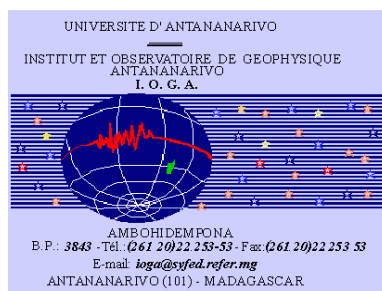




UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
**Faculté des Sciences**  
Département de Physique



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

en vue de l'obtention  
du Diplôme de **Maîtrise des Sciences et Techniques**  
en **Géophysique Appliquée**

Intitulé

*Conception et réalisation d'une base de données de  
sondage et de forage applicable en géologie minière,  
pétrolière, en hydrogéologie et en génie civil à  
Madagascar.*

Effectué au sein du Laboratoire de Géophysique Appliquée  
de l'Institut et Observatoire de Géophysique  
d'Antananarivo  
(Ambohidempona Antananarivo)

*Présenté par:*

**RAJOSOA Nomenahandimby**

**Le 13 décembre 2005**

*Devant le jury composé de :*

Mr RANAIVO Nomenjanahary Flavien Noël  
Professeur

Président

Mr RASOLOMANANA Eddy Harilala  
Professeur

Encadreur

Mr RATSIMBAZAFY Jean Bruno  
Professeur Titulaire

Examineur

Année 2005

## ***Remerciements***

Au terme de ce mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Maîtrise ès Sciences et Techniques en Géophysique Appliquée (MSTGA), nous adressons nos vifs remerciements aux :

Dieu et son fils Jésus Christ qui nous donnent la force et la bonne santé à fin que je puisse finir ce travail.

Professeur RATSIMBAZAFY Jean Bruno, Professeur titulaire, Directeur de l'Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo, qui a bien voulu nous juger en participant à ce jury et nous recevoir au sein de ce centre de Recherches en Géophysique et qui, en outre, a bien voulu mettre à notre disposition les moyens et matériels de l'IOGA pour le bon accomplissement de nos études.

Professeur RANAIVO NOMENJANAHARY Flavien Noël, Responsable de la formation en MSTGA d'avoir bien voulu accepté de présider ce mémoire et qui n'a pas ménagé ses efforts et son temps pour la bonne marche de cette formation.

Professeur RASOLOMANANA Eddy Harilala., Professeur à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA), qui nous a proposé ce mémoire et qui nous a encadré jusqu'à la fin de ce travail.

Chers famille et amis pour leurs encouragements et soutien tout au long de la réalisation de ce travail.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

*Qu'ils trouvent tous, ici, l'expression de ma profonde reconnaissance.  
Que la grâce de Dieu soit avec vous.*

## *Listedesfigures*

FIGURE 1 : SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU MCD GÉOLOGIE ET MINES.....	22
FIGURE 2 : SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU MCD DE L'HYDROGÉOLOGIE.....	23
FIGURE 3: SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU MLD CORRESPONDANT AU MCD GÉOLOGIE ET MINES	24
FIGURE 4: SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU MLD CORRESPONDANT AU MCD HYDROGÉOLOGIE.....	25
FIGURE 5: RELATIONS ENTRE LES TABLES.....	29
FIGURE 6: EXEMPLE DE FORMULAIRE.....	30
FIGURE 7: ORGANISATION DE LA BASE DE DONNÉES.....	31
FIGURE 8: PAGE D'ACCUEIL.....	32
FIGURE 9 : SCHÉMA SIMPLIFIÉ DE L'ÉLABORATION DES CARTES.....	36
FIGURE 10 : Puits et forage dans la province d'Antananarivo.....	37
FIGURE 11 : CARTE D'EMPLACEMENT DES Puits et forages dans la province de Toliara	38
FIGURE 12 : CARTE D'EMPLACEMENT DES forages pétroliers de Madagascar	39
FIGURE 13: CARTE DES GÎTES DE BAUXITE DE MADAGASCAR.....	40
FIGURE 14: CARTE DES GÎTES DE CUIVRE DE MADAGASCAR.....	41
FIGURE 15: CARTES DES GÎTES DE CHROMITE DE MADAGASCAR.....	42
FIGURE 16: CARTE DES GÎTES DE FER À MADAGASCAR.....	43
FIGURE 17: CARTE DES GÎTES DE NICKEL ET COBALT À MADAGASCAR.....	44
FIGURE 18: CARTE DES GÎTES DE NICKEL ET CUIVRE SULFURÉ À MADAGASCAR.	45
FIGURE 19: CARTES DES GÎTES AURIFÈRES DE MADAGASCAR.....	46
FIGURE 20: CARTE DES GÎTES DE GYPSE À MADAGASCAR.....	47

**FIGURE 21: CARTE DES GÎTES D'ILMÉNITE, ZIRCON ET MONAZITE À  
MADAGASCAR 48**

**FIGURE 22: CARTES DES GÎTES DE CHARBON À MADAGASCAR..... 49**

**FIGURE 23: CARTE DES GÎTES DE CALCAIRE ET DOLOMIE À MADAGASCAR..... 50**

## ***Listedestableaux***

<b>TABLEAU 1: RÉCAPITULATIF DES PROCÉDÉS DE FORAGE PAR NATURE DE MOUVEMENT DE L'OUTIL.....</b>	<b>6</b>
<b>TABLEAU 2: RÉSUMÉ DE LA SITUATION ET OBJECTIFS DU SECTEUR AEP.....</b>	<b>17</b>
<b>TABLEAU 3: LA SITUATION RÉELLE EN FONCTION DES FINANCEMENTS ESTIMATIFS (EN 106 USD).....</b>	<b>18</b>
<b>TABLEAU 4: EXEMPLE D'INFORMATION SUR LA POPULATION ET LE TAUX DE DESSERTE</b>	<b>20</b>
<b>TABLEAU 5 : LISTES DES TABLES ET CHAMPS POUR LA GÉOLOGIE ET MINES.....</b>	<b>21</b>
<b>TABLEAU 6 : LISTES DES TABLES ET DES CHAMPS POUR L'HYDROGÉOLOGIE.....</b>	<b>22</b>

# Sommaire

*Remerciements*

*Liste des figures*

*Liste des Tableaux*

<a href="#">REMERCIEMENTS.....</a>	<a href="#">2</a>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE I: LES ROLES DU SONDAGE-FORAGE DANS LE DEVELOPPEMENT.....</b>	<b>2</b>
<b>CHAPITRE 1 : GÉNÉRALITÉS SUR LE SONDAGE-FORAGE.....</b>	<b>2</b>
<a href="#">I.1. HISTORIQUE.....</a>	<a href="#">2</a>
<a href="#">I.2. QUELQUES DÉFINITIONS.....</a>	<a href="#">2</a>
<a href="#">I.3. UTILITÉS ET IMPORTANCES DU SONDAGE-FORAGE .....</a>	<a href="#">3</a>
<a href="#">I.4. CUTTINGS ET CAROTTES.....</a>	<a href="#">3</a>
<b>CHAPITRE 2 : PROCÉDÉS DES FORAGES.....</b>	<b>6</b>
<a href="#">II.1. CLASSEMENT PAR NATURE DE MOUVEMENT DE L'OUTIL.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">II.2. CLASSEMENT PAR NATURE DE TERRAIN.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">II.3. FORAGE AU BATTAGE (CF. ANNEXE 1).....</a>	<a href="#">7</a>
<a href="#">II.4. SONDAGE À LA TARIÈRE.....</a>	<a href="#">7</a>
<a href="#">II.5. FORAGE ROTARY (CF. ANNEXE 2).....</a>	<a href="#">9</a>
<b>CHAPITRE 3 : SONDAGE-FORAGE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE.....</b>	<b>15</b>
<a href="#">III.1. DOMAINES D'APPLICATIONS ET CONTRIBUTION AU DÉVELOPPEMENT.....</a>	<a href="#">15</a>
<a href="#">III.2. PERSPECTIVES ET PROBLÈMES.....</a>	<a href="#">17</a>
<b>PARTIE II : ETABLISSEMENT DE LA BASE DE DONNES SOUS ACCESS 2000.....</b>	<b>18</b>
<b>CHAPITRE I : ANALYSE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE GESTION DE BASE DE DONES</b>	<b>18</b>
<a href="#">I.1. GÉNÉRALITÉS SUR UNE BASE DE DONNÉES.....</a>	<a href="#">18</a>
<a href="#">I.2. ANALYSE ET CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE GESTION DE BASE DE DONNÉES .....</a>	<a href="#">19</a>
<b>CHAPITRE II : CONCEPTION D'UNE BASE DE DONNEES SOUS ACCESS 2000.....</b>	<b>26</b>
<a href="#">II.1. PRÉSENTATION DE MICROSOFT ACCESS .....</a>	<a href="#">26</a>
<a href="#">II.2. PRINCIPE D'ÉLABORATION D'UNE BD SOUS ACCESS.....</a>	<a href="#">27</a>
<a href="#">II.3. PRÉSENTATION DE LA BASE DE DONNÉES.....</a>	<a href="#">30</a>
<b>PARTIE III : ELABORATION DES CARTES AVEC MAPINFO PROFESSIONAL.....</b>	<b>34</b>

<b>CHAPITRE1 : GÉNÉRALITÉS.....</b>	<b>34</b>
<a href="#"><u>I.1. DÉFINITION ET DESCRIPTION SIMPLE DU SIG.....</u></a>	<a href="#"><u>34</u></a>
<a href="#"><u>I.2. PRÉSENTATION DE MapINFO.....</u></a>	<a href="#"><u>34</u></a>
<b>CHAPITRE2 : ELABORATION DES CARTES.....</b>	<b>35</b>
<a href="#"><u>II.1. MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DES CARTES AVEC MapINFO .....</u></a>	<a href="#"><u>35</u></a>
<a href="#"><u>II.2. PRÉSENTATION DES CARTES .....</u></a>	<a href="#"><u>37</u></a>
<b>CONCLUSION</b>	<b>51</b>
<b>RÉSUMÉ</b>	<b>51</b>

*Bibliographie*

*Annexes*





## ***Introduction***

Les géotechniciens, les géologues, les géophysiciens, les hydrogéologues ne peuvent pas apporter à la fin de leurs travaux que des probabilités quelle que soient leur intelligence, la précision de leur mesure, la qualité de leur interprétation et la qualité de leur observation.

Ainsi « pour trouver du pétrole, du gaz ou de l'eau, il faut de toute façon forer un puits ». Cette phrase d'un pétrolier américain, Alfred JACOBEN est devenue une sorte de proverbe chez les foreurs (resp. sondeurs). Seul, le forage permet de savoir et de confirmer si une structure contient ou non des fluides ou des minerais en quantité et qualité suffisantes pour justifier l'exploitation.

On peut en conclure que toute décision devant conduire à la continuité ou à l'abandon d'un projet de développement d'une région, voire d'un pays passe, un moment ou à un autre, par la réalisation d'un sondage ou d'un forage. La disponibilité de données de sondages ou de forages, donc de logs lithostratigraphiques, sur la zone d'étude même ou relativement proche d'elle est donc très importante. Aussi, pour une meilleure conduite d'une étude de faisabilité de futurs projets de développement, avons-nous choisi le thème «**Conception et réalisation d'une base de données de sondage et de forage applicable en géologie minière, pétrolière en hydrogéologie et en génie civil à Madagascar**»

Pour bien appréhender le sujet nous allons parler :

- premièrement des rôles du sondage-forage dans le développement
- ensuite, de l'établissement de la base de données sous Access 2000
- et enfin, de l'élaboration des cartes avec le logiciel MapInfo Professional



*Partie 1*

Les rôles du sondage-forage dans le développement



# **PARTIE I: LES ROLES DU SONDAGE-FORAGE DANS LE DEVELOPPEMENT**

## **Chapitre 1 : Généralités sur le sondage-forage**

### ***1.1. Historique***

Depuis le premier siècle de notre ère, les chinois savaient déjà creuser des puits de plusieurs centaines de mètres pour trouver de l'eau salée. Quelques-uns de ces puits rencontrèrent d'ailleurs fortuitement du pétrole ou gaz.

Le 27 août 1859, un Américain nommé Drake L Edwin employé de Pennsylvania Rock Oil Company enfonça un tube de fente à Titusville en Pennsylvanie et atteint la couche de pétrole à 21 mètres de profondeur. Le rendement de son exploitation s'élève, au départ à 40 barils par jour. Le premier forage du pétrole venait d'être effectué. Le plus profond de forage au battage est de 2250 mètres en 1918. Le premier forage rotary est effectué en 1901 par J.F Lucas dans un lieu près de Beaumont en Texas.

Actuellement, certains forages dépassent 10 000 mètres de profondeur.

### ***1.2. Quelques définitions***

#### **1.2.1. Sondage et forage**

C'est un trou circulaire de faible diamètre (ce qui le diffère d'un puits) et généralement vertical creusé dans le sol à l'aide des moyens mécaniques appropriés.

Lorsque l'ouvrage est destiné au développement ou exploitation d'une nappe d'eau souterraine, d'un gisement, on parle alors de forage tandis que pour les travaux de reconnaissance du sous-sol, on parle plutôt de sondage.

#### **1.2.2. Géologie**

C'est la science qui comprend l'étude de la partie de la terre directement accessible à l'observation et à l'élaboration des hypothèses qui permettent de reconstituer leur histoire et d'expliquer leur agencement.

### **I.2.3. Hydrogéologie**

C'est une partie de la géologie qui s'occupe de la circulation des eaux dans le sous-sol (recherche des nappes, évaluation des réservoirs, captages et débits possibles, etc...)

### ***I.3.Utilités et importances du sondage-forage***

Les géologues, les hydrogéologues, les géophysiciens et les géotechniciens ne peuvent apporter en conclusion de leurs travaux que des probabilités quelque soient leur intelligence, la qualité de leurs observations, la précision de leurs mesures et la valeur de leurs interprétations. Mais le forage dans l'état actuel de la technique nous permet de savoir si une structure décelée lors des travaux de recherche contient ou non des fluides ou des matériaux en quantité et qualité suffisantes pour justifier l'exploitation.

Dans le domaine de la recherche minière, les sondages et les forages servent à la caractérisation géologique, pétrographique, minéralogique des roches qui constituent le gisement à la détermination de l'encaissant et aussi de donner la caractéristique minéralogique de minerai qui contribue à l'étude géostatistique afin d'évaluer le gisement.

En hydrogéologie, ils sont utilisés pour la recherche et l'exploitation des eaux. Ils sont indissociés de la recherche et du développement des gîtes pétroliers.

Enfin, en ce qui concerne le génie civil, ils sont nécessaires pour la reconnaissance précise des sols, des fondations profondes des bâtiments, dans les études des axes routiers, des sites portuaires ainsi que dans la construction des barrages.

### ***I.4.Cuttings et carottes***

Pendant les travaux de sondage et de forage, les échantillons des terrains traversés sont remontés en surface soit en cuttings soit en carottes selon le procédé de forage utilisé.

#### **I.4.1. Cuttings**

##### **I.4.1.1. Définition**

Les cuttings sont des échantillons des roches de dimension relativement réduite récoltés au cours des forages. Ils proviennent de la désagrégation des roches par l'outil de forage. Ils sont ramenés en surface par le courant ascendant de la boue.

#### **I.4.1.2. Origine**

Les cuttings proviennent du fond de trou. Mais dans les échantillons récoltés sur le tamis de grains on peut trouver, outre les cuttings, des retombées. Ce sont des fragments des roches détachées de certaines parois instables du trou et qui sont ramenés en surface par la boue en même temps que les cuttings.

#### **I.4.1.3. Avantages et inconvénients**

*i*

*A*

##### ***vantages***

L'avantage principal des cuttings est de fournir des informations préliminaires importantes sur la nature des roches traversées. Les cuttings peuvent être considérés comme gratuits pour la simple raison que leurs prélèvements ne nécessitent pas d'autres matériels que ceux du forage et ne prennent pas de temps supplémentaire.

L'analyse des cuttings se fait en même temps que le forage. Les informations sur le profil traversé sont obtenues au cours de l'avancement du forage.

*ii*

*I*

##### ***nconvénient***

Les cuttings présentent l'inconvénient de ne pas être intacts. Les résultats de leur analyse peuvent être différents de la nature réelle des roches supposées origine de ces cuttings à cause de la contamination par la boue de forage et de l'interférence d'autre cuttings.

#### **I.4.2. Carottes**

Le carottage est l'opération d'investigation spéciale que l'on effectue dans le puits d'exploration et qui consiste à découper dans la formation, des échantillons de roche intacts de forme cylindrique appelé carotte.

##### **I.4.2.1. Outillages de fond pour le carottage**

Le carottage est réalisé avec 2 principaux outillages de fond :

*iCouronne*

Son rôle est de confectionner les carottes. Lorsque la couronne reçoit la force de dislocation, la partie de la roche en rapport avec l'anneau actif est désagrégée comme en forage destructif, tandis que la partie de la roche du trou central reste intacte.

Au fur et à mesure de l'avancement de la couronne en profondeur, cette partie intacte forme la carotte. Comme pour les outils de forage, les couronnes de carottage peuvent être à lames, à rouleaux ou diamantées suivant la dureté des terrains à carotter.

### ***iiCarottier***

Le carottier est l'outil qui reçoit le fragment de roche au cours de la foration et qui le stocke jusqu'à son extraction en surface. Il comporte deux parties : le tube collecteur et l'extracteur.

### **I.4.2.2.Avantages et inconvénients**

***i***

***A***

#### ***vantage***

Le carottage présente l'avantage de fournir des échantillons intacts contrairement aux cuttings.

***ii***

***I***

#### ***nconvénients***

L'inconvénient majeur du carottage est qu'il constitue une opération coûteuse :

- départ des matériels : le carottage est exécuté avec des outillages autre que ceux du forage ;
- dépenses de temps : pendant l'opération de carottage, on a une vitesse d'avancement réduite car pour améliorer la récupération, on a intérêt à réduire les vibrations du train de carottage en utilisant des valeurs réduites du poids sur l'outil et la vitesse de rotation ; et aussi, il y a en plus d'autres travaux à faire comme l'étiquetage et l'emballage.

## Chapitre 2 : Procédés des forages

### ***II.1. Classement par nature de mouvement de l'outil***

On peut classer le forage par la nature de mouvement de l'outil (rotation, mouvements alternatifs de battage ou à câble, mixtes) et sur la façon dont les échantillons de terrain sont remontés à la surface du sol : emploi d'une circulation (injection) d'eau, de boue, d'air, de gaz ou sans injection en remontant les échantillons dans l'outil lui-même (tarière Benoto) ou dans une cuillère descendue spécialement au bout d'un câble après remontée de l'outil.

Appareils travaillant (mode d'action)	A injection (avec circulation de l'eau...)	Sans injection
par battage ou à percussion	- battage rapide aux tiges creuse (circulation de l'eau) - battage très rapide de type marteau pneumatiques	-Benoto -au câble (pensylvanien) -aux tiges pleines (canadien)
par rotation	- rotary -carottage (couronne diamantée, grenailles) -turbines (turbo foreuse)	-tarière

*Tableau 1: Récapitulatif des procédés de forage par nature de mouvement de l'outil*

### ***II.2. Classement par nature de terrain***

On peut aussi faire un classement de procédé de forage en se basant sur la nature de terrain (dureté et consistance) et aussi du point de vue de la façon dont l'outil attaque le sol. Il peut travailler particulièrement ou, dans certains cas :

- par affouillement dans les terrains meubles ; creuser comme une bêche, saisir les morceaux du terrain et les remonter ; découper des copeaux des morceaux de terrains (tarière, trépan du rotary à lames)
- travaille par formation d'éclat de roche et écrasement par chocs (carottage à la couronne d'entrée), trépan de rotary à molette ou au cône pour les terrains tendre et pensylvanien, canadien, battage rapide pour les terrains durs



- par écrasement seul sans choc (trépan de rotary pour terrain très dur, forage à la grenaille) ou par rodage (carottage et forage à diamant)

En outre, les procédés de forage se distinguent aussi par la vitesse d'avancement (vitesse de rotation ou vitesse de battage) de l'outil.

