

Liste des figures

- Figure 01** : Organigramme du déroulement du travail ;
- Figure 02** : Photo d'un cristal de diamant brut ;
- Figure 03** : La réflexion et la réfraction de la lumière visible dans un diamant taillé ;
- Figure 04** : Dureté du diamant en comparaison de celle des autres minéraux sur les échelles de Mohs (rayure) et de Knoop (indentation) ;
- Figure 05** : Représentation schématique de la classification des diamants en fonction de la qualité de leurs inclusions ;
- Figure 06** : Représentation schématique de la classification des diamants en fonction de leur couleur et de leur brillance ;
- Figure 07** : Structure idéale d'un gisement kimberlitique ;
- Figure 08** : Processus de subduction suivie d'exhumation et gisements de diamant associés ;
- Figure 09** : Schéma d'une portion de croûte en exhumation expliquant la remontée du diamant dans une marge active ;
- Figure 10** : Carte simplifiée du gisement de diamant de Dabie Chan ;
- Figure 11** : Fabrication expérimentale du diamant avec les différentes phases de carbone sous pression de 9GPa ;
- Figure 12** : Variation de rendement du diamant avec le temps dans une expérience sous condition de 7.7 GPa et 1500°C ;
- Figure 13** : Domaine de cristallisation du diamant dans la racine de craton ;
- Figure 14** : Répartition générale des cratons (C), provinces Tectoniques (Archons, >2 .5 Ga; Protons entre 2,5 - 1,6 Ga et Tectons entre 1,6 et 0,8 Ga) et les grands gisements de diamant dans le Monde ;
- Figure 15** : Carte des gisements diamantifères à travers le Monde ;
- Figure 16** : Craton Sud Africain ;
- Figure 17** : Carte géologique du socle archéen de l'Afrique du Sud ;
- Figure 18** : Carte des linéaments et alignements des pipes Sud Africaines ;
- Figure 19** : Position des deux champs de kimberlite de l'Inde par rapport au Bassin de Cuddapah ;
- Figure 20** : Reconstitution paléogéographique du Rhodinia à 750 Ma ;
- Figure 21** : Reconstitution paléogéographique de Madagascar et ses alentours à 750 ± 50 Ma ;

Figure 22 : Reconstitution de paléogéographie. (a) dislocation de Rhodinia à 750Ma, (b) début d'accrétion du Gondwana à 630Ma, (c) phase intermédiaire à 570Ma, (d) le supercontinent Gondwana avec ses éléments venus de la dislocation de Rhodinia à 530Ma ;

Figure 23 : Carte de simulation du mouvement de Madagascar;

Figure 24 : Position de Madagascar et des cratons Africains par rapport au linéament Gondwanien ;

Figure 25 : Les dykes Crétacés de l'Afrique de l'Est ;

Figure 26 : Les zones affectées par l'orogenèse Est africaine ;

Figure 27 : Reconstitution du « Greater Dharwar Craton » ;

Figure 28 : Carte géologique de Madagascar ;

Figure 29 : Carte géologique du domaine d'Antongil ;

Figure 30 : Les provinces volcaniques de Madagascar ;

Figure 31 : Carte des structures linéaires de Madagascar ;

Figure 32 : Les évènements tectoniques à Madagascar ;

Figure 33 : Modèle lithosphérique de Madagascar ;

Figure 34 : Les relations structurales entre Madagascar et Afrique du Sud avec les points ciblés par le Majescor inc. ;

Figure 35 : Carte des zones et points visés dans les prospections déjà faites ;

Figure 36 : Mode d'Accrétion de Madagascar ;

Figure 37 : Diagramme K_2O/Al_2O_3 en fonction de K_2O/Na_2O .

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification des diamants en fonction de la qualité de leurs inclusions ;

Tableau 2 : Classification des diamants en fonction de leur couleur et de leur brillance ;

Tableau 3 : Relation entre les différents âges de remontée de quelques kimberlites dans le Monde, leur faciès et leur teneur en diamant ;

Tableau 04 : Tableau récapitulatif.

Liste des abréviations

Aus-Maw : Australie-Mawson

AZ : Azania

BCMM : Bureau de Cadastre Minier de Madagascar

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

EG : East Griqualand

F : Finsch

FS : Frank Smith

GIA : Gemological Institute of America

I : Included

IF : Internally Flawless

K : Kimberlite

Kal : Kalahari

L : Lamproïte

MEM : Ministère de l’Energie et des Mines

NL : Northern Lesotho

ONU : Organisation des Nations Unies

PGRM : Projet de Gouvernance des Ressources Minérales

RP : Rio de Plata

Sah : Sahara

SF : Sao Francisco

SG : Service Géologique

SQC : Schisto-Quartzo-Calcaire

SI : Slightly Included

VS : Very Slightly included

VVS : Very Very Slightly included

WA : West Africa

Sommaire

Remerciements.....	I
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Liste des abréviations.....	V
Introduction	1
Chapitre I : Généralités	4
I-1- Minéralogie du diamant	6
I-2- Pétrographie de la roche porteuse du diamant	9
I-3- Métallogénie du diamant	16
Chapitre II : les principaux métallotectes du diamant dans le Monde	24
II-1- Métallotectes : définitions et considérations diverses	24
II-2- Les métallotectes vérifiés pour les pays du Gondwana	25
II-3- Les métallotectes pour les pays diamantifères hors du Gondwana	31
II-4- Métallotectes généraux du diamant	32
Chapitre III : Madagascar dans le Gondwana	34
III-1- L'évolution de la Terre dès le Rhodinia à la dislocation du Gondwana	34
III-2- Relation Madagascar-Afrique.....	39
III-3- Relation Madagascar-Inde	42
III-4- Géologie de Madagascar	44
Chapitre IV : Les potentialités diamantifères de Madagascar	55
IV-1- Rappels des principales caractéristiques diamantifères dans le Monde	55
IV-2- Les données récentes de prospection et de recherche scientifique sur le diamant pour Madagascar.....	56
IV-3- Les traits caractéristiques de Madagascar.....	60
IV-4- Les métallotectes positifs.....	62
IV-5- Les métallotectes négatifs.....	65
IV-6- Les zones à prospecter et les guides de prospection.....	65
Conclusion.....	70
Liste bibliographique	71
Annexes	77

Introduction

La connaissance du sous-sol constitue un élément clef du développement économique d'un pays (Varet, 2000). Plus l'information sur notre potentiel minier est précise, plus les investisseurs et les diverses sociétés d'exploitation se ruent à créditer Madagascar. Ce qui a pour effet d'augmenter les recettes de l'Etat, et optimiser la valorisation de nos ressources.

Dernièrement, grâce aux efforts fournis par l'Etat Malagasy à l'instar du Projet de Gouvernance de Ressources Minérales de Madagascar (PGRM) en 2008, les substances minières du sous-sol de la grande île commencent à être mises en valeur, ceci étant poussé par les activités de prospections entreprises par les opérateurs miniers reparties sur toute l'île, et les travaux de recherches générés par les Universités locales et étrangères.

Toutes ces progressions de la connaissance du sous-sol vont dans le bon sens pour les éléments métalliques, minéraux et fossilières de Madagascar. Le cas du diamant semble être mis à part de cette évolution, jusqu'à l'actuel un secteur mal connu, alors que c'est le minéral le plus convoité au monde.

Les investigations de recherche de diamant à Madagascar se heurtent encore à deux problèmes majeurs :

- la rareté des études antérieures : malgré quelques travaux de prospection stratégiques entreprises par le MEM, le BRGM et l'ONU (BRGM, 1986) et des sociétés comme Pan African Mining Madagascar Corporation et Majescor Inc, les documents de base restent restreints et confidentiels voir même inexistant pour certaines zones.

- l'insuffisance des indices concrets comme point de départ de la recherche : en 1905, Stapoundzi a déclaré avoir trouvé du diamant dans le Sud-Est de Madagascar. En 1923, Lacroix a signalé une pierre de dureté semblable au diamant à Sahatany Antsirabe.

Mais depuis, aucune nouvelle n'a été plus entendue sur cette histoire de diamant à Madagascar, à part le cas de deux pierres de 9 et 23 carats venant d'Ilakaka en 1995 qui ont été suspectées comme diamant (Duffy, 2007).

En résumé, les révélations de Stapoundzi, de Lacroix, et de Duffy n'ont pas eu de suite malgré les diverses investigations récentes de sociétés minières privées.

Pourtant dans le cadre géologique global, du Protérozoïque supérieur au Jurassique, Madagascar se trouvait dans le supercontinent appelé Gondwana avec l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Antarctique, Madagascar, l'Inde, le Sri Lanka et l'Australie. C'est vers le Jurassique moyen, lors de l'ouverture du bassin de Somalie que Madagascar s'est écarté,

pendant la séparation du Gondwana (Piqué, 1999). Actuellement, de nombreux pays dérivés de ce supercontinent exploitent du diamant comme l’Afrique du Sud, le Botswana, le Brésil, le Venezuela, l’Inde, l’Australie etc. Malgré ses liens géologiques avec ces pays, trouver du diamant à Madagascar est encore une énigme.

Les questions suivantes sont toujours d’actualité : qu’est ce que Madagascar en a fait de son diamant, étant donné que jadis, elle était coincée géotectoniquement entre des pays diamantifères? N’existe t-il vraiment pas dans le sous-sol de ce pays ou les méthodes de prospection sont inadaptées? Quelles sont les caractéristiques géologiques dont minéralogiques, pétrologiques, lithologiques, géochimiques etc., qui permettent de toucher, de mettre la main sur cette substance ?

Toutes ces questions nous conduisent à collecter les données antérieures, à rassembler les critères régissant la mise en place du diamant dans des pays diamantifères dans le Monde et essentiellement les données pour les diamants qui s’y trouvaient dans le Gondwana, pour enfin en déduire les métallotectes contrôlant la mise en place du diamant à Madagascar. Cette approche constitue l’essence même de ce mémoire qui s’intitule : « *Etat des connaissances sur les métallotectes de diamant à Madagascar* ».

La méthodologie transcrit en organigramme sur la figure 1 s’appuie fondamentalement sur la collecte de données bibliographiques, sur l’approche comparative de ces données au niveau mondial et au niveau local de Madagascar. S’en suivent des interprétations et des discussions pour aboutir à une conclusion quant aux potentialités de Madagascar en gisement de diamant.

Les résultats sont présentés en quatre chapitres. Après des généralités sur le diamant du chapitre I où nous parlerons de sa minéralogie, de la pétrographie de ses roches magasins, de sa métallogénie, nous présenterons les métallotectes qui caractérisent la présence du diamant à travers le Monde (chapitre II). Cette démarche obéit à une logique de caractérisation globale avant de se focaliser sur ce qui pourrait être des métallotectes pour Madagascar.

D’où ensuite l’approche comparative de Madagascar aux autres éléments du Gondwana (chapitre III) et les propositions sur les potentialités diamantifères de Madagascar (chapitre IV).

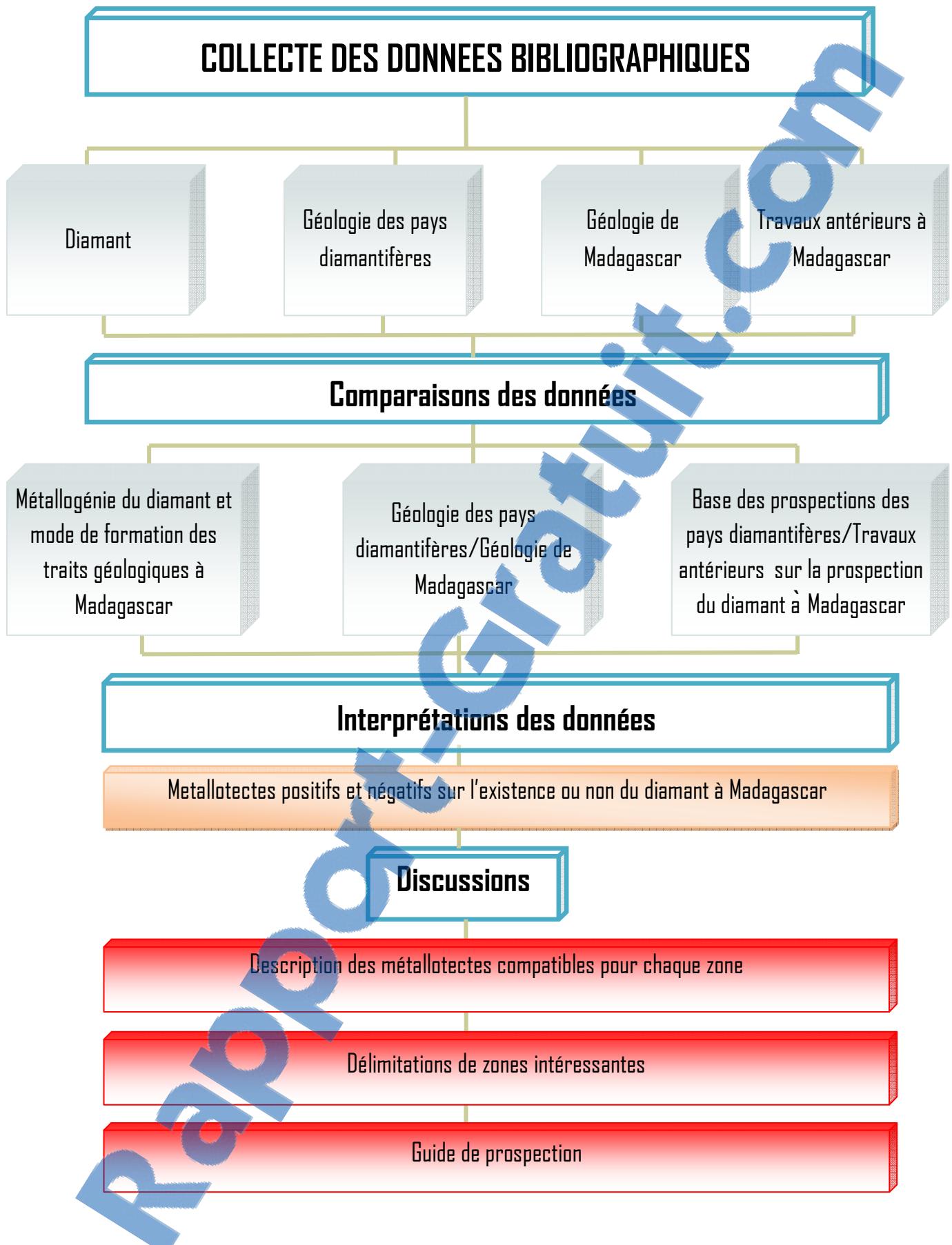


Figure 01 : Organigramme du déroulement du travail

Chapitre I : Généralités

Minéraux et roches ont leurs spécificités en liaison avec leurs caractéristiques minéralogiques, pétrographiques et avec celles de leurs environnements géologiques, socio-économiques et industriels. Ainsi, il nous semble important de retracer ces points pour le diamant dans cette partie introductive.

Selon Foucault et Raoult (2005), le diamant est un carbone pur, cristallisé dans le système cubique, en cristaux souvent maclés, parfois à faces courbes, pouvant être finement striées, à éclat spécial dit adamantin, incolore et limpide ou diversement coloré : jaune, vert, rouge et parfois noir (Fig. 02). Le diamant est isotrope ou mono-réfringent. C'est à dire que la lumière qui le traverse se déplace avec la même vitesse, dans n'importe quelle direction. La lumière sera simplement déviée (ou réfractée) et freinée en entrant dans la matière (Fig. 03). Toutefois, bien qu'isotrope, le diamant présente presque toujours des anomalies d'isotropie. Son indice de réfraction est élevé, 2.4175 (2.42) et sa dispersion est forte : 0.044 (Harlow, 1998, Moutier, 2007).

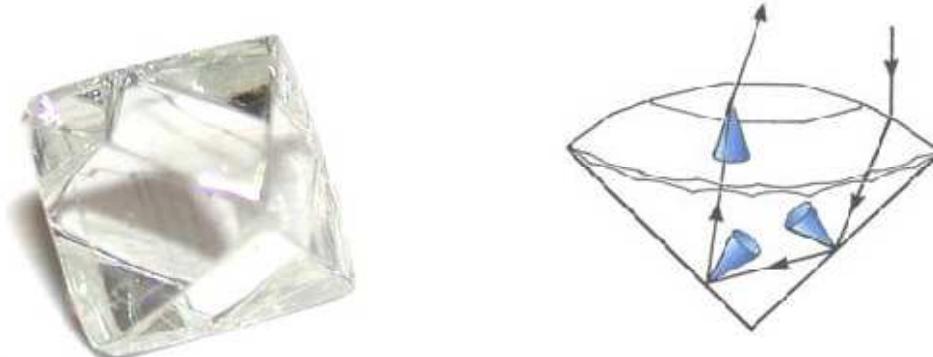


Figure 02 : Photo d'un cristal de diamant brut (Moutier, 2007)

Figure 03 : La réflexion et la réfraction de la lumière visible dans un diamant taillé (Moutier, 2007).

Le diamant est le matériau naturel le plus dur connu, dureté 10 sur l'échelle de Mohs (Wilks et Wilks, 1991; Field, 1992) (Fig. 04). Donc, c'est le plus résistant à la rayure et qu'il peut rayer n'importe quel autre matériau naturel. Le diamant ne peut être rayé que par lui-même. Il possède toutefois une anisotropie de dureté. Cette anisotropie permet de le polir, même si son coefficient de frottement extrêmement faible rend l'opération longue. Le diamant se clive facilement selon le plan {111}; les faces de l'octaèdre sont également les plus dures à polir, ce qui signifie que le polissage doit se faire avec une inclinaison de quelques degrés par rapport à ces faces (Sunagawa et Fritsch, 2002, Massi, 2006).

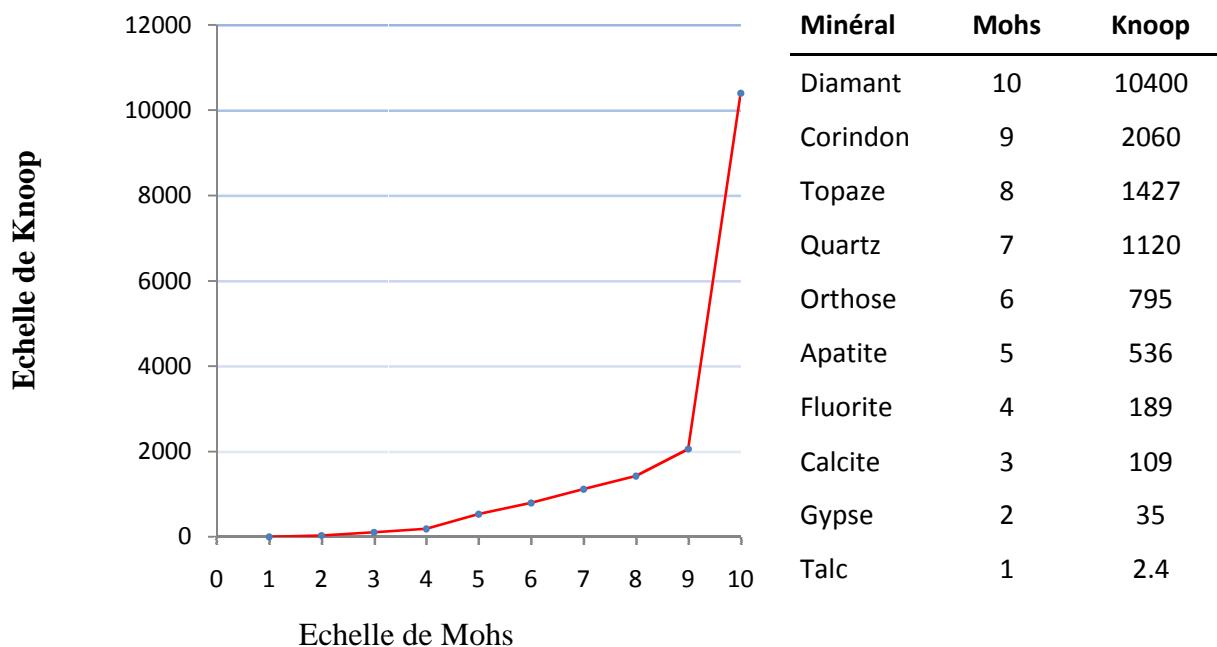


Figure 04 : Dureté du diamant en comparaison de celle des autres minéraux sur les échelles de Mohs (rayure) et de Knoop (indentation). Sur l'échelle de Knoop, la dureté du diamant varie de 5700 à 10400 kg.mm⁻² selon l'orientation. Exemple : surface orientée en {111}, direction <110>, charge 500g : 9000 kg.mm⁻², (Notari, 2002).

Du point de vue thermodynamique, le diamant possède la conductibilité thermique la plus élevée des matériaux naturels, à température ambiante : 2000-2100 W.(m.K)⁻¹ (Pierson, 1993, Hwang et al. 1996). Cette propriété permet de le différencier des nombreuses imitations. La conductibilité thermique du diamant est supérieure à celle du cuivre (Cu) à température ambiante, et quelques diamants avaient une conductibilité thermique environ 2 à 8 fois supérieure à celle des autres, dans lesquels la présence d'impuretés limite partiellement la transmission. La conductivité thermique élevée s'explique par la faible masse des atomes de carbone (C), la symétrie de la maille cristalline, et la forte énergie des liaisons interatomiques dans le solide (Setton, 1997). C'est également le matériau avec le coefficient de dilatation thermique le plus faible ($\pm 0.000001/\text{°C}$) (Hwang et al. 1996). On peut à titre d'exemple, prendre un diamant pur, le chauffer à 1000°C, puis le jeter dans de l'azote liquide (-196°C) sans que celui-ci ne soit altéré (Fritsch, 2005). C'est un excellent isolant électrique quand il est pur (il n'y a pas de liaison ionique et le "band gap" est trop élevé pour permettre le passage des électrons) (Bernier et Lefrant, 1997). Les propriétés de conduction thermique et électrique allant normalement de pair, le diamant en est l'exception, ces conductibilités varient selon le type et la quantité des inclusions (Hwang et al. 1996). Le diamant est inerte chimiquement et ne se corrode pas (Field, 1992, Massi, 2006) sauf dans des sels fondus comme le nitrate de potassium (KNO₃), (Massi, 2006). Toutes ces propriétés exceptionnelles font que le diamant,

en dehors de son contexte d'utilisation en bijouterie, est utilisé à l'état naturel ou synthétique dans des domaines multiples et variés (scie diamantée, ...)

Cependant, le terme diamant est utilisé dans le marché des pierres précieuses pour valoriser certaines pierres (Annexe 1).

I-1- Minéralogie du diamant

Par définition, la minéralogie décrit scientifiquement les minéraux. Dans la recherche du gisement du diamant, il est important de voir les caractéristiques minéralogiques et les types de diamant existants.

I-1-1- Caractéristiques minéralogiques du diamant

- Formule chimique : C
- Masse moléculaire : 12,02 g/mol
- Système cristallin : cubique
- Réseau de bravais : cubique à faces centrées Fd3m
- Clivage : 111 (clivage parfait)
- Dureté : 10
- Couleur : variée (Annexe 2)
- Eclat : adamantin
- Indice de réfraction : 2,407 à 2,451, selon la longueur d'onde de la lumière
- Biréfringence : non
- Dispersion : $2zv \sim 0,044$
- Polychroïsme : non
- Spectre d'absorption : 415,5mm
- Transparence : transparent
- Densité : 3,517
- Masse volumique : 3520 kg.m^{-3}
- Température de fusion : $3546,85^\circ\text{C}$
- Conductivité thermique : 2500 W/ (m.K)
- Solubilité : insoluble dans l'eau, les acides et les bases

- Comportement thermique : il brûle dès 500°C dans un courant d'air, mais s'il est maintenu à 1100°C sous atmosphère neutre, il se transforme en graphite.

I-1-2- Type de diamant

Les diamants sont classés en fonction du type et de la qualité des inclusions à l'intérieur de la pierre (Tableau 1) (Fig. 05) et en fonction de leurs couleurs (Tableau 2) (Fig. 06).

L'analyse des inclusions fournit les meilleurs renseignements au sujet de la formation du diamant. Ces inclusions peuvent être des silicates, des oxydes ou des sulfures. Cartigny et al (1998) les classent en deux groupes :

- Diamant du type P pour les inclusions périclitiques
- Diamant du type E pour les inclusions éclogitiques

Les classifications citées dans les tableaux suivants (Tableau 1, Tableau 2) sont des classifications gemmologiques. Les codes sont alors des normes adoptées pour valoriser une gemme par rapport à une autre.

Tableau 1 : Classification des diamants en fonction de la qualité de leurs inclusions (Wikipedia, 2009)

Code	Signification
IF (Internally Flawless)	Absence d'inclusions avec un grossissement de 10 fois
VVS1-VVS2 (Very Very Slightly includeed)	Minuscule(s) inclusion(s) très difficilement visible(s) à la loupe avec un grossissement de 10 fois (1 étant la meilleure qualité)
VS1-VS2 (Very Slightly includeed)	Très petite(s) inclusion(s) difficilement visible(s) à la loupe avec un grossissement de 10 fois
SI1-SI2-SI3 (Slightly Includeed)	Petite(s) inclusion(s) facilement visible(s) à la loupe avec un grossissement de 10 fois
I1-I2-I3 (Includeed)	Grande(s) et/ou nombreuses inclusion(s) visible(s) à l'œil nu

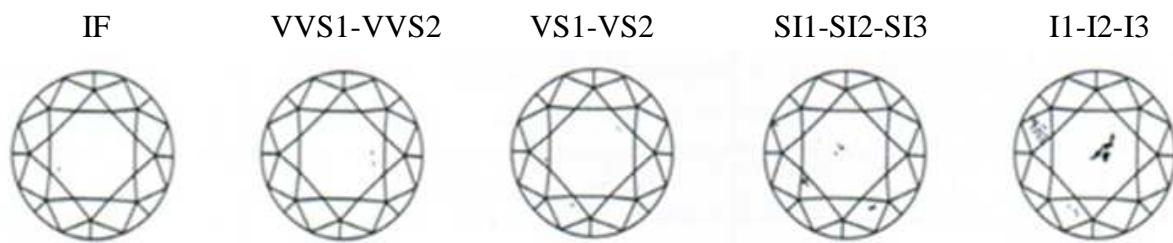


Figure 05 : Représentation schématique de la classification des diamants en fonction de la qualité de leurs inclusions (Wikipedia, 2009)

La couleur est une des caractéristiques très importantes pour déterminer la qualité d'un diamant, car un diamant n'est pas forcément blanc (ou incolore), il existe des diamants de toutes les couleurs, mais les plus rares et les plus chers sont les diamants incolores, avec une absence totale de toute trace de couleur. Des échelles particulièrement détaillées ont été mises au point par différents organismes, comme le GIA (Institut Américain de Gemmologie), l'IGI (Institut International de Gemmologie) et le CIBJO (Confédération Internationale de Joaillier), pour classifier avec précision tous les diamants selon leurs couleurs.

Ces échelles commencent par la lettre D (un diamant d'un blanc exceptionnel totalement incolore) et se terminent à la lettre Z (un diamant jaune claire ou brun) (Tableau 2) (Fig. 06).

Tableau 2 : Classification des diamants en fonction de leur couleur et de leur brillance (Wikipedia 2009)

Code	Couleur
D	Blanc exceptionnel+
E	Blanc exceptionnel
F	Blanc extra+
G	Blanc extra
H	Blanc
I et J	Blanc nuancé
K et L	Légèrement teinté
M à Z	Couleur teintée



Figure 06 : Représentation schématique de la classification des diamants en fonction de leur couleur et de leur brillance (Wikipedia 2009)

D'après les caractéristiques minéralogiques et la détermination des couleurs, le diamant est un minéral de carbone avec des impuretés de type variable qui y sont incluses lors de sa formation. Ces éléments en inclusions dans le diamant sont alors enrichis dans les milieux de formation du diamant.

I-2- Pétrographie de la roche porteuse du diamant

Après leur cristallisation dans le manteau, les diamants restent dans la couche basale de la lithosphère, plus précisément dans les racines de craton, jusqu'à leurs ascensions (Haggerty, 1999).

