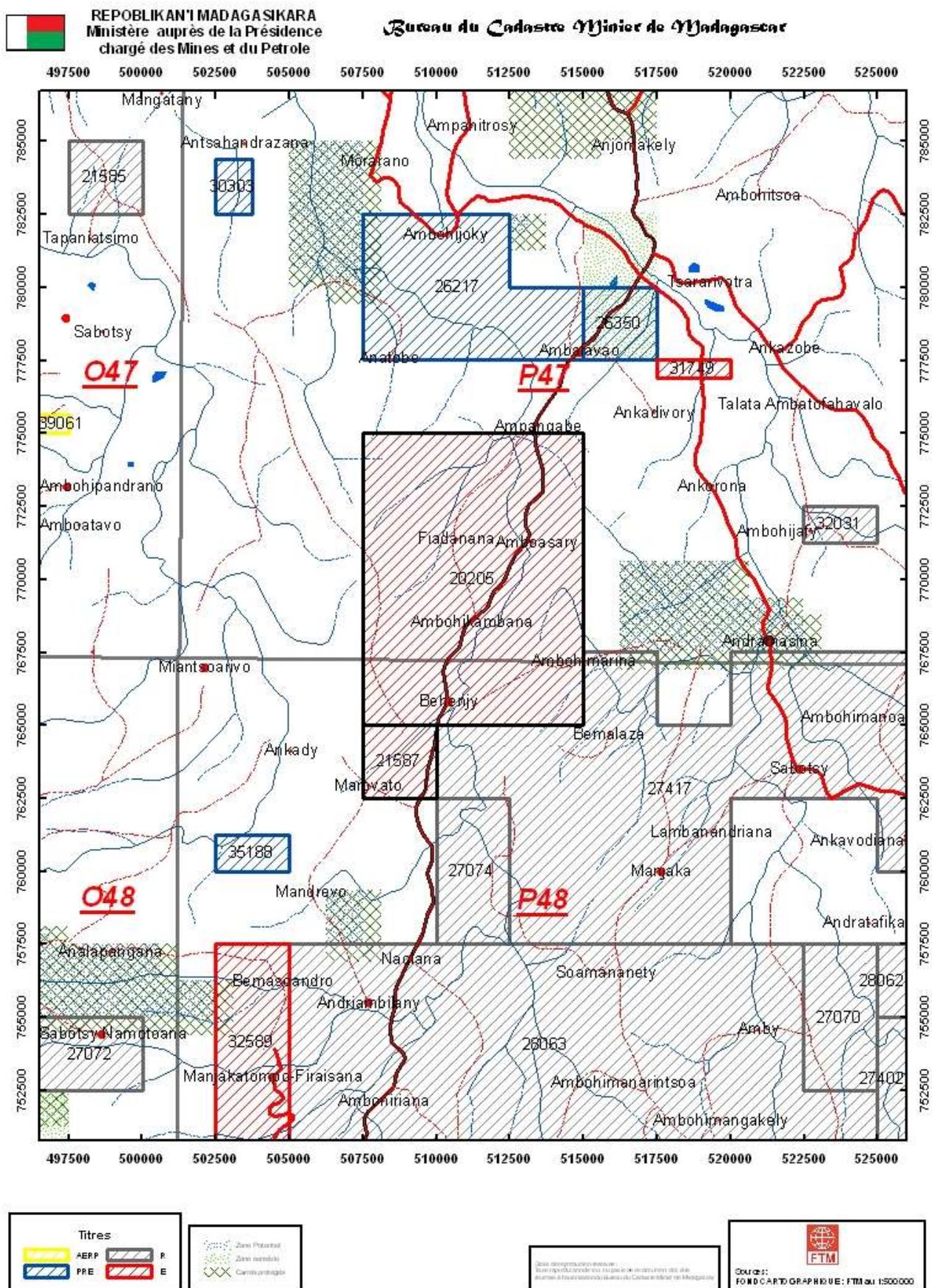
ANNEXE II

FICHE TECHNIQUE D'ENQUETE 2 : COMMUNE

Date:	Décembre 2015	<u>Observations :</u>
Région:	Vakinankaratra	
Commune:	Behenjy	
Site d'exploitation:	Mahamandina - Andohan'Antsahamanitra	
Personnes enquêtées:	2 Adjoints maires (le Maire absent au moment de l'enquête)	
Monographie	Pas de réponse claire	PCD inaccessible du à l'absence du Maire
Infrastructures existantes :	EPP, CEG, CSBII, Poste	Commune assez développée
Sécurité :	1 poste de gendarmerie	Commune plutôt calme
Principaux produits agricoles :	Riz, manioc, maïs	Autoconsommation et commercialisation
Élevages :	Volailles , zébus	
Autres produits à vocations économiques :	Foie gras, eau minérale	Principal attraction touristique du village de Behenjy
Budget communal	Non accessible	
Cartes d'orpailleurs délivrées :	Aucun	Aucune demande déposée
Cartes de collecteurs délivrées :	Aucun	Aucune demande déposée
Ristournes et redevances perçues :	Néant	
Nombre d'orpailleurs	Estimé à 5000	Nombre pour l'ensemble des deux sites
Nombre de collecteurs	Non estimable	Aucun comptoir d'or mis en place
Permis miniers :	PR : 4, PRE : 4, PE : 3, AERP : 1	

ANNEXE III

PERMIS MINIERS DANS LA RÉGION DE BEHENJY



ANNEXE IV

Quelques définitions liées à l'orpaillage

Expert pour le poinçonnage : est une personne physique titulaire d'un agrément délivré par le Laboratoire national des Mines. Il effectue des expertises sur la détermination de la nature et de la qualité des métaux précieux ainsi que le poinçonnage.

Exportateur d'or : est une personne physique ou morale autorisée à exporter l'or.

Collecte d'or : activité d'achat et vente d'or sous toutes ses formes.

Comptoir commercial : est une personne morale de droit Malagasy, résident à Madagascar, titulaire d'un agrément délivré par l'ANOR. Le Comptoir commercial a pour objet l'achat/vente, y compris la collecte de l'or.

Il est autorisé à opérer sur le territoire national et à fondre l'or sous une forme quelconque.

Comptoir de fonte : est une personne morale de droit Malagasy, résident à Madagascar, titulaire d'un agrément délivré par l'ANOR. Le Comptoir de fonte s'occupe du traitement de l'or conformément aux normes internationales. Il peut aussi faire du commerce de l'or tant sur le territoire national qu'en exportation et importation de l'or.