- la tarière tourne à quelques tours par minute (tr/mn)
- les appareils de carottage : 40 à 60 tr/mn et parfois jusqu'à 300 tr/mn
- rotary ordinaire : 80 à 150 tr/mn et parfois 300 tr/mn
- les turbines avec 700-800 tr/mn
- appareil pennsylvanien avec 15 à 40 coups par minute
- appareils à battage rapide : supérieur à 100 coups par minute

### **II.3. Forage au battage (cf. Annexe 1)**

L'outil de forage, le trépan, sont suspendus à un câble relié à un balancier qui communique à l'ensemble un mouvement alternatif. A chaque retombée, le trépan attaque la roche à la manière d'un burin. Périodiquement, on enlève les débris de roche à l'aide d'un outil cylindrique muni d'un clapet appelé cuiller de curage.

### **II.4. Sondage à la tarière**

L'exécution d'un sondage se fait au moyen d'outil convenable dont la manœuvre produit la perforation des roches. Et les roches en question sont divisées en deux classes selon leurs propriétés mécaniques :

- les roches meubles ont une cohésion et une plasticité plus ou moins forte suivant leur teneur en eau. C'est ce type de roche que la tarière peut traverser car toutes les actions dans les techniques de sondage à la tarière sont faites manuellement
- les roches proprement dites : ce sont des roches saines et dures.

#### **II.4.1. Matériels utilisés**

Les matériels qui composent la tarière sont :

- la tarière proprement dite : c'est l'outil de perforation ;
- un té qui est vissé soit à la tarière soit aux tiges à fin de produire le mouvement de rotation de l'ensemble et du méplat ;

- une clé de fourche qui sert à assurer les opérations de vissages et de dévissages ;
- Une tige de sondage qui sert à approfondir le trou avec deux filetages mâle et femelle aux extrémités et aux deux méplats. Leur fabrication permet une bonne manipulation et une bonne résistance à la rotation ;
- une clé de retenue qui est nécessaire lorsqu'on est à une profondeur assez élevée pour avoir une rapidité d'action.

### **II.4.2. Autres matériels**

Au chantier de sondage à la tarière, on trouve aussi d'autres matériaux qui sont destinés à accélérer le travail de sondage.

*i*

*C*

#### ***hèvre***

Le procédé de forage doit permettre de descendre et remonter rapidement l'outil de forage, pour cela on met sur l'axe du trou une poulie de renvoi qui est fixée sur la partie supérieure d'un chevalement ou chèvre qui est généralement métallique et comprend trois ou quatre pieds de 2 à 4 mètres ou plus. Ces chèvres sont généralement métalliques.

*ii*

*T*

#### ***treuil à main***

Le treuil à main est un accessoire que l'on trouve couramment dans le chantier de sondage à la tarière. Le treuil doit être placé de façon à exercer l'effort dans un plan perpendiculaire à son axe pour faciliter l'enroulement régulier du câble.

### **II.4.3. Avantages et inconvénients**

#### **II.4.3.1. Inconvénients**

Les actions manuelles ne produisent qu'une vitesse d'avancement faible (2 mètres par poste de 8 heures) et aussi de profondeur limitée.

### **II.4.3.2. Avantages**

C'est une technique très simple ne nécessitant pas beaucoup d'entretien. La manipulation peut être assurée par deux ou trois personnes bien entraînées et aussi avec un prix de revient modique.

## **II.5. Forage rotary (cf. Annexe 2)**

### **II.5.1. Principe**

Le trépan est exercé par une force axiale verticale provoquée par un poids et un mouvement de rotation transmis de la surface. Les masses-tiges sont vissées au-dessus de l'outil et appuient sur celui-ci. Les masses-tiges prolongées par des tiges plus légères constituent la garniture de forage, le tout est mis en rotation par l'intermédiaire des tiges d'entraînement. L'ensemble de la garniture de forage est creux pour pouvoir canaliser le fluide de forage dans l'outil.

La tête d'injection couronne la tige d'entraînement et permet la liaison entre la conduite de refoulement des pompes de forage et l'intérieur de la garniture. Un appareil de levage est nécessaire pour soutenir le poids de la garniture et manœuvrer celle-ci : C'est le rôle du derrick, du crochet de forage et du treuil. Le derrick repose sur le sol par l'intermédiaire de la substructure métallique et du platelage de madriers.

Les pompes à boue aspirent la boue dans la fosse à boue souvent métallique et le refoulement à travers les trains de tiges par l'intermédiaire de la tête d'injection.

La boue passe à l'intérieur de la tige d'entraînement, du train de tige et traverse les événements du trépan pour remonter dans l'espace annulaire comprise entre les tiges et le trou foré. Elle sert à refroidir le trépan au passage et assure l'évacuation des déblais de forage (cuttings). A la sortie de l'espace annulaire, la boue passe sur les tamis vibrant qui la sépare des déblais et retourne aux bassins d'aspiration pour être aspirée à nouveau par la pompe.

Au cours du forage, le puits est régulièrement tubé. Un premier tube est posé dès que l'outil a foré les terrains de surface et il est scellé dans le trou par du ciment (action de cimentation). Le forage se poursuit ensuite avec un outil dont le diamètre est inférieur au précédent.

### **II.5.2. Les appareils de forage**

En général les appareils de forage comprennent donc :

- le train de sonde (TS)
- le système de levage (LS)
- le système de rotation (SL)
- le système de circulation (SC)

### **II.5.2.1. Train de sonde**

Le train de sonde est l'ensemble des pièces qui assurent, au cours du forage, la liaison permanente entre l'appareil de forage monté en surface et celui de l'outil qui travaille au fond ; cette liaison assure :

- l'application du poids sur l'outil
- la transmission du mouvement de rotation
- l'injection de la boue au fond et le nettoyage

Le train de sonde est composé principalement :

- de l'outil de forage (trépan)
- des masses-tiges (MT)
- des tiges de forage (TF)
- de la tige d'entraînement

### ***iTrépan***

Dans le forage par rotation, le trépan est la pièce principale de l'équipement : l'appareil de forage et tous ses accessoires sont destinés à le faire fonctionner.

Le trépan est l'outil qui attaque le terrain. Son type, sa robustesse et sa résistance à l'usure doivent être parfaitement adaptés aux terrains à traverser.

On peut classer les trépan utilisés actuellement sur les chantiers de forage en trois grandes catégories :

- les trépan à lames : ils travaillent par décolletage du fond de trou et sont employés pour le forage des terrains tendres (marnes, argiles, sables peu consolidés...) ;
- les trépan à molettes dentées : ils travaillent à la manière d'une lame, d'un racleur ou d'un burin selon la forme et la disposition des dents et la dureté des terrains ;
- les trépan diamantés : ils travaillent par abrasion du terrain et sont employés de préférence pour le forage des terrains très durs.

## ***iiMasses-tiges***

Ce sont des tiges plus lourdes et plus résistantes que celles constituant le train de sonde. Placées directement au-dessus du trépan, intercalées entre lui et le train de sonde.

Leur rôle est de permettre d'appuyer avec l'outil de forage sur le fond du trou, ce qui s'appelle mettre du poids sur l'outil et aussi d'éviter que les tiges ordinaires soient soumises à la compression pendant le travail de forage car leur résistance sont beaucoup plus faible pour supporter des efforts massifs de flexion et de traction, ce qui limite les risques de rupture et diminue les frottements sur les parois du trou.

## ***iiiTige de forage***

Elles constituent un outil de transmission qui transmet à l'outil le mouvement de rotation imprimé par la table. Elles doivent être maintenues en tension à fin d'éviter qu'elles ne battent exagérément contre la paroi du trou car ce phénomène peut entraîner :

- une désagrégation du « cake de boue » et des éboulements des parois;
- une résistance trop grande à la rotation et à la pénétration;
- des risques d'usure et des ruptures.

Pour éviter une vibration ampleur du train de tige, on choisit les dimensions des tiges par rapport à celle de l'outil de telle sorte que la section de l'espace annulaire tige-paroi du trou soit égale à trois fois environ de la section intérieure de la tige.

## ***ivTige d'entraînement***

Entraînée par la table de rotation qu'elle traverse, la tige d'entraînement est destinée à transmettre le mouvement de rotation à tous les trains de sonde. Elle peut coulisser librement dans le sens vertical. C'est une tige creuse en acier forgé de section polygonale dont on distingue :

- la tige à section carrée
- la tige à section en croix
- la tige à section hexagonale qui est beaucoup plus préférable par rapport aux deux autres types pour les grandes vitesses de rotation car elle donne lieu à des vibrations moins importantes et de plus elle descend plus librement à travers la table de rotation

### ***vTool-joints***

Le but des joints de tiges est d'éviter l'usure de filetage fin qui se trouve sur les tiges de forage par des vissages et des dévissages répétés au cours des manœuvres. Les joints de tiges se composent de deux parties. Chacun portant d'un côté un filetage fin femelle destiné à recevoir la tige de forage, tandis que l'autre est un plus gros filetage et à plus grande conicité mâle sur l'une des deux extrémités des deux demi-joints et femelle sur l'autre. Deux tiges s'assemblent donc par vissage de ces deux filetages coniques.

Les joints de tige ont généralement un diamètre supérieur à la tige de forage. Ils sont donc soumis à des frottements sur la paroi du trou et ils doivent posséder une très grande résistance.

Ils sont construits en acier 4140 et traités thermiquement pour avoir la dureté et la résistance voulues.

## **II.5.2.2. Le système de levage**

### ***iMouflage***

Le mouflage est constitué d'un moufle fixe (crown block) qui se monte sur la petite base du derrick, et d'un moufle mobile (traveling block) et d'un câble.

#### ***- Moufle fixe ou crown-block***

C'est un moufle fixe, qui se monte sur la petite base de la tour de sondage. Il comprend un certain nombre de poulies ayant toutes un même axe. Il est monté sur un châssis résistant indépendant de la tour de sondage et qui doit reposer sur les 2 fers situés au sommet de la tour de sondage, ceci afin de permettre son déplacement éventuel et d'axer parfaitement le crochet sur le trou.

#### ***- Moufle mobile ou travelling-bloc***

Il y a une poulie de moins que le crown-bloc. Il est parfaitement équilibré de façon à permettre de grandes vitesses de descente. Il est de construction semblable au crown-bloc avec un carter évitant le dégagement du câble.

### ***iiCrochet de levage***

Ce crochet se trouve suspendu après la boucle du moufle mobile. Il peut basculer librement autour d'un axe fixe horizontal sur lequel viennent s'adapter le bras de la boucle de suspension. Un roulement à billes permet sa rotation et par suite celle de l'élévateur (pour des facilités de manœuvre) sans que le moufle mobile soit entraîné dans sa course. Enfin, un ressort puissant permet de soulever une longueur de tiges après dévissage afin d'éviter le filetage.

### ***iiiDerrick***

Le derrick est un chevalement métallique permettant, par l'intermédiaire d'un système de mouflage et du treuil de forage, la manœuvre pour remplacer les trépons usés par exemple, du train de tiges sur une certaine hauteur et son stockage par éléments.

## **II.5.2.3. Système de rotation**

Le treuil de forage est un puissant tambour de manœuvre. Il est destiné à assurer les manœuvres du train de sonde, à fournir la puissance nécessaire à la table de rotation au levage des pièces lourdes, au blocage et au déblocage des tiges.

## **II.5.2.4. Système de circulation**

### ***iLa boue de forage***

Le forage par rotation est rendu possible par la circulation sans cesse, sous pression, de la boue de forage. Elle permet l'évacuation des déblais, nettoie et lubrifie l'outil, maintient les parois du trou, aide à maîtriser les éruptions.

En observant la boue de forage, nous pouvons avoir les renseignements sur les terrains traversés.

### ***iiLes pompes à boue***

Les pompes doivent avoir un débit élevé pour obtenir une vitesse ascensionnelle dans l'espace annulaire suffisante pour la remontée correcte des déblais.

### ***iiiLe circuit de la boue***

En partant du bassin où l'on stocke la boue, la boue est injectée à l'intérieur des tiges pour ressortir par le trépan en le refroidissant, puis elle remonte à la surface par l'espace annulaire avec les cuttings, ensuite elle passe par un tamis vibrant pour la filtrer et la séparer avec les débris des roches et enfin elle retourne au bassin où elle est de nouveau aspirée par la pompe.



## **Chapitre 3 : Sondage-forage et développement durable**

Le développement économique et social effectif et durable est de :

- réduire la pauvreté humaine caractérisée par l'insuffisance ou l'inexistence d'infrastructures sociales de base comme les infrastructures d'alimentation en eau potable et d'assainissement, les centres de soins de santé de base et les écoles de base
- réduire la pauvreté monétaire, qui est l'insuffisance de revenus pour acheter, en plus des éléments non alimentaires indispensables, une ration alimentaire de 2133 calories par jour qui est le minimum censé être nécessaire pour entretenir une vie normale et active
- accroître la production économique et les revenus des populations et de l'Etat.

### ***III.1. Domaines d'applications et contribution au développement***

#### **III.1.1. Hydrogéologie**

##### **III.1.1.1. Utilités**

On fait des sondages et des forages surtout pour la reconnaissance et l'exploitation des eaux.

##### **III.1.1.2. Eau et développement**

L'eau participe beaucoup au développement du pays en réduisant la pauvreté monétaire des populations par l'amélioration des revenus par :

- la mise en place de services de base, dont un service d'approvisionnement en eau potable, à moindre coût
- la réduction des dépenses de santé du fait d'une meilleure protection contre les maladies à support hydrique
- le fait que les bonnes conditions d'hygiène et de santé permettent à la population d'être dans de bonnes conditions physiques et active favorisant ainsi un accroissement de sa productivité économique
- le gain de temps des femmes qui ne sont plus obligées d'aller chercher de l'eau à grandes distances et dépensent leur temps pour la corvée d'eau, d'où les

possibilités d'amélioration de la productivité, le développement d'activités génératrices de revenus. L'amélioration de la productivité agricole par le développement de l'irrigation afin de mettre en place une technique agricole plus développée pour arriver à l'autosuffisance alimentaire.

### **III.1.2. Géologie et mines**

#### **III.1.2.1. Utilités**

On fait aussi des sondages et des forages pour la recherche ou exploitation de différentes sortes de minéraux et de minerais (charbon, fer, etc...). Les minéraux ou les minerais sont ensuite exploités par les procédés normaux des mines ou des carrières.

#### **III.1.2.2. Géologie, mines et développement**

Le domaine de la géologie et des mines a un impact important pour le développement de Madagascar parce que le but principal est de chercher des gisements qui présentent des intérêts économiques et destinés à l'exploitation.

Ainsi, la réalisation d'un projet minier présente-t-il des avantages pour le développement par :

- les désenclavements de la zone ou de la région qui conduisent au développement régional ainsi que national
- la création d'emploi pour les cadres et aussi les ouvriers à travers la haute intensité de main d'œuvre (HIMO)
- la mise en place des nouvelles infrastructures : dispensaires, écoles et réhabilitation de port pour exporter les produits
- la participation dans l'augmentation de la caisse de l'Etat par les biais de l'exportation, des taxes et frais d'administration minière

### **III.1.3. Pétrole**

On utilise les forages par exemple pour la recherche des pétroles à Madagascar. La valeur ajoutée prévisionnelle apportée par le pétrole pour le développement de Madagascar est largement supérieure à celle des mines car les revenus espérés sont très importants, en

termes de devises. Par exemple, l'exploitation réduirait ou supprimerait même l'importation de pétrole et l'exportation pourrait même être envisagée.

Actuellement, nous sommes encore, malheureusement en stade de recherches et non d'exploitation.

#### **III.1.4. Génie civil**

Dans ce domaine, les sondages sont à faible profondeur, souvent inclinés. Ils servent surtout pour l'établissement de fondation des bâtiments en terrain peu consistant et aussi pour le tracé routiers et les assises des ponts.

Leur place dans le développement est de disposer et de multiplier les infrastructures et de réduire les risques d'accident qui peuvent causer de nombreuses pertes en vie humaine.

### ***III.2. Perspectives et problèmes***

#### **III.2.1. Perspectives**

Les travaux de sondage-forage tiendront une grande place dans les années à venir, rien qu'en considérant :

- le sous-sol de Madagascar, célèbre pour sa richesse en substances exploitables. Donc il y a des investissements à réaliser sur des projets de recherches minières et pétrolières;
- le secteur Approvisionnement en Eau Potable est actuellement un des secteurs prioritaires pour l'Etat Malagasy.

Voici le tableau qui résume la situation actuelle et l'objectif en Eau Potable (évolution attendue du taux de desserte en % sur base de calculs par inventaires)

	2000	2005	2010	2015
Milieu rural	10%	37%	56%	80%
Milieu urbain	60%	92%	95%	100%
Madagascar	24%	48%	64%	84%

*Tableau 2: Résumé de la situation et objectifs du secteur AEP*

*Source : Ministère de l'Energie et des Mines (M.E.M) Année : 2005*

	2003	2004	2005	2006	2007
Milieu rural					
financements	6	9,8	15	20	27
Taux (%)	12,74	13,62	15,05	17,17	20,04
Milieu urbain					
financements	1,4	42	138	40	37,3
Taux (%)	63	61,5	61,7	65	68

*Tableau 3: La situation réelle en fonction des financements estimatifs (en 10<sup>6</sup> USD)*

*Source : Ministère de l'Energie et des Mines (M.E.M) Année : 2005*

### **III.2.2. Problèmes**

La technique de sondage-forage est vraiment utile pour la recherche et l'exploitation des substances utiles qui se trouvent dans le sous-sol .Mais malgré les avantages indéniables qu'ils présentent, il y a aussi des problèmes liés à son application car, en premier lieu, il y a son coût assez élevé. Les sondages et les forages ne doivent pas être utilisés n'importe comment, il faut utiliser des méthodes d'investigation indirecte avant de passer au sondage et au forage.

C'est pour cela que la géophysique et la géologie est importante car, en général, on les utilise pour avancer une hypothèse (utile pour choisir le point de forage) avant d'exécuter le forage proprement dit.

De plus le sondage et le forage utilisent des matériels encombrants et lourds. Donc, il y a aussi problème quand à l'accès au point de forage.

*Partie 2*

Etablissement de la base de données sous Access 2000

## **Partie II : ETABLISSEMENT DE LA BASE DE DONNES**

### **SOUS ACCESS 2000**

## **Chapitre I : ANALYSE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE GESTION DE BASE DE DONEES**

### ***1.1. Généralités sur une base de données***

#### **1.1.1. Définitions d'une base de données**

Une base de données est un ensemble structuré de données enregistrées sur des supports accessibles par l'ordinateur pour satisfaire simultanément ou non plusieurs utilisateurs. C'est une collection d'informations organisée pour être facilement accessible par l'intermédiaire d'un ordinateur.

Généralement, une base de données est contrôlée par un système de gestion permettant d'effectuer la recherche, le tri ou la fusion de données, ainsi que toute autre requête relative à ces données.

Les bases de données comptent à l'heure actuelle de nombreux domaines de mise en pratique : gestion de stocks, suivi commercial, gestion électronique de documents, gestion de clientèle, et dans notre cas ce sont les travaux de sondage et forage à Madagascar.