Aujourd'hui, les gisements de diamant les plus populaires sont des intrusions volcaniques (gisement de Kimberley, gisement d'Argyll...) soit kimberlitiques, soit lamproïtiques mais des roches métamorphiques aussi peuvent être des sources de diamant.

I-2-1- Les Kimberlites (Michel, 2001)

Le nom kimberlite est utilisé pour décrire la roche semblable à la roche volcanique diamantifère à Kimberley en Afrique du Sud.

Voici les caractéristiques pétrographiques de la kimberlite (Mitchel, 1991 ; Michel, 2001) :

- Structure : massive ;
- Texture : hétérogramulaire à macrocristaux et enclaves variées dans une matrice microporphyrque ;
- Propriétés chimiques :
 - Eléments essentiels : identiques à ceux des roches basiques, potassiques riches en éléments volatils (CO_2 , H_2O) et de rapport $\text{Mg}/\text{Na} < 1$ et $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} > 1$;

- Eléments en trace :
 - Typiques des roches ultramafiques : Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd ;
 - Abondants dans les kimberlites K, Zr, Hf, F, Ti, Sr, Ba, Pb, Rb, Nb, Ta, U, Th, La, Ce, Eu, Cs ;
 - Modérément abondants : Cl, B, Mo, Pt, Y, Se, Bi ;
- Minéraux associés :
 - Minéraux essentiels : olivine très magnésienne (Forstérite), mica (phlogopite), picroilménite, chromite, grenat pyrope plus ou moins chromifère, enstatite, minéraux carbonatés, serpentine, diopside et demonticellite ;
 - Minéraux accessoires : apatite, pérovskite, ilménite et spinelle ;
 - minéral accidentel : diamant (0,5 à 5 carats/tonne) ;
- Enclaves :
 - D'origine crustale : roches magmatiques, roches sédimentaires et/ou roches métamorphiques ;
 - D'origine mantellique : péridotites, pyroxénites, éclogites ;
- Structure idéale d'un gisement kimberlitique (Fig. 07).

Le gisement de diamant kimberlitique est subdivisé en trois faciès. Le faciès hypabyssal. Le plus profond, est composé de la racine de pipe et de quelques dykes. En semi-profond le faciès diatrème est composé du pipe, des dykes et quelquefois des sills. Enfin le faciès du cratère est formé par tous les éléments volcaniques superficiels tels que le cône volcanique et le cratère (Fig. 07).

Le faciès diatrème est le plus riche en diamant dans les kimberlites. Les deux autres subdivisions (le faciès hypabyssal. le faciès du cratère) sont souvent stériles ou très faiblement diamantifères (Mitchel, 1991, Michel, 2001).

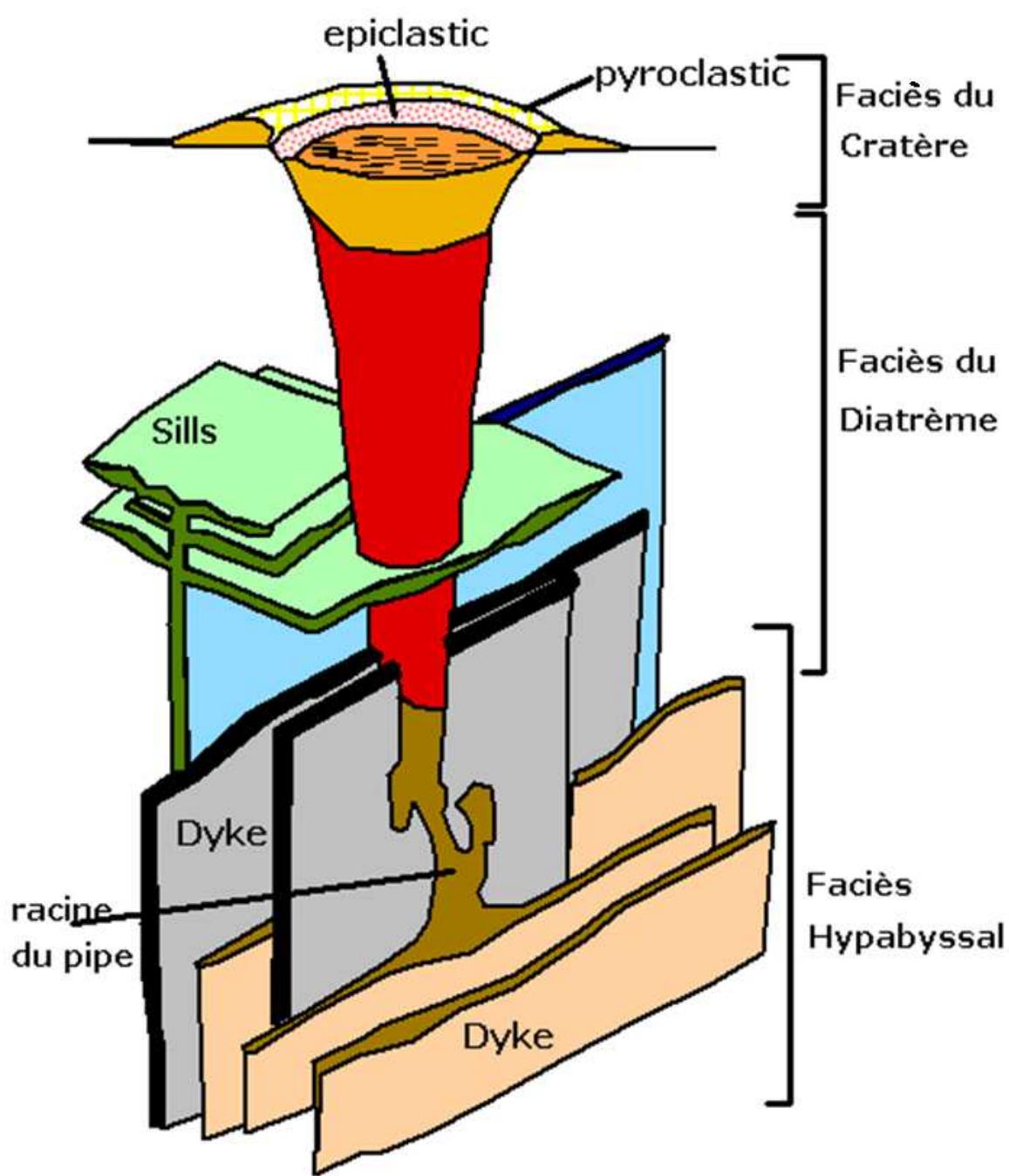


Figure 07 : Structure idéale d'un gisement kimberlitique : faciès hypabyssal stérile ou faiblement diamantifère, faciès du diatrème à caractéristique de gisement, faciès du cratère à diamant de basse qualité (Mitchel, 1991)

I-2-2- Les lamproïtes (Michel, 2001)

Les lamproïtes sont des roches très voisines de la kimberlite. Elles correspondent à la branche ultramafique des lamprophyres qui sont des roches ignées. Par rapport aux kimberlites, les lamproïtes sont plus riches en K, Si, Ti, Al, Sr et Zr et plus pauvres en CO₂, Mn, Mg, Ca, Fe, Ni et Co. Minéralogiquement, les lamproïtes contiennent du verre composé d'une matrice à amphibole titanifère, à diopside titanifère, à mica riche en Ti, Fe, Ba et pauvre en Al.

Hyperpotassiques sans plagioclase, elles sont donc plus felsiques que les kimberlites.

I-2-3- Les roches métamorphiques diamantifères

➤ Métamorphisme régional de subduction

Il s'agit du métamorphisme éclogitique de haute intensité de roches ultrabasiques et basiques (P>10 Kb, T>800°C). Dans de tel contexte, des éléments carbonés ou du carbone de la croûte en subduction subissent les conditions thermodynamiques de formation du diamant (Boyd et Gurney, 1986; Van Roermund et al. 2002)

La compression continuant, des portions de cette croûte diamantifère peuvent remonter en surface sous forme de nappe de charriage. C'est le processus d'exhumation de croûte antérieurement en subduction schématisé sur les figures 08a, 08b et 08c et plus explicité sur la figure 09 (Haggerty, 1999, Robitaille, 2004).

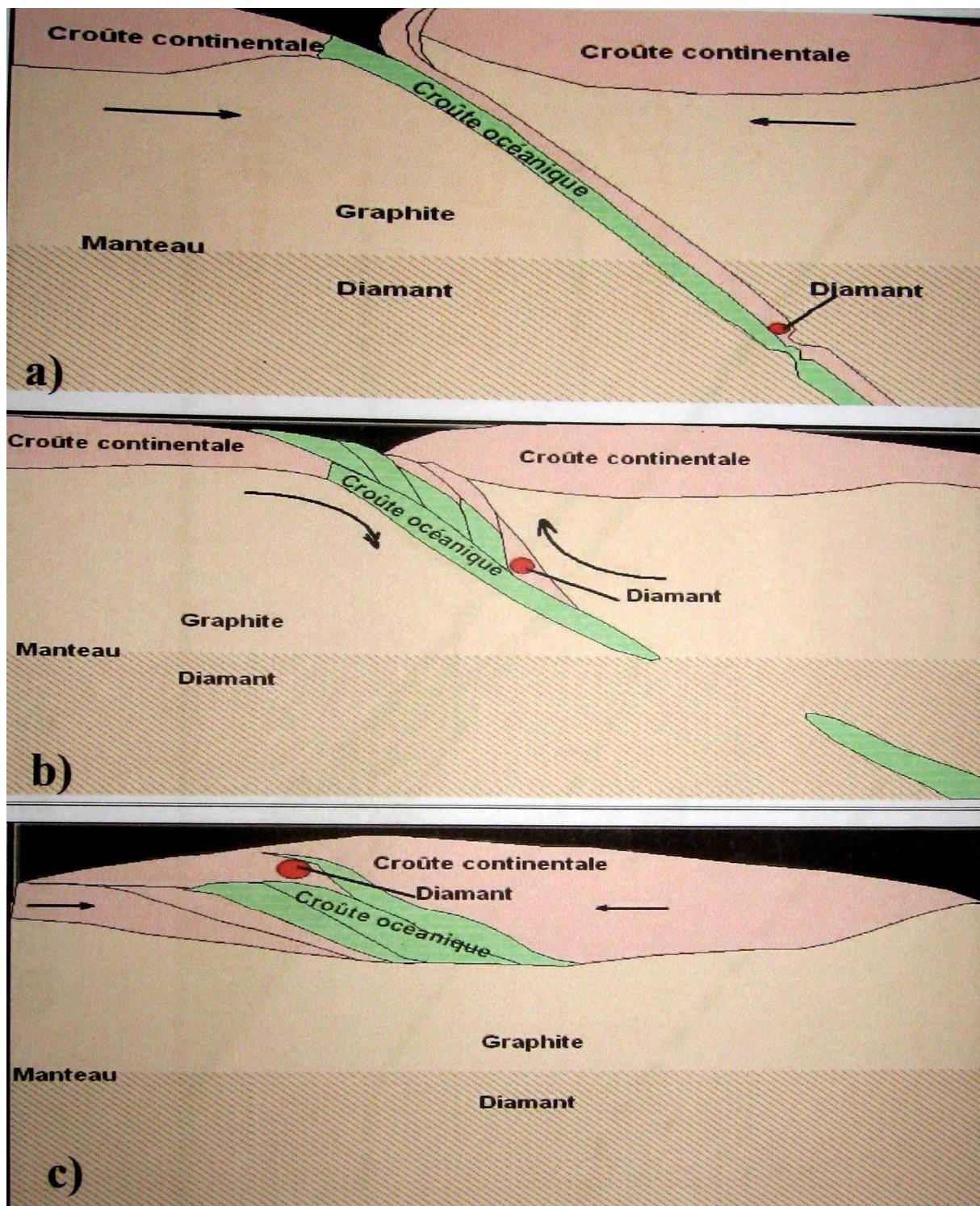


Figure 08 : Processus de subduction suivie d'exhumation et gisements de diamant associés (Robitaille, 2004) :

8a : formation de diamant au niveau d'une croûte océanique profondément subductée;

8b : remontée de la croûte diamantifère (exhumation);

8c : mise à disposition du diamant à faible profondeur.

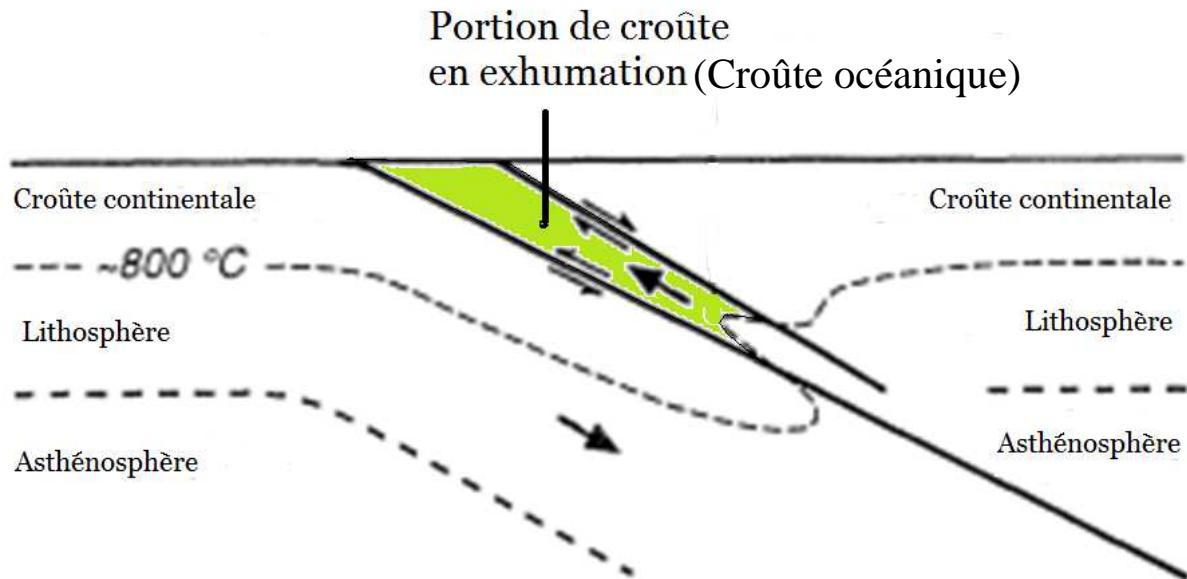


Figure 09 : Schéma d'une portion de croûte en exhumation expliquant la remontée du diamant dans une marge active (Haggerty, 1999).

Un exemple nous est illustré par le gisement de Dabie Chan en Chine (Fig. 10). C'est un gisement de diamant dans des roches ultrabasiques, métamorphisées à haute pression et haute température, dans une nappe de charriage. Les diamants y sont formés lors du métamorphisme des formations encaissantes (Schutong et al. 1992).

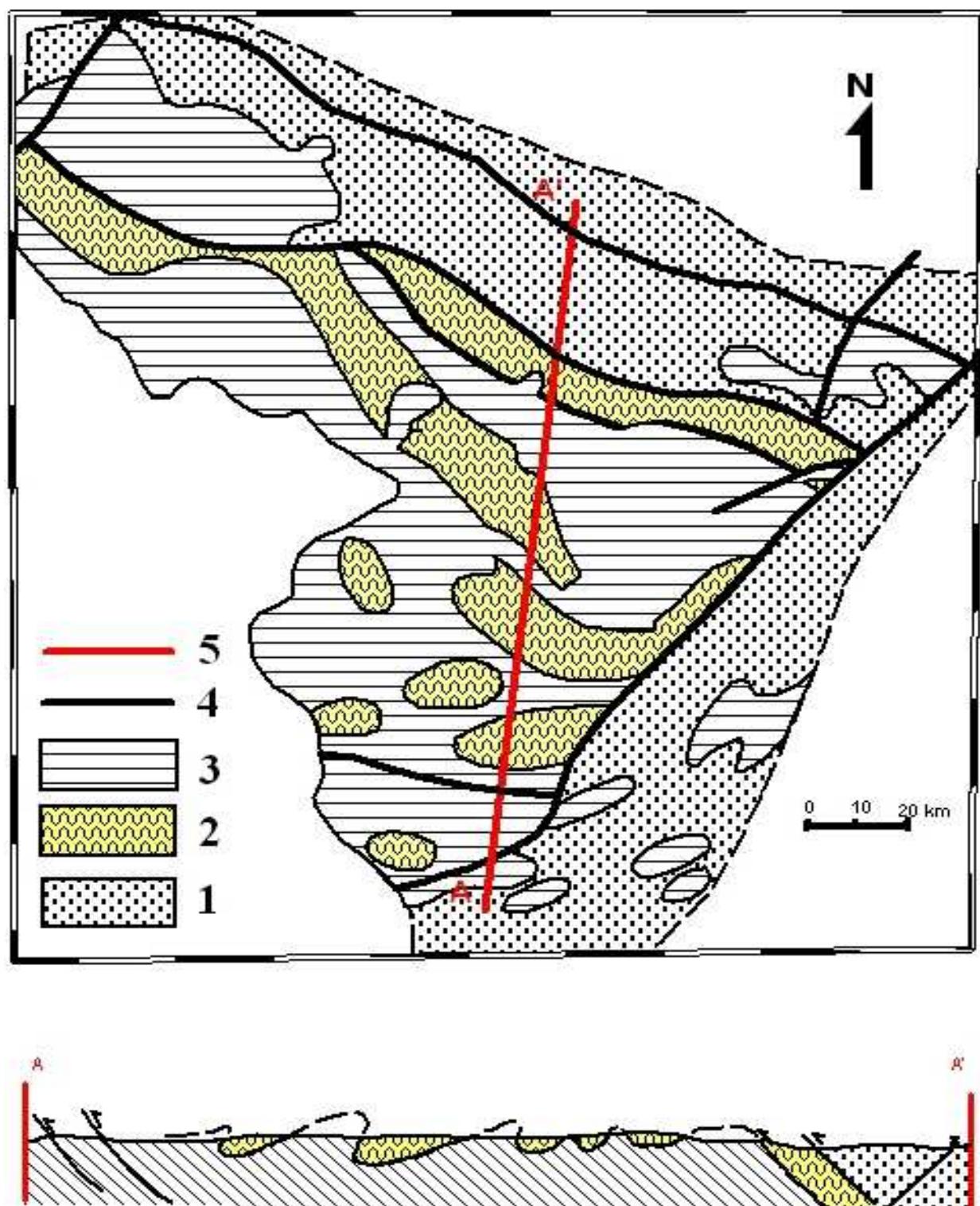


Figure 10 : Carte simplifiée du gisement de diamant de Dabie Chan, selon Schutong et al. (1992), (1) : formations d'âge supérieur à la formation métamorphique diamantifère, (2) : formation diamantifère, (3) : ensemble des formations autochtones, (4) : failles et limites de couche en chevauchement, (5) : trait de coupe AA'.

➤ Métamorphisme d'impact météoritique

Ce cas est cité ici pour information, même s'il ne concerne pas directement le sujet traité, sans pour autant nier son éventualité à Madagascar.

Il s'agit de météorites de composition périclithique primitive avec du carbone cristallisé proche du diamant « le carbonado » d'âge supérieur à celui de l'impact avec la Terre (Schutong et al. 1992, Garai et al. 2006).

Du diamant peut ainsi se former par des carbones terrestres à cause de ces élévations considérables de la pression et de la température atteignant les conditions thermodynamiques de cristallisation du carbone en diamant (De Carli et Jamieson, 1961).

I-3- Métallogénie du diamant

Nous essayons de synthétiser ici les conditions critiques de formation du diamant : élément constitutifs, conditions thermodynamiques de cristallisation, environnements encaissants, types de gisements et répartition dans le Monde.

I-3-1- Constituants du diamant

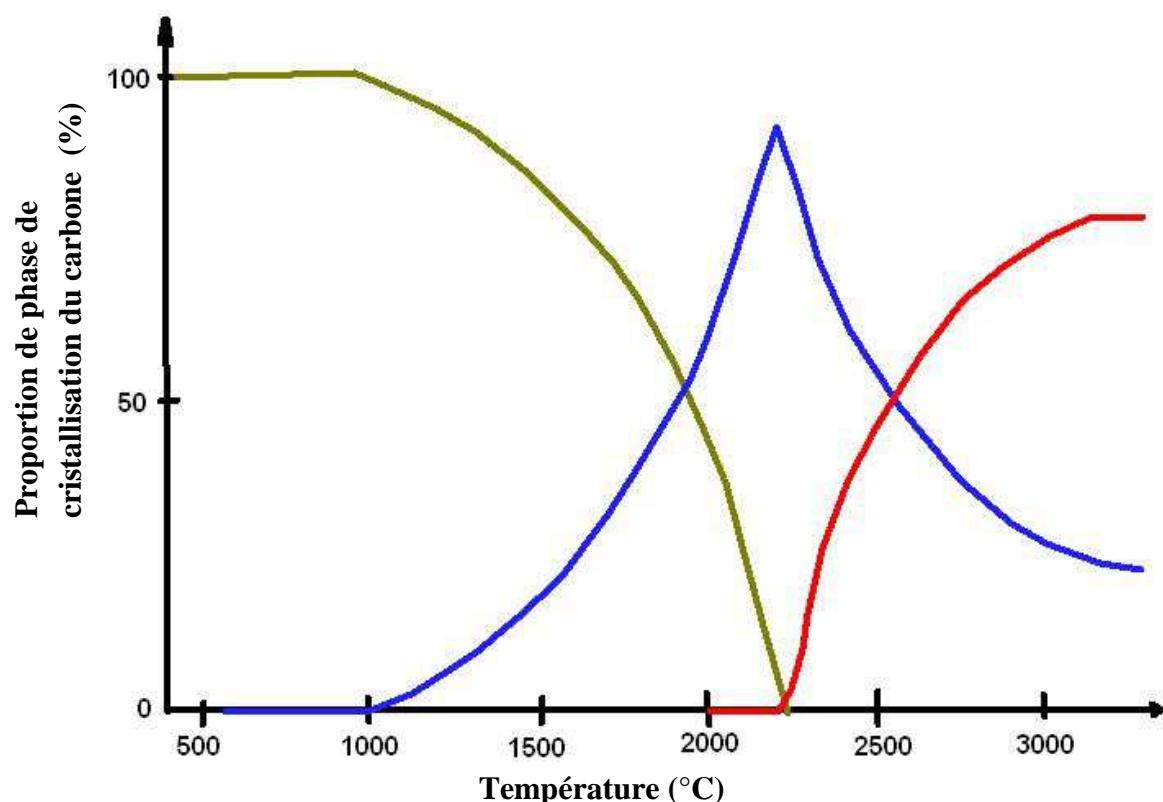
Comme tout minéral le diamant contient en plus du carbone ces constituants : des inclusions et des impuretés.

Les inclusions sont des portions des roches ou des minéraux ou gaz formés avant ou en même temps que le diamant donc sans relations directes avec sa formation. Pour le cas des impuretés, ce sont des éléments chimiques autres que le carbone mais qui entrent dans le réseau cristallin du diamant. L'azote (N), le fluore (F), le soufre (S) sont des exemples de ces impuretés et les éléments qui produisent les couleurs.

I-3-2- Conditions de cristallisation du diamant

➤ Conditions chimiques

Le domaine de formation du diamant de Hirano et al. (1982) avec des échantillons de carbone amorphe montre que cet élément chimique ne cristallise pas directement en diamant. Il transite par la phase du graphite qui se transforme à son tour en microcristaux de diamant appelé “sucre de diamant” (Fig. 11). C'est une expérience isobare (pression constante = 9 GPa).



Légende

- carbone amorphe
- graphite
- diamant

Figure 11 : Fabrication expérimentale du diamant avec les différentes phases de carbone sous pression constante 9GPa (Hirano et al. 1982).

Les conditions thermodynamiques sont inversement proportionnelles au temps de latence nécessaire pour la cristallisation du diamant (Fig. 12) (Yamaoka et al. 2001; Shushkanova et Litvin, 2005). La température et la pression minimale dans la synthèse du diamant sont respectivement de 1200 °C et de 5GPa (Haggerty, 1999).

Pour obtenir ces conditions thermodynamiques à l'état naturel, il faut descendre jusqu'à plus de 120 km à l'intérieur de la Terre (Basu et al. 1986; Bulanova, 1995), voire à 300km de profondeur dans des environnements réduits (Jébrak, 2004).

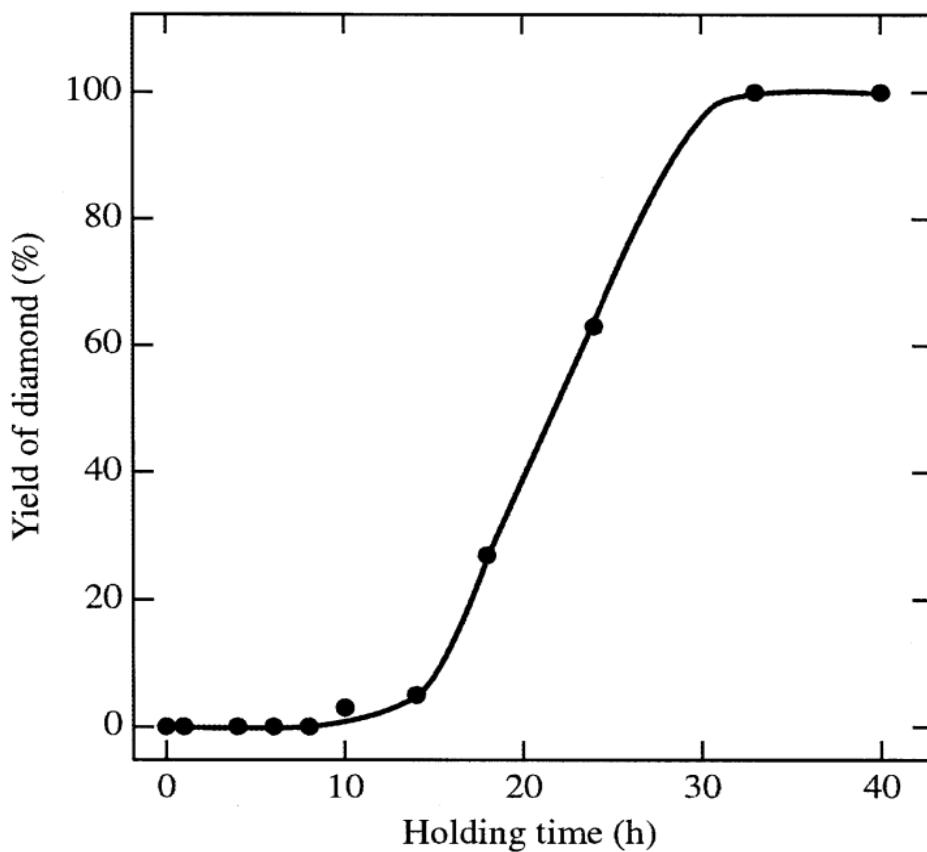
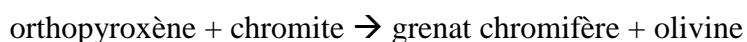


Figure 12 : Variation de rendement du diamant avec le temps dans une expérience sous condition de 7.7 GPa et 1500°C d'après Yamaoka *et al.* 2001.

I-3-3- Lieu de formation du diamant

➤ Selon les études faites par Boyd et Gurney (1986), Wang (1998) et Haggerty (1999), les inclusions solides dans les diamants (éclogite et péridotite) sont les constituants de la couche basale de la lithosphère ou de la partie supérieure du manteau.

Particulièrement, pour les diamants éclogitiques (à inclusions éclogitiques) les inclusions les plus remarquables sont le grenat chromifère et l'olivine. Ces deux éléments se forment en même temps suivant la réaction suivante :



Avec M = (Fe, Mg)

Cette réaction n'est possible que dans un domaine de métamorphisme de haut grade ou de magmatisme profond qu'on peut situer à la base de la lithosphère (Kesson et Ringwood, 1989).

