

# PARTICULARITES DU GITE D'OXYDE DE FER D'AMBOHIDRANANDRIANA, ANTSIRABE

Aurélien MANDIMBIHARISON<sup>1</sup>

1- Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA), Mention Génie Géologique, BP 1500 Antananarivo 101 Madagascar. [raory@yahoo.fr](mailto:raory@yahoo.fr)

## Résumé

Tongarivo, une petite localité au sein de la Commune Rurale d'Ambohidranandriana, a fait l'objet d'une exploitation artisanale de l'or depuis 1911. L'or de Tongarivo est une minéralisation primaire située dans des veines de quartz encaissées dans des quartzites à oxydes de fer. Certes, ces quartzites à oxydes de fer ne présentent que peu d'intérêt sur le plan économique, vue sa faible taille et teneur en fer mais ses caractéristiques : aspects lités (alternance des lits clairs ; quartz et des lits sombres riches en fer), débit en fines plaquettes rappellent celles des gisements des BIF (*Banded Iron Formation*). A part ces caractéristiques, l'existence de roche carbonatée dans la zone d'étude et la proximité du massif Ibity de formation SQC (Schisto- Quartzo- Carbonatée) d'âge Protérozoïque, font des quartzites à oxydes de fer de Tongarivo du type Lac Supérieur.

*Mots clés : Tongarivo, BIF, quartzites, oxyde de fer, Lac Supérieur.*

## I. INTRODUCTION

Beaucoup de gîtes et d'indices de fer ont fait l'objet des études à Madagascar mais la plupart ne renferme que moins de 35% de teneur en fer et de petites tailles.

La figure 1, issue des travaux du PRGM en 2012, représente les zones à indices et celles qui sont favorables pour une exploitation de fer.

Dans la notice explicative de la carte géologique à échelle 1/1 000 000 établie par le PGRM en 2012, de nombreux auteurs ont conclu que la majeure partie des minéralisations en fer à Madagascar se trouve dans le groupe de Vondrozo et du type BIF. Le tableau 1 récapitule les différentes caractéristiques des gîtes connus à Madagascar.

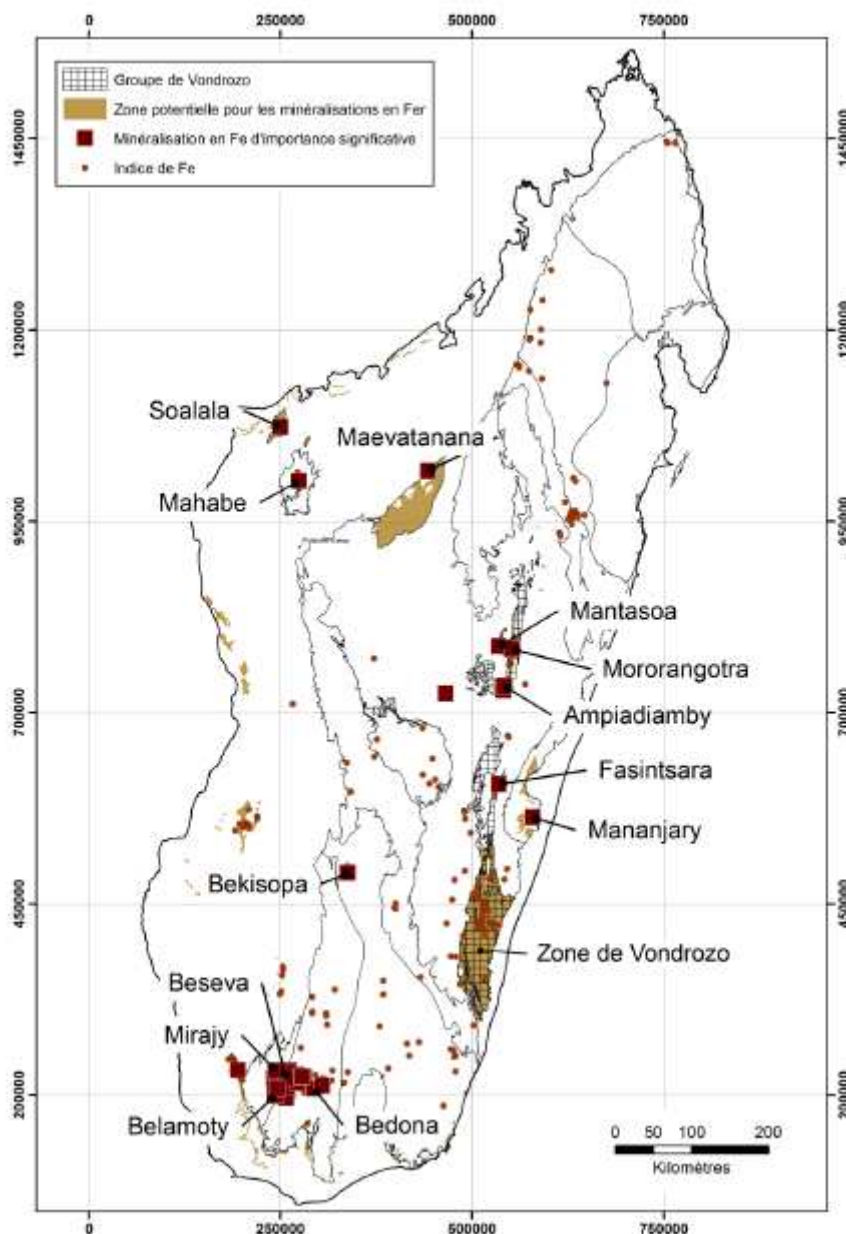


Figure 1 : Carte des indices et du potentiel en fer à Madagascar (PGRM, 2012)

Tableau 1 : Caractéristiques des principaux gisements et gîtes de minerai de fer à Madagascar

Nom du gîte	Subs-tances	Minéraux caractéristiques	Morphologie	Direction générale minéralisation	Roches encaissantes		Données économiques		Type (d'après notice explicative PGRM 2012)
					Age	Nature	Tonnage métal (Mt)	Teneur (%)	
Solalala	Fe	Magnétite Hématite	Banc	NS	Archéen	Quartzite	360	35	Fe-Algoma ou Fe-Superior (Cannon, 1986 a et b)
Betioky	Fe	Limonite Stilpnosidérite	Couche		Sénonien Néogène	Grès ferrugineux	{ 30 130	24 10 à 14	Cuirasse ferrugineuse
Bekisopa	Fe	Magnétite	Banc	N 150 à NS	Protérozoïque	Gneiss	{ 10 130	60 10 à 14	Métasomatique skarnoïde (Fournié,

									1963)
Fasintsara	Fe	Magnétite	Banc	N 25 / 60°W	Archéen	Quartzite	100	35	Fe-Superior (Cannon, 1986a et b)
Fenoarivo Mananjary	Fe, Au	Magnétite Hématite Or	Banc	N 135 / 40 E	Catarchéen	Quartzite	94,5	37,7	Itabirite (BIF)
Ambohimahavony Ampiadiamby	Fe	Magnétite	Banc	NW-SE à N-S	Archéen	Quartzite	30	60	Fe-Superior (Cannon, 1986a et b)
Ambatovy Analamay	Fe, Ni, Co	Limonite Stilpnosidérite	Cuirasse	Horizontale	Crétacé	Péridotite	30	46	Cuirasse ferrugineuse sur latérites nickelifères

(Source : Rahajarivelo Sophie, 2015)

Une localité, où une société de cimenterie exploite des oxydes de fer comme ajout, attire notre attention car en plus de cette substance de l'or a été découvert et exploité dans cette zone depuis 1911. Elle ne figure pas dans le tableau 1, sûrement à cause de sa très petite taille, mais possède un grand intérêt scientifique.

## II. METHODOLOGIE

L'organigramme représenté par la figure 2 résume la méthodologie adoptée.