#### **1.1.2. Définition d'un système de gestion de base de données**

C'est l'outil qui permet de stocker, d'insérer, de modifier et de rechercher efficacement des données spécifiques dans un grand nombre d'informations. C'est aussi un interface entre les utilisateurs et la mémoire dans le but de faciliter le travail des utilisateurs

#### **1.1.3. Système de gestion de base de données relationnelle**

Parmi les systèmes de gestion de bases de données (SGBD), les plus courants sont ceux associés aux bases de données relationnelles (SGBDR), où l'information est rangée dans des fichiers, sous forme de tables composées de lignes et de colonnes. Les lignes représentent les enregistrements (ensembles d'informations relatives à des rubriques séparées), tandis que les colonnes correspondent aux champs (attributs spécifiques à un enregistrement)

Lorsque l'on effectue une recherche dans une base de données relationnelle, on peut associer l'information d'un champ d'une première table à celle d'un champ d'une deuxième

table, afin d'en produire une troisième rassemblant certaines données des deux tables d'origine à l'aide d'une relation d'où le nom relationnel

#### **I.1.4. Logiciels de gestion de base de données**

En règle générale, les bases de données conçues pour les micro-ordinateurs sont relationnelles. Actuellement, il existe de nombreux logiciels de gestion de bases de données relationnelles : Access de Microsoft, Paradox de Novell, Oracle de Oracle Systems...

#### **I.1.5. Les étapes à suivre pour la conception d'une base de données**

Pour créer une base de données de données sur Microsoft Access il est bien de suivre dans l'ordre les étapes suivantes :

- déterminer votre objectif
- déterminer les champs et les tables dont on a besoin
- déterminer la table à la quelle chaque champ appartient
- identifier le ou les champs à laquelle la valeur est unique à chaque enregistrement
- déterminer les relations entre les tables
- affiner la structure de la base de données
- saisir des données et créer d'autres objets de la base de données.

#### **I.1.6. Objectifs et avantages**

Les objectifs et avantages de la conception d'une base de données sont :

- l'indépendance physique et logique
- la manipulation possible par des non informaticiens
- l'accès efficace aux données
- l'administration centralisée des données
- la cohérence des données
- la sécurité des données

### ***I.2 Analyse et conception d'un système de gestion de base de données***

#### **I.2.1. Analyse des données**

Il est important de bien détailler les informations afin de faciliter la manipulation pour pouvoir créer la base de données en question. Donc pour cela, nous allons présenter les informations sous forme de tableau.

Ainsi dans notre cas, on a :

Fokontany	Andolobory	Andombiry		
Commune	Bekitro	Ankilimalinike		
Fivondronana	Bekily	Toliara2		
Population totale	230	1216		
Population desservie	230	1216		
Taux de desserte	100	100		

Tableau 4: Exemple d'information sur la population et le taux de desserte

### I.2.2. Modélisation des données

Avant de pouvoir exploiter les données contenues dans la base, il va falloir les modéliser, c'est-à-dire, trouver le meilleur moyen de représenter le monde réel en structurant la base de données de façon à pouvoir l'exploiter la plus simplement par la suite.

#### I.2.2.1. Objectif principal

L'objectif principal est de :

- Centraliser les données concernant les travaux de sondage et forage à Madagascar.
- Avoir des accès faciles aux informations contenues dans la base dans la base de données.

#### I.2.2.2. Règles de gestion

##### *i. géologie et mines*

- *Les documents à éditer sont :*
  - la liste des minerais
  - l'emplacement des gisements
  - la caractéristique des gisements ou gîtes.
- *Structure des informations*

Les tables et les champs pour la géologie minière sont les suivants :



Tables	Champs
T_substances	Substances, Remarques générales
T_secteur	Secteur ou zone, minéraux, substances
T_gîte	Secteur ou zone, substance, gîte, X du centre, Y du centre, Coordonnée X, Coordonnée Y, Morphologie, Direction générale de la minéralisation, Age de la roche encaissante, Nature de la roche encaissante, Tonnage, Teneur, Remarque

Tableau 5 : Listes des tables et champs pour la géologie et mines

## ii. **Hydrogéologie**

### - *Les documents à éditer*

Les documents à éditer sont :

- l'emplacement du point d'eau (coordonnées Laborde Madagascar avec l'emplacement administratif)
- l'information générale sur le point d'eau (année de réalisation, nature et utilisation, etc...)
- l'information sur les propriétés de l'eau (conductivité, pH, etc...)
- l'information sur la population (population totale, population desservie taux de desserte)

### - *Structure des informations*

L'hydrogéologie comprend les tables et champs suivants :

Tables	Champs
T_hydro_fivondronana	Fivondronana, Faritany
T_hydro_commune	Commune, Fivondronana
T_hydro_lieux	X, Y, Z, longitude, latitude, localité, Fokontany,
T_hydro_ouvrage	Code point d'eau, X,Y, Nom du puits, Type point d'eau, Nature point d'eau, Première utilisation, Deuxième utilisation, Etat de l'ouvrage, Agence d'exécution, Agence d'exploitation, Année de réalisation, Année de réhabilitation, Mode de gestion, Accès à l'eau, Entretien, Observation
T_hydro_population	Fokontany, commune, Population totale, Population desservie, Taux de desserte
T_hydro_propriétés de l'eau	Code point d'eau, Hauteur d'eau, Niveau statique, pH, Profondeur, Rabattement, Débit d'exploitation, Conductivité, Salinité, Saveur, Limpidité, Turbidité, Silice, Matière organique, Minéralisation, Traitement, Date d'analyse

Tableau 6 : Listes des tables et des champs pour l'hydrogéologie

### 1.2.2.3 Modèle conceptuel de données (MCD)

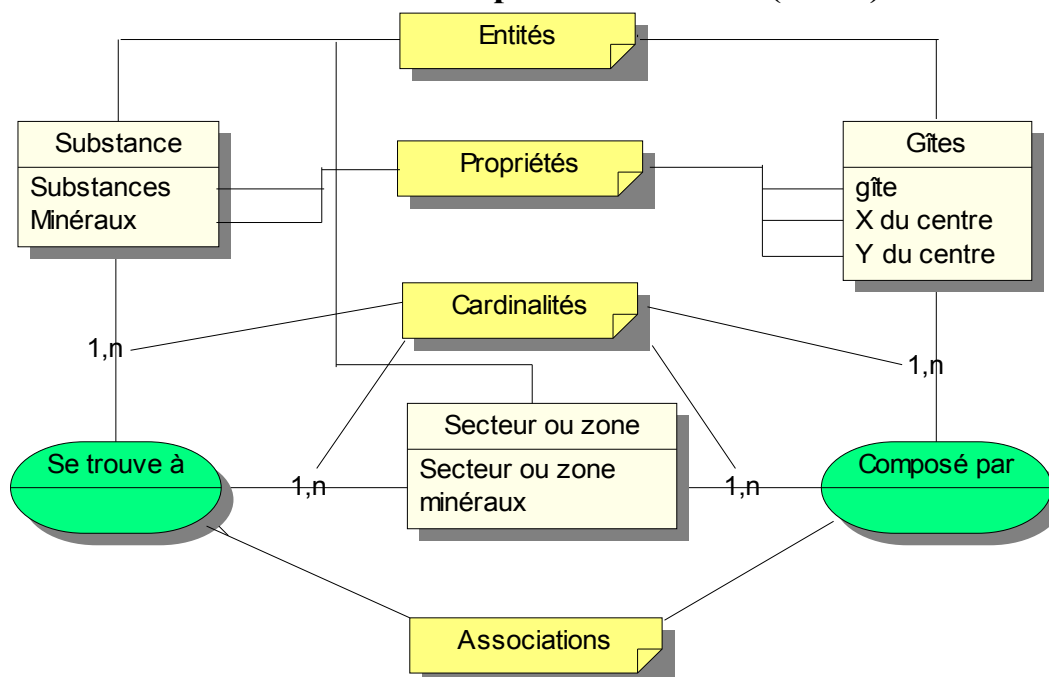


Figure 1 : Schéma simplifié du MCD Géologie et mines

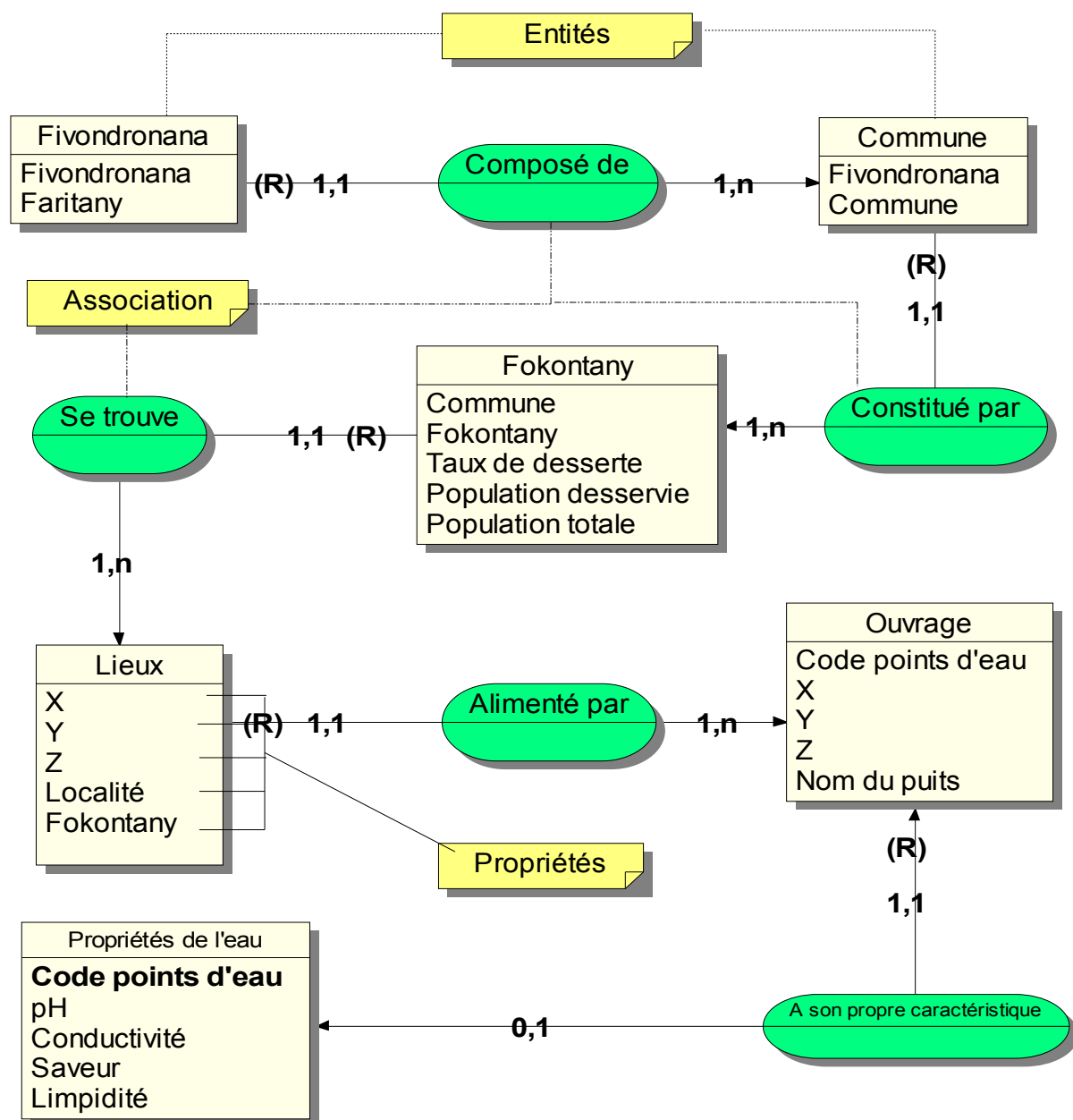


Figure 2 : Schéma simplifié du MCD de l'hydrogéologie

#### I.2.2.4. Modèle Logique des Données (M.L.D)

Les schémas suivants nous montrent le MLD qui correspond au MCD

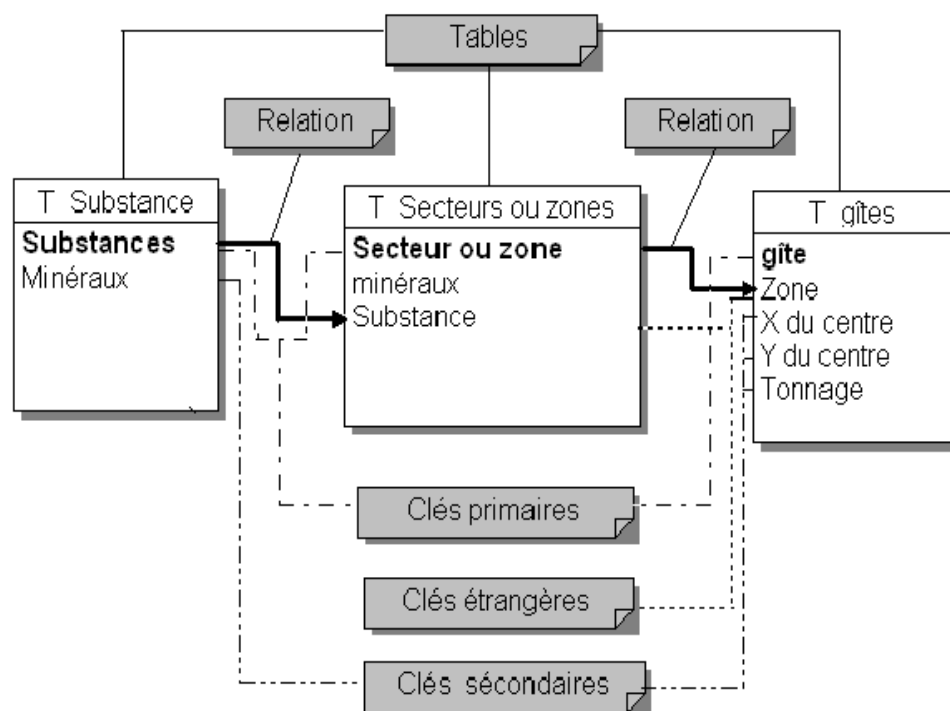


Figure 3: Schéma simplifié du MLD correspondant au MCD Géologie et mines

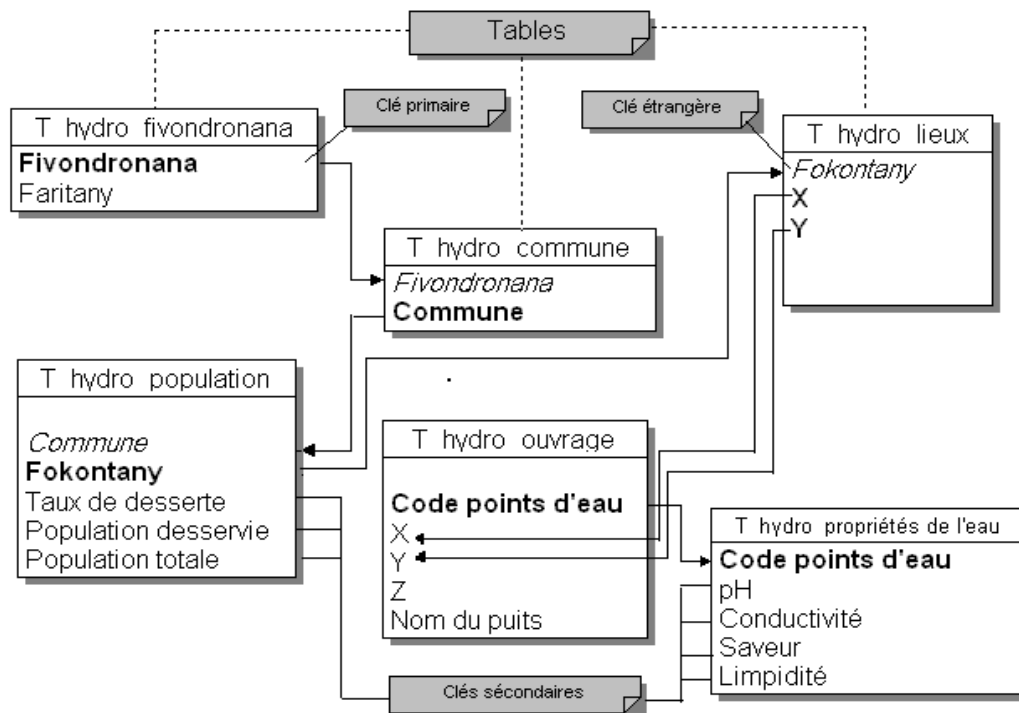


Figure 4: Schéma simplifié du MLD correspondant au MCD hydrogéologie

#### 1.2.2.5. Passage du MCD au MLD

Le passage se fait de la manière suivante :

- les entités se transforment en tables
- chaque propriété d'une entité est devenue une colonne de cette table ou champ.
- l'identifiant d'une entité est devenu la clé primaire de la table correspondante (création d'un champ index)
- les associations des entités se transforment en relation entre les tables de manière suivante : si la cardinalité est de (1, n) la relation est de type un à plusieurs et pour la cardinalité (1,1) la relation est de type un à un.

## **CHAPITRE II : CONCEPTION D'UNE BASE DE DONNEES SOUS ACCESS 2000**

### **II.1. Présentation de Microsoft Access**

Microsoft Access est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR) comme son nom l'indique, il est produit par Microsoft Corporation. Il est à la fois simple et complexe. Il est simple comparé à des puissants programmes de gestion de bases de données comme SQL Server ou Oracle, mais il devient complexe si on le compare à Word et Excel.

Access va servir à gérer des données. Access est composé de plusieurs objets distincts : les tables, les requêtes, les formulaires, les états, les macros et les modules.

#### **II.1.1. Les tables**

Les tables sont l'objet de base d'Access. Ce sont des sortes de feuille de calcul, pour reprendre le vocabulaire d'Excel. Avec Excel, vous avez un fichier .XLS qui contient plusieurs onglets (plusieurs feuilles). Avec Access, vous aurez un fichier de base de données .MDB qui contiendra plusieurs tables et d'autres objets.

Les tables servent à stocker les données.

#### **II.1.2. Les requêtes**

Les requêtes sont des filtres. Avec Access, nous disposons carrément d'un objet : qui va permettre d'enregistrer les différents filtres : Par exemple, vous pourrez avoir une requête qui mémorise tous les points d'eau dans un chef lieu de *Fivondronana* données, tous les gisements de chromite, les forages pétroliers effectués par SPM, avec des tris par ordre alphabétiques si vous voulez.

Ce sont également les requêtes qui vont permettre de faire des calculs comme les calculs de taux de desserte dans la table T\_hydro\_population. Les requêtes servent donc à trier, filtrer, et faire des calculs dans les données qui sont stockées dans les tables.

### **II.1.3. Les formulaires**

Access fournit les formulaires : c'est-à-dire que vous allez pouvoir construire des masques pour saisir et modifier les données de manière fiable et facile, de manière à ce que même ceux qui n'y connaissent pas grand chose en informatique puissent quand même saisir ou chercher des données (le métier qui consiste à entrer simplement des données dans une base de données s'appelle "Opérateur de saisie") Si vous allez dans le menu Outils/Options, vous verrez que vous pouvez changer les options de fonctionnement général d'Access.

C'est donc créer un environnement facile pour l'utilisateur. Les formulaires servent à saisir et modifier de manière plus conviviale les données qui sont stockées dans les tables.

### **II.1.4. Les états**

Ils servent à imprimer les données.

### **II.1.5. Les macros et les modules**

Les macros et les modules ne sont pas des objets aussi importants. Ce sont des manières d'augmenter votre productivité sous Access : Ces macros et modules ne sont destinés qu'aux utilisateurs ayant une bonne maîtrise des tables, requêtes, formulaires et états. Par exemple, on peut avoir un bouton de commande sur un formulaire de saisie des gisements de bauxite qui appelle automatiquement un formulaire « menu général » Ce bouton, c'est vous qui allez le concevoir, et pour appeler ce formulaire, il vous faudra construire une macro qui fait ça à votre place.

Les macros et les modules servent à automatiser les actions, les deux objets se ressemblent mais la différence est que les modules sont écrits directement en visual basique(VB) et les modules sont beaucoup plus complexes que les macros.