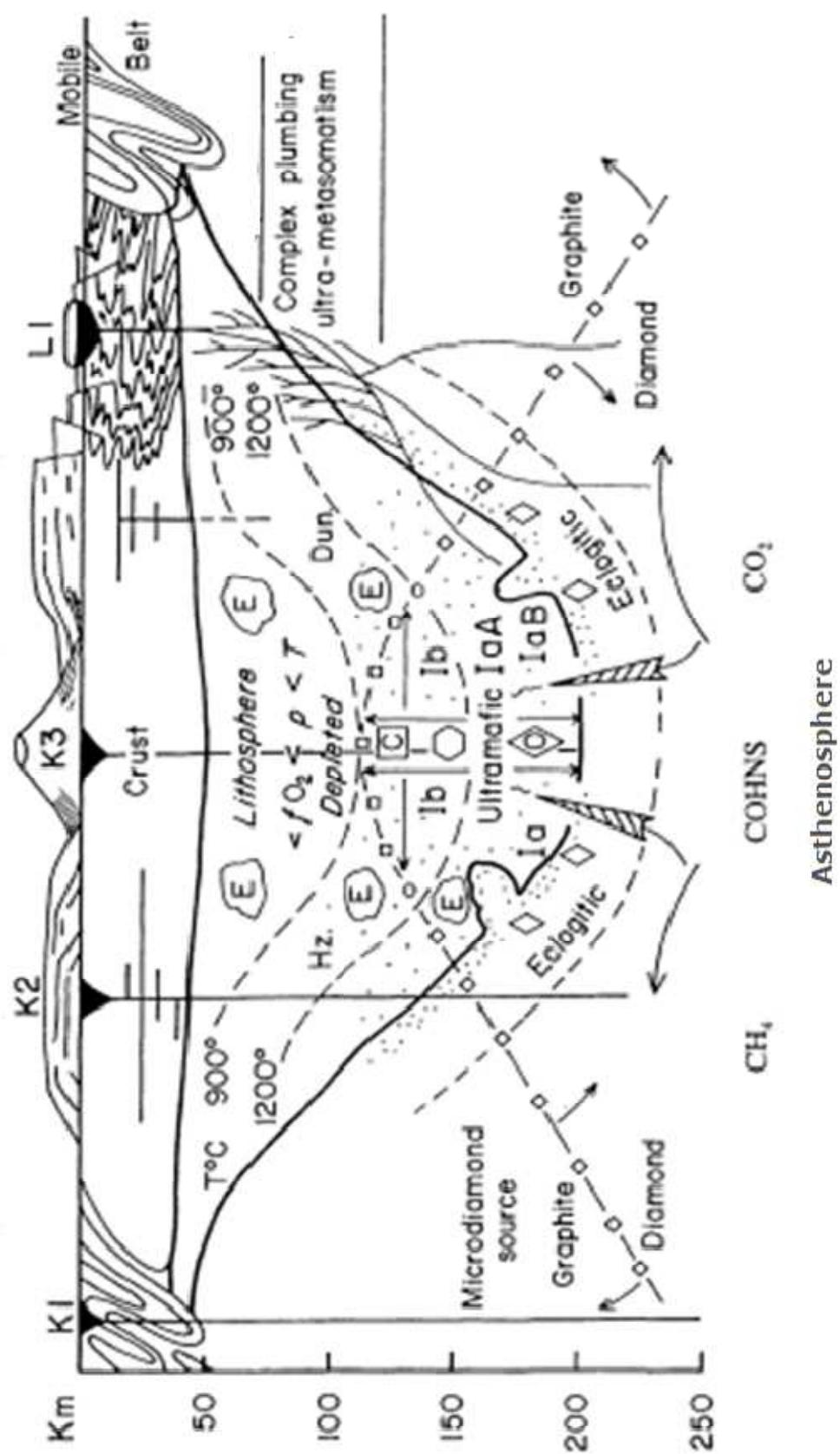
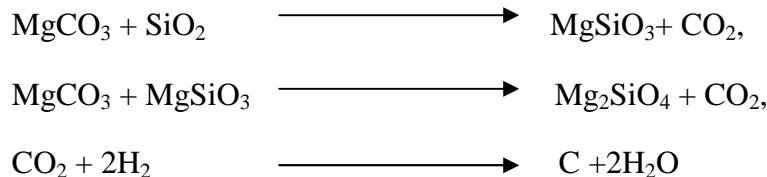


Figure 13 : Domaine de cristallisation du diamant dans la racine de craton (Haggerty 1999).

➤ Pour les inclusions fluides, elles se sont formées souvent lors de la formation du diamant ou sont intervenues en tant que catalyseurs.



Ces minéraux, fluides et gaz (MgCO_3 , SiO_2 , CO_2 , MgSiO_3 , Mg_2SiO_4 , H_2 , C et H_2O) sont présents à une teneur élevée dans le manteau. L'existence de ces éléments avec les portions de couche basale de la lithosphère comme inclusions dans un diamant explique que le diamant se forme dans la zone de transition Lithosphère-Asthénosphère.

La zone de transition Lithosphère-Asthénosphère ne vérifie cependant pas les conditions thermodynamiques de cristallisation du diamant que dans les zones à croûte très épaisse comme les cratons ou archons (Fig. 13) (Haggerty, 1999 ; Kumar et al. 2000 ; Pal'Yanov et al. 2001).

En bref, sur la base des inclusions (fluides et solides) qu'ils contiennent, les diamants ne se forment pas dans les formations volcaniques. Ils sont dans des xénolites des périclites (900°C-1300°C et 45-60 Kba) soit des éclogites (1500°C, 300 km de profondeur) de la racine mantellique des blocs cratoniques. Ces magmas kimberlitiques sont des produits de fusion partielle soit de certaines lherzolites à grenat à la limite du manteau inférieur et du manteau supérieur (400-640 km) soit de périclites mantelliques enrichies en potassium à la base de la lithosphère (lamproïtes) (Jébrak, 2004).

I-3-4- Types des gîtes

➤ Gîtes primaires

Les gîtes primaires du diamant sont reliés aux formations ignées et métamorphiques, évoquées précédemment (voir I-2) dont : les kimberlites, les lamproïtes, les formations d'exhumation, les roches de métamorphisme régional et d'impact (De Carli et Jamieson 1961, Shutong et al. 1992, Van Roermund et al. 2002).

➤ Gîtes secondaires

Les diamants des gîtes secondaires prennent la première place en production mondiale à cause de la facilité de leur extraction. Ils proviennent de la désagrégation des roches initialement diamantifères (gîtes primaires), sont transportés et se déposent dans des placers fluviatiles ou littoraux. Ces sites restent dans les domaines cratoniques (Michel, 2001).

I-3-5- Répartition de gisement de diamant dans le Monde

Les gîtes de diamant dans le Monde se repartissent dans plusieurs provinces tectoniques (Fig. 14 et 15). La kimberlite diamantifère est généralement dans des domaines cratoniques. Les plus connus sont les cratons d'Afrique. Les autres cratons à gisement sont les cratons d'Amérique, de Russie, de Chine, d'Inde et d'Australie. Actuellement, le Canada

investit beaucoup sur la prospection du diamant dans son propre domaine cratonique. Pour les autres provinces, on trouve seulement du diamant dans des formations autres que la kimberlite comme les lamproïtes et les formations métamorphiques. Exceptionnellement, on connaît des diamants en dehors des environnements cratoniques comme en New South Wales (Jébrak, 2004).

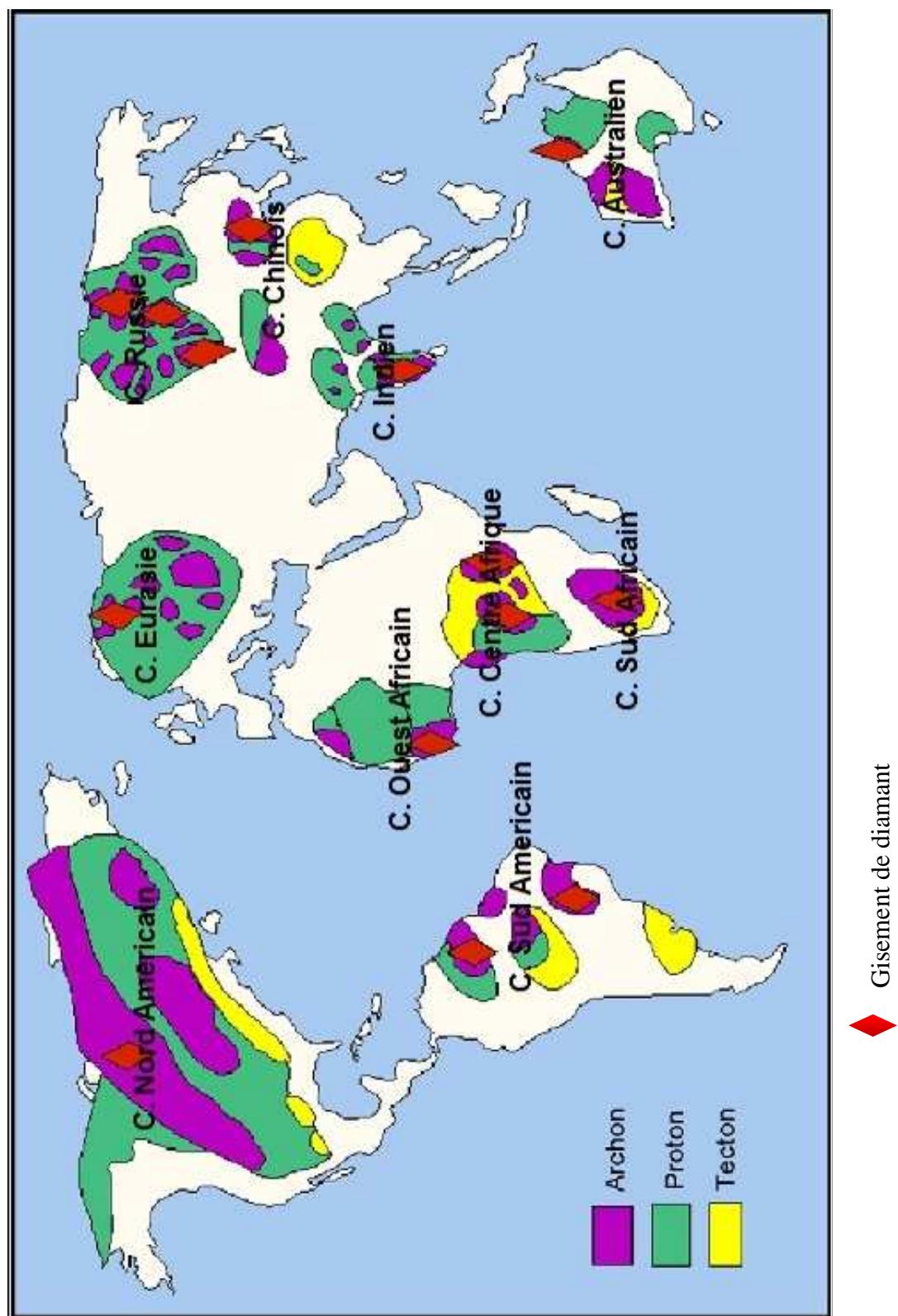


Figure 14 : Répartition générale des cratons (C), provinces Tectoniques (Archons, > 2 . 5 Ga; Protons entre 2,5 - 1,6 Ga et Tectons entre 1,6 et 0,8 Ga) et les grands gisements de diamant dans le Monde (Haggerty,

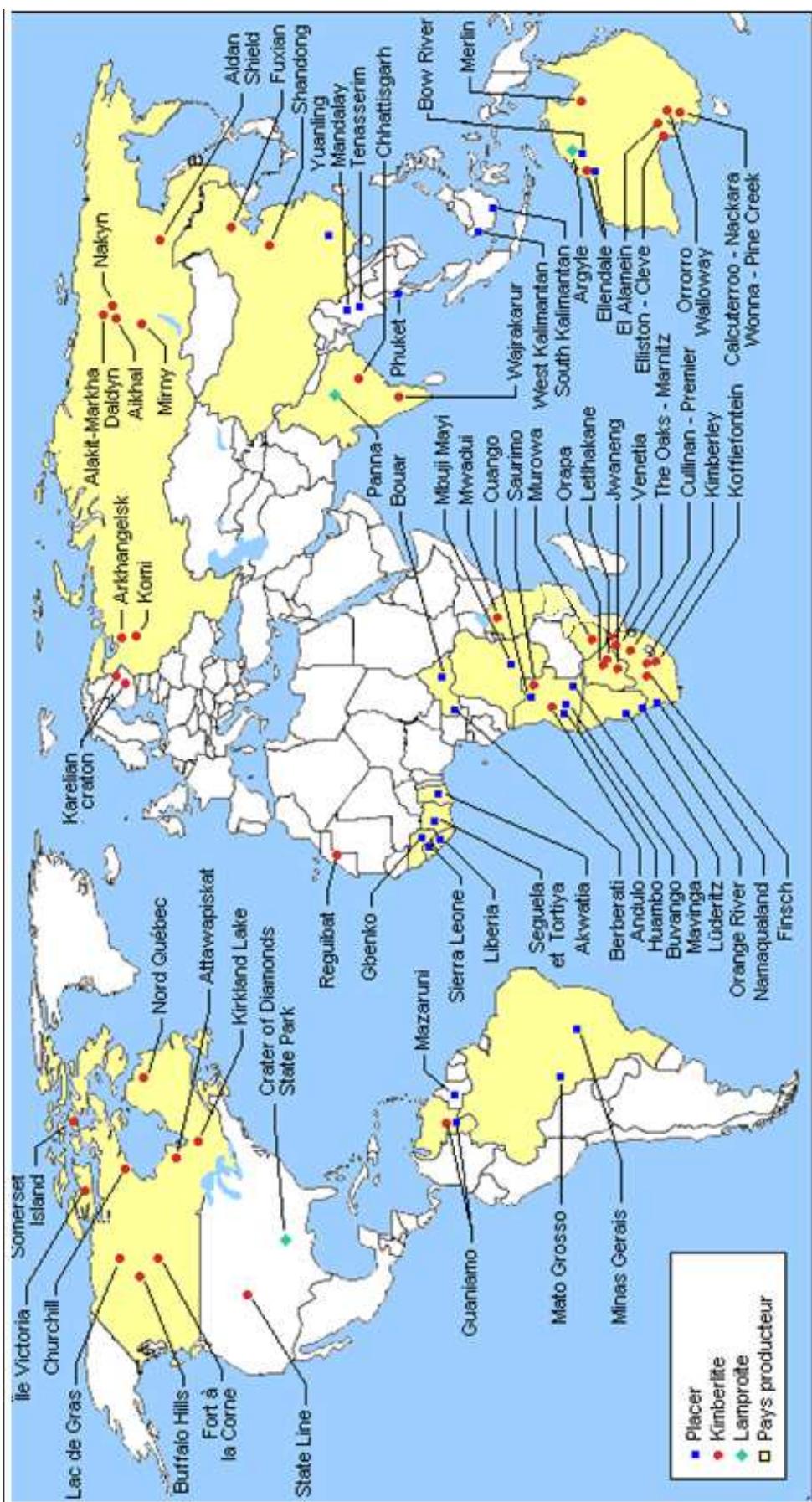


Figure 15 : Carte des gisements diamantifères à travers le Monde (Ghazai et Oumajim 2001)

En synthèse de ce chapitre de généralités sur le diamant, disons que du point de vue minéralogique, les diamants sont composés de carbone. Le seul point qui les différencie est leur couleur due aux différentes inclusions. Du point de vue pétrographique, les encaissants de diamant sont des intrusions volcaniques (kimberlitiques ou lamproïtiques), des formations métamorphisées dans des conditions de pression et de température très élevées (croûte subductée, zone d'impact de météorite) ou des produits de désagrégation de ces formations diamantifères. Les diamants ramenés dans les pipes volcaniques des domaines cratoniques et les gisements secondaires sont les seuls en exploitation.

Chapitre II : les principaux métallotectes du diamant dans le Monde

La position de toute la terre ferme au niveau du globe terrestre, la naissance et la disparition de la croûte, des reliefs, des structures tectoniques et l'irrégularité de l'épaisseur de la croûte sont liées à la tectonique des plaques (Nixon, 1995).

Les intrusions ou les formations diamantifères ont des relations étroites avec les structures géotectoniques de la région où elles se trouvent. Dans quels endroits et à quels moments ces structures sont considérées comme métallotectes dans la recherche du diamant ?

Cette question nous amène à identifier les principaux métallotectes du diamant dans le Monde, les relations géotectoniques des pays diamantifères et les types de gisement pour chaque pays. Avant tout, définissons d'abord ce qu'est un métallotecte et présentons ses caractères.

II-1- Métallotectes : définitions et considérations diverses

II-1-1- Définition du métallotecte

Le BRGM (2000) donne une définition de métallotecte comme suit : “les métallotectes sont des objets ou entités géologiques physiques, considérés comme favorables à l'identification d'un gisement ou d'une zone fertile susceptible de contenir ce type de gisement”.

En une seule phrase, le métallotecte est le guide de prospection géologique (Jébrak, 2004, Beaudoin, 2006).

D'après ces définitions, les métallotectes sont soit positifs, soit négatifs et de valeurs universelles ou locales.

II-1-2- Métallotecte positif ou négatif

Par itération de cette définition, on a des métallotectes positifs qui marquent directement les gisements; c'est tout objet géologique lié à la tectonique, au magmatisme, au métamorphisme, à la géochimie [...] et qui favorise l'édification d'un gisement ou d'une concentration minérale.

Par contre, les métallotectes négatifs sont des objets géologiques qui empêchent la mise en place d'un gisement ou entraînent la stérilité d'une gangue.

II-1-3- Valeur des métallotectes

La valeur métallotectique d'un objet géologique est en fonction de sa force de contrôle de minéralisation. L'échelle peut définir si c'est un métallotecte à valeur universelle ou à valeur locale (BRGM, 2000).

II-2- Les métallotectes vérifiés pour les pays du Gondwana

Les pays diamantifères dérivant du Gondwana sont les plus spectaculaires producteurs de diamant dans le Monde. Cinq grands cratons sont gondwaniens, trois se trouvent en Afrique, un en Inde et un autre en Australie; des portions de ces grands cratons s'éparpillent dans les autres pays anciens gondwaniens (Amérique du Sud, Madagascar...).

II-2-1- L'Afrique

L'Afrique est le continent le plus riche en diamant. Il domine la production de diamant naturel dans le Monde car les trois premiers pays producteurs de diamant naturel sont des pays africains (Botswana, République Démocratique du Congo et Afrique du Sud). En 2000, 59 millions de carat, environ 54% en poids ou 68% en valeurs du diamant dans le Monde venaient d'Afrique.

En termes d'indices diamantifères, presque la moitié de ce continent en possède. Les pays à gisements économiquement rentables sont, le Botswana, la République Démocratique du Congo, l'Afrique du Sud et la Namibie qui produisent les 95% du diamant africain.

Ceux qui produisent les restes sont : le Ghana, la Guinée, la Sierra-Léone, la Tanzanie et la République Centrafricaine.

Cette richesse n'est pas due au hasard mais liée à la géologie de ces pays (Michel, 2001). Tous ces pays producteurs de diamant appartiennent aux cratons africains. Ces cratons sont des croûtes continentales sous forme d'iceberg au-dessus du manteau. En général, ils sont constitués de roches très anciennes d'âge Archéen à Protérozoïque supérieur et partiellement couverts par des séries sédimentaires. L'Afrique possède trois grands cratons (Boyd et Gurney, 1986) :

- Le Craton Ouest Africain ;
- Le Craton Centre Africain ;
- Le Craton Sud Africain.

Quelques bassins sédimentaires, comme les bassins du Sahara, du Congo et du Kalahari, couvrent en partie ces roches très anciennes.

Généralement, ces cratons africains sont constitués de gneiss, de roches vertes et d'intrusions granitiques d'âge Archéen à Protérozoïque inférieur. Les terrains protérozoïques sont à kimberlite stérile (Boyd et Gurney, 1986, Nixon, 1995).

➤ Le Craton Ouest Africain

Il est dominé par le noyau mauritanien au Nord et le noyau libérien au Sud.

Le noyau mauritanien ou bouclier de Reguibat affleure du Nord au Sud depuis la Mauritanie jusqu'au-dessous du sédiment Précambrien supérieur au Dévonien de l'Ouest Afrique. Dans ce bouclier, les prospecteurs de Rex Diamond Mining ont découvert une vingtaine de kimberlites sous forme de dyke et d'indices de diamant (Boyd et Gurney, 1986).

Le noyau libérien d'âge archéen et protérozoïque est dominé par le Libéria, la Sierra Leone, la Guinée, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Burkina Faso et le Mali (Boyd et Gurney, 1986).

➤ Le Craton Centre Africain

Il est constitué par l'Angola, le Gabon, la République Démocratique du Congo, la Tanzanie et le Cameroun. C'est un agglomérat de plusieurs noyaux anciens. Des kimberlites sont rencontrées dans tous ces domaines cratoniques mais seules les kimberlites du Lunda-Kasai et du Tanzanien sont économiquement rentables dont :

- le Lunda-Kasai qui constitue l'Angola et la République Démocratique du Congo ;
- le Tanzanien qui plonge dans le Sud de l'Ouganda, du Gabon et de la Zambie.

➤ Le Craton Sud Africain

Il est constitué par le craton de Kalahari, le noyau Archéen de Kaapvaal (Fig. 16) et de Zimbabwe, la ceinture du Limpopo et la ceinture mobile protérozoïque de Namaqualand. Il s'étale sur l'Afrique du Sud, le Lesotho, le Swaziland et le Zimbabwe. Un tiers de ce craton appartient à l'Afrique du Sud (Deines et al. 2001).

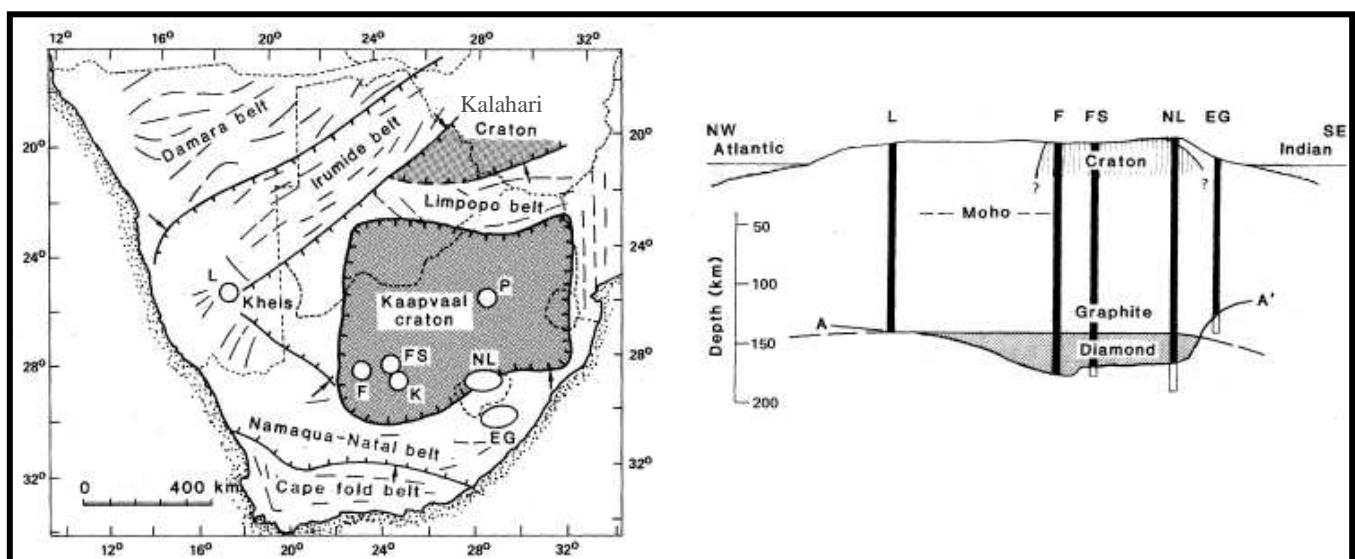


Figure 16 : Craton Sud Africain ; a) carte du craton et des linéaments, b) coupe obtenue par interpolation des données géobarométriques sur les gisements de Louwrenicia (L); Finsch (F); Frank Smith (FS); Northern Lesotho (NL) et East Griqualand (EG). (Boyd et Gurney 1986)

➤ Gisement

D'après les études faites sur les cratons Africains, les diamants au bord du craton, dans les graviers des placers et dans la plage littorale provenaient des kimberlites cratoniques (Deines et al. 2001, Field et al. 2008).

Le craton de Kaapvaal est constitué par des gneiss Archéens, des roches vertes et des roches granitiques (Fig. 17). L'âge de ce craton est de 3.5 Ga et il n'a pas subi de phénomène orogénique depuis 2.5 Ga (Deines et al. 2001).

Au Sud et à l'Ouest de Kaapvaal se trouve une ceinture de roche précambrienne. A l'Est, le craton de Kaapvaal est limité par le rift Est Africain. Au Nord, il se joint au craton de Zimbabwe et Kalahari par des ceintures archéennes (Deines et al. 2001).

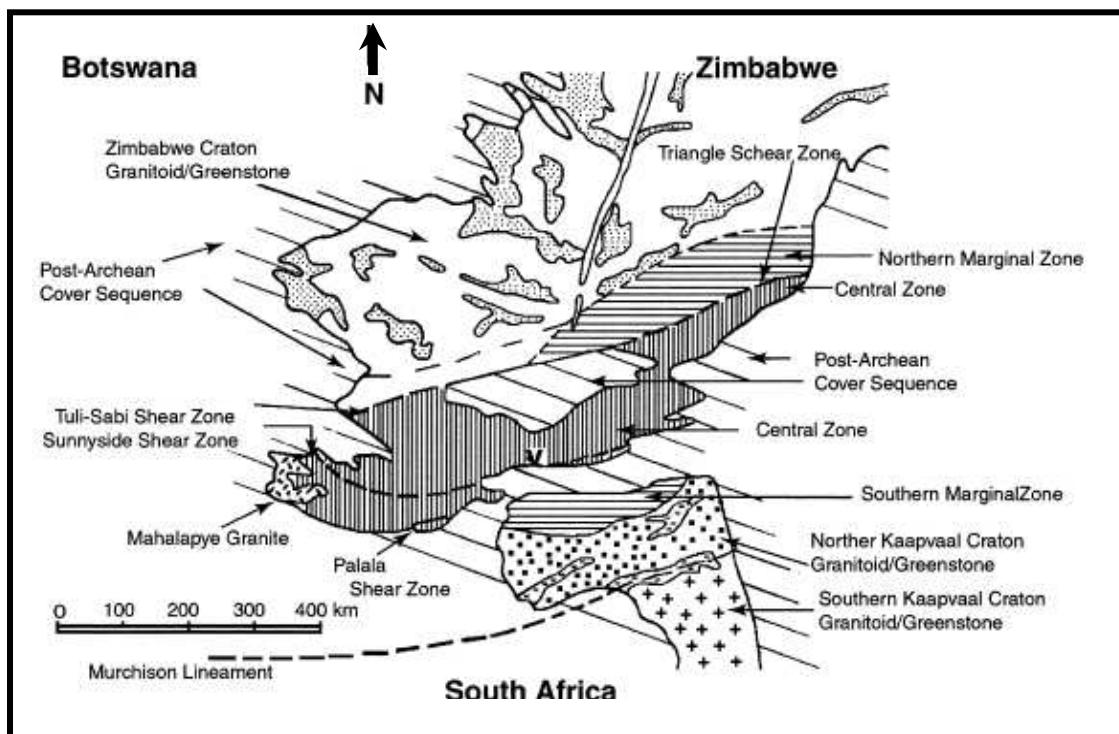


Figure 17 : Carte géologique du socle archéen de l'Afrique du Sud (Deines et al. 2001)

Le diamant dans ces gisements africains se formait dans la racine des cratons entre le manteau inférieur et le manteau supérieur. L'information au sujet de la composition et l'histoire de cette racine sont rassemblées à travers l'étude d'inclusions minérales dans les diamants. Les minéraux de sulfure (pentlandite, pyrrhotite, et chalcopyrite) sont les plus abondants, mais le grenat, l'olivine, le pyroxène, et la chromite sont aussi relativement connus (Boyd et Gurney 1986).