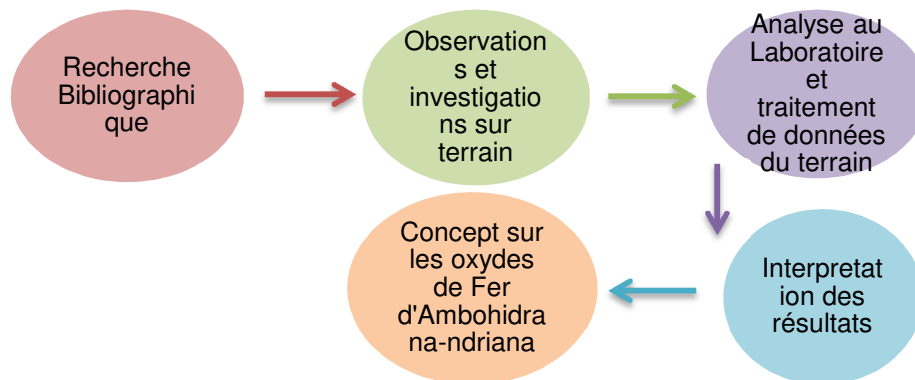


Figure 2 : Les démarches méthodologiques

### II.1. Généralités sur les BIF

La plupart des minerais de fer dans le monde est constituée des fers rubanés (*Banded Iron Formation* ou BIF, en anglais) de formations sédimentaires marines qui sont tous d'âge archéen ou protérozoïque inférieur. La figure 3 montre l'importance relative des BIF au cours du temps.

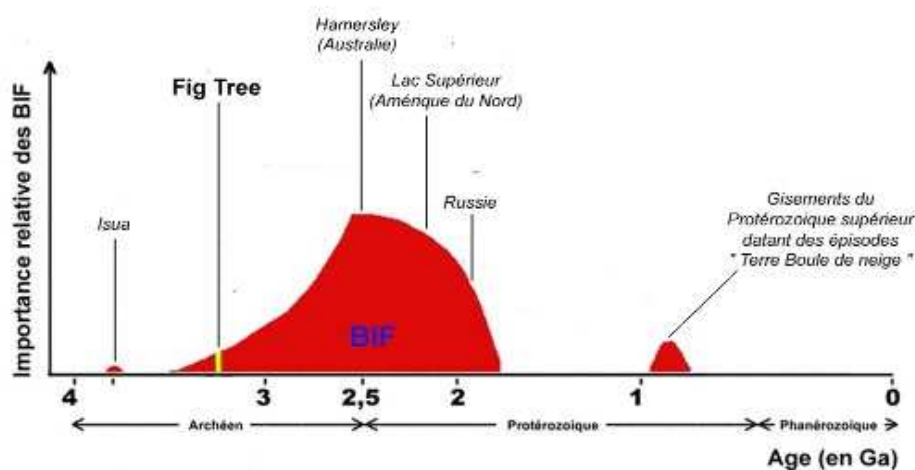


Figure 3 : Evolution de l'importance relative des BIF au cours des temps géologiques

Les gisements de fer rubané ou BIF représentent la plus importante ressource en fer de la planète puisqu'ils constituent 80 % des réserves. La figure 4 montre la répartition de ces gisements dans l'espace.

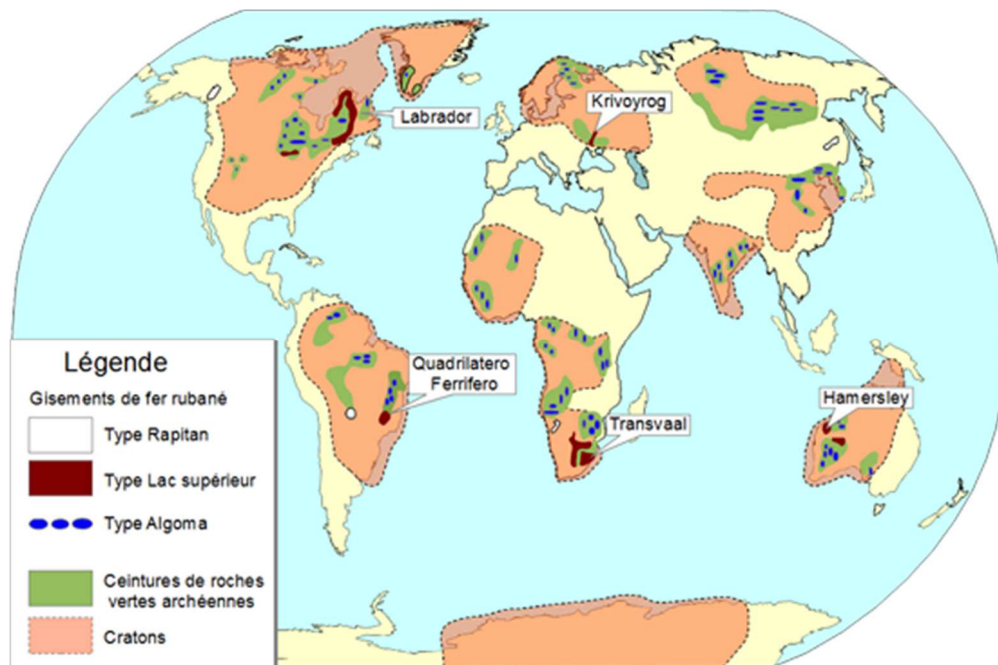


Figure 4 : Répartition géographique des gisements de fer rubané (Beukes et al, 2008).

Les gisements de fer rubané (BIF) sont de 3 types (Figure 5) :

- *Le type Algoma* est toujours associé aux ceintures de roches vertes de l'Archéen. Ces gisements sont les plus anciens, les plus nombreux mais de plus petite taille que le type suivant ;
- *Le type Lac supérieur* est associé au talus continental des cratons. Les gisements sont de très grande taille mais peu nombreux. Ils existent de -3 Ga à -2 Ga ;
- *Le type Rapitan* se dépose aussi sur le talus continental des cratons mais les conditions de formation sont différentes du type précédent. Ils sont rares et liés aux glaciations de la fin du

Précambrien.

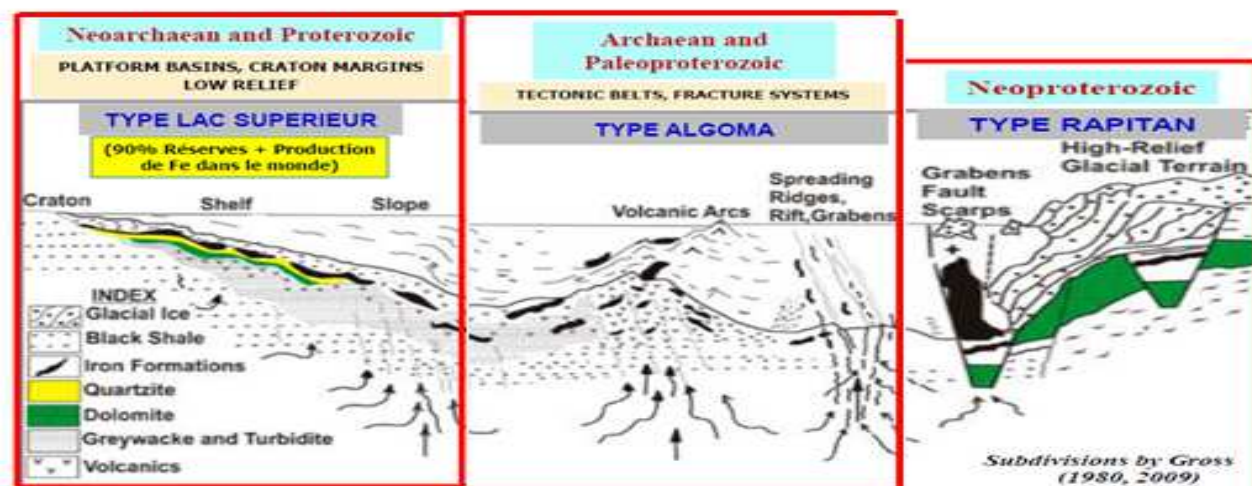


Figure 5 : Contexte géotectonique des trois types de gisements BIF

## II.2. Sitologie

La zone d'étude, la Commune Rurale d'Ambohidranandriana appartient au District d'Antsirabe II, Région Vakinankaratra. Elle est limitée au Nord par la commune Rurale d'Ambohimirivo, à l'Est par la Commune Rurale de Soanindrariny, au Sud par la Commune Rurale d'Ambohitsimanova et à l'Ouest par la Commune Urbaine d'Antsirabe (Figure 6).