Couloir d'orpaillage : les lits actifs des rivières et les alluvions récentes ; il constitue une servitude d'orpaillage légale et permanente qui s'applique de plein droit à l'égard de tout périmètre minier.

Groupement d'orpailleurs : groupe d'individus exerçant l'activité d'orpaillage dans une Commune. Le groupement est doté d'un organe délibérant et d'un organe exécutif ainsi que des règles de fonctionnement et de gestion.

Laboratoire agréé pour le poinçonnage et le titrage : est une personne morale, de droit Malagasy, titulaire d'un agrément délivré par le Laboratoire National des Mines. Il dispose des matériels, des installations et d'un local appropriés pour effectuer des expertises sur la détermination de la nature et de la qualité des métaux précieux ainsi que le titrage et le poinçonnage.

Orfèvre : est une personne physique ou morale autorisée à fabriquer, vendre et exporter des bijoux.

Orpaillage : l'extraction des gîtes d'or par des procédés artisanaux.

Orpailleur : personne physique, majeure, de nationalité Malagasy. L'orpailleur individuel est titulaire d'une carte d'orpaillage.

Orpailleur affilié : personne physique, majeure, de nationalité Malagasy. L'orpailleur affilié est titulaire d'une carte d'orpaillage et membre d'une Association ou d'un Groupement d'orpailleurs ou affilié à un collecteur de catégorie 1 ou 2.

Poinçonnage : est l'empreinte officielle apposée sur les bijoux, lingots ou autres répondant aux exigences légales ou réglementaires en matière de titrage de l'or ou de l'argent à Madagascar.

Travailleur sur l'or : Artisan bijoutier.

ANNEXE V

Quelques exemples de sluice utilisé dans le monde



photo 27: berceau californien

- Chargement et criblage par le haut
- Concentration par secousse (balancement du berceau)
- Système de piégeage par moquette et tasseaux de bois



photo 28: sluice avec système de piégeage par laine de mouton

- Alimentation manuelle
- Système de piégeage par laine de mouton
- Nettoyage par planche de bois fixé à un tige



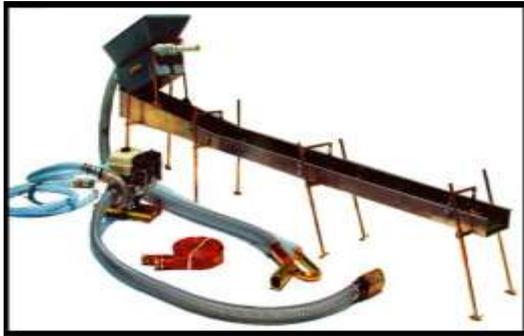
photo 29: sluice compartimenté

- Alimentation manuelle
- Système de piégeage par compartiment creux
- Nettoyage par planche fixée à un tige