➤ Métallotectes pour la reconnaissance de la zone diamantifère en Afrique

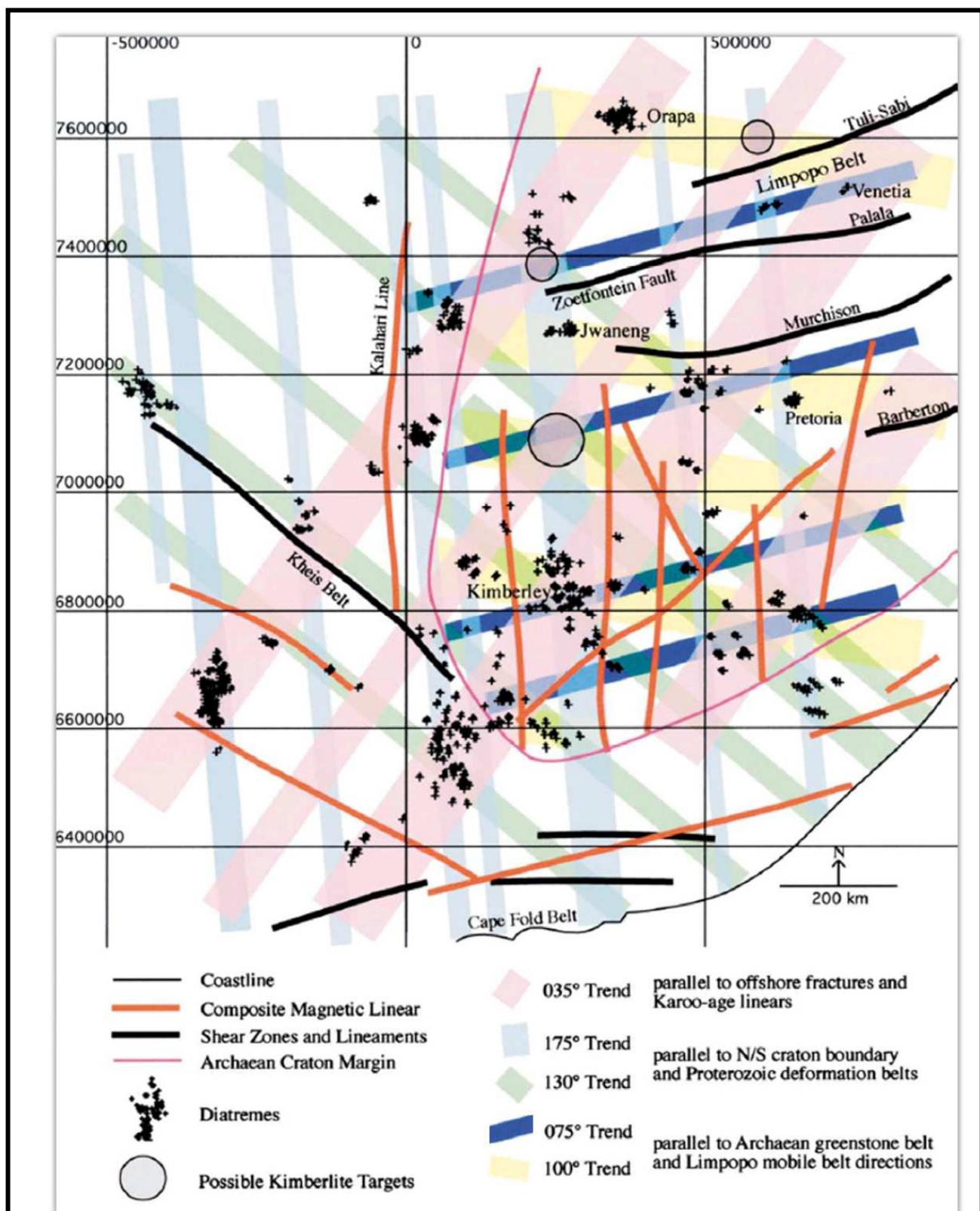


Figure 18 : Carte des linéaments et alignements des pipes Sud Africaines (Vearncombe et Vearncombe, 2002)

Les diamants africains sont enterrés dans les pipes de kimberlite ou de lamproïte ou dans les produits d'érosion des roches diamantifères des trois blocs de craton d'âge Archéen. On remarque que seules les kimberlites dans les périphéries sont diamantifères (Reeves, 2000, Field et al. 2008).

Pour le cas de l'Afrique du Sud, les pipes de kimberlite ont des alignements privilégiés. Ils sont alignés parallèlement au rift Est Africain (N35°E), à la ceinture Limpopo (N100°E) et à la déformation protérozoïque (N130°E). Ces pipes sont remontées surtout dans les intersections de ces linéaments majeurs (Fig.18) (Reeves, 2000, Vearncombe et Vearncombe, 2002).

Kimberlite et lamproïte aux périphéries de craton d'âge Archéen, alignement privilégiés de linéaments et intersections de ces linéaments sont les principaux métallotectes diamantifères en Afrique.

II-2-2- L'Inde

Le bouclier de l'Inde est composé par un enchevêtrement de puzzle de trois cratons Archéens (Dharwar, Singhbhum et Aravalh) séparés par des sutures.

Le craton de Dharwar constitue la plus grande partie de ce bouclier et le seul craton diamantifère de l'Inde. Il est composé par des schistes et des gneiss. Toutes ces formations sont métamorphisées du faciès schistes verts au faciès granulite. Une suite granitique du Protérozoïque de direction NW-SE subdivise ce grand craton. La partie Est est affectée par l'orogenèse de l'Est Ghats.

Le Bassin de Cuddapah (Fig. 19) se trouve dans la partie Est de Dharwar. Il est composé par des roches ignées et sédimentaires du moyen et fin Protérozoïque. La croûte au-dessous de ce bassin a une épaisseur entre 40 et 50Km seulement. Pourtant en d'autre endroit, l'épaisseur du craton de Dharwar peut atteindre environ 200Km. Dans la partie SW de ce bassin se trouve des laves, des sills et des dômes de granitoïde avec des formations alcalines de lamproïte et de syénite alcaline. (Chand et Subrahmanyam, 2003, Chalapathi Rao et al. 2004).

➤ Type du gisement

L'Inde ne produit pas que des diamants de placer (gisements secondaires). Le pays a deux champs kimberlitiques dans la partie Est du craton de Dharwar, au bord du bassin de Cuddapah, le champ d'Anantapur et le champ de Mahbūbnagar (Fig. 19).

Le champ d'Anantapur est constitué par onze pipes de kimberlite d'âge aux alentours du Neoprotérozoïque. Toutes les xénolites de ces pipes sont en général d'origine crustale. Les diamants dans ces champs se trouvent dans les faciès diatrémes et dans les faciès hypabyssaux des pipes.

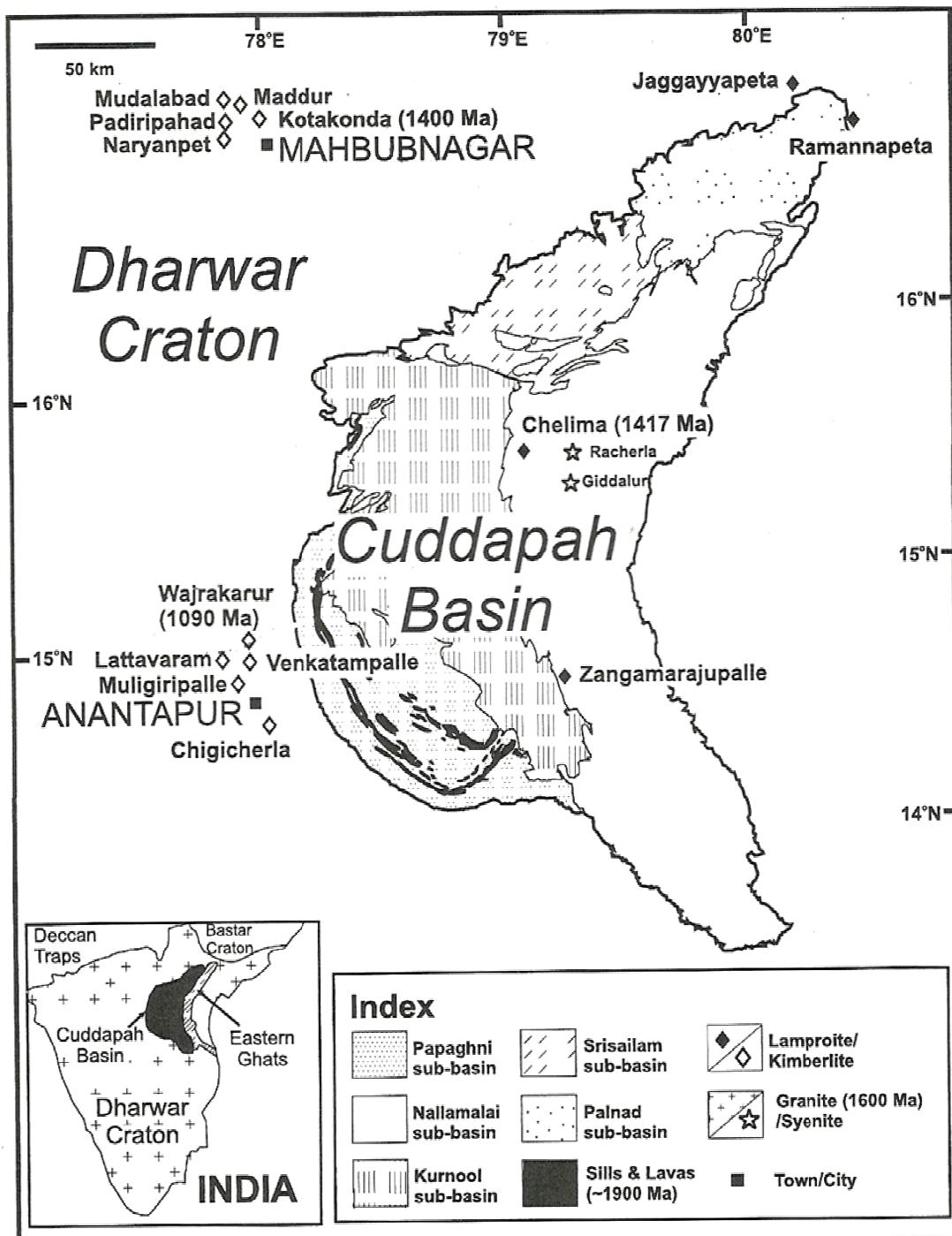


Figure 19 : Position des deux champs de kimberlite de l'Inde par rapport au Bassin de Cuddapah (Chalapathi Rao et al. 2004).

Pour le champ de Mahbūbnagar, toutes les pipes sont à faciès hypabyssal. Elles ne sont pas diamantifères. Pourtant, l'existence de gisements sédimentaires aux alentours montre que les parties diamantifères de ces pipes sont déjà érodées (Chalapathi Rao et al. 2004).

➤ Métallotectes

La majeure partie des dykes dans ce domaine s'est mise en place entre 1900-1700Ma, entre 1400-1300Ma, entre 1200-1000Ma et rarement aux environs de 650Ma.

Les dykes du 1900 à 1000Ma se sont évolués du basalte tholeïtique au basalte alcalin, selon une direction NW-SE. Les dykes du bassin de Cuddapah sont des dykes mafiques de direction N-S, ayant une affinité avec les komatiites basaltiques. On trouve aussi des dykes de type similaire au basalte de la ride océanique (Chalapathi Rao et al. 2004).

Les minéraux indicateurs des pipes diamantifères sont : de la chromite, du diopside, de la picroilménite et du grenat pyrope. On trouve aussi dans quelques pipes des minéraux opaques de carbonate.

En résumé en Inde, kimberlite et lamproïte intracratoniques fini-Paléoprotérozoïques et Mésoprotérozoïques et linéaments de direction NW-SE et NS constituent des métallotectes diamantifères.

II-3- Les métallotectes pour les pays diamantifères hors du Gondwana

Les pays producteurs de diamant hors du Gondwana sont la Russie, le Canada, la Chine et quelques pays de l'Europe. Ces pays font partie de trois cratons dont le craton de Canada, le craton d'Eurasie et le craton de l'Asie de l'Est.

II-3-1- Le Canada

Le bloc Nord Américain est formé par des boucliers archéens et protérozoïques des plateformes Américaines (Hoffman, 1990). Seuls les boucliers archéens contiennent des champs intrusifs diamantifères.

Le craton de la province du Supérieur au Québec est l'un des plus grands cratons du Monde (Hoffman, 1990, Moorhead et al. 2000). Les champs de kimberlite se trouvent dans la partie au Sud du 52ème parallèle. La suite de prospection dans toute l'étendue de ce craton, repère différents types des dykes de lamprophyres et des dykes mafiques et ultramafiques d'origine magmatique de nature alcaline dans la partie Nord (Moorhead et al. 2000).

Pour un autre craton de Canada, le craton de Nain, les kimberlites diamantifères sont sous forme de dykes de direction générale NE-SW, d'épaisseurs variables de 0,6 à 2,5m et d'environ 1,5 km de long. Ceux qui atteignent le faciès hypabyssal sont faiblement diamantifères (Moorhead et al. 2000).

Ces champs kimberlitiques sont distants d'environ 400 km et se localisent aux alentours des intersections des grands linéaments ou des limites de formations (Hoffman, 1990).

Au Canada, kimberlite ou lamproïte intracratonique Archéenne, intersections de grands linéaments et dykes de direction NE-SW sont considérés comme métallotectes diamantifères.

II-3-2- L'Eurasie

La Russie est le plus grand exploitant de diamant dans le bloc Eurasie et l'un des grands exploitants de diamant dans le Monde. Ses gisements n'ont pas de spécificité très nette. Ils sont semblables aux gisements de l'Afrique du Sud. Ce sont des kimberlites d'âge crétacé, remontées dans des domaines cratoniques. (Deines, 1978, Taylor et al. 2003).

Les gîtes diamantifères de Chine sont des formations métamorphiques dues à des collisions successives durant la formation du bloc Eurasie. Les diamants ne sont pas alors dans des cheminées volcaniques. Le gîte de Dabie Chan est un exemple concret de ce type de gîte en Chine (Shutong et al. 1992). C'est un gîte formé dans des formations métamorphiques sous forme de nappe de charriage (cf. Fig. 10).

II-4- Métallotectes généraux du diamant

II-4-1- Âge

Les intrusions kimberlitiques dans le Monde sont généralement remontées dans des ères bien définies (Protérozoïque au Crétacé). Leur richesse en diamant varie en fonction de leur faciès. En général, les kimberlites à faciès hypabyssal et d'âge de plus de 1Ga sont faiblement diamantifères. Les kimberlites riches en diamant et notamment de bonne qualité sont d'âges Cambrien au Crétacé (Tableau 3) (Michel, 2001).

Tableau 3 : Relation entre les différents âges de remontée de quelques kimberlites dans le Monde, leur faciès et leur teneur en diamant (K : kimberlite, L : lamproïte)

Province	Type	Faciès	Âges (Ma)	Teneur en diamants
Témiscamingue (Canada)	K	Pipes (Hypabyssal)	-	Faible
Desmaraïsville (Canada)	K	Pipes, Dykes (Hypabyssal)	1100	Faible
Otish (Canada)	K	Pipes (Hypabyssal)	-	Faible
Torngat (Canada)	K	Dykes	544	Riche
Anantapur (Inde)	K	Pipes (Diatrèmes,	1090	Faible-
Mahbūbnagar (Inde)	K	Hypabyssal)		Non
Cuddapah (Inde)	L	Pipes (Hypabyssal)	-	Non
Kenya (Afrique)	K	Pipe (Hypabyssal)	1401-1418	Non
Tanzanie (Afrique)	K	Dykes	1100-1380	
Afrique du Sud (Afrique)	K	Pipes	135-100	Exploité

II-4-2- Localisations et caractéristiques géotectoniques

Les gisements du champ de kimberlite de l’Afrique du Sud, du Botswana et de l’Inde sont aux alentours des anciens champs de subduction. En outre, les formations en exhumation et les formations métamorphiques diamantifères sont aussi des anciens champs de subduction. Par conséquent, la présence d’un champ de subduction est un indice de possible existence de diamant.

II-4-3- Caractéristiques lithologiques

Les volcans kimberlitiques ont leurs chambres magmatiques dans le manteau généralement de nature péridotitique et éclogitique. De là, remonte rapidement le magma par les pipes profondes, qui jouent le rôle de cheminées (Haggerty, 1999). Chimiquement, la croûte ne devait pas ainsi influencer sur le chimisme du magma kimberlitique. D’ailleurs, on trouve différents types d’encaissants des gisements de diamants dans beaucoup de pays : formation granitiques pour les champs d’Anantapur et Mahbûbnagar en Inde (Chalapathi Rao et al. 2004), du Karoo sédimentaire en Afrique du Sud (Boyd et Gurney, 1986). Les gîtes diamantifères sont souvent dans des domaines cratoniques (Boyd et Gurney, 1986) ou rarement dans d’autres domaines comme la ceinture mobile (Jébrak, 2004).

Tous les gisements du diamant dans le monde gondwanien ou non ont des relations étroites avec la subduction. Les intrusions kimberlitiques diamantifères sont aux environs des ceintures des anciens champs de subduction (dans des bordures des cratons), comme c’est le cas des gisements dans les cratons africains. La nappe de charriage est un résultat de continuité du mouvement de fermeture (exhumation) engendrée par la subduction. Ces formations diamantifères sont des intrusions volcaniques comme le cas des gisements primaires exploitables d’aujourd’hui (Kimberley, Argyll,...) ou des formations métamorphiques (Dabie Chan). Les encaissants de ces formations diamantifères sont variés (des formations magmatiques, métamorphiques ou même des formations sédimentaires).

Les principaux métallotectes du diamant dans le Monde ayant été maintenant cernés, voyons qu’en est-il de Madagascar? Pour y répondre, nous jugeons utile de présenter d’abord notre pays dans son contexte gondwanien pour en faire sortir les ressemblances et les différences avec les autres continents, les potentialités diamantifères de Madagascar ensuite. Ce qui nous amène aux chapitres III et IV qui suivent.

Chapitre III : Madagascar dans le Gondwana

Les champs diamantifères dans le Monde sont des formations d'âge Archéen au Protérozoïque. De plus, les roches magasins du diamant sont des formations d'âge Néoprotérozoïque au Crétacé (Michel, 2001). Durant ces temps, un supercontinent appelé Rhodinia va se transformer en un autre supercontinent appelé Gondwana. Ce dernier est la combinaison de l'Amérique du Sud, de l'Afrique, de Madagascar, de l'Inde, de l'Antarctique et de l'Australie. A l'exception de Madagascar et de l'Antarctique (Collins et Pisarevsky 2005), ces pays exploitent du diamant.

La connaissance de l'histoire de formation du Gondwana, les caractéristiques géologiques de Madagascar et les relations géologiques entre Madagascar et les pays environnants dans le Gondwana peuvent nous renseigner sur la potentialité de Madagascar en diamant.

III-1- L'évolution de la Terre dès le Rhodinia à la dislocation du Gondwana

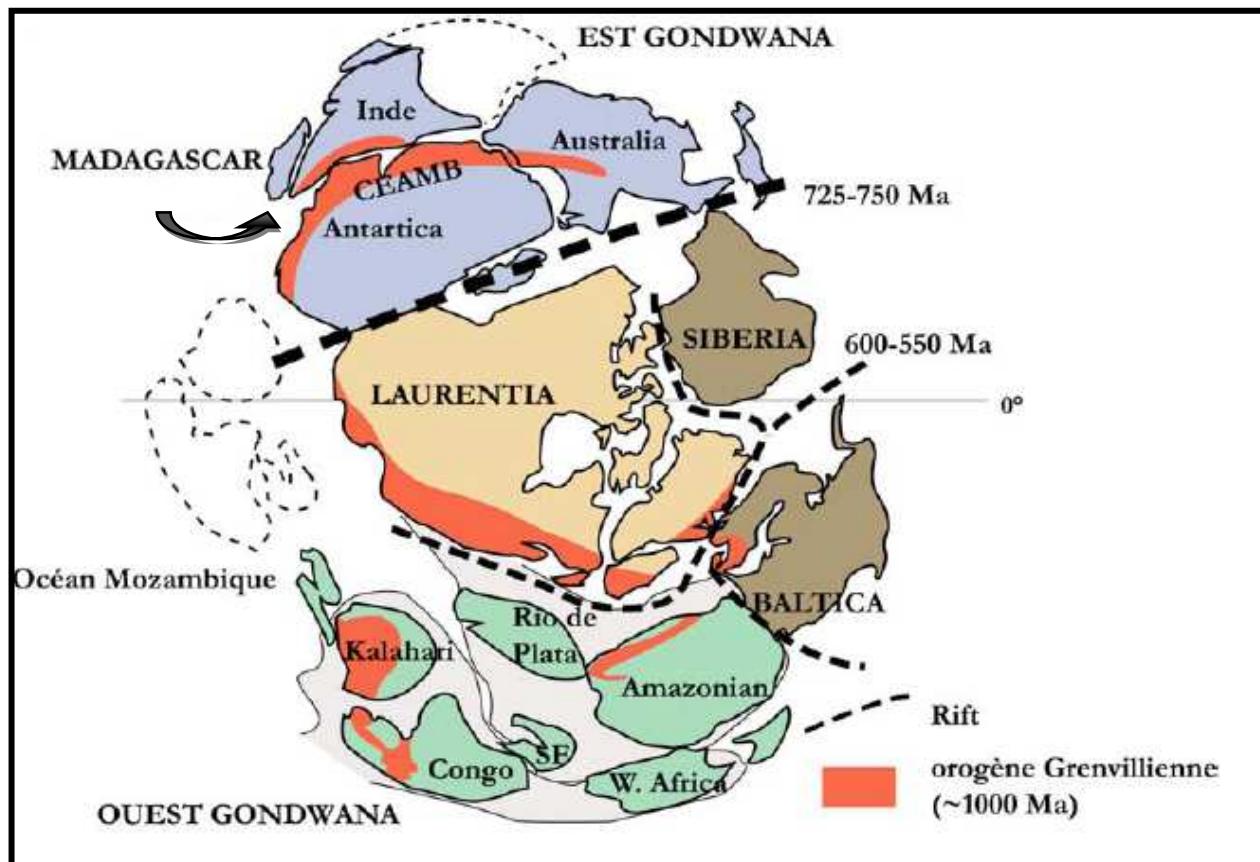


Figure 20 : Reconstitution paléogéographique du Rhodinia à 750 Ma (Dalziel, 1997)

Le Rhodinia est le supercontinent de Méso-Néo Protérozoïque existant avant le Gondwana (Fig. 20). La consolidation du Rhodinia est due à l'action de l'orogenèse grenvillienne d'âge Néo Protérozoïque Inférieur de 1300 à 900Ma (Dalziel, 1997, Collins et Pisarevsky, 2005).

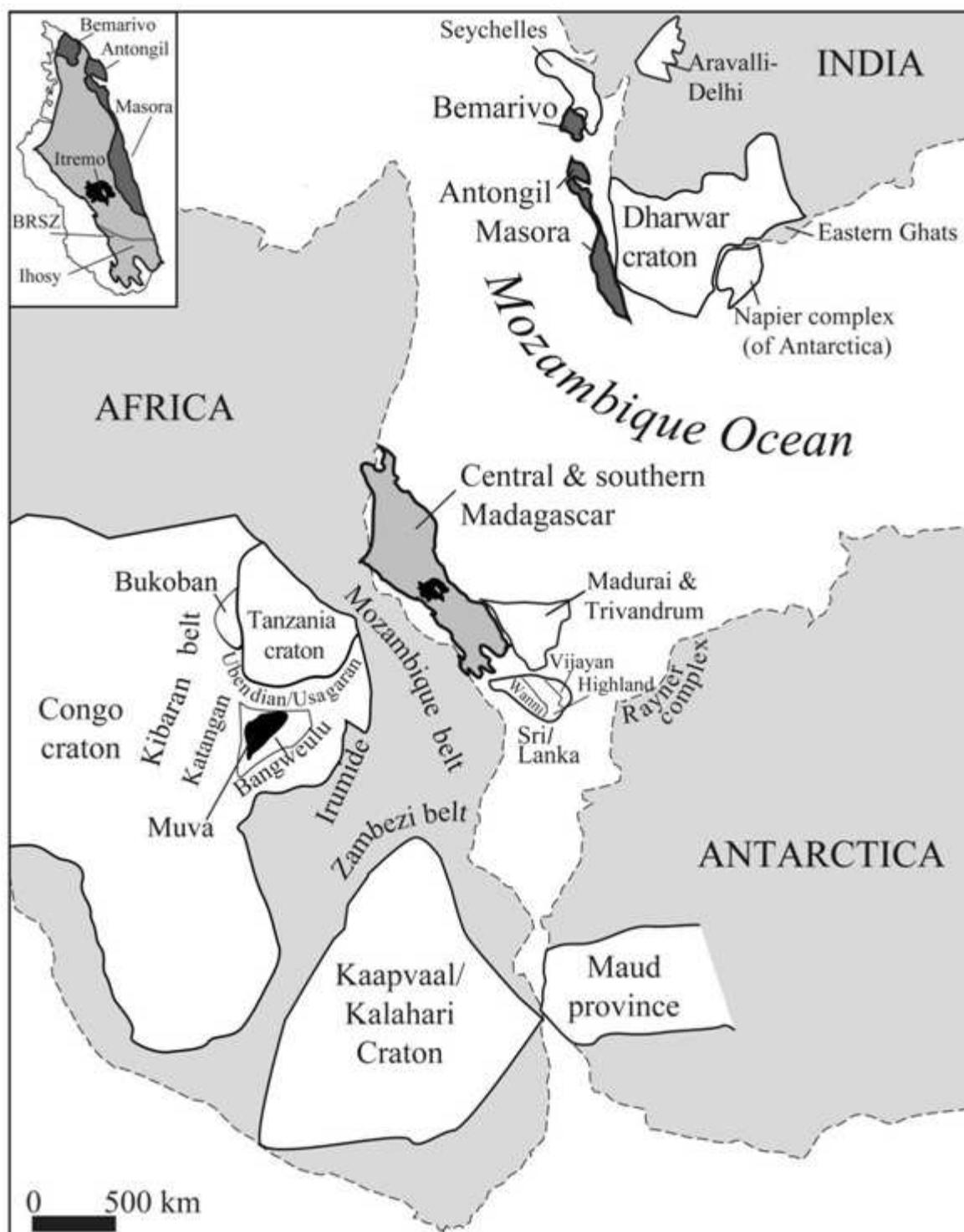


Figure 21 : Reconstitution paléogéographique de Madagascar et ses alentours à 750±50 Ma (Cox et al. 2004)

Actuellement, la reconstitution de Rhodinia la plus acceptée est celle de Dalziel (1997). Le Rhodinia est constitué par Laurentia (Amérique du Nord) dans son centre, par le craton d'Amazonie et d'Afrique de l'Ouest au Sud et par le futur bloc Gondwanien Oriental (Australie, Est Antarctique, Inde, Madagascar et Sri Lanka) au Nord.

Dans ce grand puzzle de Dalziel (1997) (Fig. 20), Madagascar forme un seul bloc attaché à l'Inde. Des études sur le socle de Madagascar amenaient une nuance à cette théorie. Le socle de Madagascar est un puzzle fusionné lors de la formation de Gondwana. Les domaines de Bemarivo et d'Antongil seraient à rattacher à l'Inde et le domaine d'Antananarivo à l'Afrique (Paquette et Nédélec, 1998, Paquette et al. 2003, Cox et al. 2004 et Collins et Pisarevsky, 2005) (Fig. 21).

Malgré cette contradiction d'idées, l'existence de Rhodinia est incontestable et cette reconstitution de Dalziel (1997) reste acceptée.

III-1-1- La formation de Gondwana

A 750 Ma, la dislocation de Rhodinia commence (Fig. 22a). Puis, ses portions se regroupent progressivement.