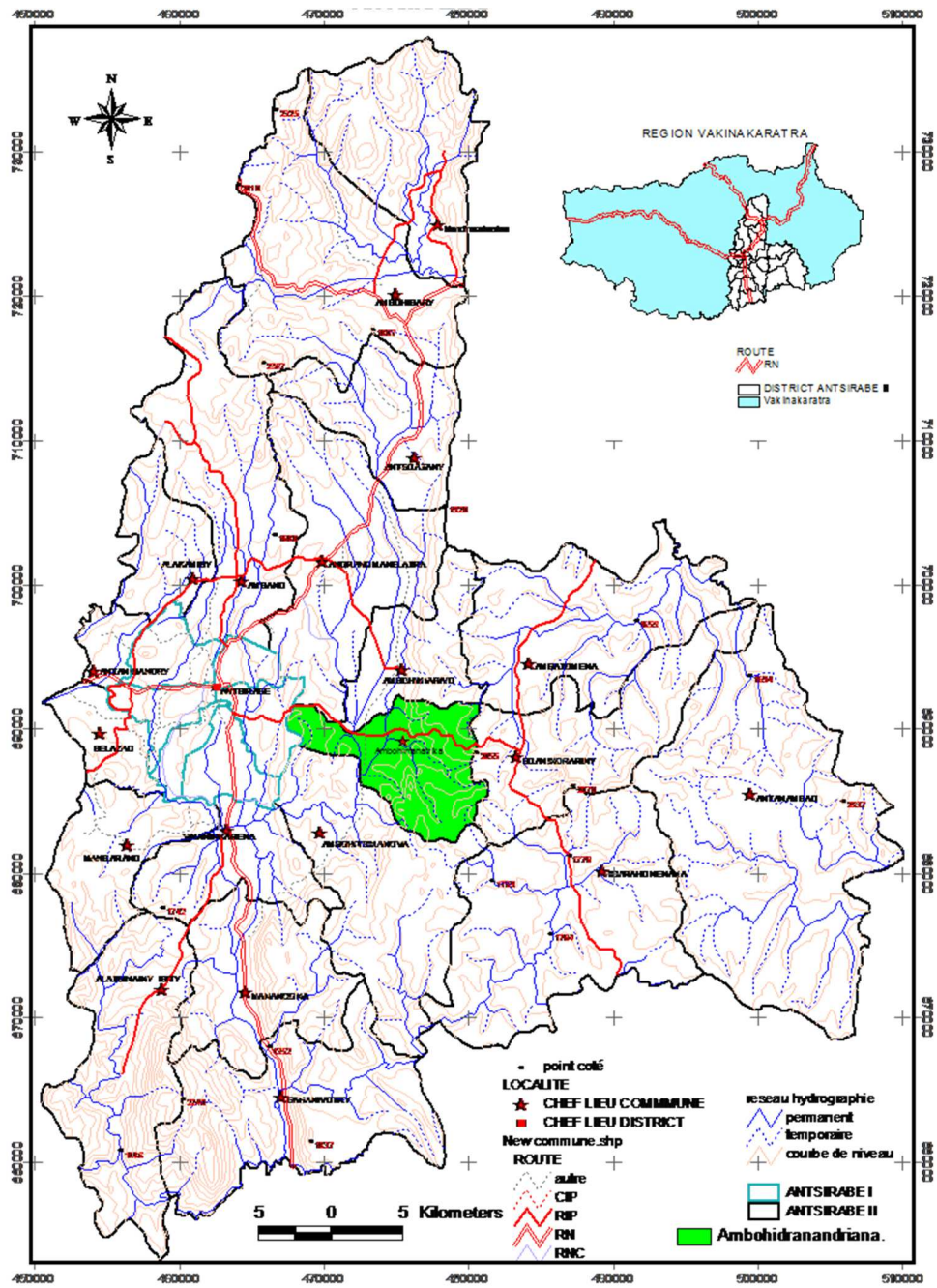


Figure 6 : Position de la Commune Rurale d'Ambohidranandriana par rapport aux Districts d'Antsirabe I et Antsirabe II

La morphologie de la zone de la Commune est en général divisée en deux : la basse colline à l'Ouest et la haute colline à l'Est (Figure 7). La basse colline est constituée d'une vaste pénéplaine et d'une plaine rizicole ; par contre la partie orientale est dominée par des versants abrupts. Le massif de l'Angavo y culmine avec une altitude de 1918m (Figure 8).



Figure 7 : Contraste morphologique



Figure 8 : Le massif d'Angavo

### II.3. Contexte géologique régionale

La Région du Vakinankaratra, à laquelle appartient la Commune Rurale d'Ambohidranandriana, fait partie géologiquement du domaine d'Antananarivo et constituée par trois ensembles : le socle précambrien, les formations volcaniques et les sédiments lacustres. La Figure 9 illustre les différentes formations aux environs d'Antsirabe et de Betafo.

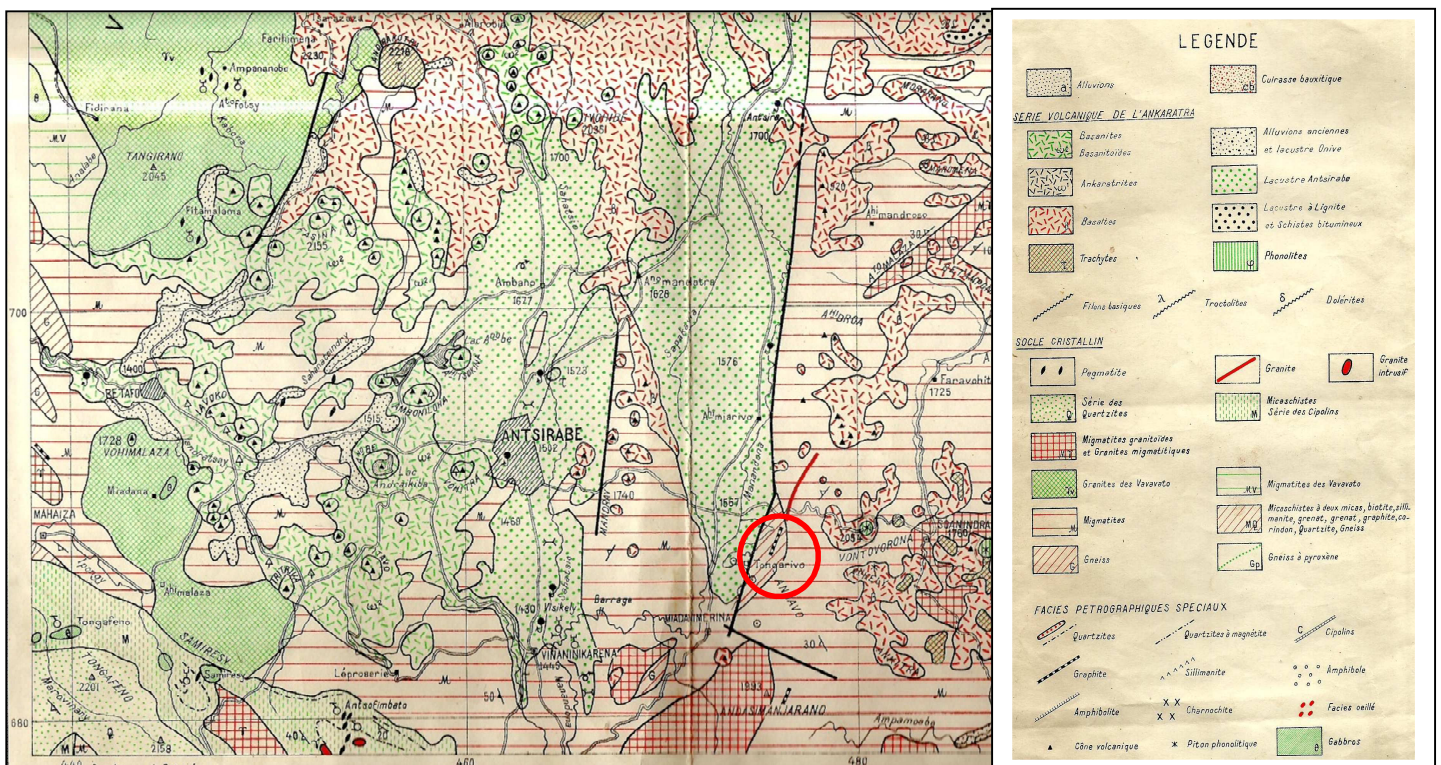


Figure 9 : Les différentes formations géologiques d'Antsirabe et Betafo

Le socle cristallin précambrien de Vakinankaratra est formé par le complexe de roches cristallophylliennes ou paragneissiques, marqué par des micaschistes, des migmatites schisteuses et gneiss renfermant du graphite ainsi que des bancs de quartzites. Sur ce substratum se sont épanchées des coulées volcaniques allant du tertiaire au quaternaire récent marquées par quatre phases d'éruption différentes. L'ordre de superposition et la situation respective des coulées et des appareils volcaniques, leur fraîcheur, permettent de définir leur ordre chronologique selon le tableau 2.