## **II.2. Principe d'élaboration d'une BD sous Access**

Dans Microsoft Access, une base de données (BD) est l'ensemble de tous les éléments qui nous permettent de gérer des objets qui sont généralement liés, c'est-à-dire les tables, les requêtes, les formulaires, les états et les macros.

Ainsi pour créer une base de données avec Access il faut d'abord créer les tables. Dans notre cas, nous avons créé 11 tables dont 6 pour l'hydrogéologie, 3 pour la géologie et mines et 1 respectivement pour le pétrole et le génie civil.

Les noms des tables sont les suivantes :

- T\_hydro\_fivondronana
- T\_hydro\_commune
- T\_hydro\_population
- T\_hydro\_lieux
- T\_hydro\_ouvrage
- T\_hydro\_propriétés de l'eau.
- T-substance
- T\_secteur
- T\_gîte
- T\_pétrole
- T\_génie civil

**Remarque** : l'existence de « T\_ » au début de chaque nom de tables renseigne que l'on a affaire à des tables.

Ces tables sont généralement liées entre elles à l'aide des relations de type « un à plusieurs » et une relation de type « un à un » et qui signifient :

- un *Fivondronana* peut être composé d'un ou plusieurs Communes et chaque Commune est composée d'un ou plusieurs *Fokontany* (où nous avons l'information sur la population)
- la population dans un *Fokontany* est approvisionnée par un ou plusieurs points d'eau qui diffère les autres par son état et son histoire et se situe dans un endroit précis.
- chaque point d'eau correspond à une seule qualité d'eau.
- chaque substance peut se trouver dans un ou plusieurs secteurs ou zones et chaque secteur ou zone peut être composé d'un ou plusieurs gîtes dans le but d'avoir le lieu précis et aussi les caractéristiques de la minéralisation et l'encaissant.



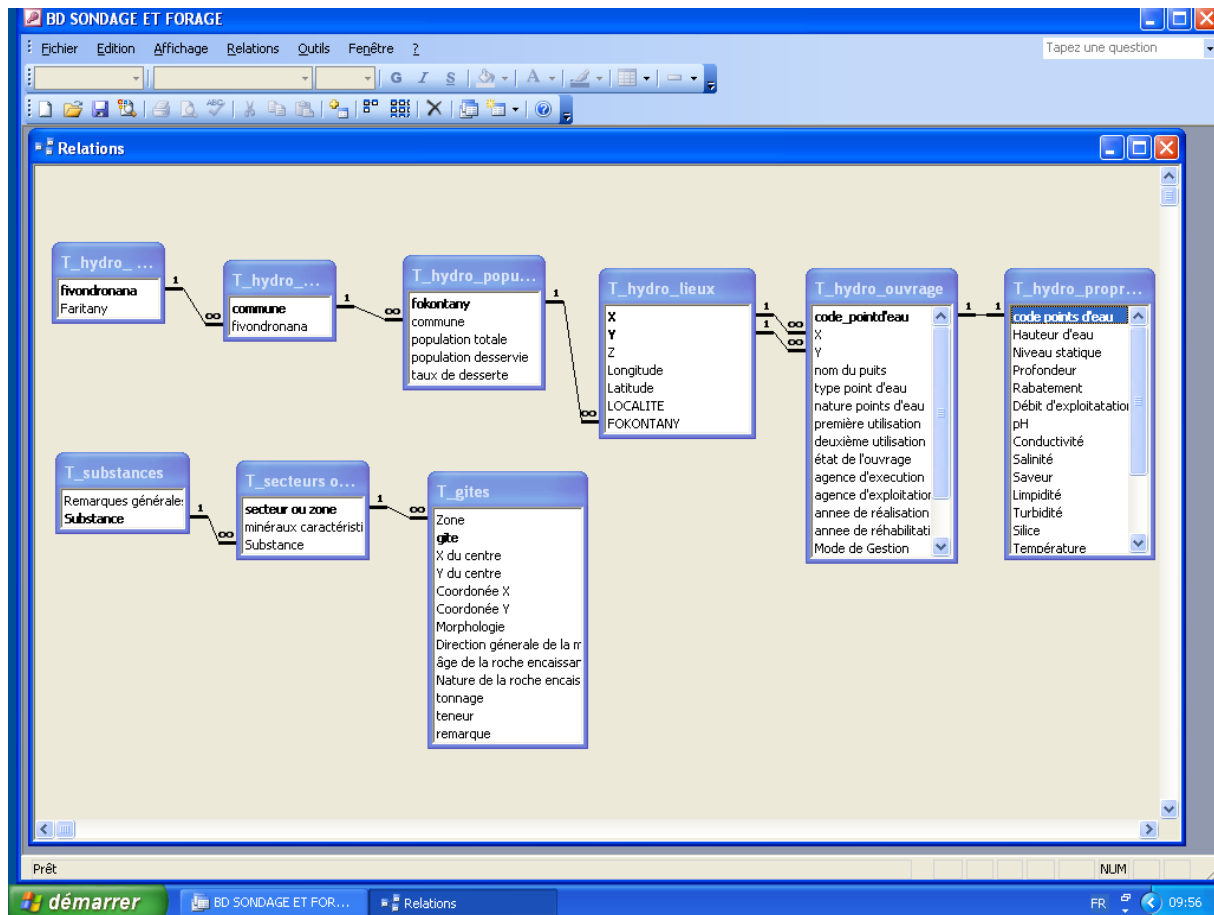


Figure 5: Relations entre les tables

Ensuite on crée les requêtes dans le de pouvoir poser des questions sur la base de données.

Puis, Il est bien de créer des formulaires pour pouvoir saisir ou consulter les informations stockées dans des tables

Figure 6: Exemple de formulaire

Et enfin, nous avons créé les macros dans le but d'appeler d'autres formulaires à partir d'un formulaire.

Exemple : à partir du formulaire « F\_tana » nous pouvons voir des informations sur la province de Tuléar en cliquant sur le bouton de commande TOLIARA grâce au macro « M\_ouvrir formulaire Toliara qui est créé pour fermer le formulaire en cours et ouvrir le formulaire « F\_Toliara »

## II.3. Présentation de la base de données

### II.3.1. Organisation de la base de données

La base de données est organisée de la manière suivante :



Figure 7: Organisation de la base de données

### II.3.2. Recherche d'informations sur la base de données

Pour rendre facile la consultation des informations se trouvant dans la base de données, il est bien d'avoir un menu général principal.

Dans notre cas, on a créé un page d'accueil qui nous permet de choisir et d'accéder plus rapidement aux différents types d'informations disponibles. Ainsi, on a bien le choix entre l'hydrogéologie, la géologie et mine, le pétrole et génie civil.

Une fois qu'on a choisi l'une des quatre applications de sondage et forage (juste en cliquant sur le texte correspondant), on arrive au menu secondaire où il existe encore diverses propositions.



Figure 8: Page d'accueil

*Partie 3*

Elaboration des cartes avec MapInfo Professionnal

## **Partie III : Elaboration des cartes avec MapInfo**

### **Professionnal**

## **Chapitre1 : Généralités**

### ***1.1. Définition et description simple du SIG***

Un système d'information géographique (SIG) est un système de cartographie géographique qui synthétise, analyse et représente de nombreuses données géographiques sous une forme facile à comprendre

C'est un système informatisé comprenant plusieurs bases de données géographiques et un logiciel de gestion et d'accès aux informations dont le but est de centraliser, d'organiser, de gérer et d'analyser les données et leur mise à jour.

Le SIG permet d'établir des liens complexes entre plusieurs types de données géographiques (géologiques, géomorphologiques, pédologiques,...). L'information est organisée en niveaux de données (chiffres ou cartes) qui peuvent être superposés, interactifs ou isolés.

La restitution sous formes de cartes, de tableaux et de statistiques de la synthèse des données est l'un des principaux atouts des S.I.G.

Les différents domaines d'application sont : la cartographie, les analyses de l'aménagement du territoire, de l'occupation des sols, de l'écosystème, de l'environnement les analyses topographiques, géologiques, agricoles et démographiques.

### ***1.2. Présentation de MapInfo***

MapInfo est un outil de type Système d'Information Géographique qui sert à créer de l'information géographique, à traiter de l'information et à la cartographier.

Une des caractéristiques principales de MapInfo Professional est sa simplicité avec laquelle il est possible d'importer ou de charger des données sous forme de tables telles que des fichiers de base de données comme Microsoft Access dans le but d'afficher, de récapituler, d'organiser ou d'interroger ces données géographiques.

## **Chapitre2 : Elaboration des cartes**

Dans notre cas, on a déjà une base de données conçue avec Microsoft Access 2000. Or, vu la compatibilité qui existe entre le logiciel Microsoft Access 2000 et le Logiciel MapInfo Professional 6.0 ,grâce à la connexion SQL qui est déjà disponible dans MapInfo.

Ainsi, on a les tables d'attributs qui sont nécessaires pour l'élaboration des cartes que nous voulons faire.

### **II.1. Méthodologie d'élaboration des cartes avec MapInfo**

#### **II.1.1. Données tabulaires**

Pour ouvrir les données tabulaires, Il faut aller dans le menu « Fichier / ouvrir table » ou cliquer sur l'icône « ouvrir table ». Ensuite choisir d'ouvrir une table au format Microsoft Access (\*.mdb) par le menu déroulant et choisir votre nom de fichier Access et choisir les tables que vous voulez charger.

Par conséquent, on a une ou des fenêtres données qui correspondent au nombre des tables que vous voulez charger.

#### **II.1.2. Création des points**

Une fois que nous avons la fenêtre donnée ouverte et comportant deux champs numériques : coordonnées X et Y. Pour la création des points proprement dite, il faut aller dans le menu « Table / créer Points ».

Ensuite une boîte de dialogue « Créer points » s'affiche pour pouvoir choisir la projection et saisir la limite des coordonnées dans notre cas la projection est non terrestre en mètres, les champs servant pour les Coordonnées X et Y et le symbole représente les points. Et, pour afficher les points, cliquer sur le menu « Fenêtre/ Carte » et choisir le nom de la table que vous voulez afficher par la menu déroulant.

#### **II.1.3. Habillage**

L'habillage est un ensemble d'indication et de figuration disposée dans la marge. Elle a pour but de mieux présenter la carte.

En général, elle est composée de cinq tâches qui sont les suivantes :

- la grille de coordonnées
- le titre
- l'indication (qui indique les quatre points cardinaux)
- l'échelle : en général sur MapInfo nous avons une échelle graphique
- la légende

#### II.1.4. Mise en page

Le but dans cette partie est de mettre en une seule page les fenêtres car en général dans MapInfo les légendes se trouvent dans une autre fenêtre.