A 630 Ma, les blocs de l'Inde, de Kalahari (Kal), de l'Australie-Mawson (Aus-Maw), de l'Azania (AZ), de Congo, de l'Ouest Afrique (WA), de Sahara (Sah), de Sao Francisco (SF), de Rio de Plata (RP) et de l'Amazonie commencent à se rapprocher (Fig. 22b) (Collins et Pisarevsky, 2005). Les rapprochements de ces différents blocs entraînent le rétrécissement progressif des océans entre eux (Océan Mozambique) (Fig. 22c). L'accrétion se fait par collision de blocs tectoniques de type inter-plaque ou intra-plaque et l'assemblage final de tous les blocs se termine aux environs de 550 Ma (Fig. 22d).

Cette formation de Gondwana est matérialisée par l'existence des zones affectées par l'orogenèse Panafricaine du 820 à 550 Ma, qui est le résultat de la collision entre les blocs constituants de Gondwana. Ces formations orogéniques Panafricaines sont affectées par des failles de direction variée, métamorphisées à différentes intensités et recoupées par des intrusions volcaniques de type varié (Shackleton, 1996, Collins et Windley, 2002, Collins et al. 2003).

La reconstitution de Collins et Pisarevsky (2005) pour 530 Ma positionne les blocs tectoniques anciens du Gondwana, selon (Fig. 22d) l'Australie-Mawson au Nord, l'Inde, l'Azania, le Kalahari, le Congo, le Rio de Plata, le Sahara, le Sao Francisco pour la partie centrale et le couple Ouest Afrique-Amazonie au Sud.

Aux alentours de 400 Ma, Gondwana reste encore en un seul bloc mais il tourne environ de 90° vers l'Est. La partie Nord de la figure 22d tourne vers l'Est et la partie Sud vers l'Ouest.

Cet assemblage en bloc unique est conservé jusqu'à la fin du Paléozoïque avec individualisation de l'Océan Indien et de l'Océan Atlantique marquant le début de dislocation de Gondwana (Acharyya, 2000).

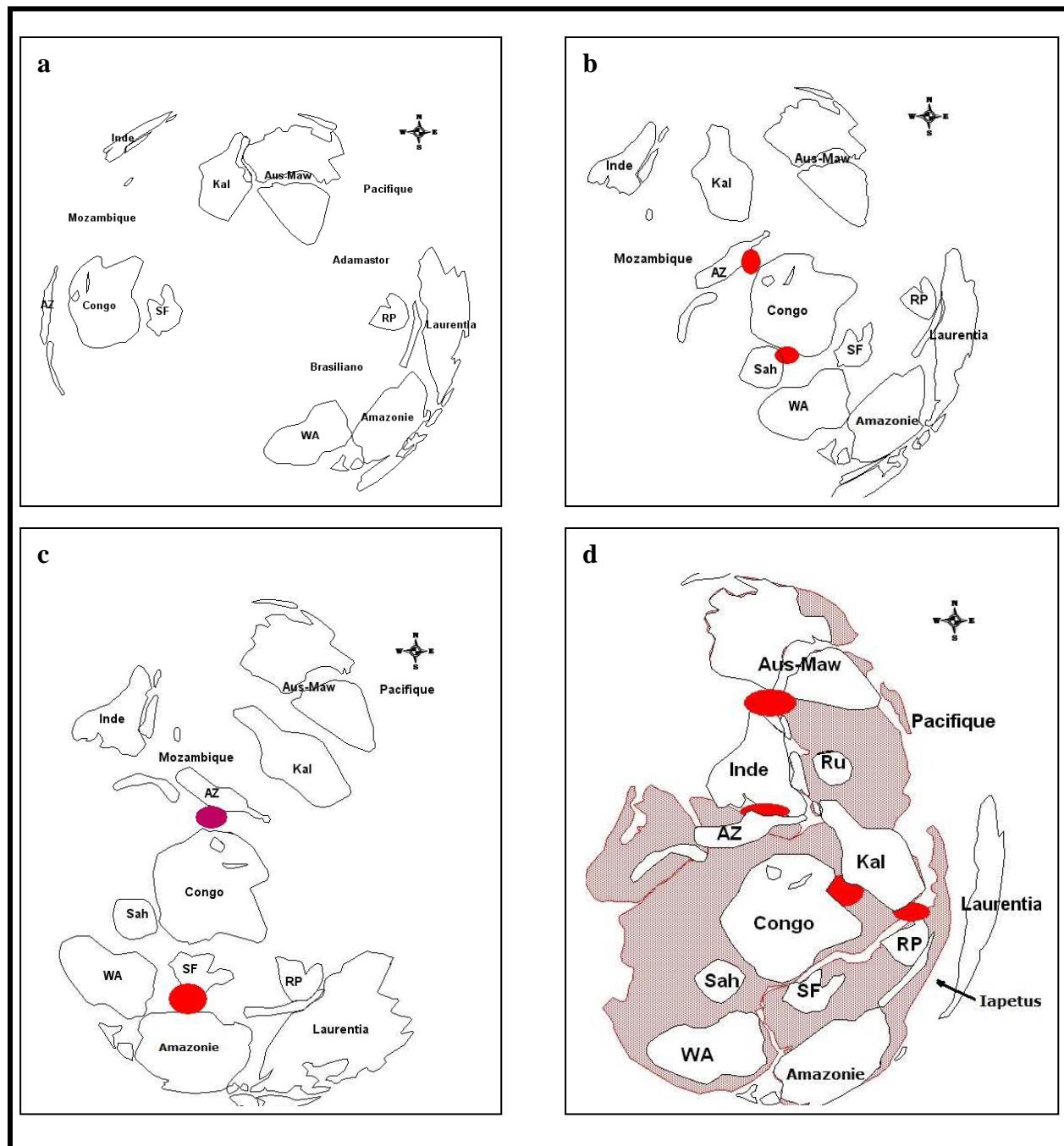


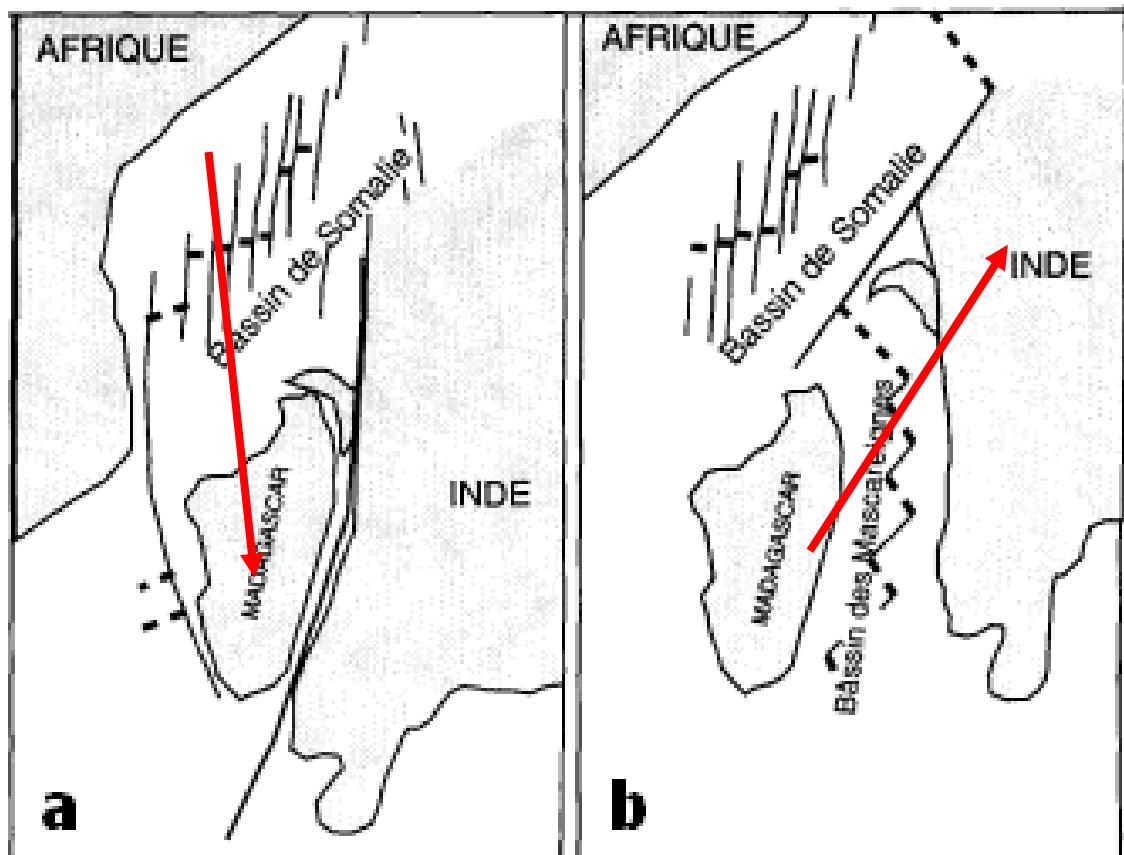
Figure 22 : Reconstitution de paléogéographie. (a) dislocation de Rhodinia à 750Ma, (b) début d'accrétion du Gondwana à 630Ma, (c) phase intermédiaire à 570Ma, (d) le supercontinent Gondwana avec ses éléments venus de la dislocation de Rhodinia à 530Ma (Collins et Pisarevsky, 2005).

III-1-2- La dislocation de Gondwana

En réalité, la dislocation de Gondwana est commencée loin avant la formation de l'Océan Indien et l'Océan Atlantique. La formation du bassin Karoo est déjà le commencement de cette dislocation surtout pour la séparation entre le Gondwana Est et le Gondwana Ouest. Cette fragmentation en deux blocs de Gondwana s'effectue le long de la côte Est Africaine (Salman et Abdula, 1995, Le Gall et al. 2002, Mc Clintock et al. 2008).

A noter au passage que les formations Karoo sont les couches sédimentaires d'âge Carbonifère jusqu'au début Crétacé de l'Afrique de l'Est. Ces formations sont à faciès continental et sont présentes dans les pays Sud, Centre, Nord Est Africain et à Madagascar.

La dislocation se poursuit avec séparation de la portion Est gondwanienne (Australie-Mawson, Madagascar, Inde, Sri Lanka) de l'Afrique. D'où l'ouverture du Bassin de Somalie, par déplacement de cet ensemble vers le Sud le long de la Ride de Davie, jusqu'au pôle Sud (Fig. 23a).



→ Sens de mouvement

Figure 23 : Carte de simulation du mouvement de Madagascar : a) le déplacement de Madagascar et Inde vers le SSE à 119Ma, b) séparation Indo-Madagascar et ouverture du Bassin des Mascareignes à 69Ma (Dymont, 1991).

Au Crétacé moyen, Australie-Mawson quitte le bloc, ensuite Australie vers sa position actuelle. Fin Crétacé, c'est l'individualisation de Madagascar par ouverture du Bassin des Mascareignes et déplacement de l'Inde-Sri Lanka vers leur place définitive (Fig. 23b). Ce qui termine la dislocation du Gondwana (Piqué, 1999).

Ainsi, Madagascar, née de cette dislocation va faire l'objet d'une série d'interprétations pour son histoire géologique.

III-2- Relation Madagascar-Afrique

La fermeture de l'Océan Mozambique lors de l'accrétion de Gondwana provoque un raccourcissement et un épaississement de la croûte le long de la zone de fermeture. En plus, sous l'action de subduction, cette fermeture alimente le manteau aux alentours de la ceinture mozambicaine par des éléments volatiles et du carbone.

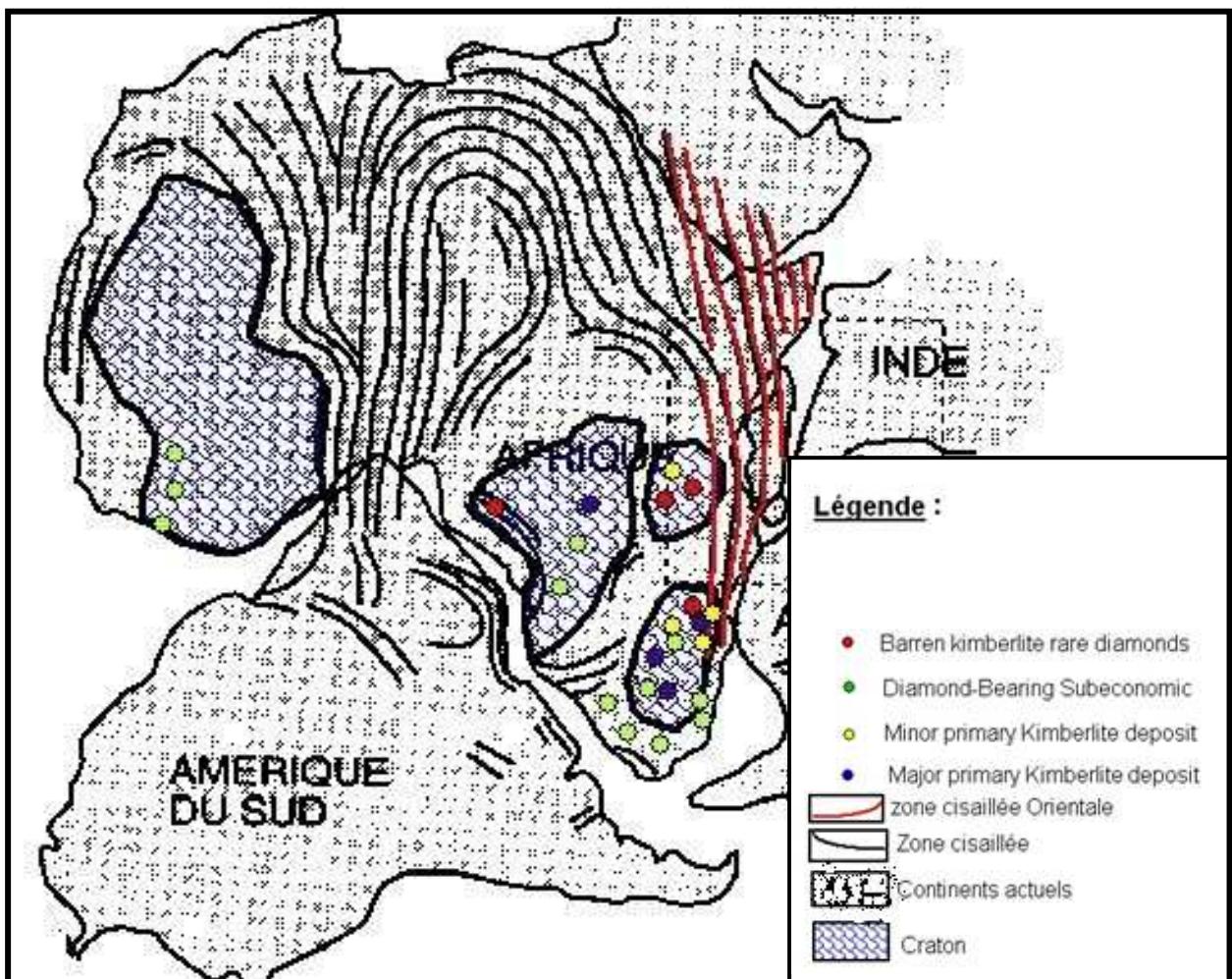


Figure 24 : Position de Madagascar et des cratons Africains par rapport au linéament Gondwanien (Piqué, 1999)

Au temps du Gondwana, Madagascar et l'Afrique de l'Est ont des zones cisaillées de direction submérienne (Fig. 24). À Madagascar, ces failles (F1) se sont transformées en failles normales de direction N-S. Cette transformation change la structure de la lithosphère Malagasy lors de sa séparation avec l'Inde (Piqué, 1999).

Ces failles F1 sont recoupées dans quelques endroits par d'autres séries de cassures de direction WNW-ESE qui sont dues au raccourcissement E-W de la croûte lors de la formation du Gondwana. Selon Piqué (1999), quelques unes de ces cassures sont matérialisées par la présence des dykes crétacés de direction WNW-ESE qui existent aussi en Afrique (Fig. 25).

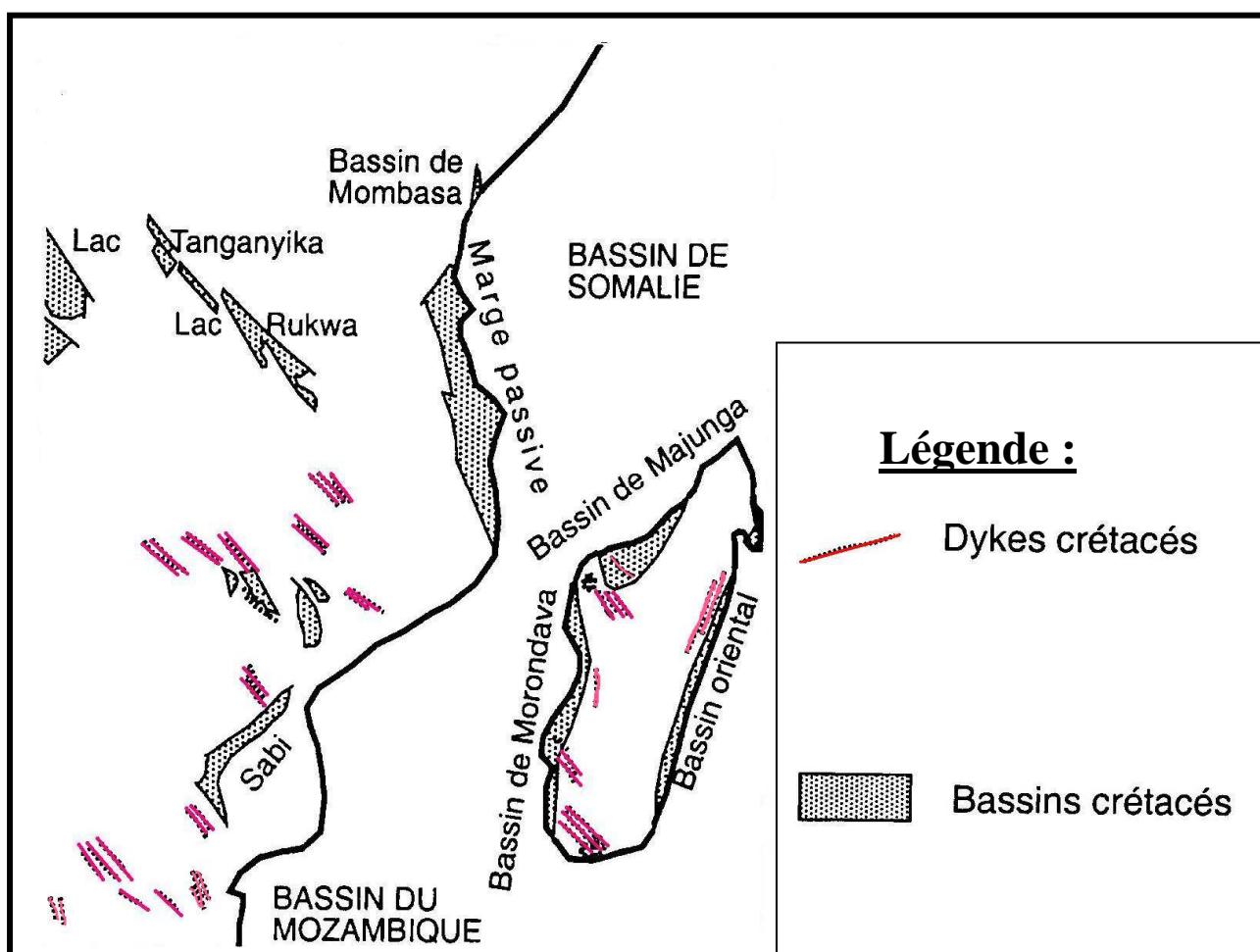


Figure 25 : Les dykes Crétacés de l'Afrique de l'Est (Piqué, 1999)

Le canal de Mozambique est un rift avorté où la rive Est se trouve à Madagascar et l'autre rive en Afrique Orientale surtout dans la côte Nord Est. Ces deux rives du rift sont formées par des roches recoupées par des failles parallèles à la Ride de Davie. A Madagascar, ces parties Est du Rift sont couvertes par des séries sédimentaires pour donner naissance au bassin sédimentaire malagasy (Piqué, 1999).

Du point de vue métamorphisme, les points qui relient l’Afrique et Madagascar sont les effets de l’orogenèse panafricaine. C’est un métamorphisme de moyen et haut grade affectant toutes les parties Est de l’Afrique et Madagascar jusqu’à l’Inde (Fig. 26) (Collins et Windley, 2002).

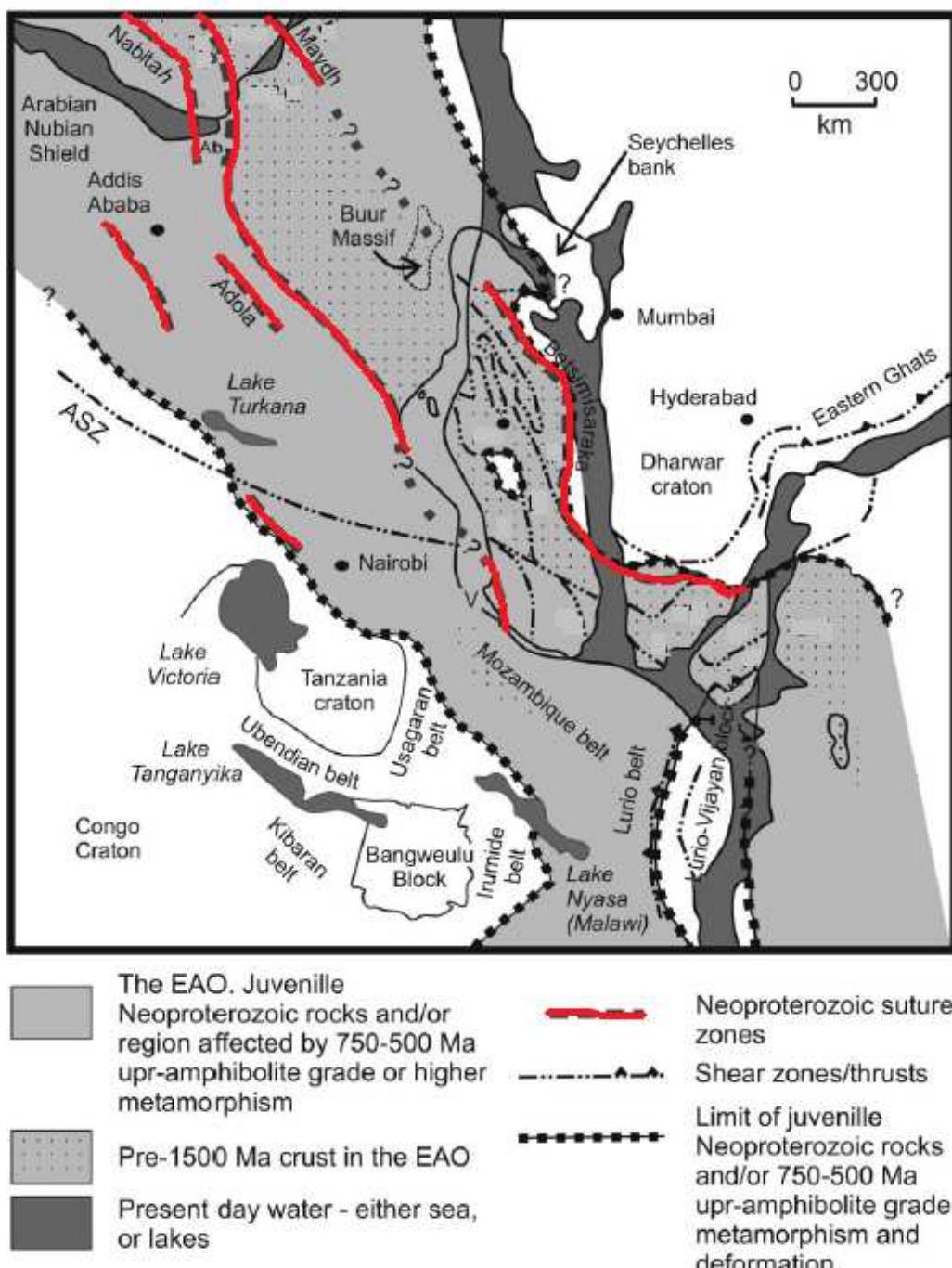


Figure 26 : Les zones affectées par l’orogenèse Est africaine (Collins et Windley, 2002)

Ces effets tectono-métamorphiques sont dues à l'orogenèse Panafricaine. Cette orogenèse entraîne deux événements distincts : le Panafricain précoce et le Panafricain tardif (Meert et Van Der Voo, 1997, Collins et Pisarevsky, 2005).

Le panafricain précoce (820-720 Ma) est du à une collision continentale. Il est matérialisé par des événements magmatiques majeurs : magmatisme d'arc contemporain comme dans le domaine d'Anaborina-Manampotsy (Collins et al. 2003) de mise en place de massif basique-ultrabasique comme l'unité de Beforona (Handke et al. 1999). Tous sont dus à l'effet de la subduction lors du début de fermeture de l'Océan Mozambique (Tucker et al. 1999, Kroner et al. 1999).

Le panafricain tardif (630-550 Ma) entraîne du magmatisme d'arc contemporain et du métamorphisme à faciès varié du schiste vert au granulite partout dans les socles sauf dans le domaine d'Antongil où il intervient de façon hétérogène (Piqué et al. 1998). Il entraîne aussi les déformations verticales D1 et les raccourcissements Est-Ouest D2 qui sont responsables de la formation des shear zones de direction plus ou moins Nord-Sud (Martelat et al. 2000, Goncalves, 2002), des formes lenticulaires des chromites et de la mise en place de la ceinture de Tsaratanana (Rakotomanana. 1996, Goncalves, 2002) et des structures tectoniques de direction semblable à Bongolava-Ranotsara et de la shear zone de Sandrakota entre Bemarivo Nord et Bemarivo Sud. D2 est quelquefois en extension dans la partie centrale pour la mise en place des granites alcalins dans le socle gneissique et la mise en place des filons granitiques de type Ambatomiranty (Paquette et Nédélec 1998). Le Panafricain tardif est la fin de consolidation de Gondwana.

Après tous ces événements à 530 ± 5 Ma, le pluton granitique du massif de Carion est formé. C'est un magmatisme supra tardio-orogénique (Meert et al. 2001).

En bref, le bloc Azania, les failles gondwanaises, l'orogenèse panafricaine, les formations Karoo, sont les points communs entre Madagascar et Afrique.

III-3- Relation Madagascar-Inde

Selon Paquette et al. (2003); Collins et al. (2003), Collins et Pisarevsky (2005); PGRM (2008), les domaines d'Antongil et de Masora sont des portions de la bordure Ouest du craton de Dharwar en Inde restés à Madagascar lors de l'ouverture du bassin des Mascareignes.

Du point de vue orogenèse, Dharwar et Antongil-Masora n'ont plus d'indices des relations directes surtout lors de la remontée de la kimberlite diamantifère (Méso-Néoprotérozoïque et Crétacé). Par contre, les trois sont proches de la zone affectée par des orogenèses : l'Est Ghat (Dharwar Est) par l'orogenèse grenvillienne (Dalziel, 1997, Chalapathi Rao et al. 2004), le domaine d'Antananarivo (à l'Ouest d'Antongil et Masora) par l'orogenèse panafricaine (Collins et al. 2003, Collins et Pisarevsky, 2005, PGRM, 2008) et enfin la partie Sud de l'Inde par l'orogenèse panafricaine (Fig. 26) (Collins et Windley, 2002).

D'après ces histoires géologiques, Madagascar a eu trois événements orogéniques qui commençaient au Paléoprotérozoïque (~2600 Ma) par l'orogenèse Chamwaienne (Boullier et Bertrand, 1981, Goncalves, 2002), puis par l'orogenèse panafricaine précoce du Néoprotérozoïque (820-720 Ma) et se terminant par l'orogenèse panafricaine tardive de la fin Néoprotérozoïque (630-550 Ma) (Rakotomanana. 1996 ; Paquette et Nédélec 1998 ; Handke et al. 1999 ; Tucker et al. 1999, Kronér et al. 1999 ; Martelat et al. 2000 ; Goncalves, 2002 ; Collins et al. 2003). Tous les socles et les couches sédimentaires malagasy ont été affectés par des réseaux de failles et de grandes structures cassantes. Ces structures sont maintenant sous forme de shear zones, de cassures cicatrisées par des formations volcaniques formant des dykes ou simplement un alignement des pointes volcaniques.