Tableau 2 : Ordre chronologique d'émission des roches volcaniques  
(Source : Rahajarivelo, 2015)

	Age	Roches émises
Série supérieure	Quaternaire subactuelle	Basanitoïde, basanite
	Pléistocène	Ankaratrite, basalte
	Pliocène supérieure	Basalte, andésite
	Pliocène moyen	Trachyte, trachyphonolite
Série inférieure	Pliocène inférieure	Trachyte, andésite, rhyolite

Ces épanchements volcaniques barrent certaines vallées et modifient l'écoulement normal de certains réseaux hydrographiques en formant des lacs qui par la suite se sont comblés par des sédiments dits « dépôts lacustres ». Le bassin d'Antsirabe est formé par des sédiments néogènes au quaternaire avec des conglomérats à galets trachytiques, des argiles et des cinérites.

#### II.4. Investigations sur terrain

Elles consistent à des travaux de reconnaissance et d'emplacement des points de sondage, suivis du creusement des puits de forme rectangulaire ou circulaire (Figure 10) et la profondeur maximale atteinte (jusqu'à la roche mère altérée de couleur rose ou rouge) est de 7 mètres.



Figure 10 : Les différentes formes du puits

Un lever géophysique (méthode du panneau électrique) a été aussi effectué permettant à la fois une investigation verticale et latérale du sous-sol. Cette méthode donne en même temps les modèles 2D de résistivité et chargeabilité ainsi que le profil. Les différents matériels utilisés avec ses accessoires sont représentés par la Figure 11.



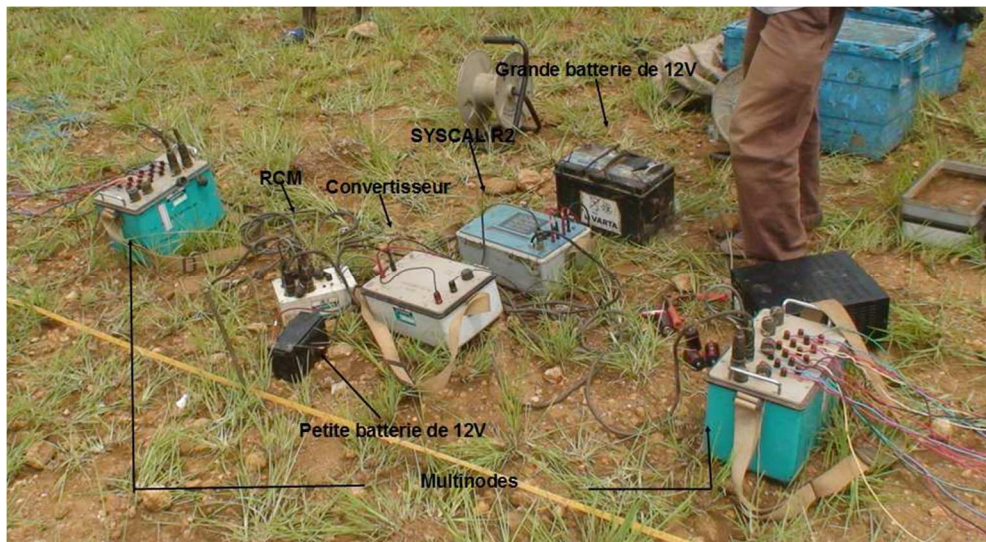


Figure 11 : L'appareil resistivimètre Syscal 1 et ses accessoires

Trois panneaux ont été mis en œuvre selon le dispositif Wenner, ils recoupent la direction du quartzite à oxyde de fer qui est de N160. La longueur de chaque panneau est de 96 mètres.

### III.-RESULTATS

#### III.1. Les formations géologiques de la zone d'étude

La Commune Rurale d'Ambohidranandriana se trouve dans le domaine d'Antananarivo. Différentes formations géologiques y sont rencontrées telles que les roches métamorphiques, magmatiques plutonique et volcanique ainsi que les sédiments récents.

##### III.1.1. Les roches métamorphiques

La partie orientale de la Commune où domine le massif d'Angavo est composé essentiellement par *des roches migmatitiques* (Figure 12) avec quelques intercalations de *gneiss à graphite*.



Figure 12 : Massif migmatitique d'Angavo

Au pied du massif d'Angavo, sur une basse colline se trouve deux types de quartzites :

- *Les quartzites à oxyde de fer*

Ces quartzites se situent à un endroit de taille très réduite en forme de lentille de 77 mètres de large et 250 mètres de long en affleurement suivant une direction générale de N 160. Ces quartzites sont lités avec alternance de lits sombres riches en oxyde de fer et de lits clairs riches en quartz et se débitent en plaquettes (quartzites en plaquettes figure 13) en surface.



Figure 13 : Quartzite en plaquette de direction N160

Sur le flanc nord-ouest à pente faible de cette basse colline se trouvent des encroûtements en cuirasse ferrugineux sous forme de concrétions (Figure 14). Ces dernières ont un aspect très dur et consolidé (Figure 15).



Figure 14: Cuirasses ferrugineuses sur le flanc d'une colline



Figure 15 : Concrétion à aspect dur

Deux types de veines de quartz aurifères sont encaissés dans les quartzites à oxyde de fer : les veines concordantes au rubanement des quartzites (interstratifiées) qui sont minéralisées et les veines sécantes non minéralisées.

- *Les quartzites blancs*

A l'Est de Tongarivo, au pied des migmatites de l'Angavo se dressent trois lentilles alignées de quartzites blancs de plus grandes tailles par rapport aux précédents (entre 150 et 300 mètres).

Des micaschistes constituent les encaissements des quartzites au niveau de la basse colline et dans certains endroits ils sont intercalés dans les migmatites. La direction générale de foliation de ces micaschistes est comprise entre N 160 à N 185, de pendage comprise entre 45° à 85° SW. Leur couleur varie du rouge-pourpre à rose.

Un banc d'*amphibolite* de direction N 160, d'une longueur d'environ 30m et 6m de large, intercalé dans la formation micaschisteuse, affleure en surface au point de coordonnées X = 473 358 m et Y = 687 626 m.

### III.1.2. Les roches magmatiques

Des petits dômes de *granites* intrusifs sont recensés le long de la route vers Vontovorona et à Tongarivo ces granites renferment des gros cristaux de feldspath (Figure 16).



Figure 16 : Un petit dôme de granite pegmatitique

De nombreuses *formations volcaniques* se trouvent dans et aux environs de la Commune Rurale d'Ambohidranandriana, d'autres sont sous forme d'orge (Figure 17a), certains s'altèrent sous forme de rognons (Figure 17b) tandis que certains cônes volcaniques sont encore conservés comme le piton volcanique de Vontovorona (Figure 17c).