#### II.1.5. Résumé de démarche pour l'élaboration des cartes

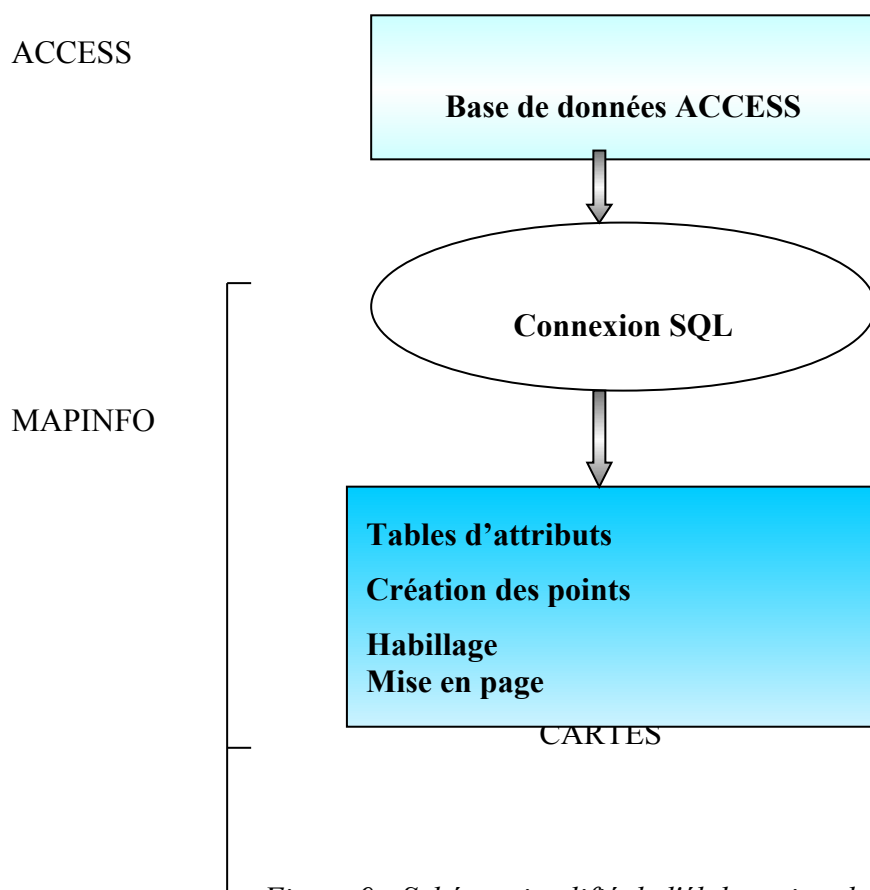


Figure 9 : Schéma simplifié de l'élaboration des cartes



## II.2. Présentation des cartes

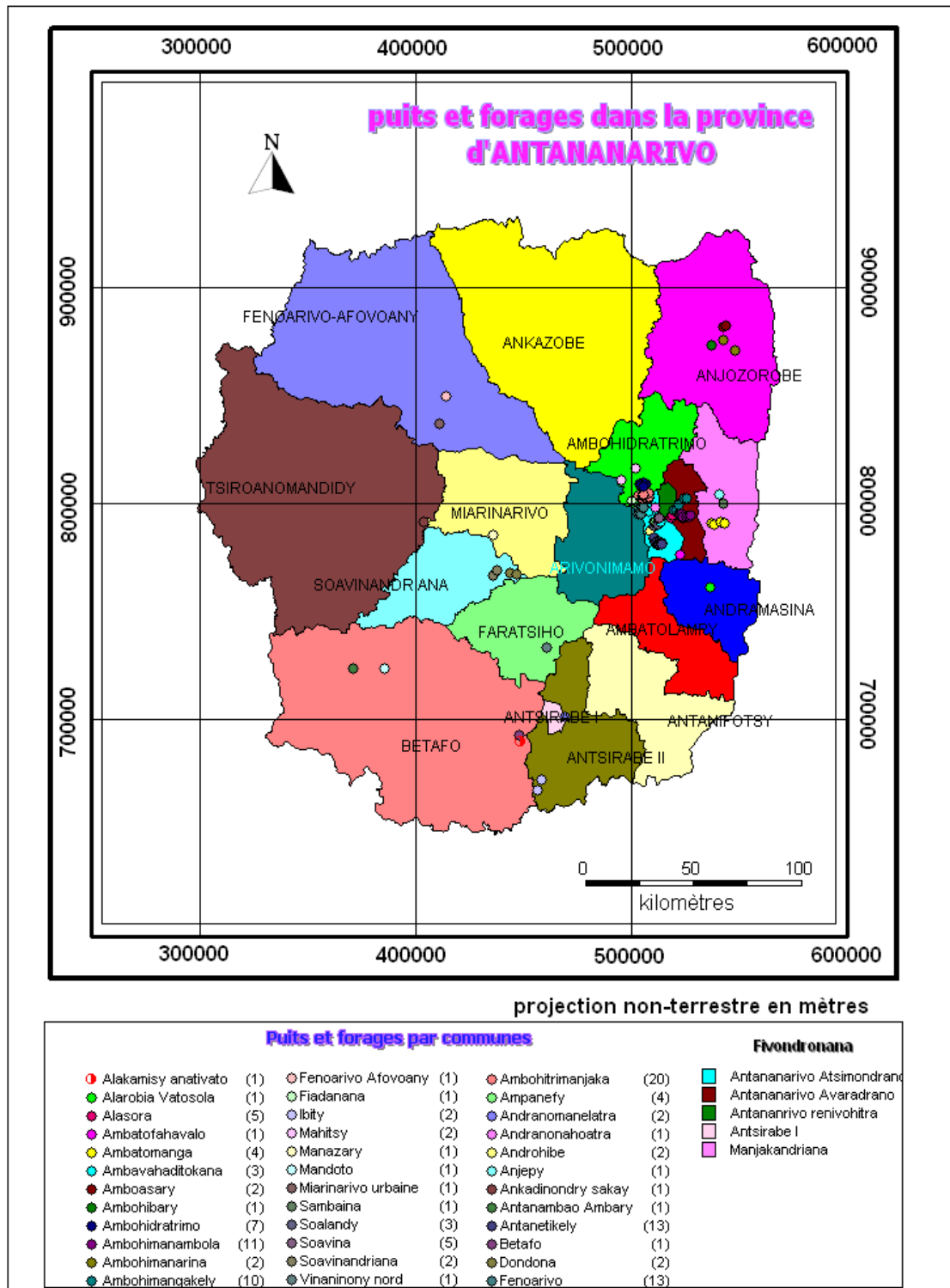


Figure 10 : Puits et forage dans la province d'Antananarivo

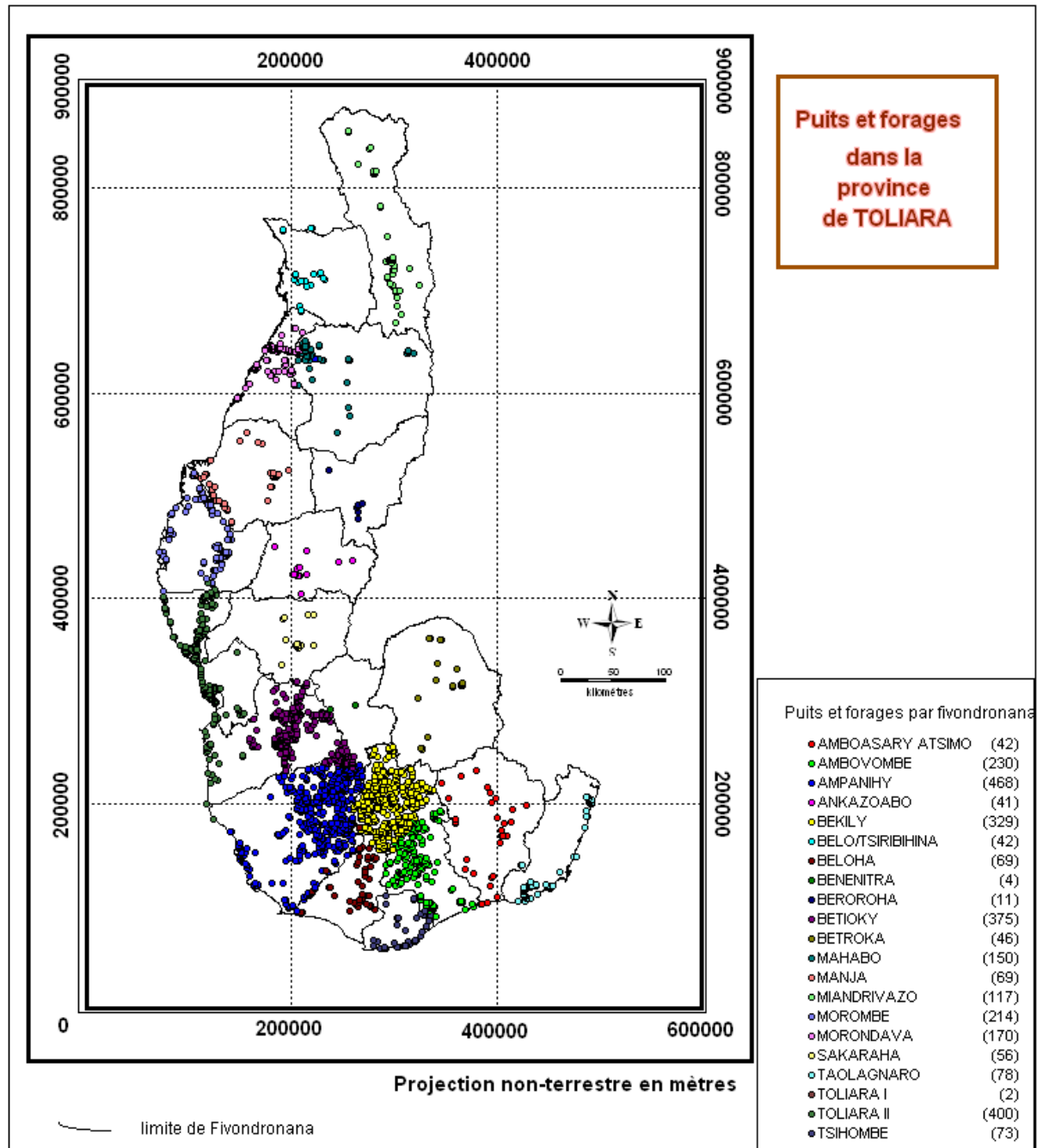


Figure 11 : Carte d'emplacement des puits et forages dans la province de Toliara

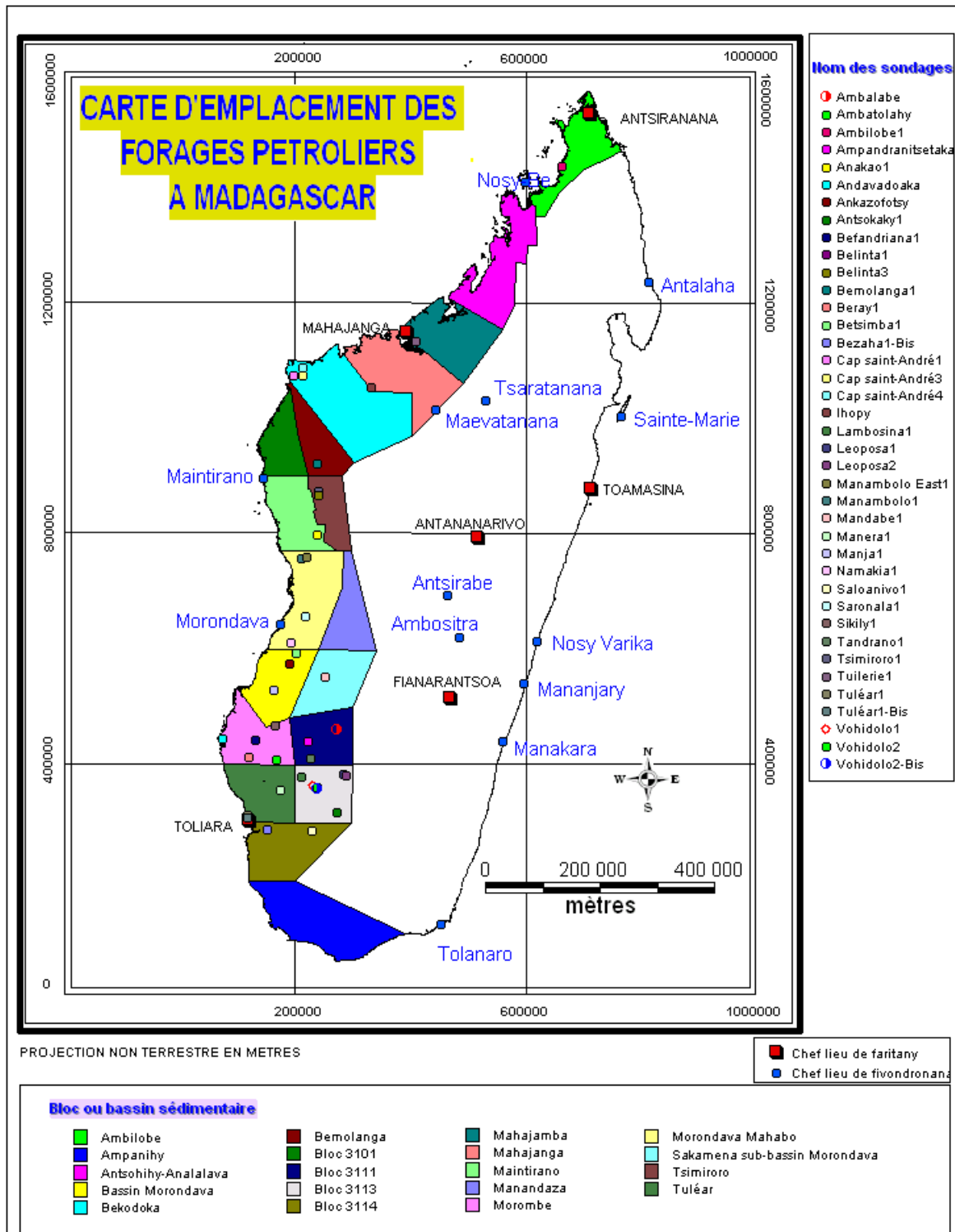


Figure 12 : Carte d'emplacement des forages pétroliers de Madagascar

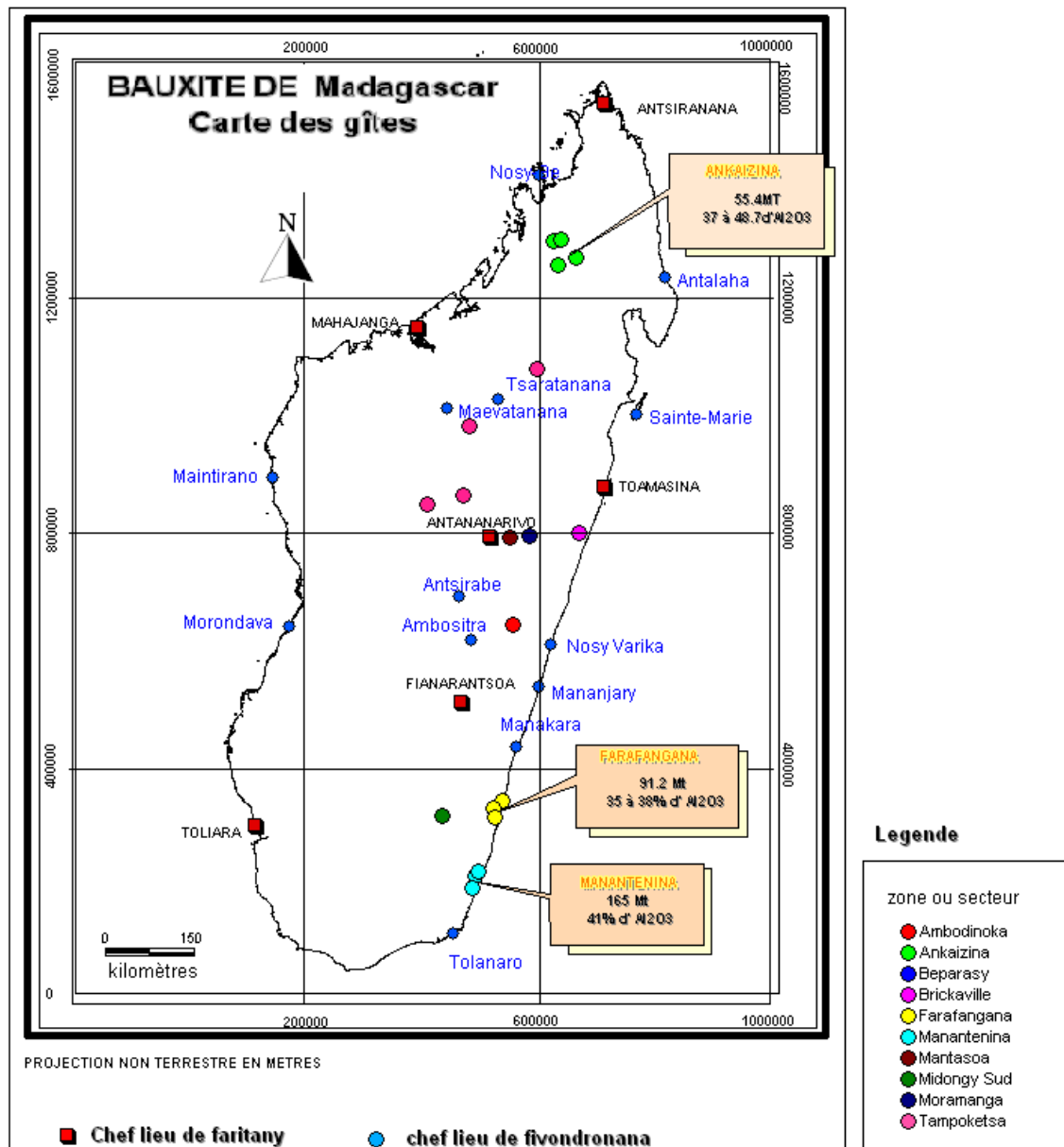


Figure 13: Carte des gîtes de bauxite de Madagascar

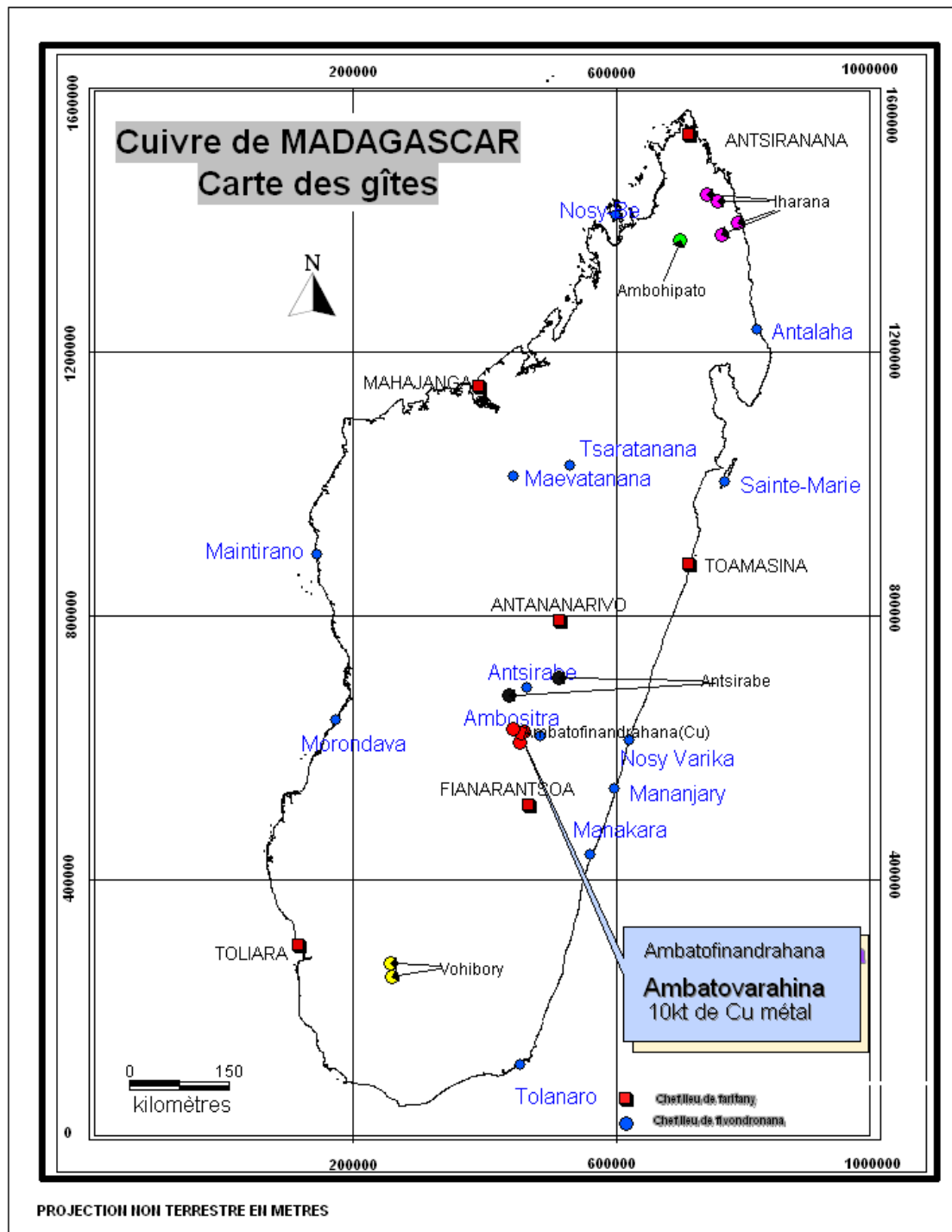


Figure 14: Carte des gîtes de cuivre de Madagascar

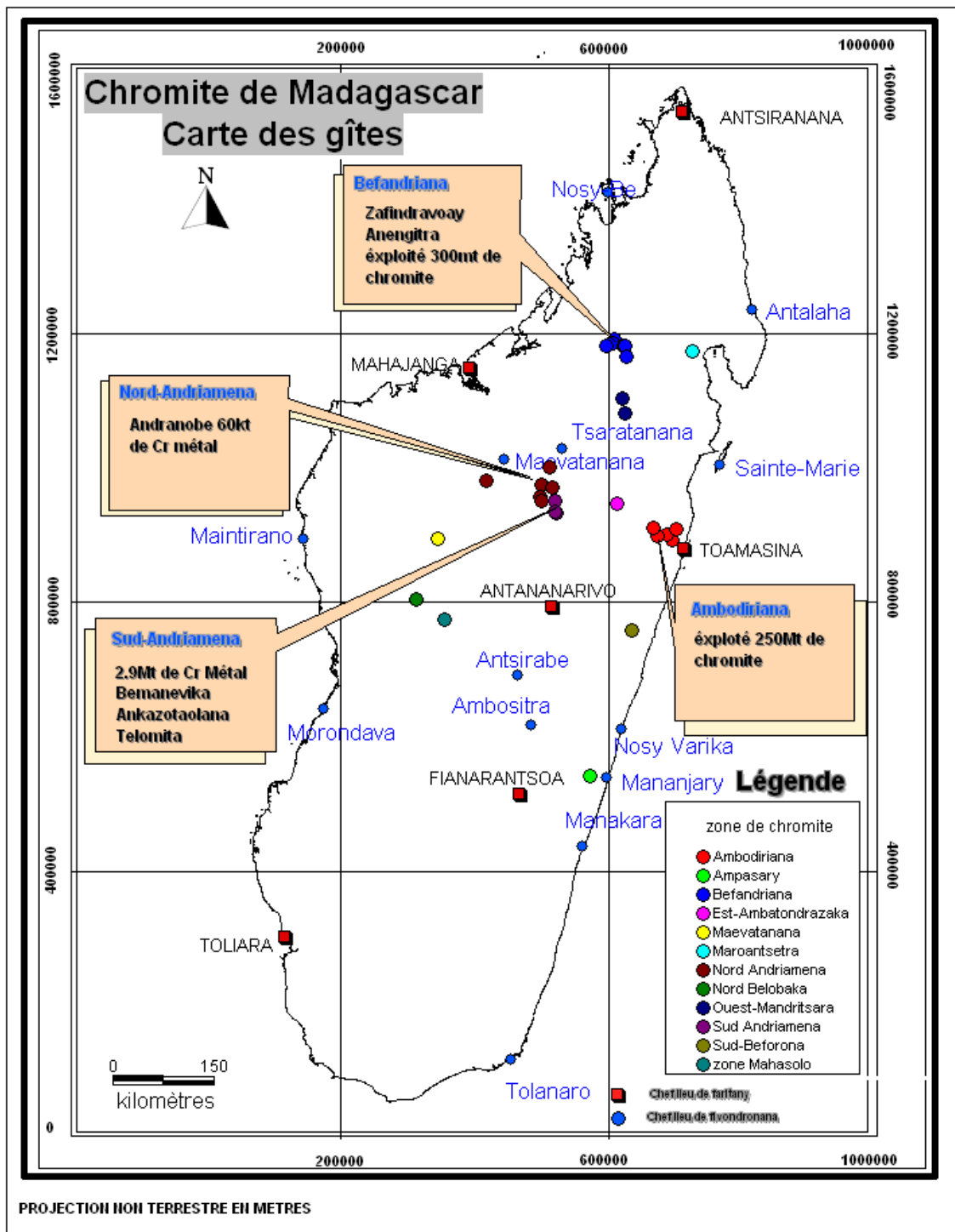


Figure 15: Cartes des gîtes de chromite de Madagascar

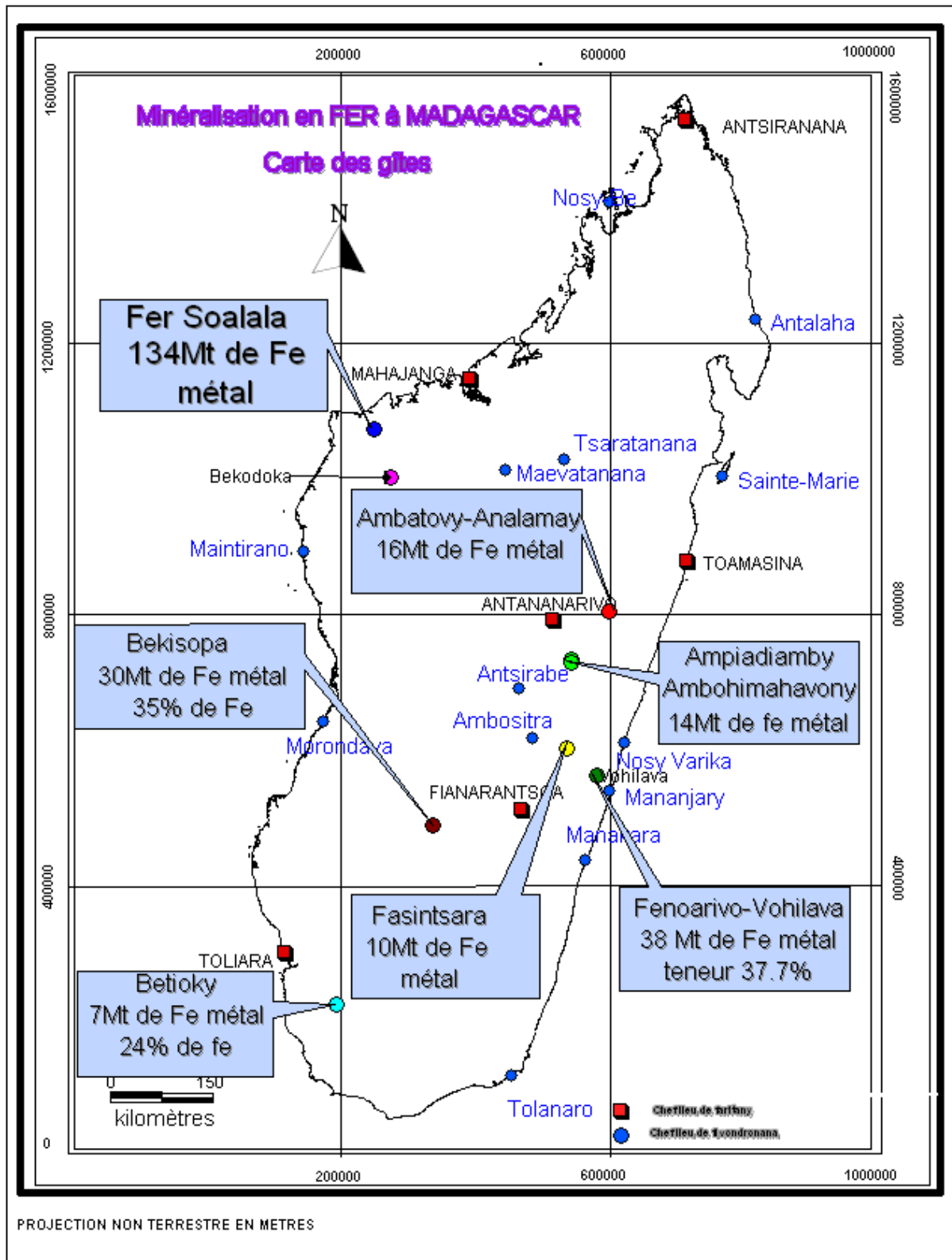


Figure 16: Carte des gîtes de fer à Madagascar

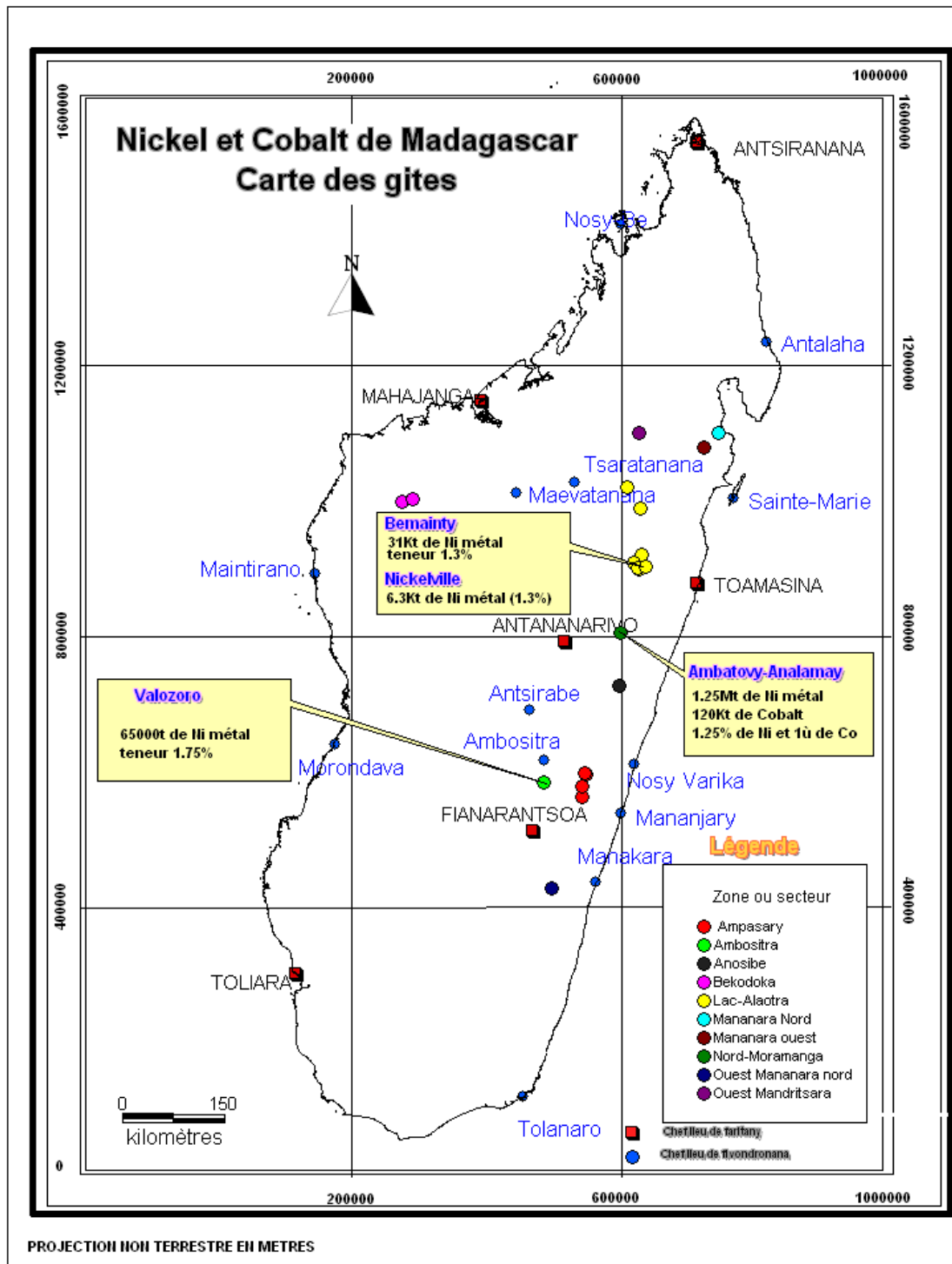


Figure 17: Carte des gîtes de Nickel et Cobalt à Madagascar



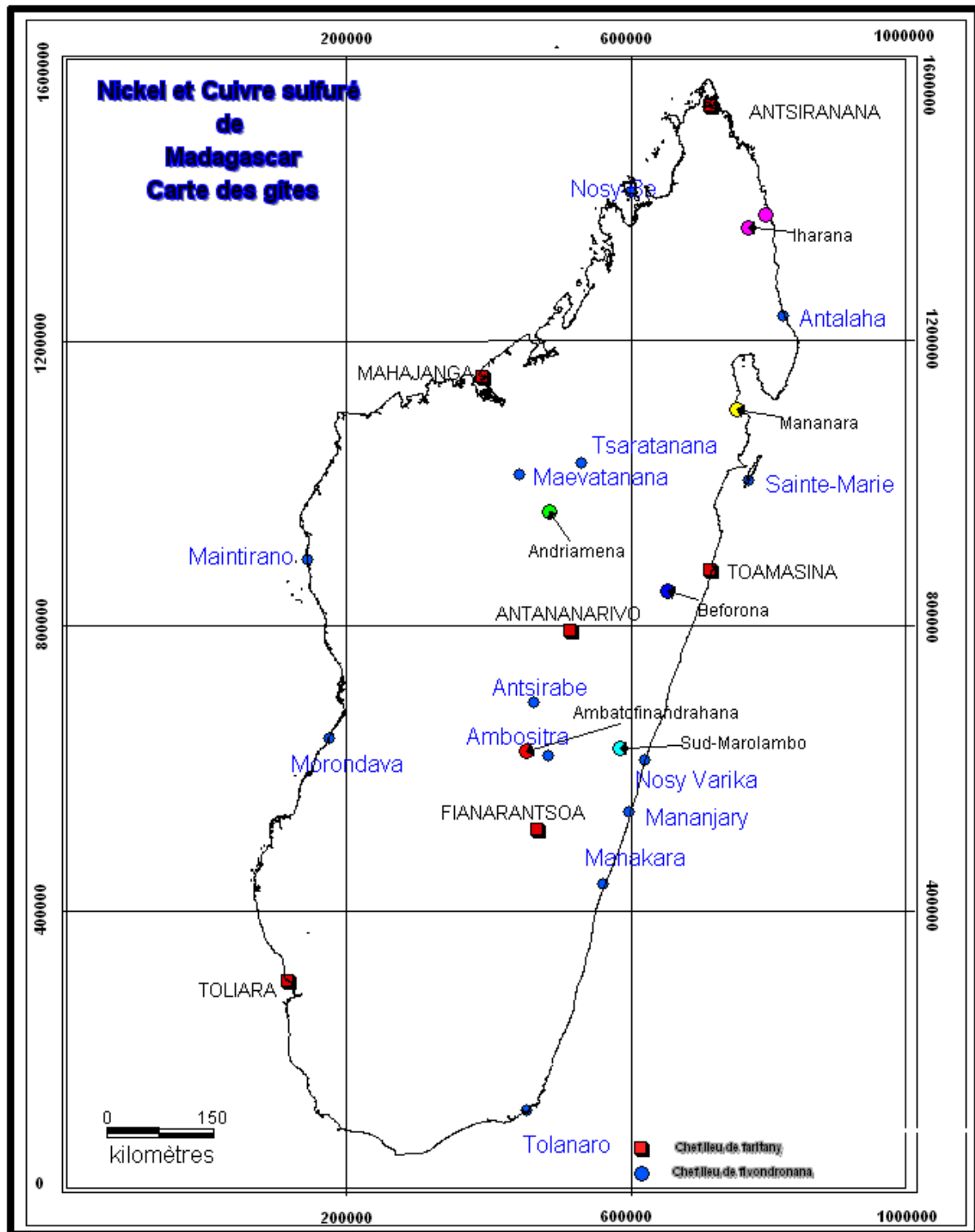


Figure 18: Carte des gîtes de Nickel et Cuivre sulfuré à Madagascar

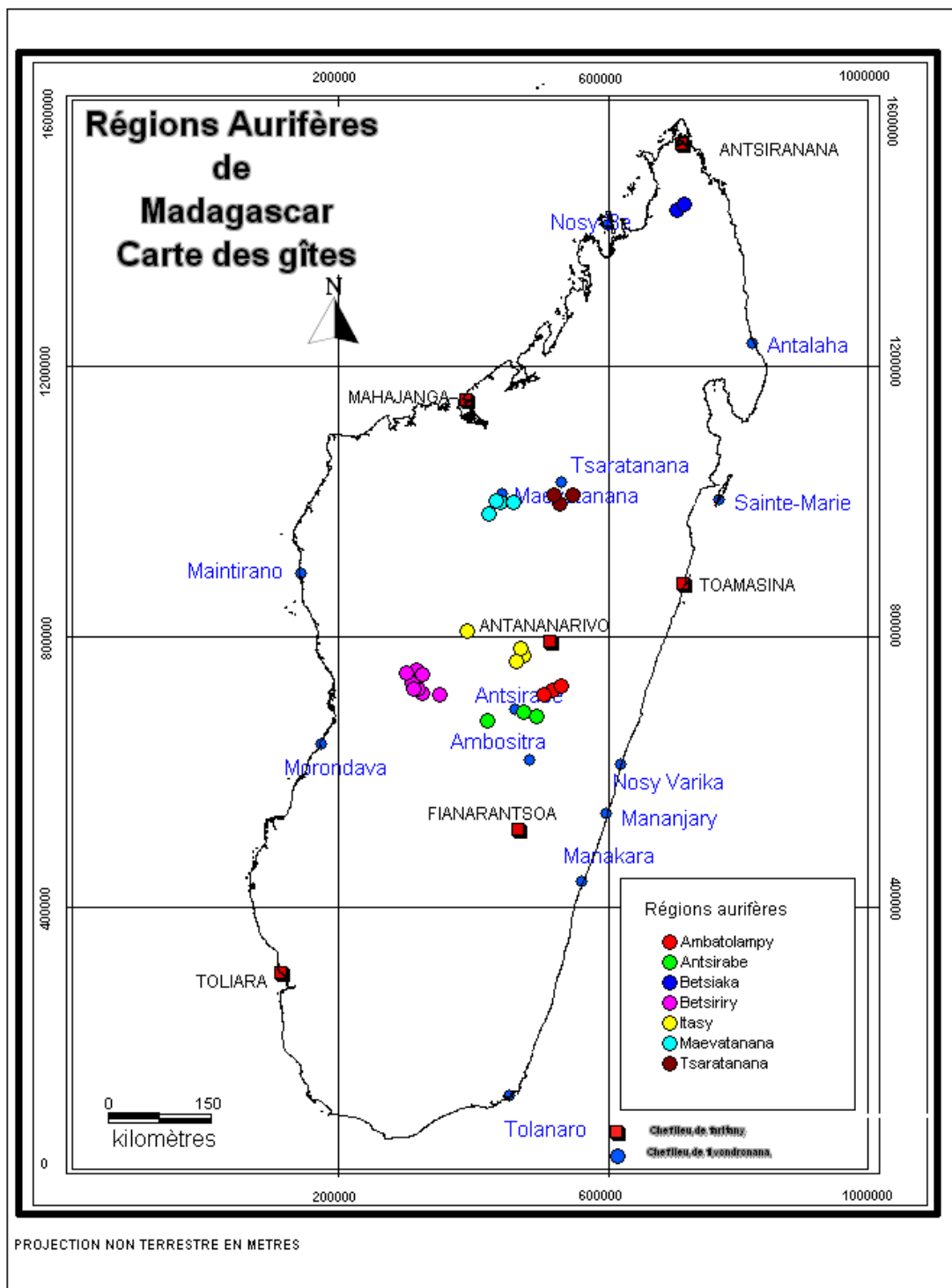


Figure 19: Cartes des gîtes aurifères de Madagascar

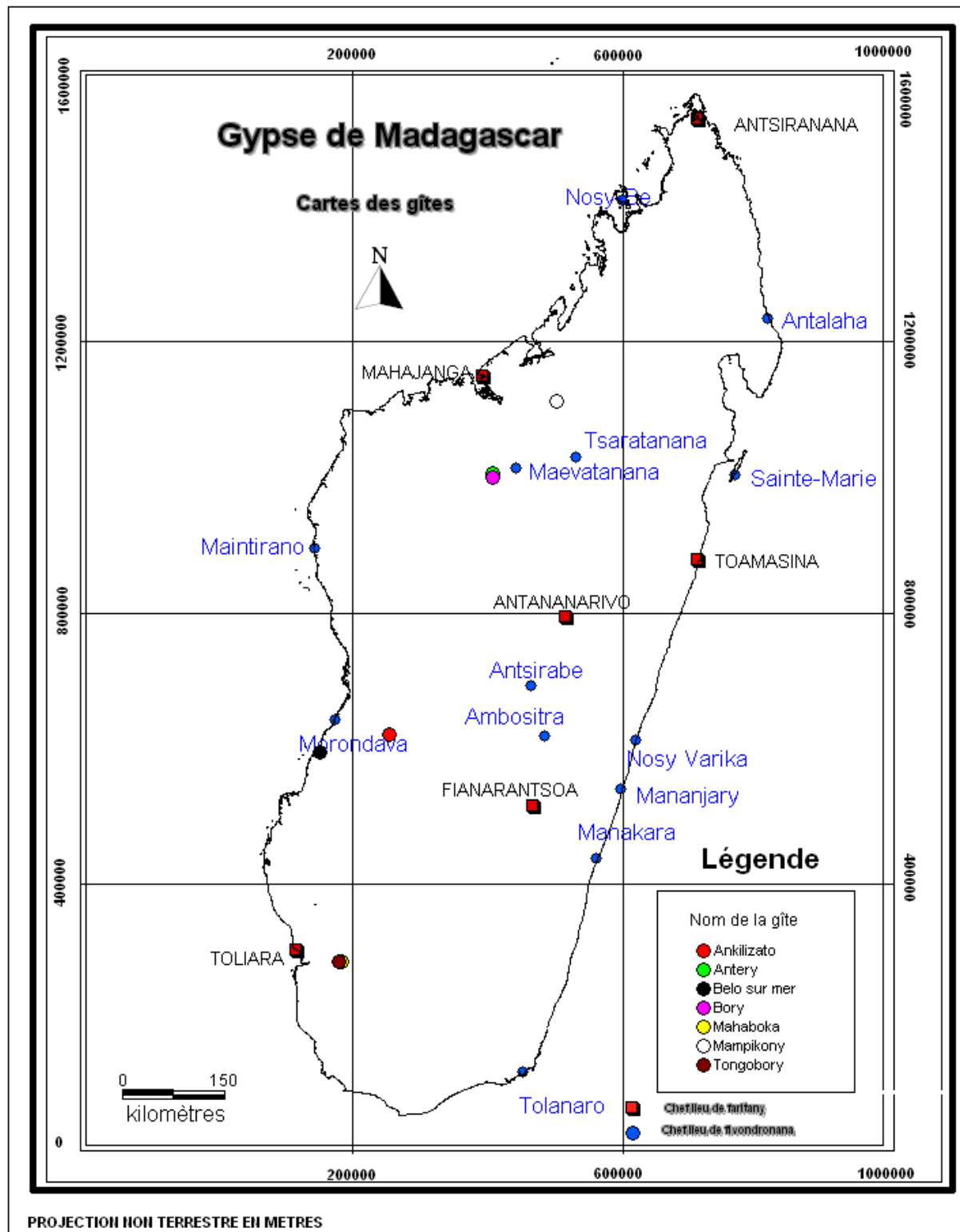


Figure 20: Carte des gîtes de gypse à Madagascar

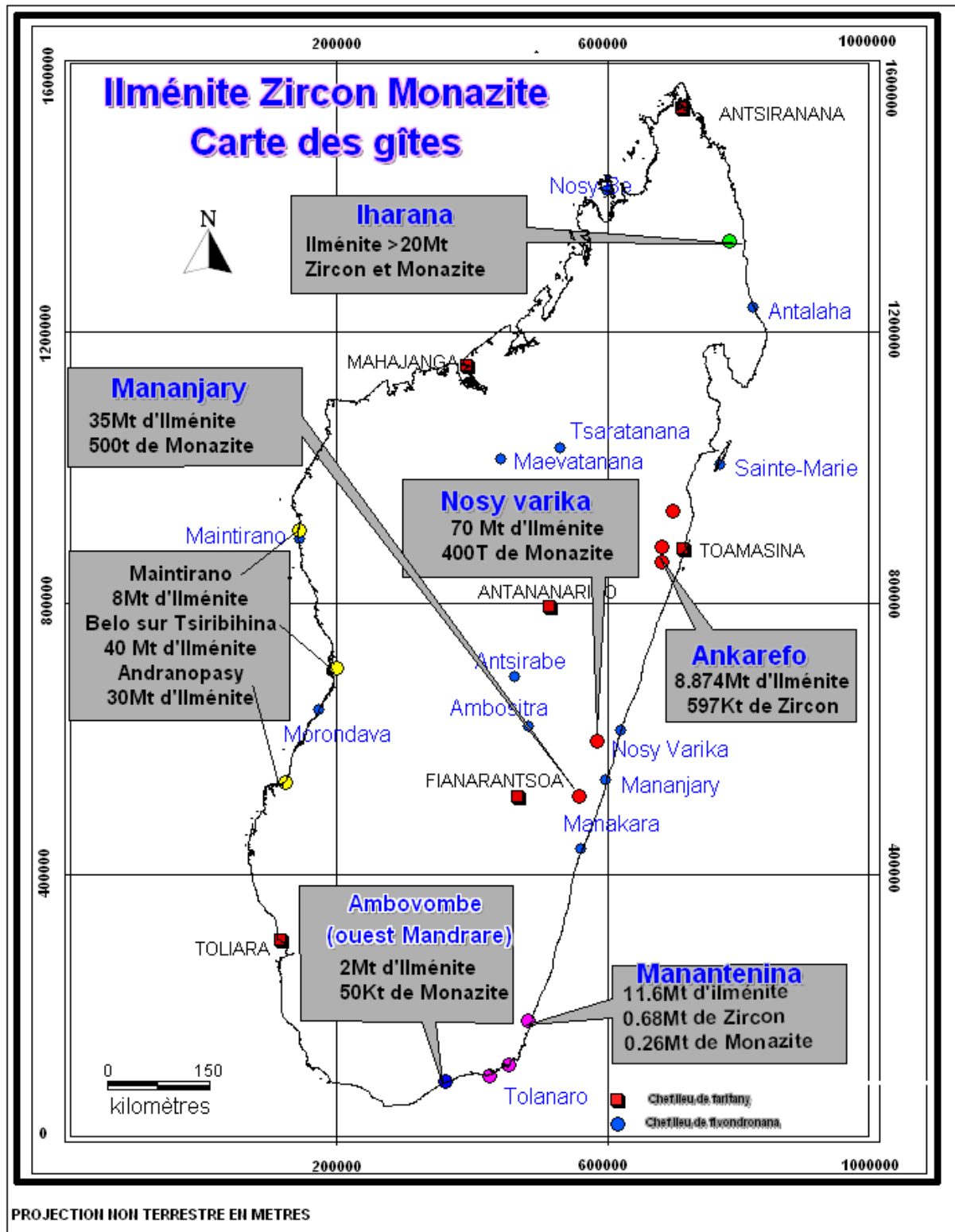


Figure 21: Carte des Gîtes d'Ilménite, Zircon et Monazite à Madagascar

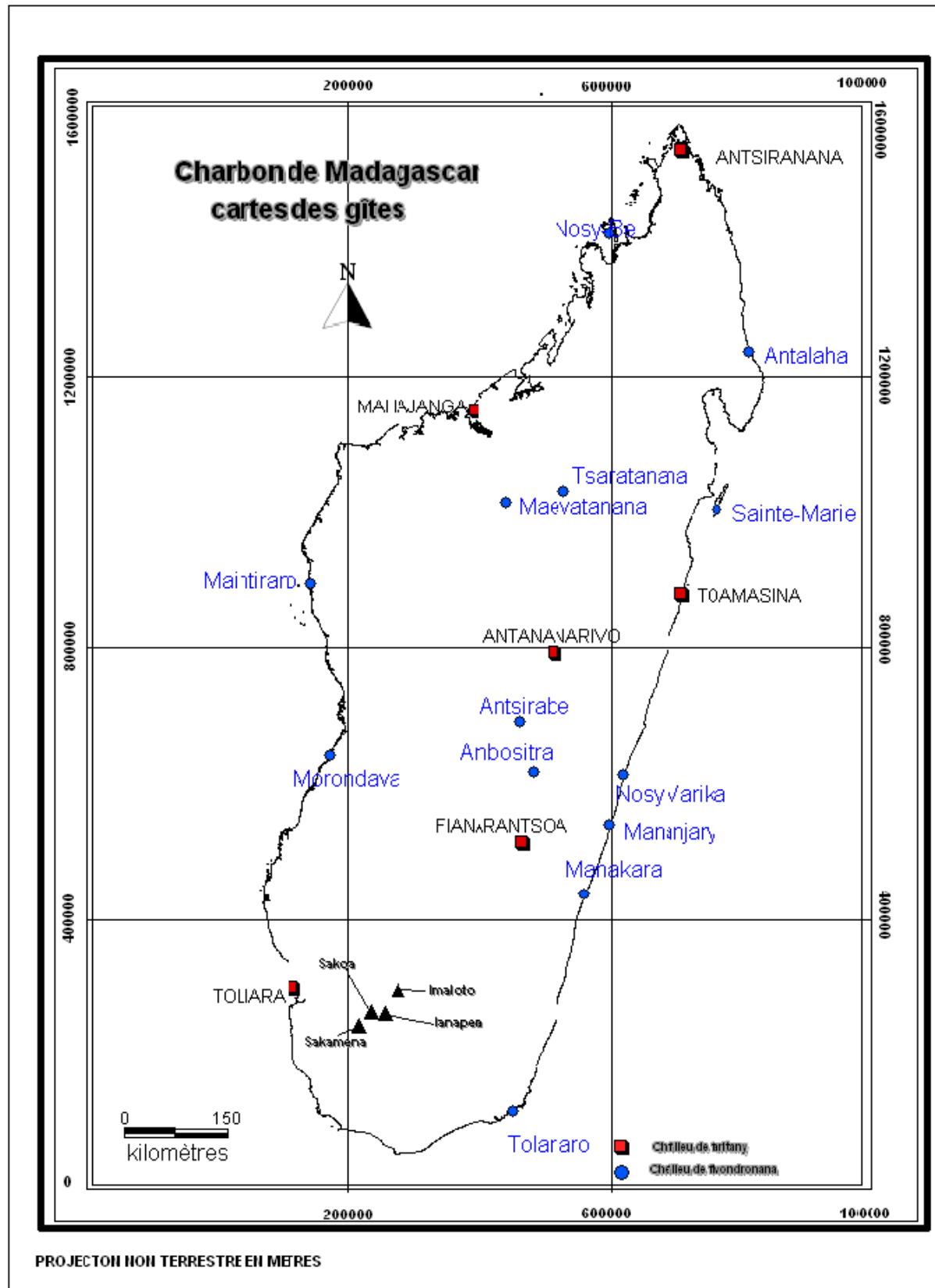


Figure 22: Cartes des gîtes de Charbon à Madagascar

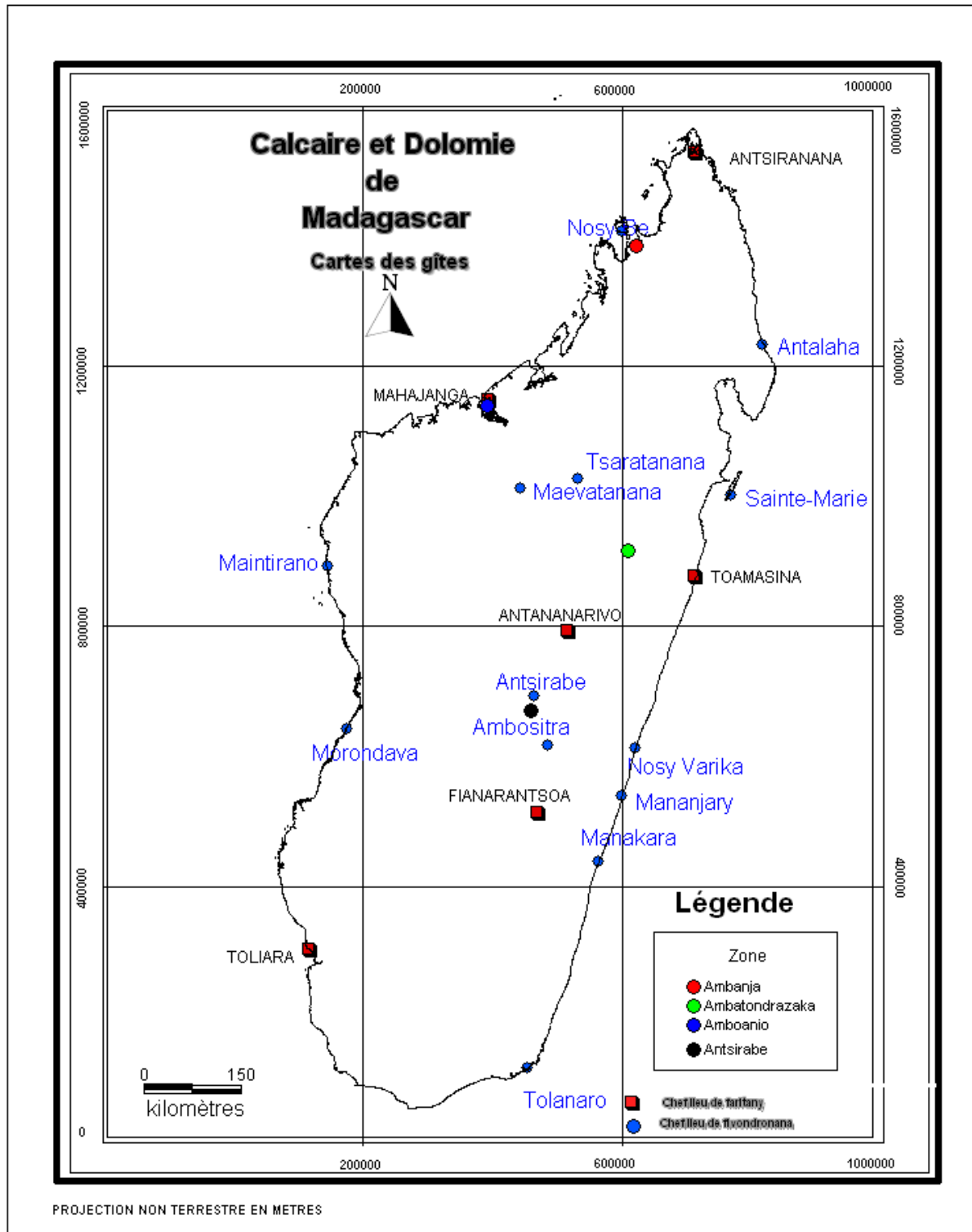


Figure 23: Carte des gîtes de Calcaire et Dolomie à Madagascar

*Conclusion*