Le PGRM (2012) présente une nouvelle théorie proche de l'idée de Dalziel, (1997). Le socle de Madagascar est un seul bloc, portion de Dharwar. L'ensemble Madagascar-Inde s'appelle "GREATER DHARWAR CRATON" (Fig. 27).

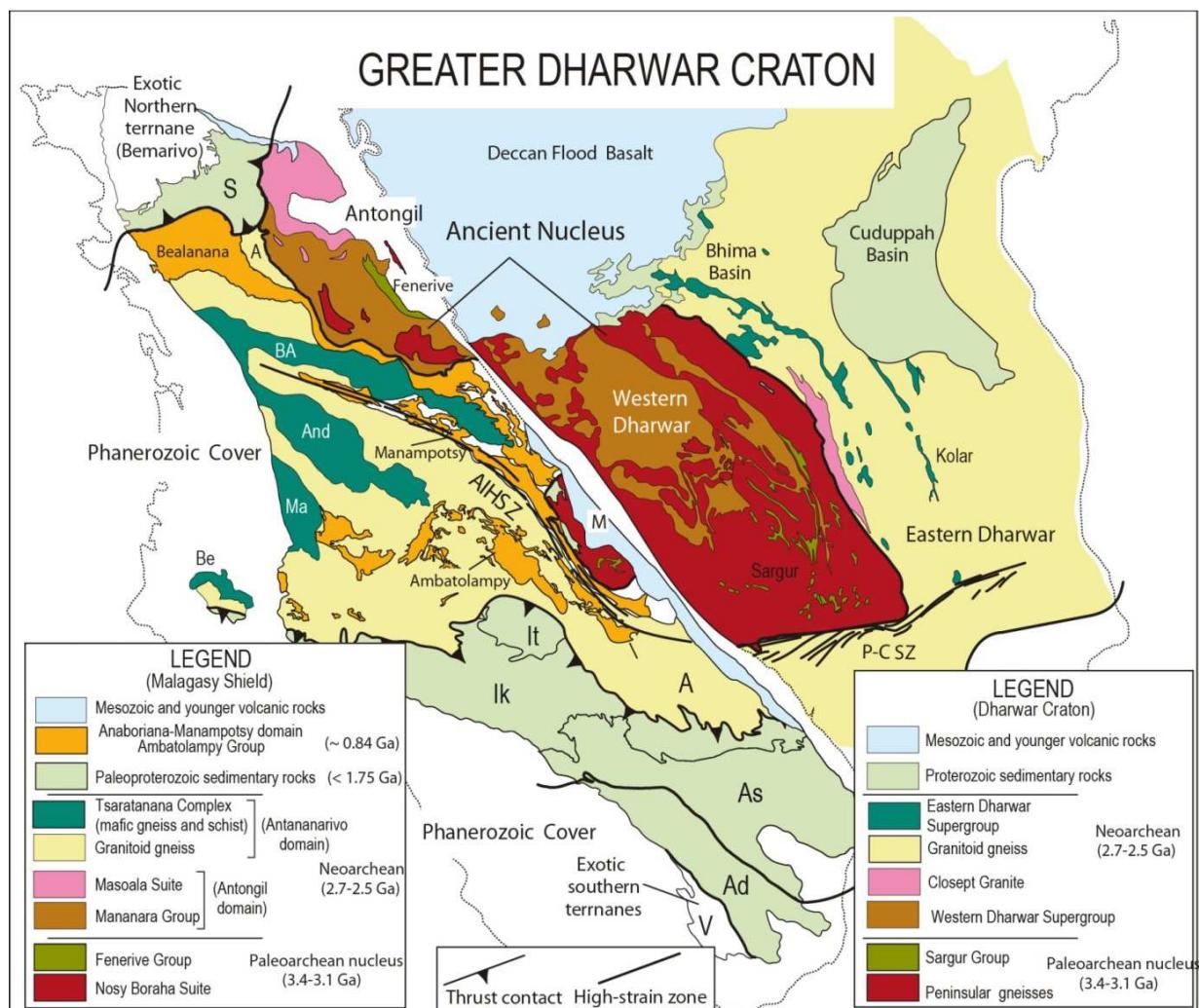


Figure 27 : Reconstitution du « Greater Dharwar Craton » (PGRM, 2012).

Les relations entre Madagascar-Inde sont alors, le craton de Dharwar et l'orogenèse panafricaine.

III-4- Géologie de Madagascar

Lacroix (1923) a débuté à examiner la géologie de Madagascar par des études minéralogiques. Ensuite, Bésairie a commencé la cartographie. Hottin (1972) l'a finalisée en synthétisant les travaux de Bésairie de 1948-1972 (Annexe 3). Depuis les années 90, le nouvel air est apporté par la synergie des chercheurs locaux et étrangers. Le gouvernement Malagasy entreprend un nouveau projet de révision de cette cartographie. Ce travail a été évalué à mis parcours en 2008 et s'est terminé par un symposium en 2012 (PGRM, 2012).

Selon toutes ces études, Madagascar se subdivise, géologiquement, en deux grandes entités bien distinctes dont le Socle Cristallin Précambrien et les Séries Sédimentaires. Le premier affleure sur les deux tiers de l'île alors que la seconde couvre le tiers restant et s'étend plus largement vers la partie occidentale.

III-4-1- Le socle cristallin Malagasy

En 2012, une synthèse des travaux de révision cartographique de Madagascar a été faite par le PGRM. Ce projet introduit de nouvelles appellations surtout pour les formations du socle en fonction des effets tectono-métamorphiques affectant chaque formation. Nous les citons en annexe 4 :

On remarque que le socle précambrien de Madagascar peut être subdivisé en six domaines géologiques (Antongil/Masora, Antananarivo, Ikalamavony, Androyen/Anosy, Bemarivo et Vohibory) (PGRM, 2012). Pour synthétiser tous les travaux faits sur le Socle Malagasy, un résumé pour chaque domaine sera entrepris (Fig. 28).

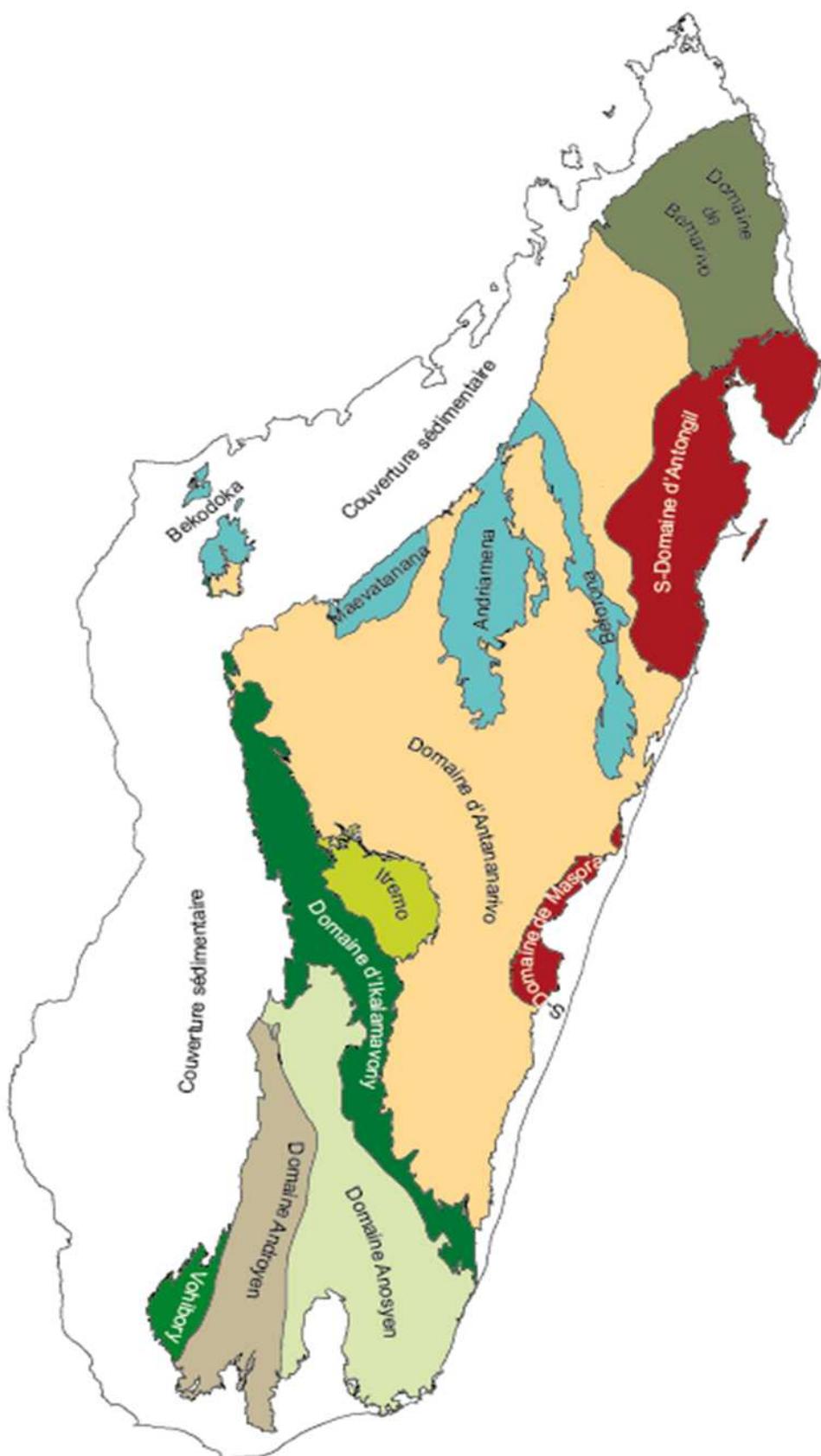


Figure 28 : Carte géologique de Madagascar (PGRM, 2012)

➤ Domaine d'Antongil/Masora

- Sous-domaine d'Antongil

C'est le sous- domaine qui se trouve dans la partie Nord Est de Madagascar. Il est limité au Nord par le Domaine de Bemarivo, qui le chevauche en partie, à l'Est par la côte Est de Madagascar et au Sud et Ouest par le domaine d'Antananarivo (PGRM, 2012). L'Antongil est le noyau le plus ancien de Madagascar. Il est composé essentiellement par des roches archéennes à faciès granitique ou gneissique entouré par quelques métasédiments. Il est métamorphisé à faible au moyen grade dans le faciès schiste vert à Amphibolite. Les gneiss y présents sont des ortho-gneiss d'âge 3127Ma et des para-gneiss recoupés par des intrusions granitiques du 2546 ± 10 Ma (Paquette et al. 2003). L'orogenèse panafricaine atteint ce domaine d'une façon non homogène (Paquette et al. 2003).

- Sous-domaine du Masora

Masora est la partie au Sud du sous-domaine Antongil-Masora, au Sud-Est de Madagascar. Ses caractéristiques lithologiques sont plus ou moins équivalentes à celles du Domaine d'Antongil, d'où son appellation « Antongil-2 ». Seulement, l'intensité du métamorphisme différencie les deux domaines. Masora a subi de métamorphisme plus intense qu'Antongil. Les deux sont considérés comme des portions du craton Dharwar de l'Inde restées sur la côte Est de Madagascar lors de la séparation Madagascar-Inde (PGRM, 2012).

➤ Domaine d'Antananarivo

Le domaine d'Antananarivo est la plus grande unité tectonique archéenne de Madagascar. Anciennement baptisé craton de l'Azania (Collins et Pisarevsky, 2005) et actuellement considéré partie intégrante de Greater Dharwar Craton (PGRM, 2012), il est constitué par des granitoïdes de 2550-2500Ma qui sont intercalés par des granites plus volumineux de 824-719Ma, des syénites et des gabbros (Tucker et al. 1999; Kröner et al. 1999) associées à des magmatismes d'arc (PGRM, 2008).

La totalité de ce domaine d'Antananarivo a été réactivée entre 700 et 532 Ma avec le métamorphisme des roches préexistantes dans le faciès granulite d'où le développement des structures gneissiques et la formation des granitoïdes entre 630 et 561Ma caractéristiques de cette unité tectonique. La suite de Granite de Carion s'est mise en place soit à 537-527Ma soit durant la dernière amalgamation du Gondwana (Meert et al., 2001, Collins, 2007).

Quelques zones du Nord sont jalonnées par le groupe de Tsaratanana composé de gneiss mafiques, de tonalites, de chromite et de méta-pelites. Quelques-unes de ces formations ont été métamorphisées aux extrêmes hautes températures à 2.5 Ga (Rakotomanana, 1996 ; Goncalves, 2002). Cette unité tectonique est formée de trois ceintures principales (le Maevatanana, l'Andriamena et le Beforona). Les premières intrusions ont été datées entre 2.75 et 2.49 Ga avec des xenocrysts de zircon plus âgés à 3.26 Ga (Tucker et al. 1999; Collins et Windley, 2002). Des gabbros de 800-770Ma ont coupé les roches plus anciennes. Dans la Ceinture d'Andriamena, on trouve un deuxième événement de métamorphisme du faciès

granulite (Goncalves, 2002). Cette ceinture est surmontée au-dessus du domaine d'Antananarivo par l'évènement Pan Africain (PGRM, 2012).

La remontée des granitoïdes et le métamorphisme des gneiss sont dus à l'orogenèse Chamwaienne (2600 Ma) (Goncalves, 2002, Boullier et Bertrand, 1981). L'intensité de cette orogenèse Chamwaienne est cachée par d'autres orogenèses postérieures (Panafricaine) (Goncalves, 2002).

La partie Sud-Ouest de ce domaine est couverte par le groupe d'Itremo.

Le groupe d'Itremo est constitué par des marbres dolomitiques, quartzites, pelites et métasiltstones. Ces roches méta sédimentaires ont aussi été appelées "Séries SQC : Schisto-Quartzo-Calcaire" (Besairie, 1971). Selon le type de sédiment et l'âge de sédimentation, il se subdivise en deux : le plus ancien l'Itremo et le plus jeune Molo (Cox et al. 2004).

➤ Domaine d'Ikalamavony

Pour le domaine d'Ikalamavony, il est composé par des métasédiments déposés à 1700-1500Ma venus du domaine d'Antananarivo et de l'Est Africain (Cox et al. 2004, PGRM, 2012).

Le domaine d'Ikalamavony est caractérisé par la présence de formation volcanosédimentaire déposée entre 1,03 et 0,98 Ga et des suites magmatiques datées à 1Ga (suite de Dabolava) et entre 820 - 760 Ma (Suite d'Imorona-Itsindro) (PGRM, 2012).

➤ Domaine Androyen/Anosyen

Il est composé principalement de roches quartzo-feldspathiques d'origine sédimentaire.

Le domaine Androyen/Anosyen est constitué de deux groupes : le groupe de Fort-Dauphin qui est caractérisé par des faciès dominants de leptynites largement grenues, à quartz lenticulaire, orthose perthitique, à grenat, à cordiérite et parfois à sillimanite. Ces leptynites s'associent à des intercalations réduites de gneiss silico-alumineux à grenat et rarement à biotite.

Ce groupe s'étend du Sud au Nord, jusqu'au niveau du Bassin de Ranotsara où se trouve le contact entre le Domaine Anosyen/Androyen et le Domaine d'Ikalamavony. Il est limité à l'Ouest par la shear zone de Beraketa (PGRM, 2012). La datation par Rb/Sr donne un âge de 2.362 ± 41 Ma.

Le deuxième groupe est le Tranomaro. Il est caractérisé par l'abondance des paragneiss calciques et magnésiens (plagioclasites à grenat et saphir, diopside, wernérite, pyroxénites et wernéritites). Ce groupe s'associe à des leptynites et gneiss rubanés à grenat, à cordiérite et à sillimanite, avec des intercalations de granite rose, des bancs de leptynites hololeucocrates et de charnockites. Les pyroxénites sont porteuses d'une minéralisation caractéristique en uranothorianite.

A l'Est, dans la zone de contact avec le groupe de Fort-Dauphin, le groupe de Tranomaro est envahi par une granitisation stratoïde de grande ampleur (granites calco-alcalins dominants des chaînes anoxysennes, avec faciès granodioritiques, dioritiques et noritiques associés). La monazite d'une pegmatite associée à ces granites a fourni un âge de 1140 Ma. De nombreux âges panafricains tardifs (630-550 Ma) ont été obtenus sur l'ensemble du groupe de Tranomaro.

➤ Domaine de Bemarivo

Le domaine de Bemarivo domine l'extrême Nord de Madagascar. Il est limité au Sud par la shear zone Sandrakota qui le sépare du domaine d'Antananarivo et l'Antongil. Ce domaine est subdivisé en deux par la shear zone E-W d'Antsaba pour donner le Bemarivo Nord et le Bemarivo Sud (Thomas et al. 2009) (Fig. 29).

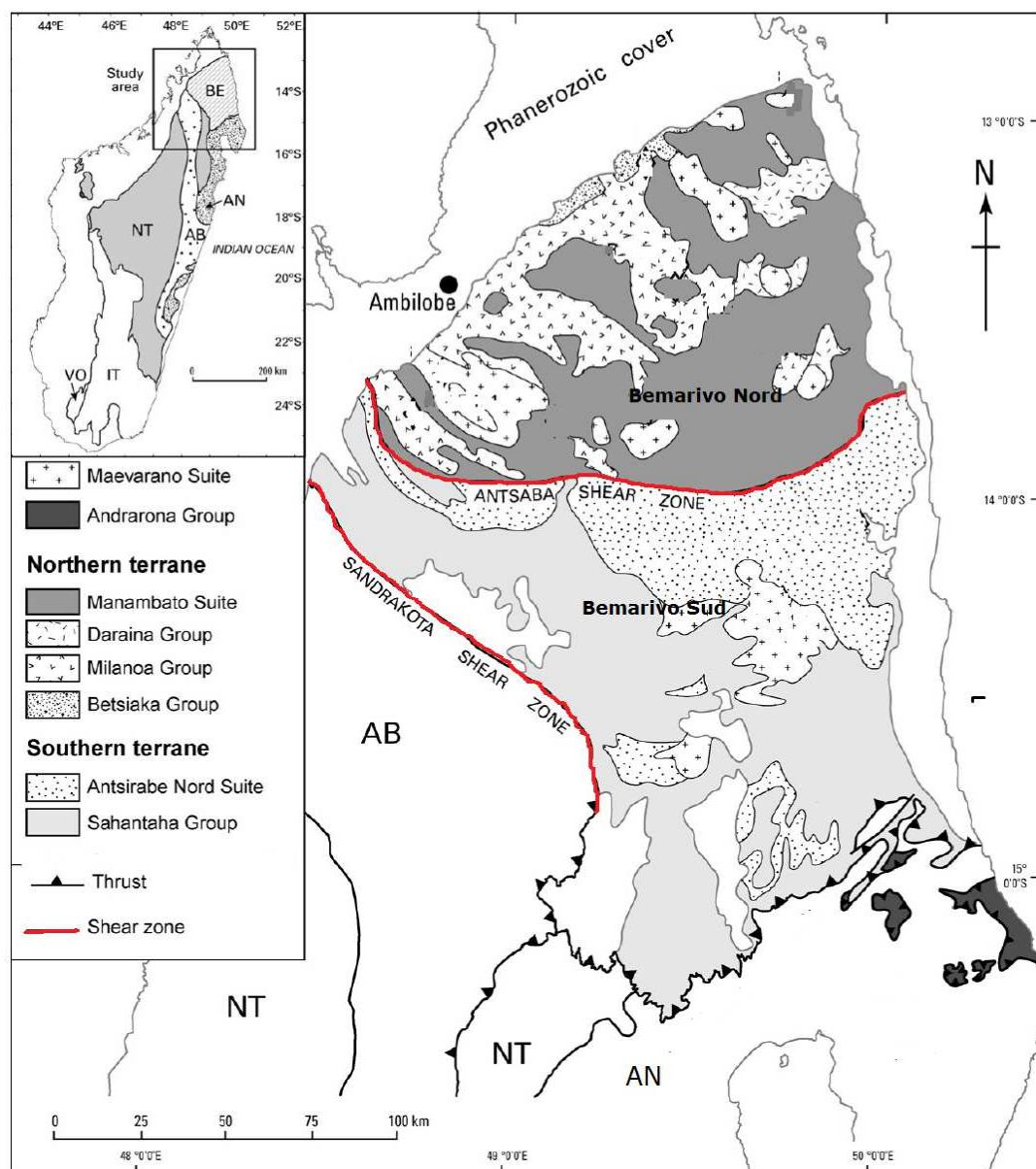


Figure 29 : Carte géologique du domaine d'Antongil (Thomas et al. 2009).

Au Nord, on trouve des roches plutoniques sous forme de large complexe batholitique (Suite de Manambato) formé à 715Ma, des unités de métasédiments volcaniques archéens métamorphisés dans le faciès schiste vert à Amphibolite (groupe de Betsiaka). À 750-720Ma, pendant et juste après la dernière amalgamation de Gondwana, le groupe de Daraina-Milanoa subit un faible degré de métamorphisme et une déformation par la remontée de l'intrusion plutonique cambrienne de la suite de Maevarano.

Au Sud, le domaine de Bemarivo est constitué par le groupe de Sahantaha. Ce dernier est composé par des formations volcano-sédimentaires archéens métamorphisés dans le faciès Amphibolite à Granulite. Il est recoupé par des roches ignées plutoniques à 750Ma.

➤ Domaine de Vohibory

Le domaine de Vohibory est le reste du socle à l'Ouest de la shear zone d'Ampanihy et au contact avec la couverture sédimentaire de Madagascar. C'est l'ancien arc insulaire au bord Ouest d'Azania (Emmel et al. 2008). Il est constitué de bas en haut par le groupe de Mahafaly qui définit une séquence mafique et ultramafique, par les gneiss de Soamanonga, des roches basaltiques calco-alcalines et tholeïtiques (PGRM, 2012). La mise en place du domaine de Vohibory est due à une action de l'orogenèse Panafricaine. La datation sur zircon détritique faite par Collins et al. (2003) donne l'âge de Vohibory aux environs de 850 Ma alors qu'il est métamorphisé entre 640 et 610 Ma (De Wit et al. 2001).

III-4-2- Les couvertures sédimentaires

Les couvertures sédimentaires de Madagascar sont localisées généralement dans la partie Ouest de l'île, dans le bassin de Morondava, de Mahajanga et de Diégo. Des petits bassins sont trouvés à l'intérieur du socle et le long de la côte Est. Elles sont d'âge Paléozoïque au Quaternaire. Les milieux de dépôt sont très variés durant le temps. En général, les plus anciens (Karoo) sont d'origine continentale alors que les récents (Post-Karoo) sont surtout marins. Ces milieux de dépôts et les régimes de transport sont fonction des mouvements des failles dans les socles sous-jacents et l'écartement Madagascar-Afrique.

La structure de ces bassins correspond à des monocinaux à faible pendage Ouest, affectés par des mouvements eustatiques entraînant des alternances répétées non synchrones de formations marines et continentales. La tectonique profonde est commandée par deux systèmes de fractures principaux, N20°E (direction côte Est) et N160°E (direction côte Ouest). Ces structures profondes déterminent en outre un découpage en horst et graben du substratum, et la formation d'importantes fosses de subsidence. Par exemple, le Karoo peut atteindre jusqu'à 7000m d'épaisseur (bassin de Morondava, et l'Ouest du bassin de Mahajanga).

Comme le socle, les séries sédimentaires de Madagascar sont recoupées par des intrusions volcaniques.

III-4-3- Les séries volcaniques

Les séries volcaniques à Madagascar (Fig. 30) sont regroupées en deux événements : le magmatisme et volcanisme Crétacés et le volcanisme du Néogène au

Quaternaire. Ces intrusions sont des résultats de la dislocation de Gondwana ou des pointements de point chaud (Mahoney et al. 1991, Rasamimanana, 1996, Melluso et al. 1997).

➤ Magmatisme et volcanisme Crétacés

Au Crétacé, le socle comme la couverture sédimentaire sont intéressés par d'importantes manifestations magmatiques. Ce sont, pour le versant occidental au Nord de Mahajanga, la mise en place des massifs annulaires complexes de la région du Cap St-André et d'importantes coulées basaltiques, accompagnées de faisceaux de dykes doléritiques, dans les bassins de Mahajanga, Morondava.

Les séries volcaniques du Nord-Ouest sont les complexes alcalins subvolcaniques et volcaniques de la presqu'île d'Ampasindava. L'activité de ces volcans se maintient jusqu'au Tertiaire.

Les火山s du versant oriental sont représentés par des rhyolites et basaltes de l'Androy et de la côte et des faisceaux de dykes doléritiques dans les parties plus internes.

Sur la falaise orientale, à Ambatovy-Analamay et à Manama, d'importants massifs annulaires à différenciations ultrabasiques sont les manifestations magmatiques.

➤ le volcanisme du Néogène au Quaternaire

Au Néogène et au Quaternaire, d'importantes manifestations volcaniques affectent à nouveau Madagascar (basaltes, ankaratrites, trachytes, trachyphonolites et ignimbrites). Elles se localisent surtout dans la moitié Nord de l'île et le long de la zone axiale :

- massifs de l'Ankaratra et de l'Itasy au niveau d'Antananarivo,
- pointements d'ankaratrites de la bordure Ouest du graben du lac Alaotra,
- massifs du Tsaratanana et d'Ankasimbolo au Nord, au niveau de la ligne de fracture Sambirano - Antongil,
- massif de la Montagne d'Ambre à l'extrême Nord de l'Île.

Sur le reste de Madagascar, le volcanisme néogène et quaternaire n'est représenté, sur le versant occidental au Sud-Ouest, que par les épanchements basaltiques de l'Andreforefo qui recoupent les calcaires éocènes au Nord de Toliara et, sur le versant oriental, par le massif d'ankaratrites du Takarindola, dans la zone côtière du Sud de Toamasina (Bésairie et al. 1957).