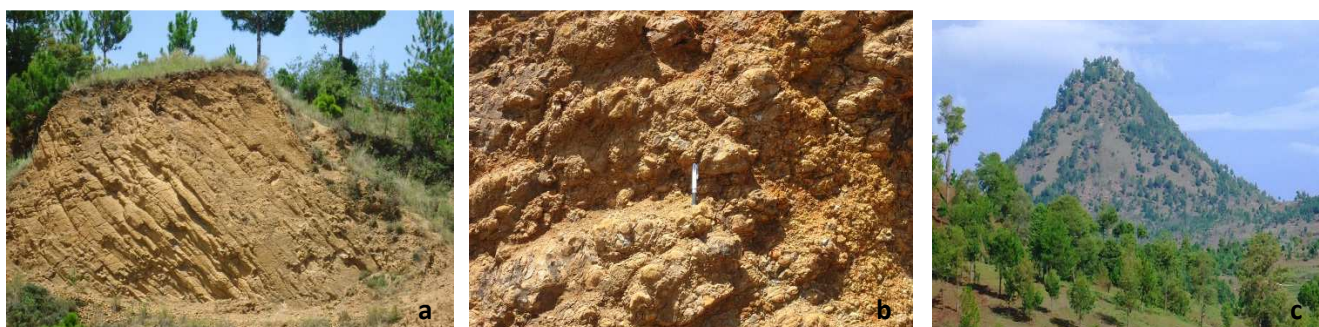


Figure 17 : Les différentes formations volcaniques ; a) sous forme d'orge ; b) sous forme de rognon ; c) sous forme de piton volcanique de Vontovorona

### III.1.3. Les sédiments récents

Des *sédiments lacustres* du bassin d'Antsirabe affleurent au Nord de la Commune Rurale d'Ambohidranandriana, au pied de la formation migmatitique. Ils constituent des sols fertiles aménagés en champ de culture (Figure 18).



Figure 18 : Sédiments lacustres au pied de la faille d'escarpement de Manandona.

Les *alluvions* s'observent le long des cours d'eau et forme de vastes plaines rizicoles (Figure 19).



Figure 19 : Plaine rizicole d'Ambohidranandriana

Les différentes formations géologiques observées sont synthétisées par la carte géologique représentée par la Figure 20.

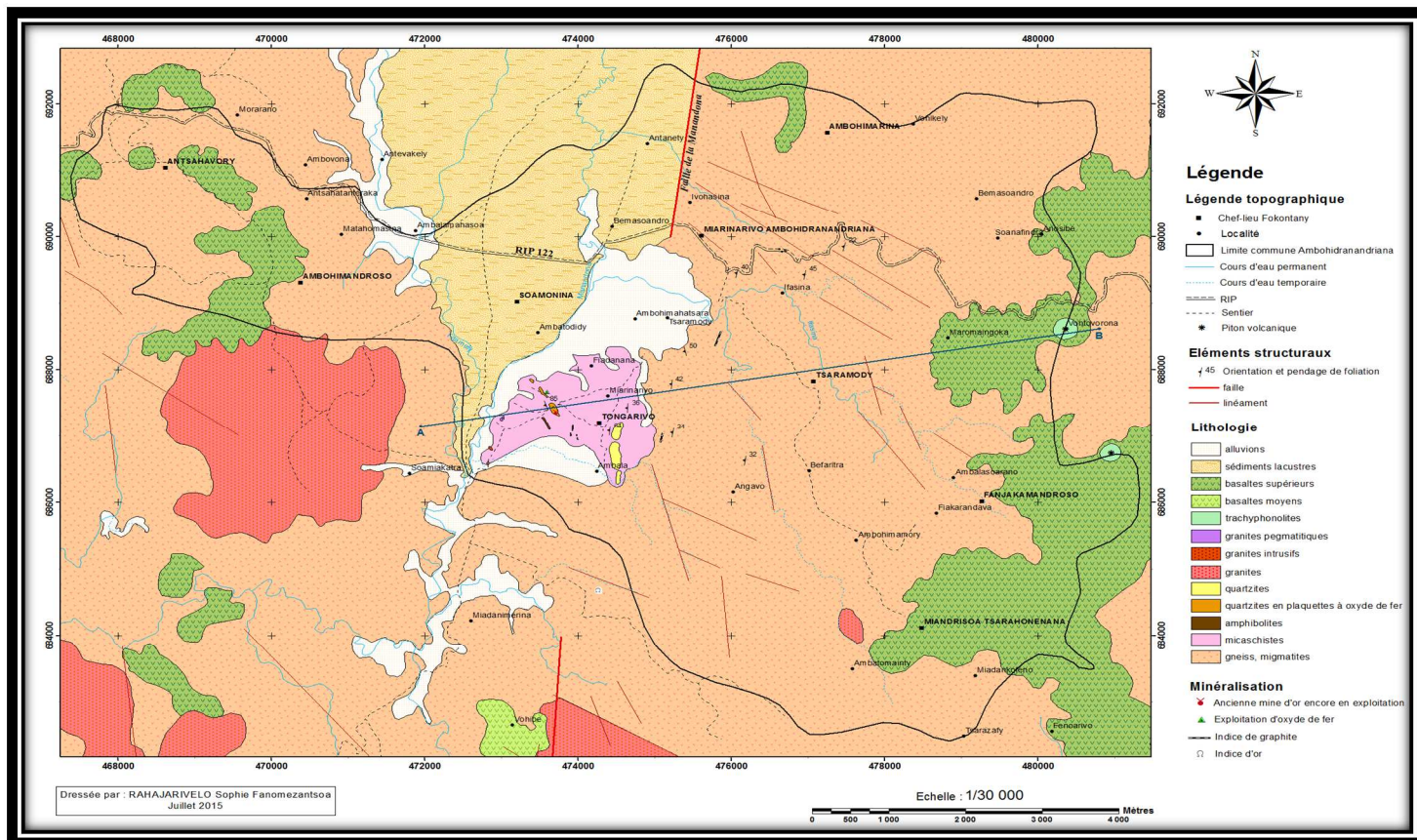


Figure 20 : Carte géologique de la Commune Rurale d'Ambohidrandriana (Rahajarivelo Sophie, 2015)

### III.2. Résultats des données géophysiques

Trois profils géophysiques ont été réalisés sur le flanc Nord de la colline de Tongarivo, ils sont de direction Est-Ouest presque parallèles. Le tableau 3 décrit les coordonnées de chaque panneau.

Tableau 3 : Position des trois profils géophysiques

Panneau	Bout Est	Centre	Bout Ouest
Panneau N°1 Direction(E-W)	X= 473 711 Y= 687 553 Z= 1614	X= 473 666 Y= 687 542 Z= 1618	X= 473 622 Y= 687 532 Z= 1616
Panneau N°2 Direction(E-W)	X= 473 711 Y= 687 599 Z= 1611	X= 473 664 Y= 687 590 Z= 1612	X= 473 620 Y= 687 579 Z= 1609
Panneau N°3 Direction(E-W)	X= 473 675 Y= 687 653 Z= 1601	X= 473 634 Y= 687 633 Z= 1605	X= 473 592 Y= 687 617 Z= 1605

Les Figures 21,22 et 23 présentent les coupes géoélectriques des panneaux 1,2 et 3.