## *Conclusion*

Madagascar dispose d'un potentiel de ressources naturelles relativement considérable. Et si considère le secteur minier, par exemple, on remarque que les gisements se répartissent, pratiquement, dans toute l'île et que même, quelque fois, il y a des gisements où on rencontre deux ou plusieurs substances. Pour les hydrocarbures (pétrole, gaz, huile lourde, grès bitumineux), les gisements sont situés notamment dans la partie sédimentaire, surtout l'Ouest et le Sud-Ouest. Les sondages et les forages constituent, on l'a vu, les outils de décision fondamentaux.

Les grands travaux de construction (bâtiments, routes, ouvrages d'art, infrastructures diverses) continuent à se développer, on a aussi fort besoin des sondages et des forages. L'alimentation en eau potable de la population, rurale principalement, constitue l'un des défis majeurs du Gouvernement malgache. Là encore, les sondages et les forages jouent un rôle plus qu'important. On peut, ainsi, saisir que sans le sondage et le forage, le développement socio-économique du pays ne pourra jamais se réaliser.

C'est dans ce contexte que cette base de données a été conçue et développée au sein du Laboratoire de Géophysique Appliquée de l'IOGA. Le logiciel Microsoft Access nous a permis de stocker les informations relatives aux puits réalisés sur l'ensemble du pays, du moins ceux qui sont consignés dans les rapports techniques des travaux que nous avons pu consulter. Des visualisations rapides de l'information en utilisant des filtres ou des requêtes sont proposées. Le logiciel MapInfo Professional a été utilisé pour créer et élaborer les cartes à partir des données enregistrées sur Access. Cette approche permet de voir l'emplacement des différents ouvrages à Madagascar.