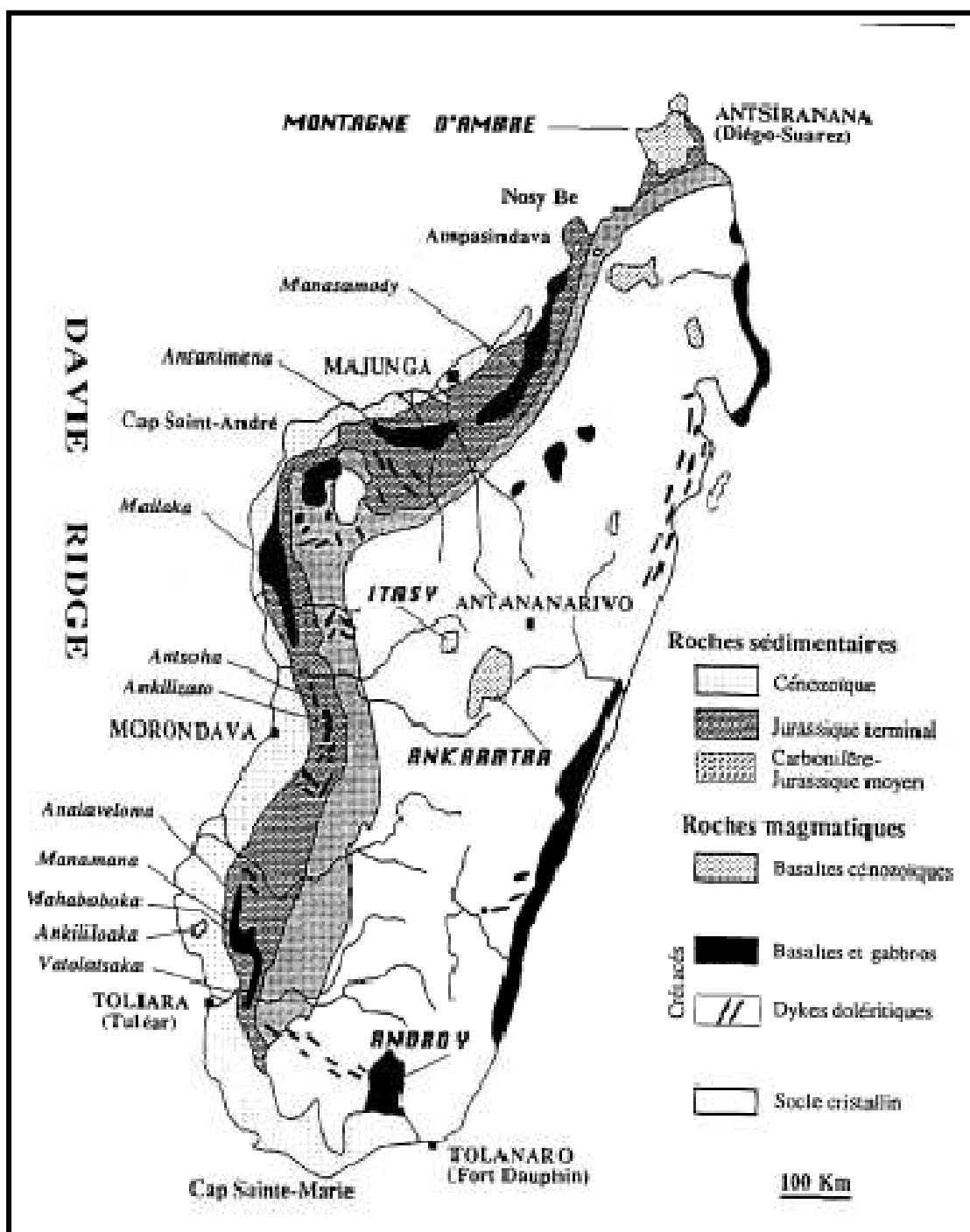


Figure 30 : Les provinces volcaniques de Madagascar (Rasamimanana, 1996)

III-4-4- Les grandes structures tectoniques de Madagascar

Madagascar est affecté par beaucoup de structures cassantes aussi bien dans le socle que dans la partie sédimentaire (Fig. 31). Ces structures cassantes sont composées de réseaux de fractures de direction variée, de shear zones, et de fracturations cicatrises par des intrusions volcaniques.

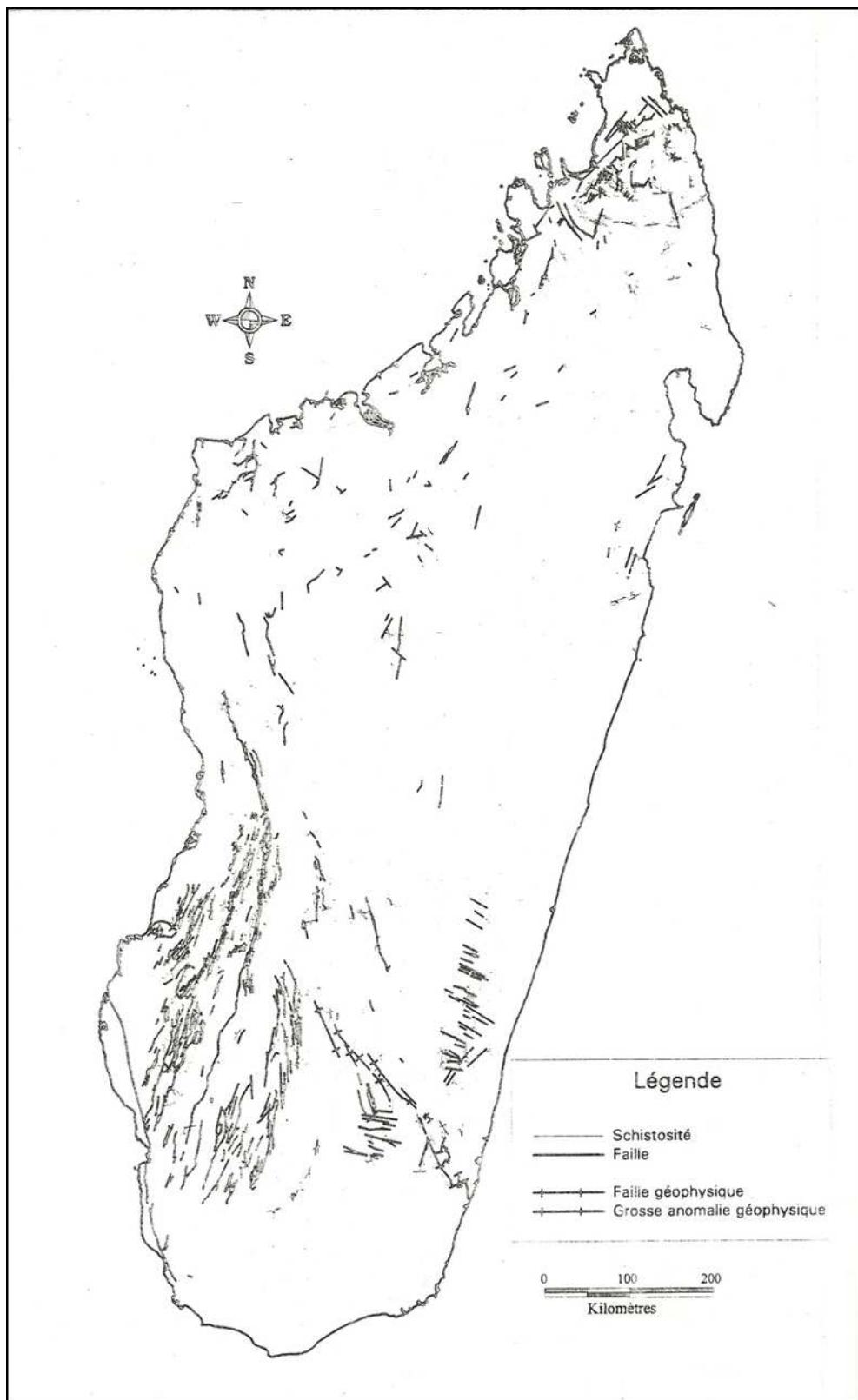


Figure 31 : Carte des structures linéaires de Madagascar (Bouticourt 1997)

Les structures cassantes les plus remarquables à Madagascar ont des directions subméridiennes et des directions NW-SE (Piqué et al. 1998). Toutes ces formes complexes sont dues aux événements D1 et D2 (Fig. 32) qui entraînent des structures plissées et les formations de plusieurs shear zones (Martelat et al. 2000; Goncalves, 2002).

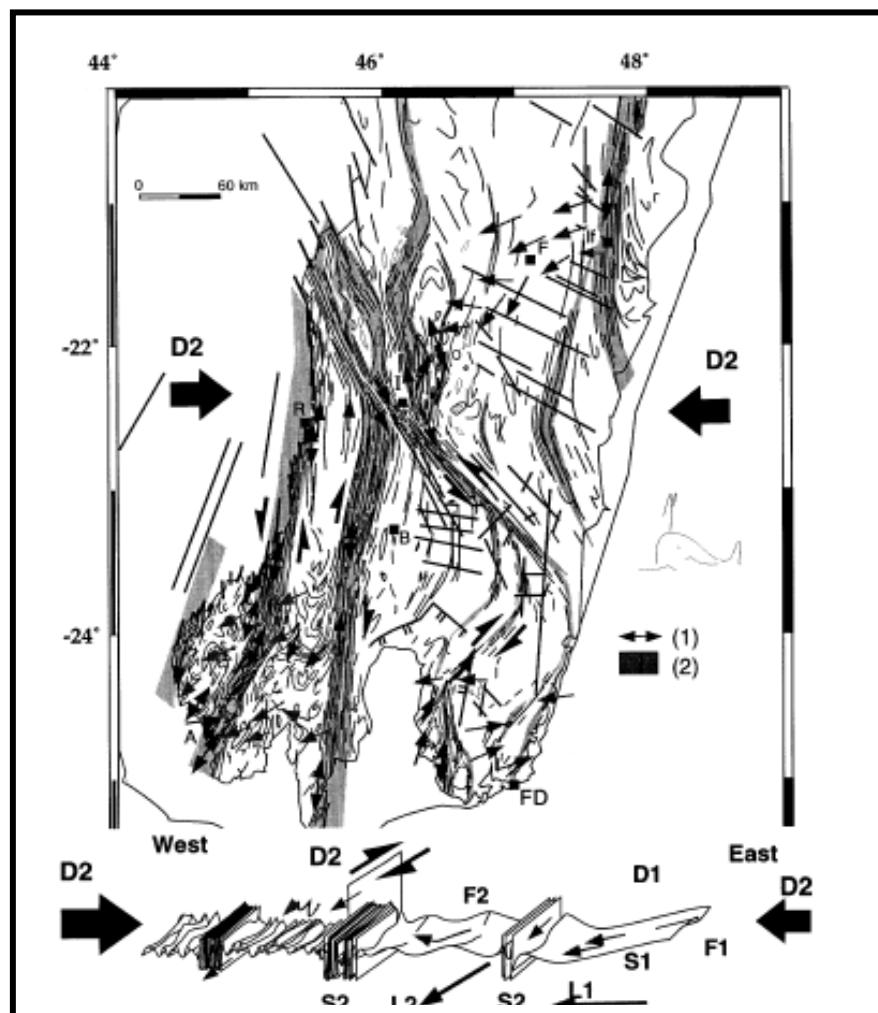


Figure 32 : Les événements tectoniques à Madagascar (Martelat et al 2000)

Pendant sa dernière individualisation, la lithosphère Malagasy prend une nouvelle forme plus amincie au-dessous du plateau central (Rakotondraompiana et al. 1998) (Fig. 33). Cet événement entraîne aussi la formation de quelques grabens et le relief accidenté du versant Est de Madagascar. Durant le Néogène et le Quaternaire, des volcanismes fissuraux jalonnent ces fractures.

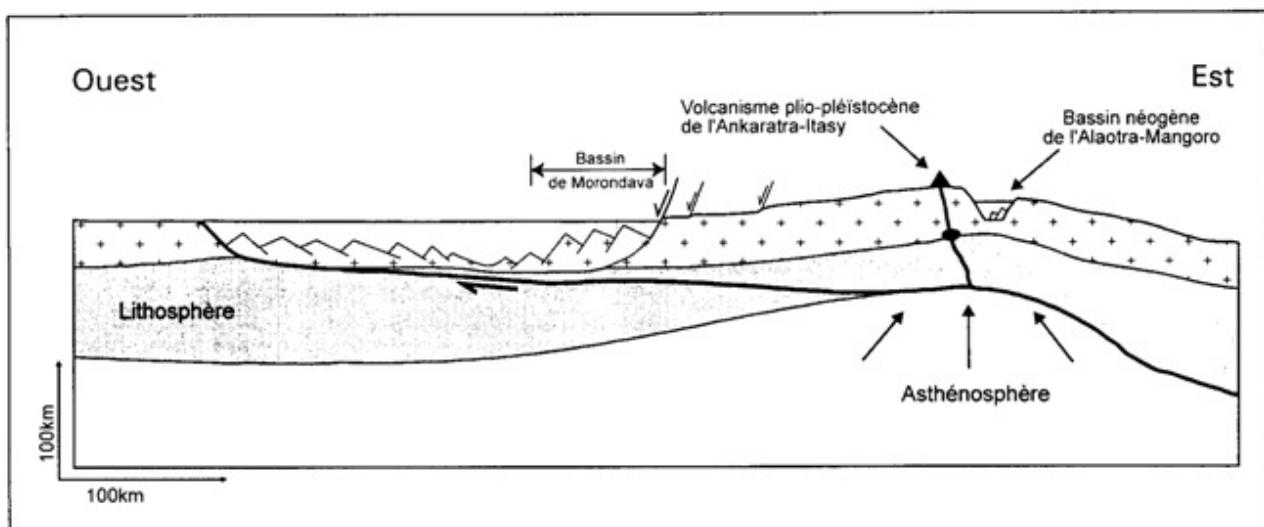


Figure 33 : Modèle lithosphérique de Madagascar (Rakotondraompiana et al. 1998)

Voilà présentée maintenant la géologie de Madagascar, dans tous ses aspects lithologiques, tectoniques. Peut-on y trouver les éléments métallotectiques qui nous permettront de guider la prospection du diamant? Surtout à les comparer avec ceux de l'Afrique et de l'Inde plus près de Madagascar?

Chapitre IV : Les potentialités diamantifères de Madagascar

Dans ce chapitre clé, nous allons structurer les données acquises pendant nos investigations bibliographiques sous forme de rappel/synthèse d'abord. Nous les confronterons ensuite aux données récentes de recherche scientifique, de prospection minière en vue de proposer enfin les éléments qui pourraient justifier les potentialités de Madagascar en diamant.

IV-1- Rappels des principales caractéristiques diamantifères dans le Monde

L'existence de diamant dans des gisements est conditionnée par les caractéristiques géotectoniques et lithologiques du domaine où on trouve le gisement. Cela dépend aussi des caractéristiques pétrographiques de la gangue.

IV-1-1- Caractéristiques géotectoniques

Pour le cas des gîtes volcaniques, pour faciliter la remontée du magma diamantifère, les formations encaissantes sont affectées par des réseaux de fractures de direction variée. L'une des directions de ces réseaux de fractures est parallèle à la direction d'allongement des zones orogéniques au bord des champs diamantifères (Afrique du Sud, Inde,). Les autres sont parallèles au rift (Afrique du Sud) ou à des grandes autres fractures affectant la zone (Canada, Afrique orientale).

À part les gîtes volcaniques, l'événement géotectonique comme le chevauchement des couches entraîne aussi une remontée des formations diamantifères comme le cas de gisement de Dabie Chan en Chine. Un chevauchement est né à partir d'un mouvement continu lors de la collision de croûte.

Les réseaux de fractures pénétratives, les structures chevauchantes sont aussi des caractéristiques géotectoniques des champs diamantifères.

IV-1-2- Caractéristiques lithologiques

La lithologie la plus typique des champs diamantifères est en domaine cratonique. Cependant, les champs diamantifères sont mal repartis au niveau du craton. Ils se concentrent dans la bordure, plus précisément dans la partie la plus proche des domaines orogéniques. Quelquefois, ces domaines intéressants sont couverts par des séries sédimentaires (Karoo en Afrique du Sud). Pour les gîtes volcaniques, ils sont sous forme de pipes ou dykes. Les pipes sont des structures ovales de diamètre métrique à kilométrique alors que les dykes sont allongés, de largeur métrique et de longueur kilométrique pouvant parfois atteindre des centaines de kilomètres.

Les domaines non-cratoniques sont rarement diamantifères sauf les cas des gisements secondaires. Pourtant, les formations d'exhumation ou zones d'impact de météorite ayant une intensité de métamorphisme très élevée ($T>800^{\circ}\text{C}$, $P>45\text{ Kba}$) pourraient aussi constituer des gîtes primaires de diamant.

IV-1-3- Caractéristiques pétrographiques

Le gisement du diamant a toujours deux formations différentes dont les unes sont les gangues du diamant et les autres les encaissants de la gangue.

IV-1-3-1- Les gangues du diamant

Les gangues du diamant sont des roches volcaniques, métamorphiques ou sédimentaires :

- gangues volcaniques : les diamants sont des éléments accidentels dans les kimberlites et les lamproïtes. Leur existence n'est pas forcément dans ces formations mais ce sont les gisements le plus intéressants ;

- gangues métamorphiques : les roches métamorphiques diamantifères sont des roches éclogitiques avec une teneur en carbone élevée;

- gangues sédimentaires : les formations sédimentaires diamantifères sont des gîtes secondaires. Ce sont les produits de désagrégation des roches volcaniques ou métamorphiques diamantifères. Leur dépôt dépend de l'intensité du courant transporteur et de la durée de transport (éluvions jusqu'au sable de plage).

IV-1-3-2- Les encaissants de la gangue

Les encaissants de la gangue du diamant ont des caractéristiques pétrographiques très variées. Le plus souvent, ce sont les gneiss archéens et les sédiments continentaux au-dessus des cratons.

En résumé, les caractéristiques diamantifères citées précédemment sont inspirées des résultats de prospection ou des caractéristiques des gisements dans les pays producteurs dans le Monde. Pour les appliquer au cas de Madagascar, on va voir d'abord les données de prospection et de recherche scientifique sur le diamant et les traits caractéristiques dans le pays.

IV-2- Les données récentes de prospection et de recherche scientifique sur le diamant pour Madagascar

IV-2-1- Données de prospection

Les vraies prospections du diamant à Madagascar ont commencé en 1986 avec le Ministère de l'Energie et des Mines en association avec d'autres organisations (ONU, BRGM). Ces prospections s'intéressaient d'abord à l'or et à d'autres pierres précieuses comme le rubis. Le diamant en second ordre, faisait l'objet de prospection stratégique avec lavage de sables des alluvions le long des lits de rivière. (Mont Manama au Sud-Est de

Madagascar, Isalo et zone fracturée de direction NW-SE à l'Ouest d'Antongil). Le rapport des missions faisait état de résultat négatif.

Aux alentours des années 2000, influencés par les diamants mis en circuit à Ilakaka en 1995, Majescor Inc. et Diamond Field Company ont commencé une nouvelle prospection de diamant à Madagascar. Ces sociétés ont orienté leurs prospections dans les parties Sud et Nord de l'Île. Elles signalaient la présence d'intrusions kimberlitiques dans le Sud à Midongy Sud, Ihorombe, Ankarimbelo et dans le Nord à Antsakabary (Randrianasolo, 2009). Comme tout résultat de prospection des sociétés minières, les versions complètes sont gardées confidentielles.

En même temps, le Panafrican Mining Madagascar (PAMM) ouvrait aussi un projet de prospection de diamant dans la partie Sud-Ouest de Madagascar, dans la même zone que la prospection du MEM et à Gogogogo à 150 Km d'Ejeda , au centre à Faratsiho et au Nord à Ampanefena, dans la province d'Antsiranana. Ces prospections sont accompagnées par des recherches d'autres substances comme l'or et d'autres pierres précieuses : alexandrite, saphir. Le résultat de prospection n'a pas été encore publié mais une note a affirmé la présence de zones bien fracturées ayant facilité la remontée de magma à composition kimberlitique (Randrianasolo, 2009).

À part les permis déjà attribués à ces sociétés et compagnies, beaucoup d'autres permis de recherche de diamant ont été octroyés par le Bureau de Cadastre Minier de Madagascar (BCMM, 2010). (Voir liste en Annexe 5).

IV-2-2- Données de recherche scientifique

En 2004, les compagnies Majescor Inc. et Diamond Fields International ont communiqué la découverte des indices de kimberlite à Ankarimbelo et Midongy du Sud dans la région du Sud-Est de Madagascar, à Horombe dans le centre Sud et à Antsakabary dans le Nord. Randrianasolo (2009) a soutenu que les alignements des intrusions kimberlitiques de direction N65°E et N80°E Sud africaines touchent respectivement la zone d'Antsakabary et les zones de Horombe-Ankarimbelo. En outre, les zones de Horombe, d'Ankarimbelo et de Midongy du Sud se trouvent aux alentours des shear zones N-S du Sud et de Bongolava-Ranotsara (Fig. 34) (Randrianasolo, 2009).

Les métallotectes pour la prospection du diamant à Madagascar suggérés par Randrianasolo (2009) sont :

- des pipes à potentialité diamantifère se localisant en bordure, ou relativement proches (<300 km) d'un craton Archéen affleurant. A noter qu'au sein des cratons, les pipes sont pour la plupart des cas stériles ;
- la remontée des magmas kimberlitiques diamantifères est favorisée par la présence des zones de faiblesses mécaniques kilométriques anciennes comme des shear zones majeures. Les pipes peuvent s'aligner parallèlement à ces shear zones, ou se trouver proches de leurs limites. Elles ne se localisent pas (voire rarement) dans les shear zones.
- la direction de dyke N160°E (observée à l'échelle du Gondwana) est une direction favorable à la présence de pipes ;

- les pipes sont associées à des anomalies géophysiques annulaires. Elles se voient en “bulleyes” sur les images gravimétriques et/ou aéromagnétiques. Elles se manifestent en anomalies locales circulaires d'environ 500m de diamètre;
- les intrusions kimberlitiques présentent sur le terrain des morphologies circulaires ou elliptiques plus ou moins complexes, mais caractéristiques (cratère, caldeira, présence de lac);
- ces intrusions sont de tailles variables (de dizaine de mètres à plusieurs kilomètres, maximum 3-5 km de diamètre). Les pipes peuvent être isolées ou se regrouper et former un “champ de pipes”;
- les intrusions kimberlitiques contiennent des brèches volcaniques avec plusieurs enclaves de péridotites.

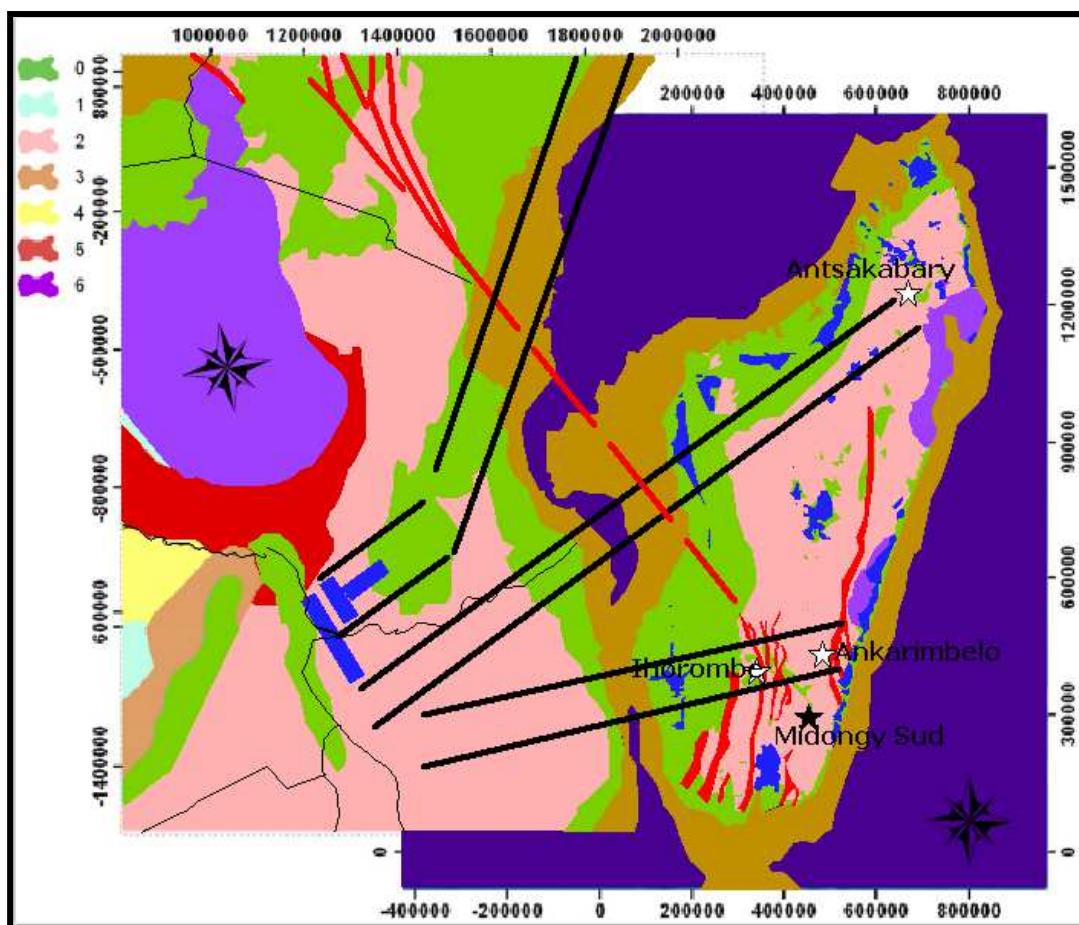


Figure 34 : Les relations structurales entre Madagascar et Afrique du Sud avec les points ciblés par le Majescor inc. (Randrianasolo, 2009).

La figure 35 montre toutes les zones intéressées par les anciennes prospections de diamant à Madagascar et les propositions des zones à prospection par les études géologiques antérieures à Madagascar.

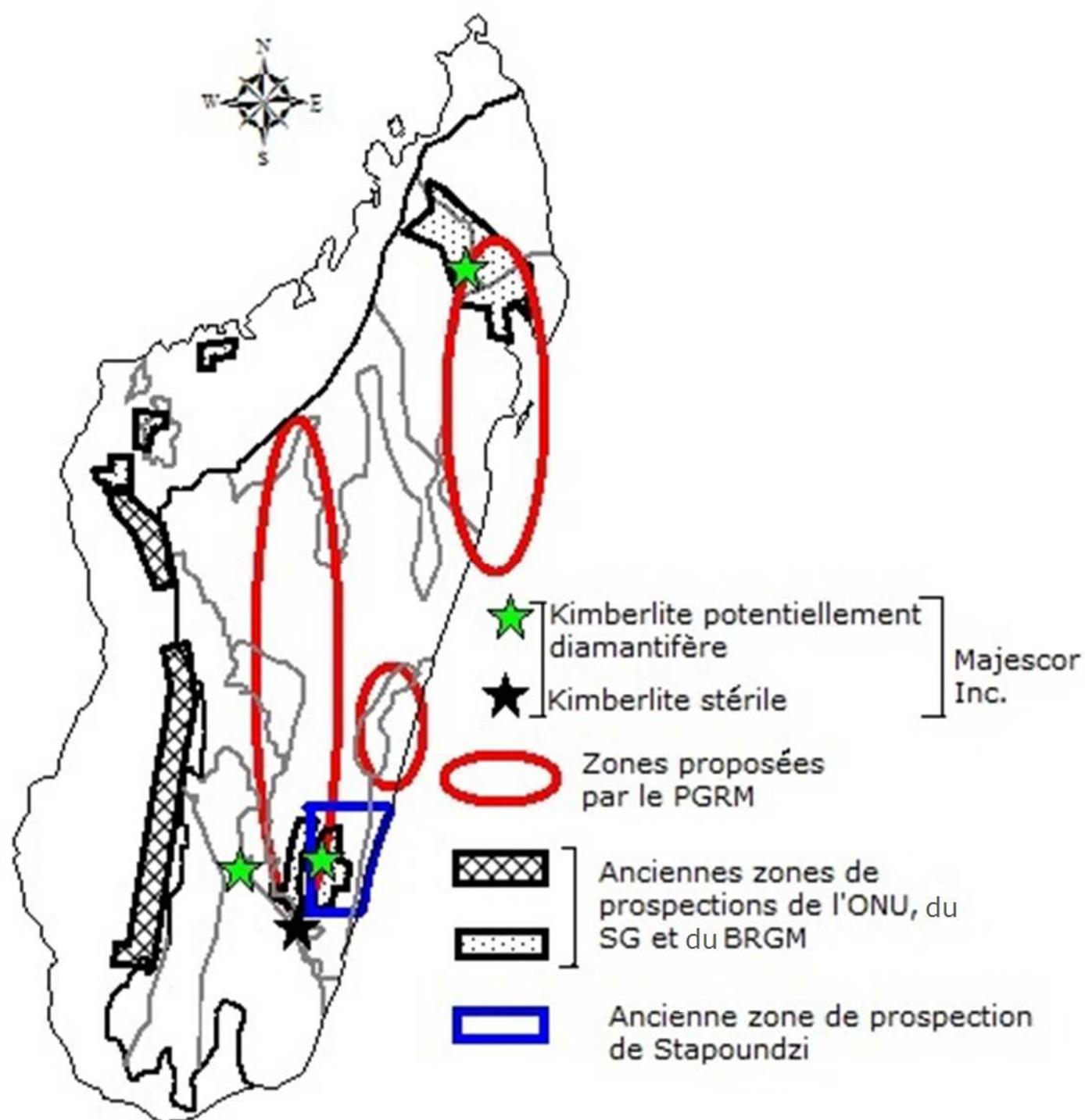


Figure 35 : Carte des zones et points visés dans les prospections déjà faites

IV-3- Les traits caractéristiques de Madagascar

IV-3-1- Les domaines cratoniques

Selon Collins et Pisarevsky (2005), le socle de Madagascar est le résultat d'assemblage des deux portions de blocs : Indien pour les domaines Antongil et Masora et Azania pour le domaine d'Antananarivo. Ce socle est recouvert partiellement par des métasédiments et des formations des trois bassins sédimentaires de Madagascar. Ces trois domaines (Antongil, Masora et Antananarivo) sont d'âge Archéen (Collins et Pisarevsky 2005). Les domaines Antongil et Masora sont vérifiés en tant que craton (portion du craton Dharwar) (Paquette et al. 2003), alors que le domaine d'Antananarivo ne l'est pas. Ce dernier a été affecté par l'orogenèse Est Africaine (820-550 Ma) (panafricaine précoce et panafricaine tardive) (Collins et al. 2003) lui faisant perdre ses qualités de craton.