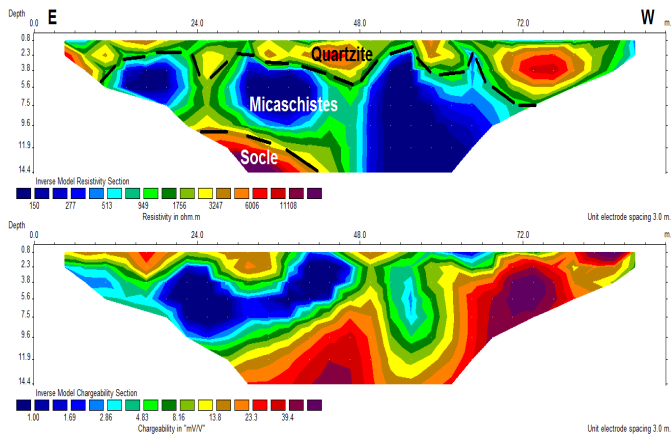


Figure 21 : Coupe géoélectrique du panneau N° 1

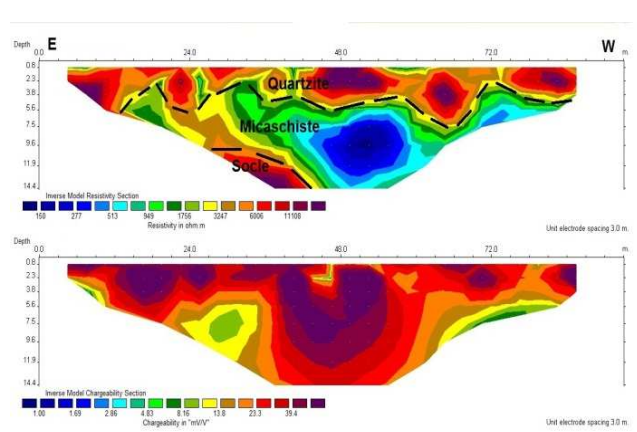


Figure 22 : Coupe géoélectrique du panneau N°2

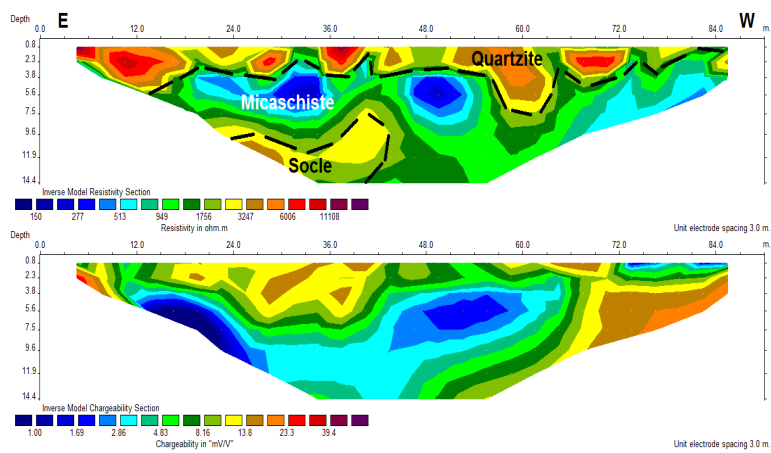


Figure 23 : Coupe géoélectrique du panneau N°3

De ces trois panneaux, trois formations géologiques sont à distinguer selon les valeurs de la résistivité électrique :

- Formation superficielle moyennement à fortement résistante (entre 1500 à 10000  $\Omega$ m) de couleur jaune à rouge sur le profil, correspondant aux quartzites à oxyde de fer ;
- Formation moyennement résistante (entre 150 à 1500  $\Omega$ m) représentée par les couleurs vert à bleu, renfermant une certaine quantité d'eau et correspondant à des micaschistes ;
- Formation très résistante (> 6000  $\Omega$ m) représentée par les couleurs rouge à violet correspondant à un socle migmatitique qui se situe à plus de 9 mètres de profondeur.

### III.3. Résultats des analyses chimiques

47 échantillons prélevés dans des puits ont été analysés afin de définir : les teneurs des éléments majeurs en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ . Les résultats de ces analyses sont représentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Résultats des analyses pour les échantillons prélevés

N° Puits	X	Y	Z(m)	Paf	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	Total
1	473661	687657	1604	11,33	51,92	24,39	10,75	0,00	0,48	98,87
2	473600	687740	1597	1,54	66,60	3,02	28,22	0,00	0,60	99,97
3	473660	687564	1614	10,25	74,81	8,37	6,10	0,25	0,18	99,95
4	473713	687500	1636	1,39	25,98	6,10	62,09	0,00	0,60	96,16
5	473516	687750	1597	4,10	28,06	3,66	62,09	0,00	0,48	98,39
6	473429	687842	1583	1,69	27,78	3,05	64,48	0,00	0,48	97,48
7	473633	687841	1626	1,50	33,36	1,22	60,18	1,51	0,78	98,55
8	473463	687942	1581	1,60	67,68	1,52	25,07	1,68	1,99	99,54
9	473400	687873	1579	2,89	18,01	1,83	72,60	1,83	0,00	97,16
10	473487	687780	1591	3,75	27,78	5,34	60,90	1,51	0,60	99,88
11	473487	687842	1582	4,80	26,36	1,83	64,96	1,51	0,72	100,18
12	473603	687780	1583	12,63	46,68	13,72	23,88	0,34	0	97,25
13	473811	687586	1610	10,30	58,34	18,30	7,16	0,67	0,24	95,01
14	473574	687842	1583	9,20	55,26	15,25	9,55	1,34	2,65	93,25
15	473603	687657	1607	1,66	30,60	0,61	64,48	0,50	0,00	97,85
16	473830	687527	1618	11,20	49,59	24,00	14,10	0,83	0,28	99,98
17	473850	687685	1579	10,85	43,16	15,25	28,66	0,50	0,00	98,42

18	474017	687530	1601	12,74	40,22	24,4	21,49	0,34	0	99,19
19	474206	687537	1591	13,05	44,86	24,39	9,55	0,00	0,36	92,21
20	474356	687585	1594	7,97	65,07	16,35	9,30	0,82	0,35	99,86
21	474313	687742	1582	8,38	62,88	17,53	9,55	0,00	0,00	98,34
22	474141	687708	1577	13,71	40,72	19,82	21,97	0,00	0,36	96,58
23	473860	687861	1580	11,28	48,20	22,87	16, (Secam, 2015)			95
24	473747	687564	1609	9,63	44,24	15,24	26,27	0,5	0,24	96,12
25	474750	687978	1583	13,24	47,92	25,92	9,55	0,00	0,30	96,93
26	474803	687606	1595	2,80	63,26	3,05	31,04	0,00	0,54	100,69
27	474241	687993	1588	15,71	40,28	27,45	14,33	0,84	0,28	98,89
28	473632	687626	1610	11,07	42,60	21,35	21,50	0,00	0,00	96,52
29	473602	687688	1601	12,49	51,52	25,01	10,5	0	0,36	99,88
30	473574	687810	1581	10,06	49,74	25,92	9,55	1,34	0,24	96,85
31	474132	688117	1569	14,84	43,44	27,45	11,94	0,16	0,24	98,07
32	473935	688030	1565	12,77	50,38	19,82	11,94	0,67	0	95,58
33	473751	688059	1564	11,69	48,78	25,35	14,32	0,5	0	100,64
34	473662	687949	1572	12,21	47,32	21,34	16,71	0,34	0	97,92
35	474233	688312	1569	14,3	47,58	25,92	10,75	0,67	0,36	99,58
36	474433	687935	1581	10,49	55,39	24,01	9,40	0,49	0,24	100,01
37	474383	687651	1594	0,70	91,78	2,44	1,40	1,84	0,72	98,88
38	474068	687839	1583	2,55	16,14	3,05	77,60	0,00	0,00	99,34
39	474081	687993	1571	4,70	12,84	1,52	76,42	0,00	0,00	95,48
40	473681	688336	1566	12,80	19,72	13,72	51,34	0,00	0,00	97,58
41	473681	688334	1563	15,56	9,28	9,15	59,71	0,00	0,00	93,70
42	474187	687648	1601	3,67	54,22	2,29	29,85	0,00	0,00	90,03
43	474134	687648	1596	0,05	96,24	0,23	0,95	0,00	0,50	97,97
44	474184	687651	1593	2,40	73,58	1,52	14,32	0,00	0,30	92,12
45	473868	688009	1567	4,76	78,58	0,92	13,13	0,00	0,00	97,39
46	473681	688333	1562	7,31	17,88	13,07	52,72	1,63	2,56	95,17
47	474129	687658	1597	1,80	24,58	6,10	65,68	0,00	0,00	98,16

## IV. INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS

### IV.1. Interprétations

#### IV.1.1. Interprétation du lever géophysique



Du lever géophysique électrique on peut déterminer une succession de trois formations géologiques à Tongarivo à savoir :

*Les quartzites* : superficiels (2,5m de puissance en moyenne), moyennement résistants (1500 à 10000  $\Omega$ m), représentés en vert, jaune à rouge sur chaque coupe de résistivité. Les valeurs de chargeabilité de ces formations sont en général élevées. Le profil du milieu (CD) a montré qu'ils sont plus épais le long de ce profil (pouvant dépasser 4m de puissance) ;

*Les micaschistes* : en dessous du précédent, moyennement à très conducteurs (150 à 1500  $\Omega$ m) de couleur vert à bleu sur le profil de résistivité, avec une certaine humidité voire même d'eau à quelques endroits et une certaine teneur en argile dans d'autres d'après les profils de chargeabilité ;

*Le socle migmatitique* : à la base de chaque profil, en général sain, moyennement à hautement résistant par la suite (supérieure à 7000 $\Omega$ m), de couleur jaune à violet sur les coupes de résistivité. La Figure 24 illustre la forme géométrique des différentes couches.