- Alimentation manuelle ou plongée directement dans l'eau
- Piégeage par rainure et escalier
- Composition en plastique imperméable donc nettoyage facile

photo 30: sluice avec piégeage par rainure



- Alimentation par motopompe
- Piégeage par rainure et escalier

photo 31: sluice motorisée



- Alimentation manuelle
- Système de criblage par seau percé
- Piégeage par simple disposition de linge

photo 32: sluice d'adaptation

ANNEXE VI

Modèles d'agitateur à hélice



photo 34: Agitateur TACMINA modèle GTO



photo 33 : Agitateur TACMINA modèle C2T

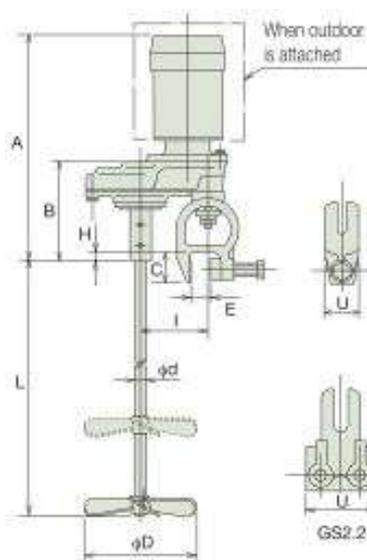


Tableau 5: Caractéristiques d'un agitateur GTO

modèle	Moteur (kW)	H (mm)	A(mm)	B(mm)	Capacité maximale d'agitation(L)	Poids apparente (kg)
GTO-0,065A	0,065	352	73	70	100	16
GTO-0,1A	0,1	367	73	70	200	18
GTO-0,1	0,1	329	73	70	200	17
GTO-0,2A	0,2	404	73	70	400	20
GTO-0,2	0,2	363	73	70	400	19
GTO-0,4	0,4	426	98	93	900	30
GTO-0,75	0,75	449	98	93	1500	39
GTO-5,5	5,5	1010	206	190	12000	225

* The 1-stage, 3-vane propeller is standard.
* Dimension A varies slightly according to motor manufacturer.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	i
SOMMAIRE.....	ii
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES PHOTOS.....	viii
LISTE DES CARTES.....	ix
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE: GENERALITES ET RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES SUR L'OR	
INTRODUCTION.....	2
CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'OR.....	3
I-1 Description.....	3
I-1-1 Caractéristiques.....	3
I-1-2 Propriétés.....	4
I-1-2-1 Propriétés chimiques.....	4
I-1-2-2 Propriétés physiques.....	4
I-1-2-3 Propriétés optiques.....	5
I-2 Historique de la découverte de l'or.....	5
I-2-1 Les premières découvertes de l'or dans le monde.....	5
I-2-2 La découverte de l'or à Madagascar.....	7
I-2-2-1 Les premières exploitations à Madagascar.....	7
I-2-2-2 L'orpaillage à Madagascar.....	7
I-2-2-3 La production d'or à Madagascar.....	7
I-3 Utilisations.....	8
CHAPITRE II : GISEMENT D'OR DANS LE MONDE.....	10
II-1 Métallogénie de l'or.....	10
II-2 Les types de gîtes d'or et quelques exemples dans le monde.....	10
II-2-1 Les gîtes orogéniques.....	11
II-2-2 Les gîtes de porphyres Cu-Au.....	13
II-2-3 Les gîtes épithermaux.....	14
II-2-4 Les gîtes mésothermaux.....	16
II-2-5 Les gîtes hypothermaux.....	18
II-2-6 Les skarns aurifères.....	19
II-2-7 Les sulfures massifs volcanogènes ou SMV.....	20
II-2-8 Les paléopalcers et les placers.....	21