Nous espérons, qu'à travers cette étude, les utilisateurs des sondages et forages ainsi que les décideurs, puissent maintenant saisir tout l'intérêt de ces outils dans la conception et la réalisation des projets de développement à Madagascar. Accès et confidentialité ont fait que nous n'avions pas pu consulter un grand nombre de documents notamment au niveau des organismes : BRGM, OMNIS, COLAS, ..... mais nous pensons qu'un jour ces données seront disponibles et viendront compléter notre Base de Données des sondages et forages de Madagascar.



## *Bibliographie*

## Bibliographie

BESAIRIE H., COLLIGNON M., 1972. Géologie de Madagascar, Les terrains sédimentaires, 447 pages.

BESAIRIE H., 1966. Gîtes minéraux de Madagascar, 423 pages.

BRGM, 1985. Plan directeur d'action pour la mise en valeur des ressources du sol et sous-sol de Madagascar (Première partie), 506 pages.

BRGM, 1985. Plan directeur d'action pour la mise en valeurs des ressources du sol et sous-sol de Madagascar (Deuxième partie), 373 pages.

FOUCOLT A., RAOUL J.F., 2003. Dictionnaire de géologie (5è édition), 379 pages.

JICA, 1991 Etude de l'exploitation des eaux souterraines dans la région du sud-ouest de la République Démocratique de Madagascar (Projet du rapport Final).

JICA, 1995. Groundwater development study in the south-western region of the republic of Madagascar (phase II).

MICROSOFT CORPORATION, 2000. Guide de l'utilisateur Access, 898 pages.

RAMAROSON S. J., 1968. Cours de Forage à l'usage des élèves prospecteurs, 23 pages.

RASOLOMANANA E.H., 2005. Cours de Sondage et Forage, MSTGA2, Faculté des Sciences Université d'Antananarivo.

<http://www.irisa.fr/ProHPC/DRILL.HTM>

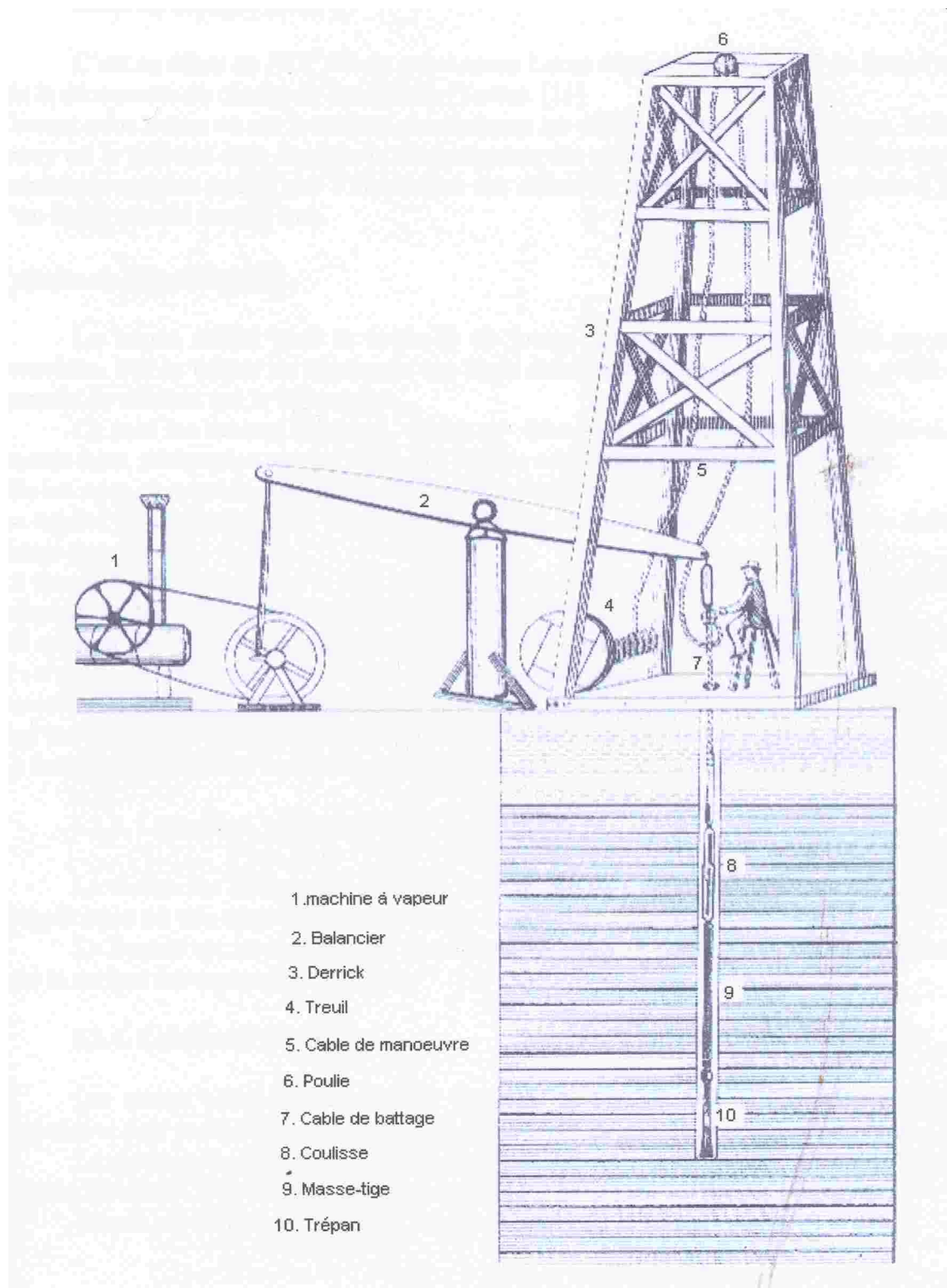
<http://www.glossary.oilfield.slb.com/files>