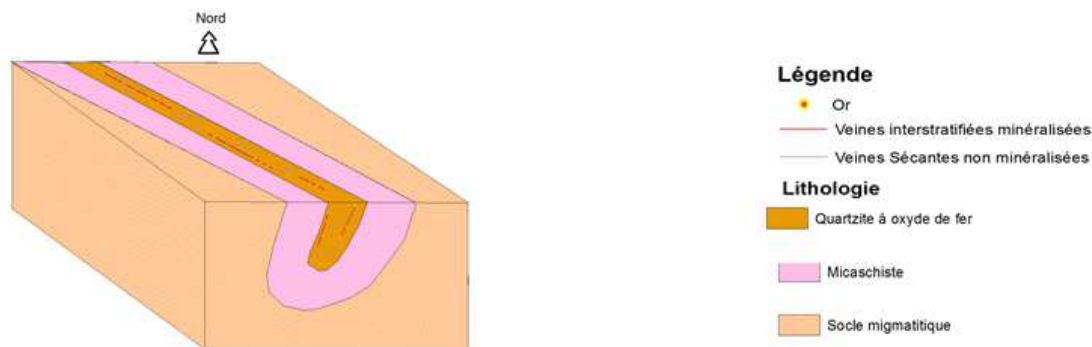


Figure 24 : Forme géométrique des différentes couches issues des profils tomographiques (Rahajarivelo, 2015)

#### IV.1.2. Interprétation des données d'analyses chimiques

A partir de XLSTAT on peut définir une matrice de corrélation entre les trois éléments majeurs (Tableau 5).

Tableau 5 : Matrice de corrélation (Pearson)

Variables	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
SiO <sub>2</sub>	<b>1</b>	0,021	<b>-0,805</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,021	<b>1</b>	-0,590
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>-0,805</b>	-0,590	<b>1</b>

De ce tableau il ressort que les deux variables SiO<sub>2</sub> et Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ont une très forte corrélation négative c'est-à-dire que lorsque la teneur en SiO<sub>2</sub> augmente, celle de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diminue. Les deux histogrammes (Figure 25) vérifient encore cette corrélation négative.

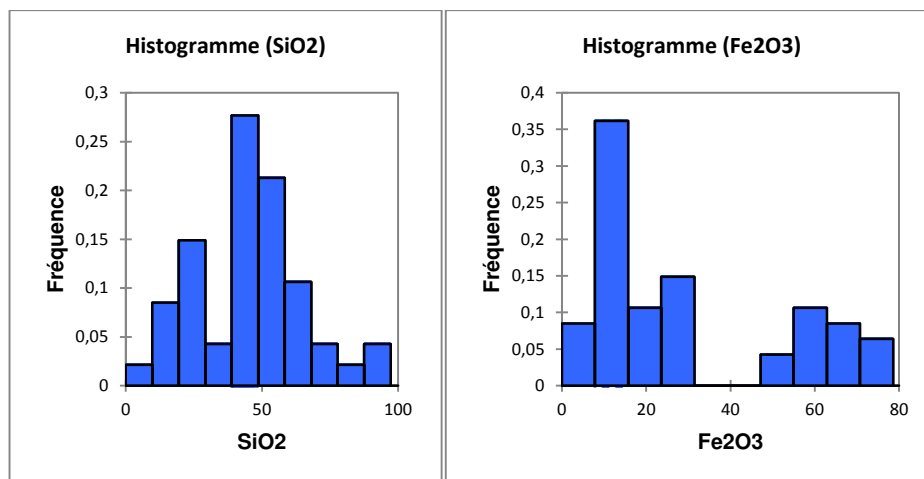


Figure 25 : Histogramme pour les deux variables SiO2 et Fe2O3



## IV.2. Discussions


### IV.2.1- Sur la minéralisation d'oxyde de fer de Tongarivo-Ambohidranandriana

Sur la carte géologique feuille N°08-Antananarivo au 1/500 000 du PGRM 2008, les formations géologiques de notre zone d'étude y sont cartographiées comme appartenant au Groupe de Vondrozo et que les quartzites à magnétite de ce groupe ont été interprétés par Bernard Moine en tant que BIF. Il a décrit que ce groupe est formé d'une séquence hétérogène de gneiss migmatitiques avec un fort rubanement migmatitique compositionnel (métatexite), des lentilles et des amas d'amphibolite, de schistes plus ou moins graphiteux et de quartzites à magnétite. Comme ces descriptions correspondent bien à nos observations sur terrain et pour renforcer l'hypothèse que les quartzites à oxyde de fer de Tongarivo sont des BIF nous allons les comparer avec le BIF de Mauritanie.

Le tableau 6 représente les quelques similitudes entre le BIF de Mauritanie et celui de Tongarivo

Tableau 6 : Comparaison entre les BIF de Mauritanie (Kedia d'Ijil) et de Madagascar (Tongarivo)

Caractéristiques	BIF de Kedia d'Ijil (Mauritanie)		BIF de Tongarivo (Madagascar)	
Formation	Formation quartzo-ferrugineuse		Quartzite à oxyde de fer	
Rubanement	alternance de lits : de silice pure et d'un mélange de silice et d'hématite		alternance de couches riche en oxyde fer et de couches riches en quartz	

Type d'affleurement	Empilement en plaquette		En plaquette	
---------------------	-------------------------	---	--------------	---

#### IV.2.2. Sur le modèle du BIF de Tongarivo

Comme les BIF sont reconnus d'origine marine et que la présence de dolomie dans les environs de la zone d'étude et la proximité d'Ibity, formation épicontinentale témoignent le passage de la mer.

La Figure 26 montre la variation latérale des faciès selon la profondeur :

Faciès oxydé vers l'extérieur (paléo-rivage) ;

Faciès sulfuré en profondeur ;

Faciès carbonaté en position intermédiaire.

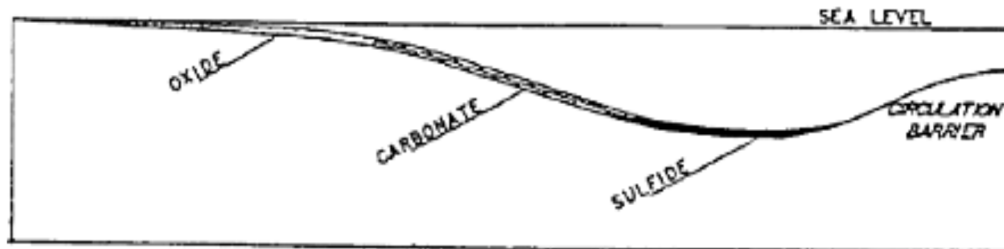


Figure 26: Schéma montrant l'enrichissement latéral en fer avec la diminution de la profondeur, dans un bassin isolé et profond (d'après James, 1954 in Elhadj, 2002).

Comme les quartzites à magnétite de Tongarivo appartiennent au groupe de Vondrozo dont l'âge de formation se situe entre 2,5 à 2,8 Ga et étant donné que les périodes de formation des BIF sont principalement Archéen (2,7-3,5 Ga) ; Paléoprotérozoïque (2,5-2,8 Ga) et Néoprotérozoïque (0,8Ga), la figure 27 montre l'emplacement du BIF de Tongarivo.