CHAPITRE III : GISEMENT D'OR DE MADGASCAR	22
III-1 Métallogénie de l'or à Madagascar	22
III-2 Les gisements d'or à Madagascar	22
III-2-1 Les gisements appartenant au domaine Archéen	24
III-2-2 Les gisements primaires du protérozoïque.....	24
III-2-3 Les gisements liés à la tectonique permotriasique.....	24
III-2-4 Les gisements secondaires	25
CONCLUSION	26
DEUXIEME PARTIE : CARACATERISATION DE L' EXPLOITATION D'OR DANS LA COMMUNE DE BEHENJY	
INTRODUCTION.....	27
CHAPITRE IV : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	28
IV-1 Contexte géographique de Commune de Behenjy	28
IV-1-1 Géographie physique	31
IV-1-1-1 Relief	31
IV-1-1-2 Morphologie	31
IV-1-1-3 Hydrographie	31
IV-1-1-4 Climat	31
IV-1-2 Milieu biologique	31
IV-1-3 Milieux humain et social	31
IV-1-3-1 Population et démographie	31
IV-1-3-2 Santé	31
IV-1-3-3 Education	32
IV-1-4 Activité économique	32
IV-2 Cadre géologique de la région de Behenjy	32
IV-2-1 Rappels sur la géologie de Madagascar	32
IV-2-2 Géologie de la région de Behenjy	34
IV-3 Gisement d'or de Behenjy	37
IV-4 Les exploitations existantes dans la région de Behenjy.....	38
IV-4-1 Le site d'orpaillage de Mahamandina.....	39
IV-4-2 Le site d'orpaillage d'Andohan'Antsahamanitra	40
CHAPITRE V : METHODOLOGIE DE TRAVAIL.....	42
V-1 Pré-enquête et préparation	42
V-2 Descente sur terrain.....	42
V-3 Synthèse des résultats	43
CHAPITRE VI : CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ D'ORPAILLAGE DANS LA COMMUNE DE BEHENJY.....	44
VI-1 Organisation générale des sites miniers	44

VI-1-1 Le site de Mahamandina.....	44
VI-1-2 Le site d'Andohan'Antsahamanitra.....	45
VI-2 Caractéristiques des orpailleurs.....	45
VI-2-1 Origine socio-professionnelle	45
VI-2-2 Nombre	46
VI-2-3 Motivation.....	46
VI-2-4 Groupe de travail et répartitions des tâches	46
VI-2-5 Niveau d'éducation	46
VI-3 Techniques utilisées pour l'extraction de l'or	47
VI-3-1 Techniques d'exploitation.....	47
VI-3-1-1 Les travaux de découverte	47
VI-3-1-2 Le décapage des terrains	47
VI-3-1-3 Le fonçage des puits	48
VI-3-1-4 Le transport.....	48
VI-3-2 Le lavage à la batée.....	49
VI-4 Production et vente.....	50
VI-4-1 La production d'or fournie par l'orpaillage	50
VI-4-2 La vente.....	50
VI-5 Les impacts positifs de l'activité d'orpaillage.....	50
VI-5-1 Impact économique au niveau des ménages	51
VI-5-2 Impact économique à l'échelle locale.....	51
CHAPITRE VII : LES PROBLÈMES RENCONTRÉS DANS LES EXPLOITATIONS.....	52
VII-1 Les problèmes administratifs miniers	52
VII-1-1 Informalité de l'activité.....	52
VII-1-2 Envahissement de permis minier.....	52
VII-2 Les risques environnementales.....	52
VII-2-1 Destruction du paysage	52
VII-2-2 Pollution des cours d'eau.....	53
VII-2-3 Pollution de l'air	53
VII-2-4 Destruction de la végétation.....	53
VII-2-5 Destruction de parcelles rizicoles	54
VII-3 Les problèmes sociaux	54
VII-3-1 Les mauvaises conditions d'hygiènes et les risques sur la santé.....	54
VII-3-2 Travail et abandon de l'éducation par les enfants.....	55
VII-4 Les déficiences techniques au niveau de l'exploitation.....	56
VII-4-1 Manque de connaissance technique concernant l'exploitation minière	56