<http://www.dynatec.ca>

<http://www.conformaclad.com>

<http://www.info3000.com>

*Annexes*

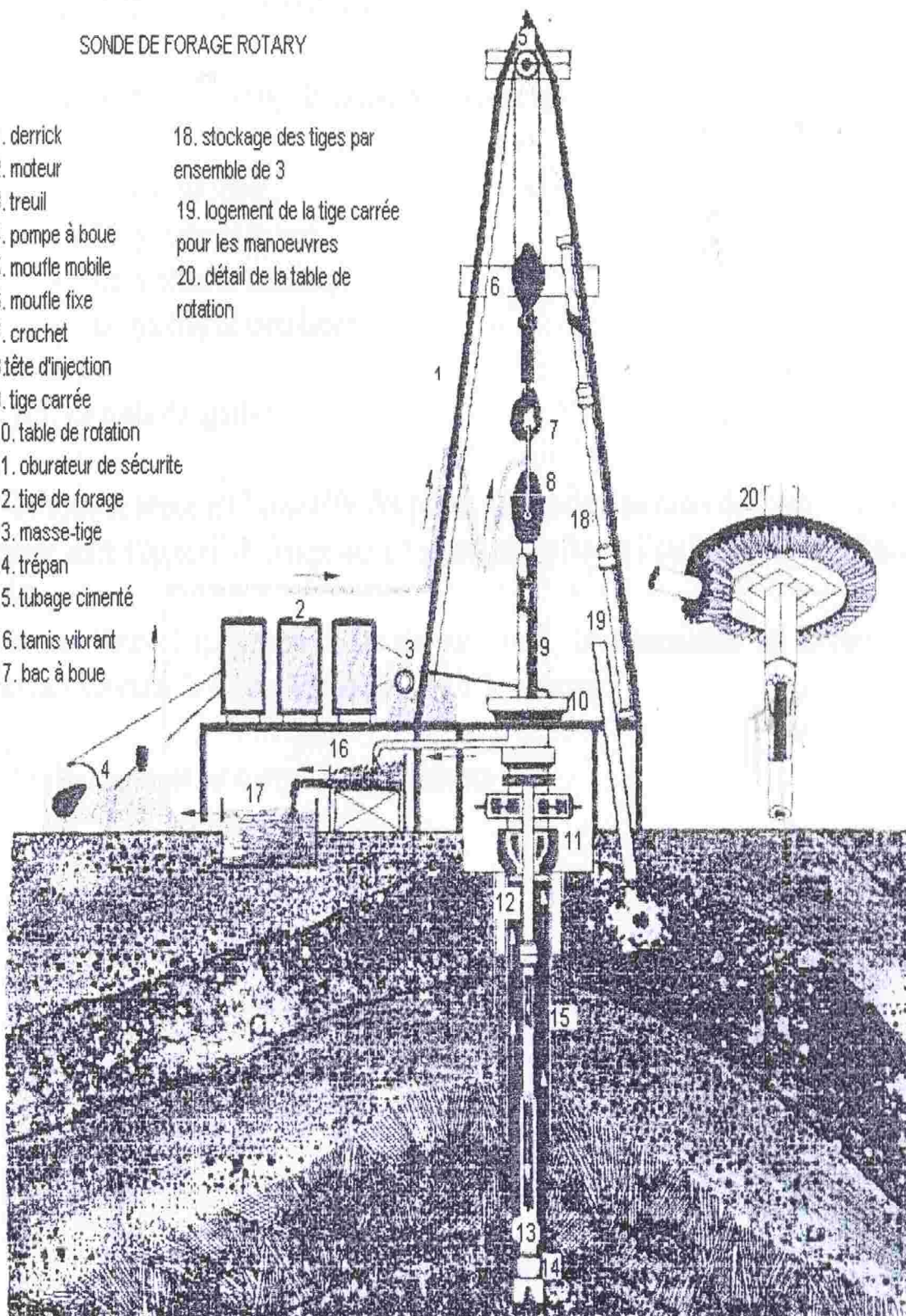


Annexe1 : Schéma de foreuse au battage

# SONDE DE FORAGE ROTARY

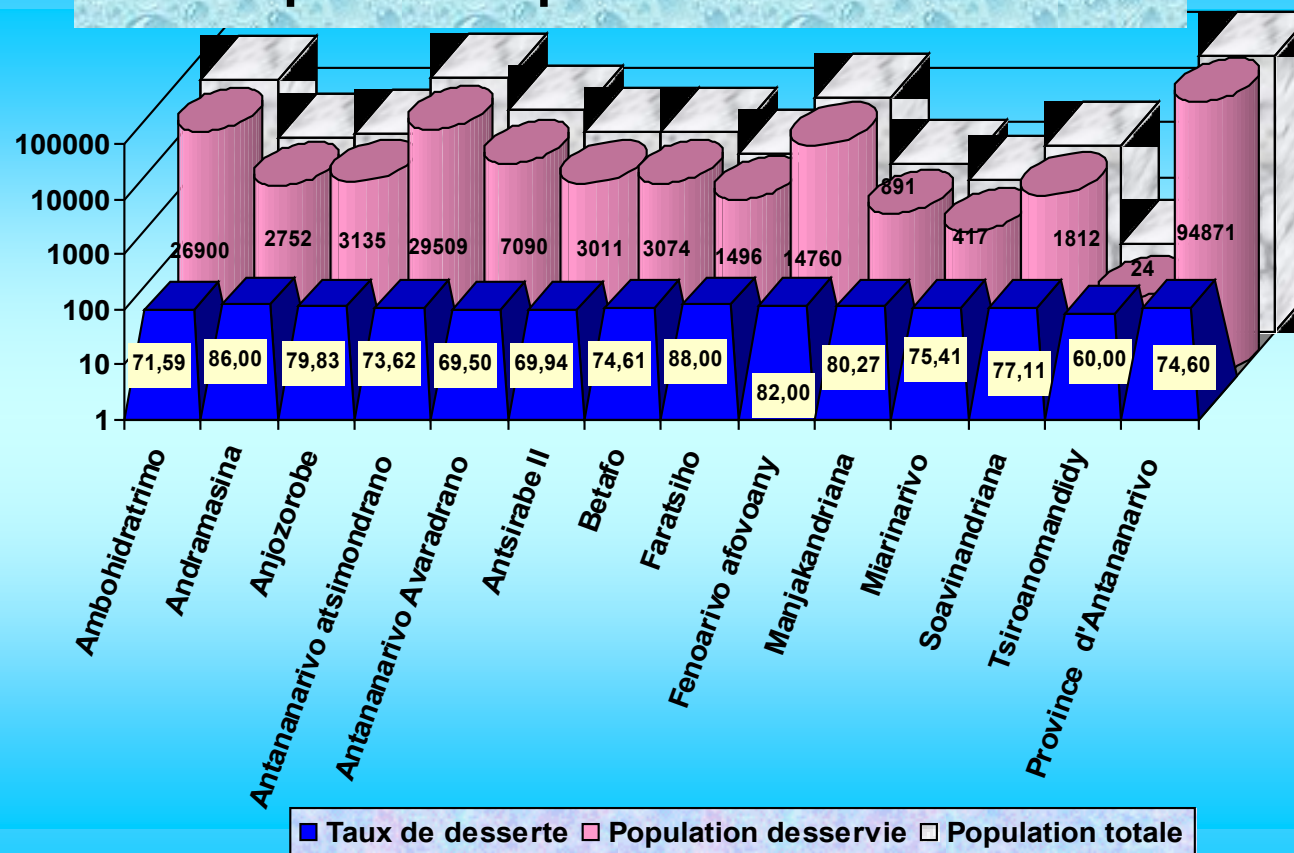
1. derrick
2. moteur
3. treuil
4. pompe à boue
5. moufle mobile
6. moufle fixe
7. crochet
8. tête d'injection
9. tige carrée
10. table de rotation
11. obturateur de sécurité
12. tige de forage
13. masse-tige
14. trépan
15. tubage cimenté
16. tamis vibrant
17. bac à boue

18. stockage des tiges par ensemble de 3
19. logement de la tige carrée pour les manoeuvres
20. détail de la table de rotation



Annexe2 : Schéma de foreuse Rotary

## Statistique de la province d'Antananarivo

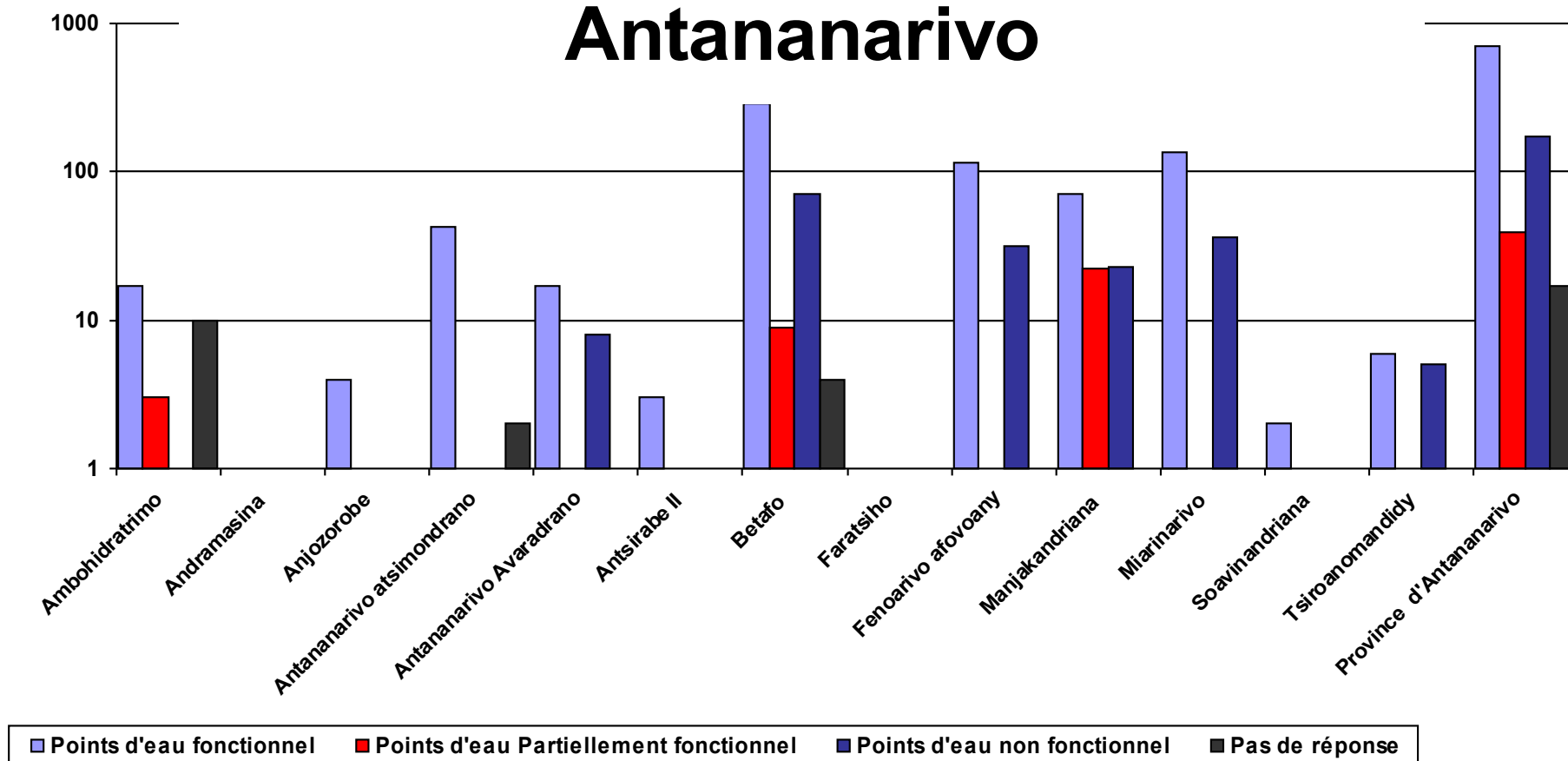


Annexe3 : Statistique des taux de desserte dans la province d'Antananarivo



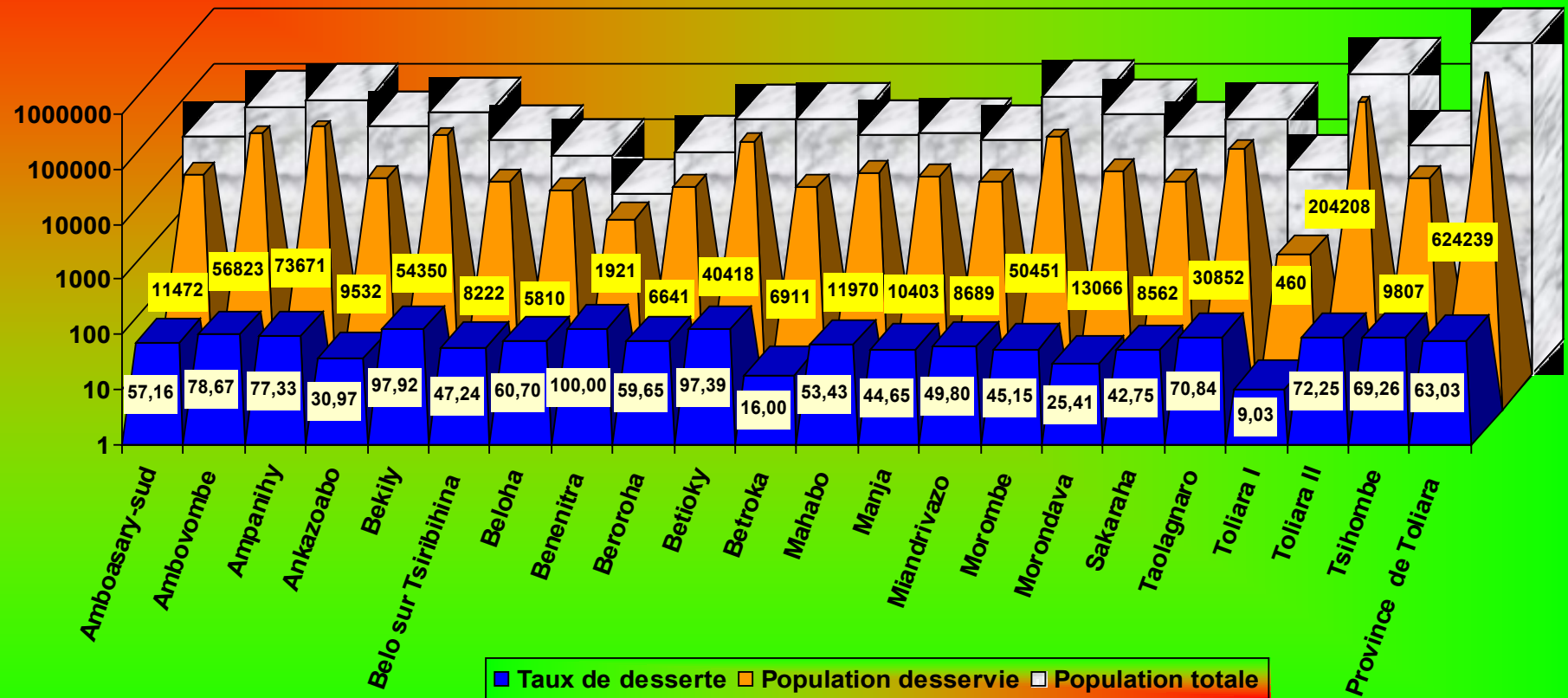
# Statistique des états des ouvrages

## Antananarivo



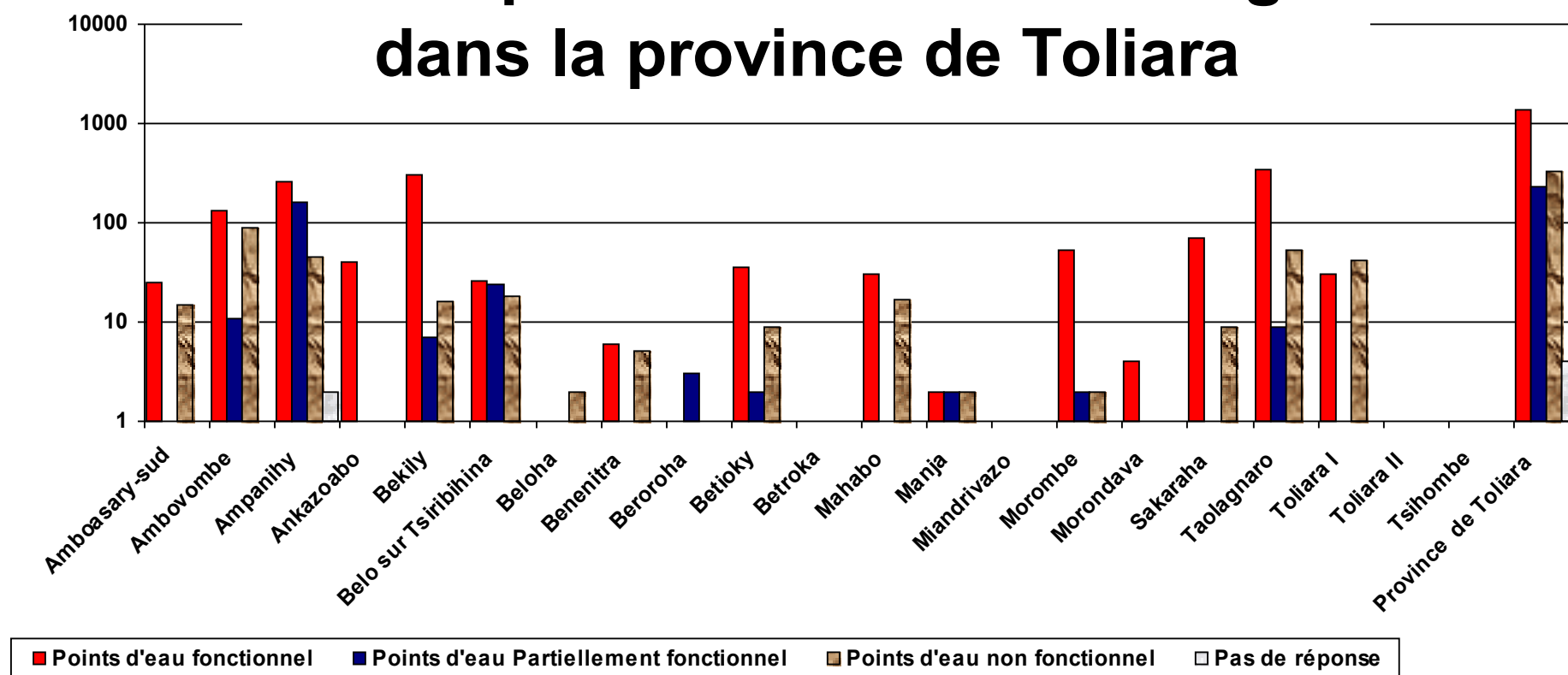
Annexe 4 : Statistique des états des ouvrages dans la province d'Antananarivo

# Statistique province de Toliara



Annexe5 : Statistique des taux de desserte dans la province de Toliara

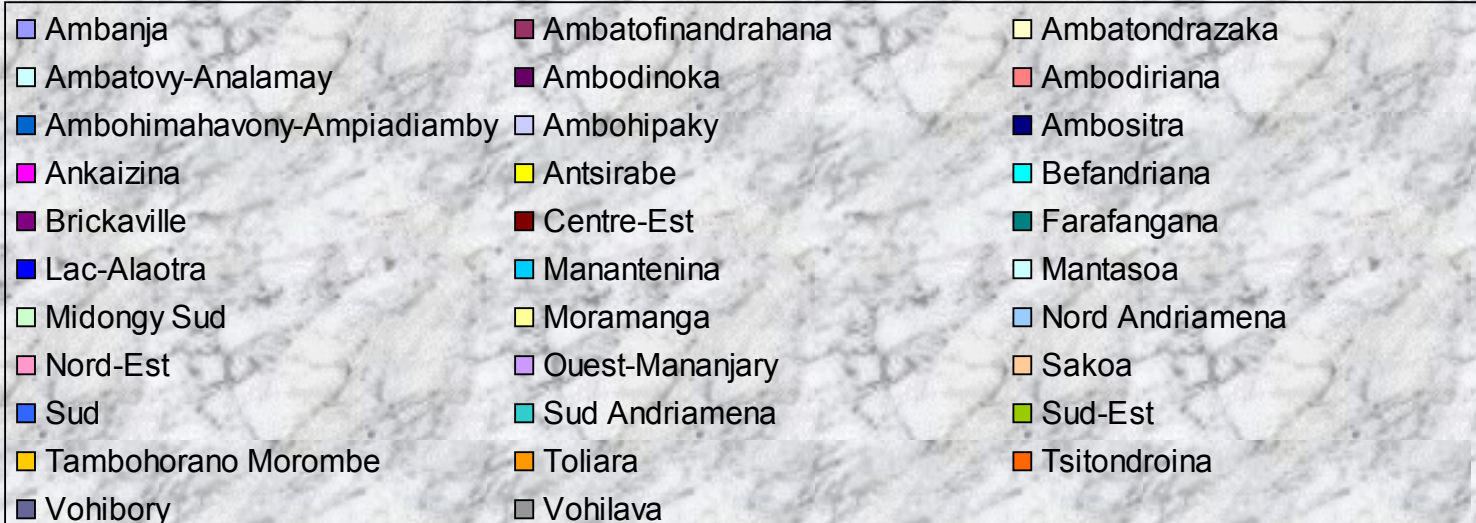
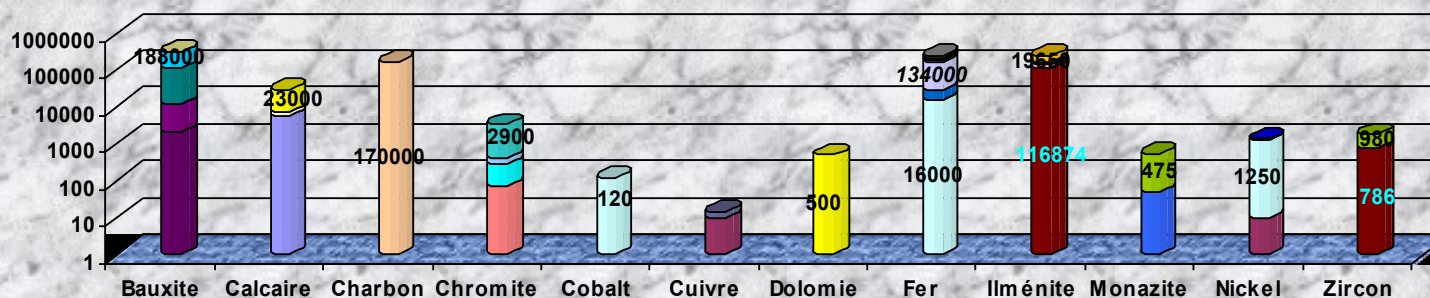
# Statistique des états des ouvrages dans la province de Toliara



Annexe6 : Statistique des états des ouvrages dans la province de Toliara

# Statistique de géologie et mine

En échelle logarithmique et valeurs en kilotonnes



Annexe 7 : Statistique de la géologie et mine

## Résumé

Une base de données sur les travaux de sondage et de forage réalisés à Madagascar a été conçue et réalisée au sein du laboratoire de Géophysique Appliquée de l'IOGA. Les domaines géologique, minier et pétrolier, l'hydrogéologie et le génie civil sont abordés dans l'étude. Les caractéristiques générales des ouvrages : localisation, type, nature, substance, concernée, etc... sont archivées sur le système de gestion de BD sous Access 2000.

Des cartes de synthèse des données, élaborées à l'aide du logiciel MapInfo et liées à la BD sur Access, sont également proposées dans l'ouvrage. Une possibilité de mise à jour au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données est aussi avancée.

**Mots clés-** base de données, sondage, forage, géologie, mines, hydrogéologie, génie civil, Access, MapInfo.

## Abstract

A data base on work of surveys and drillings carried out in Madagascar was conceived and carried out within the laboratory of Applied Geophysics of IOGA. The fields geological, mining and oil, hydrogeology and the civil engineering are approached in l'étude. General characteristics of the works: localization, type, nature, substance, concerned, etc... are filed on the system of management of data base Access 2000.

Maps of synthesis of the data, elaborated with the Professionnal MapInfo software and related to the data base on Access, are also proposed in this work. A possibility of progressively update with acquisition of new data is also proposed.

**Key words:** data base, survey, drilling, geology, mines, hydrogeology, civil engineering, Access, MapInfo