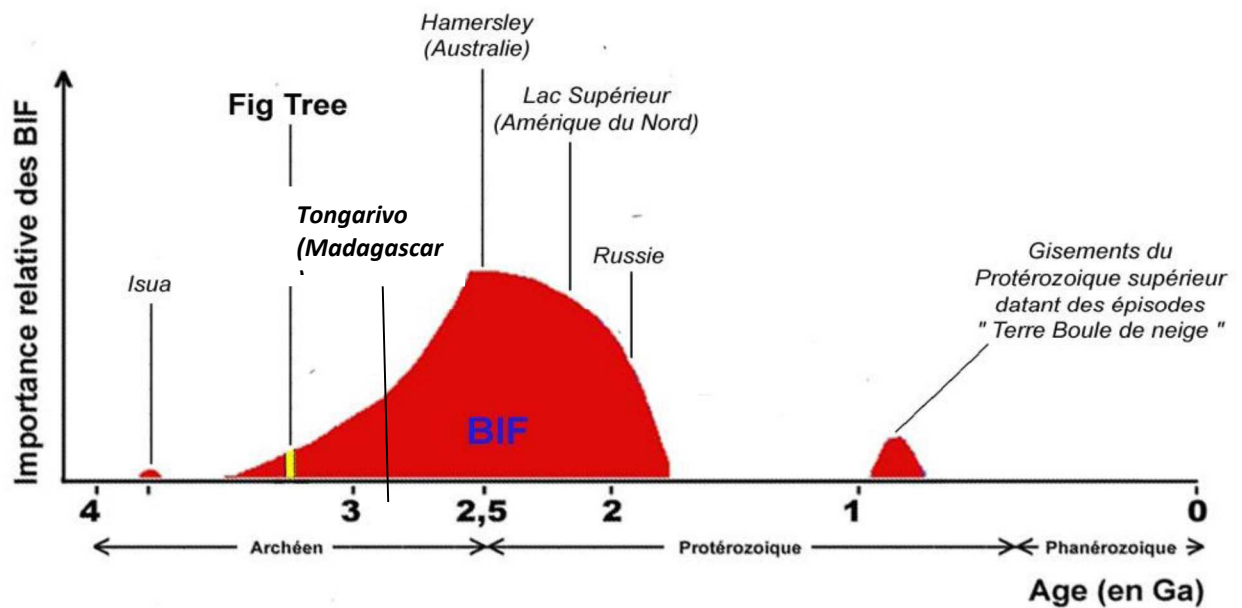


Figure 27 : Position du BIF de Tongarivo en fonction de l'âge.

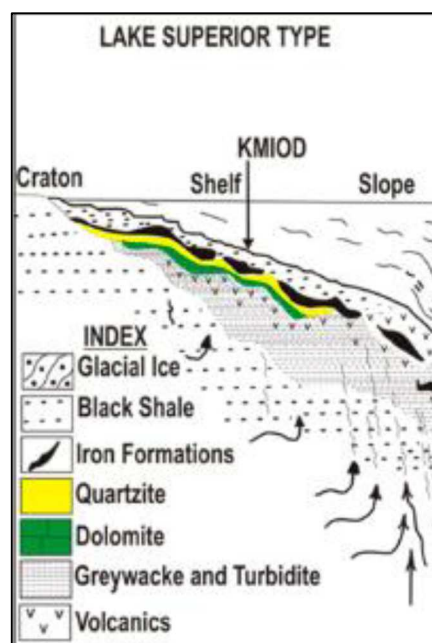


Figure 28 : Caractéristique d'un BIF type Lac Supérieur

Quelques contextes géotectoniques du BIF du type Lac Supérieur ont été observés dans le cas de Tongarivo :

- l'association du gîte à des sédiments ;
- le passage latéral à des carbonates (localement) ;
- l'environnement de plateforme (marge continentale) ;
- la présence d'un piton volcanique.

La figure 28 montre les différentes formations et caractéristiques d'un BIF type Lac Supérieur

Ces diverses informations (Figure 28 ) permettent de classer les quartzites de Tongarivo aux BIF type Lac Supérieur d'âge Paléoprotérozoïque (2,5-2,8 Ga) (Figure 27), associé non pas à des ceintures de roches vertes mais au talus continental des cratons et à faciès oxydé.

La Figure 29 illustre un schéma des environs du BIF de Tongarivo , du massif d'Ibity à l'Ouest jusqu'au phonolite de Vontovorona à l'Est.

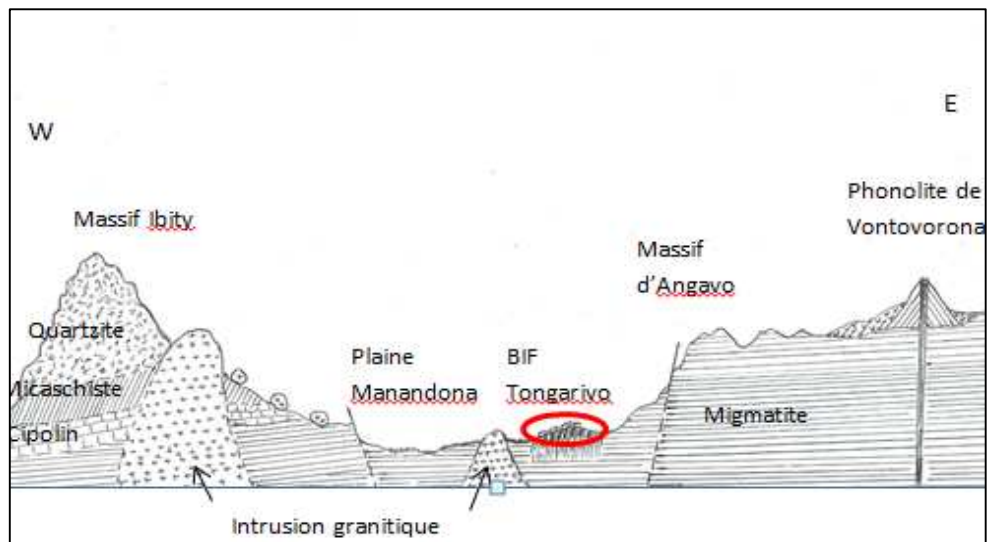


Figure 29 : Coupe schématique des environs du BIF de Tongarivo

## V. CONCLUSION

Les quartzites à oxyde de fer de Tongarivo, de petite taille (250mx 80m), est encaissée dans des micaschistes. Affleurer en surface sur le sommet d'une colline arrondie, ils se débitent en fines plaquettes de direction N160 et sur les versants ils se forment des encroutements ferrugineux. Des résultats des investigations et des observations aux environs du site permettent d'avancer l'hypothèse que les quartzites à oxyde de fer de Tongarivo sont du type Lac Supérieur de gisement BIF.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Besairie, H.,1962 : *Géologie économique de la préfecture d'Antsirabe*.Service géologique. pp 26-40

Beukes et al, 2008 : *Origin and paleoenvironmental significance of major iron formations at the Archean-Paleoproterozoic boundary*. Rev. Econ. Geol 15, p5-47

Boaka Akoul, M., 2018: *Gisements de fer et de Manganèse*. Edition PanAfGeo WP2 training

Elwaled, O. E. 2009 : *Etude d'un gisement type banded iron formations : gisement de F'Derik, Kedia D'Ijil (Province de Tiris-Mauritanie)*.Mémoire de Master Spécialisé - Ressources Minérales et Énergétiques : Genèse et Mise en Valeur. Université Moulay Ismail. 64 pages

PGRM, 2008 : *Revision de la cartographie géologique et minière des zones Nord et Centre de Madagascar*. République de Madagascar, Ministère de l'Énergie et des Mines. 1049 pages

PGRM, 2012 : *Cartes géologique et métallogéniques de la République de Madagascar à 1/1 000 000 - Notice explicative*. Bureau du Projet de Gouvernance des Ressources Minérales de Madagascar.263 pages

Rahajarivelo S., 2015 : *Monographie de la minéralisation ferrifère et aurifère de Tongarivo, Commune Rurale d'Ambohidranandriana, District d'Antsirabe II*. Mémoire de Master Génie Géologique à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo. 84 pages

Secam, 2015 : *Rapport des travaux géologiques de gisement d'oxyde de fer à Ambohidranandriana*. Rapport inédit