VII-4-2 Absence d'une gestion convenables des stériles.....	56
VII-4-3 Utilisation d'outil rudimentaire	57
VII-4-4 Absence de soutènement pour les puits	58
VII-4-5 Problème d'aéragé dans les puits.....	58
VII-4-6 Manque d'équipement de protection	58
CONCLUSION	59
TROISIEME PARTIE : SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS.....	58
INTRODUCTION.....	60
CHAPITRE VIII : FORMALISATION ET NORMALISATION DES ACTIVITES D'ORPAILLAGE.....	61
VIII-1 Contexte légal de l'activité d'orpaillage.....	61
VIII-1-1 Les textes de base régissant l'orpaillage à Madagascar	61
VIII-1-1-1 Le code minier	61
VIII-1-1-2 Les textes de base régissant l'agence de l'or (ANOR)	61
VIII-1-1-3 Statut légal des orpailleurs	61
VIII-1-3 Statut légal des collecteurs	61
VIII-2 Formalisation de l'activité.....	62
VIII-2-1 Octrois de cartes d'orpailler	62
VIII-2-2 Octrois de cartes de collecteur	62
VIII-2-3 Légalisation du site pour l'activité d'orpaillage	63
VIII-2-4 Etablissement comptoir de l'or.....	63
VIII-3 Normalisation de l'activité	65
VIII-3-1 Application des engagements environnementales	65
VIII-3-1-1 La restauration des dégâts sur le paysage.....	66
VIII-3-1-2 La déviation des cours d'eau pour les activités de lavage.....	66
VIII-3-1-3 La mise en place d'un bassin de décantation	66
VIII-3-2 Instauration des normes d'hygiène	66
VIII-3-2-1 La réalisation de latrines et douches publiques suffisantes.....	66
VIII-3-2-2 La construction de points d'eau de boisson potable.....	66
VIII-3-2-3 L'installation de système d'évacuation des ordures et des eaux usées.....	67
VIII-3-2-4 Le contrôle régulier de la santé des orpailleurs	67
VIII-3-3 Suivi des normes de sécurité	67
CHAPITRE IX : AMELIORATION DES TECHNIQUES D'EXPLOITATION D'OR.....	68
IX-1 Les ouvrages	68
IX-1-1 Exploitation sur plusieurs niveaux	68
IX-1-2 Les puits.....	69
IX-1-2-1 Soutènement	69

IX-1-2-2 Aérage	70
IX-1-3 Gestion des stériles	70
IX-2 Le lavage	71
IX-2-1 Le pré lavage	71
IX-2-2 Le sluice	72
IX-2-2-1 Principe	73
IX-2-2-2 Efficacité et avantages	74
IX-2-3 Le débouillage.....	74
IX-2-3-1 Débouillage manuel	75
IX-2-3-2 Débouillage mécanisé	76
CHAPITRE X : MISE EN ŒUVRE ET IMPACTS	79
X-1 Mise en œuvre des suggestions et recommandations	79
X-1-1 Sensibilisation et formation des orpailleurs	79
X-1-2 Contrôle et suivi des activités	79
X-1-3 Transfert de compétences	79
X-2 Les impacts attendus de l'application des recommandations et suggestions.....	80
X-2-1 Impacts directs sur les orpailleurs.....	80
X-2-2 Impact sur la Commune	80
X-2-2-1 Impacts économique et les financier	80
X-2-2-2 Impacts sociaux.....	80
X-2-2-3 Impact sur l'environnement	80
CONCLUSION	82
CONCLUSION GÉNÉRALE	83
BIBLIOGRAPHIE	84
WEBOGRAPHIE	85
ANNEXE.....	I
TABLE DES MATIÈRES.....	VIII
RESUME	
ABSTRACT	

Titre: OPTIMISATION DE L'EXPLOITATION D'OR ARTISANALE A MADAGASCAR : CAS DE LA COMMUNE DE BEHENJY

Nombre de page : 83

Nombre de figures : 24

Nombre de tableaux : 5

Nombre de cartes : 18

Nombre de photos : 34

RESUME

Cet ouvrage consiste à réaliser une étude sur l'exploitation de l'or dans la Commune de Behenjy, District d'Ambatolampy, Région Vakinankaratra. Le but est de préconiser une démarche afin d'obtenir le maximum sur les bénéfices que peuvent apporter l'existence d'un gisement aurifère dans la Commune de Behenjy. Ce travail propose une formalisation de l'activité d'orpaillage dans les sites mais aussi un point de vue technique de l'exploitation d'or artisanale afin de donner aux orpailleurs certaines notions sur l'exploitation aurifère dans le but d'améliorer leur production tout en minimisant les dangers et en évitant les infractions des lois en vigueur qui régissent cette activité à Madagascar.

Mots clés : or, Behenjy, exploitation, orpaillage, formalisation, amélioration

ABSTRACT

This thesis is to conduct a study on the exploitation of gold in the site of Behenjy, Ambatolampy District, Vakinankaratra Region. The goal is to provide an approach so that the benefits from the existence of a gold deposit in the region of Behenjy will be maximized for all the actors concerned by the activity of gold extraction. This work propose a formalization of the small-scale gold exploitation but also a technical point of view of this activity leading to an increase of gold production while minimizing the accident and environmental destruction, but also respecting the laws that governing the gold extraction in Madagascar.

Keywords: gold, Behenjy, exploitation, small-scale, formalization, increase.

Auteur/Author: RAMIARISON Herinandrianina

Telephone: +261 34 55 239 98

email: hndrianinason@gmail.com

Rapporteur/Supervisor: Dr RASAMIMANANA Georges