Par contre, selon PGRM (2012), le socle de Madagascar est seulement une portion de bloc Indien et des métasédiments. Ce qui veut dire que tous les points importants pour le domaine Antongil/Masora selon l'interprétation des autres données peuvent être applicables dans tout le socle de Madagascar si on prend en considération la théorie du PGRM (2012).

En bref, Madagascar a au moins deux domaines cratoniques, le domaine Antongil et le domaine Masora, qui sont des portions du craton Dharwar.

IV-3-2- Les anciennes zones de subduction

La fermeture de l'Océan Mozambique par la première collision à 630 Ma, entre Azania et Congo (Fig. 36) aboutit à un seul bloc, le bloc Azania-Congo.

Survient ensuite de 630 à 550 Ma un rapprochement entre ce bloc nouvellement engendré et le craton Dharwar (Inde) pour finir par la deuxième collision créant le craton Antongil et Masora. Collins et al. (2003) associent ces événements à d'anciennes subductions dont les cicatrisations se localisent au niveau de la marge orientale de l'Afrique de l'Est (Mozambique), de Sud-Ouest de Madagascar (domaine Vohibory) (PGRM, 2012) et des zones Nord orientale et centrale de Madagascar (le long du contact Anaboriana-Manampotsy et Antongil-Masora) (Collins et al. 2003).

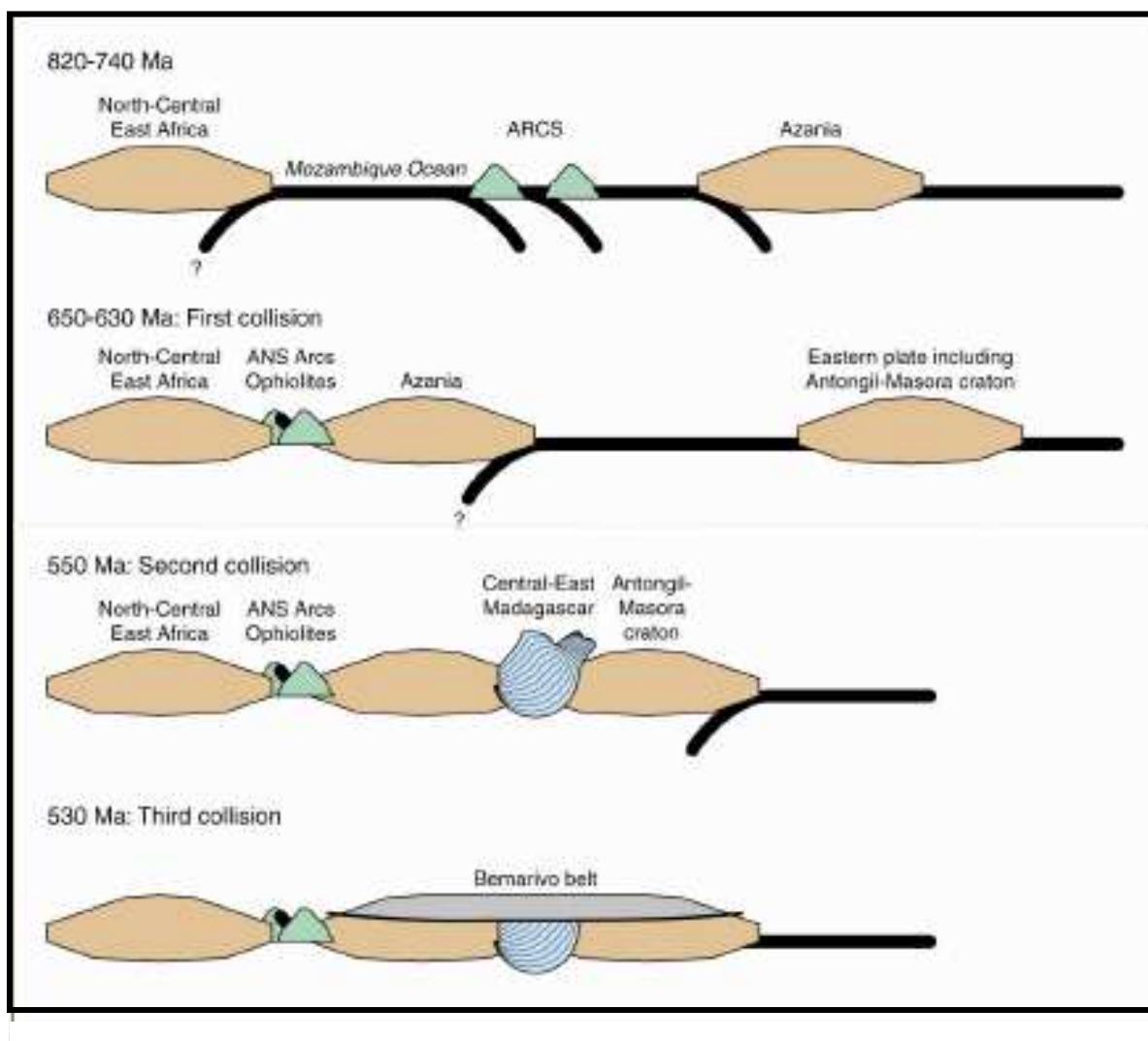


Figure 36 : Mode d'Accrétion de Madagascar (PGRM 2008)

IV-3-3- Les structures cassantes

Madagascar possède des séries de failles de directions variées et de shear zones. Ces structures cassantes affectent aussi bien le socle que les bassins sédimentaires (Martelat et al. 2000). Citons en quelques unes :

- des séries de failles normales ou failles listriques affectent le socle au-dessous du bassin de Mahajanga et du bassin de Morondava. Ces failles sont les résultats de la séparation Afrique-Madagascar (Rabinowitz et al. 1983).

- des séries de failles de direction submérienne, parallèles à la côte Est Malagasy affectent la partie Est du socle. Ce sont des failles normales avec des pendages variés. Ces failles créent des Horsts et Grabens dans cette zone. Ce sont des failles gondwanaises, remobilisées durant la séparation Indo-Madagascar (Piqué et al. 1998).

- des failles de direction NW-SE, sont aussi visibles. Ces failles sont à l'origine de la formation de la Baie d'Antongil et du bassin sédimentaire entre l'Antongil et Ampasindava, de la déformation du bassin de Morondava et de la côte Sud-Ouest de Madagascar (falaise de la côte de Tuléar) (Papini et Benvenuti, 2007).

Selon leurs directions, ces grandes fractures de Madagascar sont soit des fractures de direction plus ou moins NS soit des fractures de direction NW-SE (Piqué et al. 1998).

Au vu des données précédentes, que pouvons-nous proposer au terme de ce travail comme critères pour la recherche du diamant à Madagascar ?

IV-4- Les métallotectes positifs

L’Afrique et l’Inde sont des pays diamantifères qui ont des relations géologiques intimes avec Madagascar. Par conséquent, les unités considérées comme métallotectes dans ces pays et qui ont des continuités à Madagascar sont aussi des métallotectes de diamant à Madagascar. Ils sont de différentes natures : tectoniques, pétrographiques.

IV-4-1- Les unités potentielles tectoniques

Les éléments tectoniques à potentialité diamantifère sont :

- les fractures gondwanaises;
- les failles de l’Antongil-Masora ;
- les failles relatives à la séparation Afrique-Madagascar;
- et les unités chevauchantes.

IV-4-1-1- Les fractures gondwanaises

D’après les traçages des structures majeures en Afrique, les champs kimberlitiques de l’Afrique du Sud avaient quelquefois des directions plus ou moins N-S. Cette direction est la direction de la fracture gondwanaine en Afrique de l’Est. On peut interpréter alors que la mise en place de ces champs kimberlitiques est contrôlée par ces fractures gondwanaises. Ainsi, les portions de ces fractures à Madagascar sont des lieux de remontée des intrusions diamantifères à potentialité positive. Ce sont les failles de la côte Est, Ifanadina-Angavo, Ampanihy et Ampandrandava.

IV-4-1-2- Les failles de l’Antongil-Masora

Les champs de kimberlite du craton de Dharwar en Inde sont parallèles à la direction de l’Orogenèse affectant la partie Est de Dharwar (Est Ghats). Antongil et Masora sont les bords Ouest de Dharwar (Paquette et al. 2003). De même ces bordures Ouest sont en contact direct avec les domaines affectés par l’orogenèse Est africaine (Antananarivo). Ainsi, on peut considérer comme métallotecte de diamant dans les domaines d’Antongil et de Masora les fractures parallèles au contact Antananarivo-Antongil/Masora.

IV-4-1-3- Les failles relatives à la séparation Afrique-Madagascar

La fragmentation de Gondwana est commencée par la formation du bassin Karoo. Les fractures de ce début de fragmentation en dessous du Karoo ou quelquefois affectant les formations Karoo sont souvent cicatrisées par des dykes kimberlitiques. Ces dykes dans le bassin Karoo Africain sont à remontée post-Karoo (Reeves, 2000).

A cette époque (aux alentours du Crétacé), les bassins sédimentaires de Madagascar (Morondava et Majunga) étaient affectés de volcanismes fissuraux, de chimisme quelquefois ultrabasique proche de celui des kimberlites (Rasamimanana, 1996, Gioan et al. 1996).

A Madagascar, ces fractures avaient deux directions dont l'une plus ou moins N-S parallèle au contact socle-sédimentaire et l'autre de direction NW-SE marquée par la faille de la côte Sud-Ouest de Tuléar, de Bongolava-Ranotsara et les fractures engendrant la baie d'Antongil (Schandlmeier et al. 2003).

IV-4-1-4- Les unités chevauchantes

Le chevauchement d'une formation géologique est dû à la continuité de la force de compression entre deux blocs. La formation chevauchante bien définie à Madagascar est le groupe de Tsaratanana-Andriamena. D'après la modélisation d'accrétion de Madagascar du PGRM (2008), ce groupe est une portion du bloc de Congo chevauchant le domaine d'Antananarivo lors de l'accrétion de Gondwana.

Cette unité chevauchante de Madagascar avait des formations ultrapotassiques lenticulaires (Goncalves, 2002).

IV-4-2- Les unités potentielles pétrographiques

Les intrusions volcaniques kimberlitiques diamantifères dans les pays aux alentours de Madagascar sont remontées vers la fin du Néoprotérozoïque et au Crétacé. A ces époques, les intrusions volcaniques les plus proches de la kimberlite à Madagascar sont les syénites potassiques à ultrapotassiques et les rhyolitoïdes de type Androy.

IV-4-2-1- Les syénites potassiques (à ultrapotassiques) d'Andringitra

Ces intrusions avaient des magmas parents contaminés par des croûtes subductées en fusion durant la fermeture de l'Océan Mozambique de 750-550 Ma (Nédélec et Grujic, 2001). Selon Kesson et Ringwood (1989) et Cartigny et al. (1998), les magmas contaminés par des éléments de croûte en subduction sont à composition intéressante pour la formation du diamant de type E (diamant à inclusion éclogitique). La remontée de ces intrusions volcaniques peut transporter des diamants formés dans les zones de subduction. Ces syénites potassiques et ultrapotassiques Néoprotérozoïques ont des potentialités en diamant si elles se mettaient en place le long des anciennes bordures de la fermeture de l'Océan Mozambique.

IV-4-2-2- Les Rhyolitoïdes

Sur la base des analyses de Lacroix (1923) et de Besairie et al (1957), les compositions chimiques d'un rhyolitoïde de Vohitsiombe (volcanisme Crétacé d'Androy) ont été reportées sur le diagramme binaire K_2O/Al_2O_3 versus K_2O/Na_2O (Nédélec et Grujic, 2001).

La figure 37 nous montre l'appartenance de ce rhyolitoïde à la limite du champ des suites potassiques à ultrapotassiques entre les points représentatifs des lamproïtes, des kimberlites et des carbonatites. Ce qui laisse à croire en la potentialité diamantifère de cette roche dans sa contrée.

Sur le même diagramme, les syénites d'Andringitra connues pour être issues de magma contaminé par fusion de croûtes subductées, évoluent aussi vers une tendance très potassique.

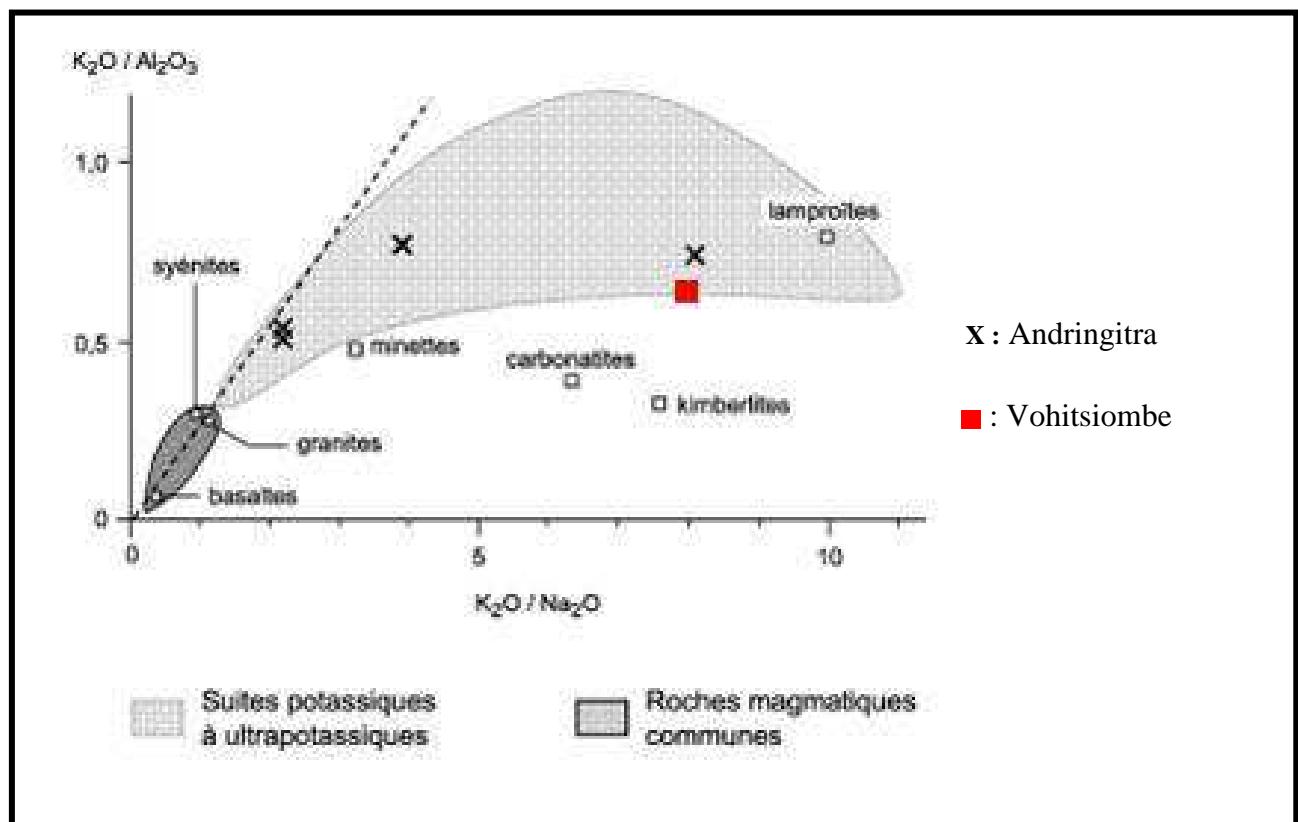


Figure 37 : Diagramme K_2O/Al_2O_3 en fonction de K_2O/Na_2O (Nédélec et Grujic 2001)

IV-4-2-3- Les formations métamorphiques ultrabasiques

Les formations métamorphiques diamantifères dans le Monde sont ultrabasiques. Ce sont des formations d'exhumation. Pour le cas de Madagascar, des formations métamorphiques ultrabasiques se rencontrent dans des nappes de chevauchement ou probablement dans un champ d'intrusion ultrabasique métamorphisée.

IV-4-3- Métallotectes minéralogiques

Le diamant s'associe avec les minéraux ferromagnésiens (forstérite, phlogopite, diopside,...), riches en titane, chrome (ilménite, picroilménite, chromite,...), plus ou moins apatite et grenat et des minéraux carbonatés. Ce sont généralement des minéraux réfractaires

c'est à dire de haute température (1300 à 1500 °C) premiers cristallisés dans la série discontinue de Bowen (Annexe 6).

IV-5- Les métallotectes négatifs

IV-5-1- Les effets orogéniques

Le phénomène orogénique est toujours associé à une élévation de température et de pression. Selon ses caractéristiques minéralogiques, le diamant brûle dès 500°C et se transforme en graphite à 1100°C sous une atmosphère neutre. Les changements de conditions thermodynamiques lors d'une orogenèse transforment ou détruisent les diamants déjà remontés.

L'orogenèse la plus récente qui a affecté Madagascar est l'orogenèse Est Africaine (750-500 Ma) ou panafricaine. Elle se résume à trois phases successives de collision inter et intracontinentale, aboutissant à des processus de raccourcissement donc d'épaisseur de croûte, non favorables à la montée des magmas diamantifères.

IV-5-2- Les effets tectoniques

La remontée du diamant depuis la racine de la croûte vers les zones exploitables (pipe, dyke, cratère) nécessite un agent de transport à vitesse rapide pour conserver les diamants ($V=7\text{m/s}$). C'est pour cela que la kimberlite et la lamproïte ont des potentialités diamantifères car elles arrachent les diamants dans la racine du craton et les apportent à vitesse rapide.

Durant la séparation Indo-Madagascar, les failles de direction parallèle à la faille de la côte Est ont été remobilisées. Cette remobilisation a entraîné un amincissement de la partie centrale de Madagascar, amincissement engendré par la remontée de Mohorovicic (Rakotondraompiana et al. 1998). Cette remontée totale de toutes les formations au-dessus de Mohorovicic diminue la vitesse d'une intrusion volcanique ($V<7\text{m/s}$). Ce qui conduit à une remontée lente qui résorbe les diamants déjà formés dans la couche basale du socle de Madagascar.

IV-6- Les zones à prospection et les guides de prospection

Compte tenu des considérations précédentes nous proposons comme zones à prospection et comme guides de prospection les zones et les éléments suivants.

IV-6-1- Les zones à prospection

Après avoir cerné les unités potentielles de Madagascar, on peut limiter les zones suivantes comme intéressantes pour la prospection de diamant à Madagascar :

IV-6-1-1- Le domaine d'Antongil et le domaine Masora

Ce sont les domaines cratoniques de Madagascar. La croûte associée au domaine d'Antananarivo était subductée au-dessous de l'Antongil et Masora lors de la fermeture de

l’Océan Mozambique donc, il y a possibilité de formation de diamant dans le manteau au-dessous d’Antongil. De plus, ces domaines sont affectés par des fractures de différentes directions qui facilitent la remontée des intrusions volcaniques transportant ces diamants.

En outre, des champs volcaniques d’âge Protérozoïque devraient avoir le même contexte que les champs kimberlitiques de l’Inde. Par conséquent, lors de la prospection dans ces domaines d’Antongil et de Masora, il faut aussi chercher des intrusions d’âge Protérozoïque.

En bref, les intrusions intéressantes dans les domaines d’Antongil et de Masora sont les intrusions kimberlitiques ou proches de la kimberlite d’âge Protérozoïque au Crétacé.

IV-6-1-2- Le domaine d’Antananarivo

Les métallotectes de diamant en Afrique sont particulièrement applicables surtout au domaine d’Antananarivo. Ce domaine est affecté par des fractures de directions variées et percé par des volcans d’âge et de pétrographie différents.

La dénomination de ce domaine par Bésairie (Système de graphite) indique sa richesse en élément constitutif de diamant. La genèse de ce graphite peut être due à l’action de métamorphisme affectant le domaine d’Antananarivo.

Serait-il possible de trouver des enclaves des roches diamantifères dans les roches métamorphiques du domaine d’Antananarivo? Les éléments tectoniques et les intrusions visibles dans le domaine d’Antananarivo sont des critères de sélection des domaines à prospection.

IV-6-1-3- Le groupe de Tsaratanana

Tsaratanana est une formation chevauchante au-dessus du domaine d’Antananarivo. C’est une formation ultrabasique. La direction de D2 nous montre un étirement de cette formation et donne naissance à une structure boudinée. Cette formation est alors probablement en exhumation.

Ainsi, la formation de Tsaratanana pourrait être du même type que la formation de Dabie Chan en Chine.

IV-6-1-4- Le domaine de Bemarivo

Le domaine de Bemarivo est constitué essentiellement de métasédiments Néoprotérozoïques qui indiquent une potentialité négative en diamant. Par contre, Antongil peut avoir une continuité sous Bemarivo. Cette zone avait des métallotectes conformes au domaine d’Antongil.

IV-6-1-5- Les domaines du Sud

Les domaines du Sud sont composés du domaine Androyen/Anosyen et du domaine de Vohibory. Le domaine Androyen/Anosyen est constitué de métasédiments Protérozoïques. Même s’il est percé par l’intrusion de l’Androy (granite stratoïde de

Vohitsiombe), la croûte n'a plus de racine diamantifère sauf si le domaine avait du socle cratonique au-dessous de cette formation métasédimentaire (PGRM, 2012).

De même le domaine de Vohibory, limité à l'Est par le shear zone d'Ampanihy est constitué de métasédiments et des basaltes calco-alcalins et tholeïtiques (basaltes de volcanisme insulaire et de dorsale océanique, PGRM, 2012).

Les métasédiments ont besoin alors de socle cratonique pour avoir des gisements de diamant.

En conclusion, les domaines intéressants pour la prospection du diamant à Madagascar sont :

- le domaine Antongil/Masora associés avec les métasédiments sus-jacents ;
- le domaine d'Antananarivo, surtout le groupe de Tsaratanana avec les métasédiments sus-jacents.

IV-6-2- Les guides de prospection

D'après toutes les informations collectées sur la géologie de Madagascar et les caractéristiques géologiques des champs diamantifères dans le Monde, voici quelques guides pour la prospection de diamant à Madagascar.

IV-6-2-1- Métallotectes généraux

Les champs volcaniques diamantifères dans le Monde sont dans des anciens blocs tectoniques ou cratons affectés par des réseaux de fractures de direction variée. Ce sont des failles pénétratives (grande fracture, série des failles, shears zones).

Pour le cas de Madagascar, les fractures considérées comme guides de prospection sont : les shears zones, les failles de rift et les failles de direction semblable à toutes les grandes fractures. Ensuite, les volcans remontant dans ces fractures sont des volcans magmatiques kimberlitiques, lamproïtiques ou au moins comagmatiques à la kimberlite et à la lamproïte.

A part les champs volcaniques, les couches chevauchantes sont parfois diamantifères. Les formations intéressantes dans les couches chevauchantes sont les formations ultrabasiques métamorphisées à température supérieure à 800°C et à pression dépassant les 4,5 Kba (Haggerty, 1999). La structure de ces formations matérialise au moins une force de compression et une force d'étirement. La compression est due au raccourcissement de la croûte lors de phase de rapprochement entre deux plaques (subduction) alors que l'étirement est la force d'exhumation.

En conséquence, le premier guide pour la prospection du diamant à Madagascar pourrait être les grandes fractures, les intrusions comagmatiques avec la kimberlite et la lamproïte et les formations d'exhumation.

IV-6-2-2- Métallotectes régionaux

Les métallotectes régionaux mentionnés dans ce paragraphe sont particulièrement réservés pour Madagascar même s'ils existent dans d'autres pays.

Pour les guides tectoniques, les fractures gondwaniennes à Madagascar sont de direction N-S. Il existe aussi des fractures de direction NW-SE. Cette direction est comparable à la direction de Limpompo belt en Afrique qui est l'une des directions intéressantes d'alignements des pipes diamantifères. Ces fractures sont souvent visibles sous forme de shear zones ou de failles normales dues à leur remobilisation. De plus, les failles en relation avec la séparation Afrique-Madagascar peuvent être aussi des voies de remontée de volcans diamantifères.

Pétrographiquement, les gisements de diamant à Madagascar devraient être obligatoirement des champs d'intrusion volcanique à intrusion kimberlitique, syénitique potassique ou rhyolitoïdique.

Ainsi, la remontée des intrusions volcaniques kimberlitiques ou syénitiques potassiques ou rhyolitoïdiques dans des domaines affectés par des fractures de direction N-S, NW-SE et les failles engendrées par la séparation Afrique-Madagascar sont des zones intéressantes pour la prospection du diamant à Madagascar.

IV-6-2-3- Métallotectes locaux

Madagascar est un puzzle de croûtes venues de différents blocs dont la remontée des formations probablement diamantifères à Madagascar dépend beaucoup de l'histoire géologique de chaque bloc et des évènements lors de son assemblage. Ainsi, les domaines tectono-métamorphiques de Madagascar avaient toujours leurs particularités.

Pour Antongil/Masora, les intrusions intéressantes avaient un alignement parallèle au contact entre ces deux domaines et le domaine d'Antananarivo. Ces intrusions sont encore plus intéressantes si elles sont proches de la fracture NW-SE.

Pour le domaine de Bemarivo, la seule zone intéressante est la formation en contact avec Antongil qui avait un socle Antongilien.

Pour Antananarivo, les intrusions probablement diamantifères suivent les directions de fractures considérées comme métallotectes généraux. Ces intrusions sont quelques fois métamorphisées. D'où la chance de trouver des diamants dans les intrusions post orogéniques et anté-séparation Indo-Madagascar comagmatiques à la kimberlite et à la lamproïte. Particulièrement, on peut en trouver aussi dans les restes des formations résistant au métamorphisme (Coeur des lentilles ou des boudins).

Les métallotectes dans la partie d'Antananarivo chevauchée par Tsaratanana sont difficiles à vérifier. Les formations intéressantes sont les formations ultrabasiques chevauchantes.

Voici un tableau qui récapitule les points intéressants dans ce chapitre.

Tableau 04 : Tableau récapitulatif

Domaines géologiques	Métallotectes		Zones intéressantes	Observations
	Métallotectes généraux	Métallotectes locaux		
Domaine Antananarivo	- Blocs cratoniques	Formation en exhumation	Groupe Tsaratanana	- Formation chevauchante affectée par D1-D2 (Goncalves, 2002) - Au-dessus du domaine d'Antananarivo
		Intrusion kimberlitique ou proche de kimberlite de 530-69Ma		- Bordure Ouest de Dharwar (PGRM, 2012) - Affecté par le Panafricain - Croûte amincie (Rakotondraompiana et al. 1999)
		Intrusion kimberlitique ou proche de kimberlite (530-69 Ma)	Domaine Antananarivo	- Bordure Ouest de Dharwar (Paquette et al. 2003)
	- Fractures de direction N-S, NW-SE	Intrusion kimberlitique ou proche de kimberlite (530-69 Ma)	Domaine Antongil-Masora	- Métasédiment partiellement au-dessus du Domaine Antananarivo et Antongil (Paquette et al. 2003)
			Partie au-dessus du Domaine Antananarivo et Domaine Antongil	- Affecté par le Panafricain Métasédiments et métavolcans
		Intrusion kimberlitique ou proche de kimberlite de 530-69Ma	Partie au-dessus du Domaine Antananarivo	
Domaine Vohibory	-	-	-	- Méta-croûte océanique et métavolcan d'arc insulaire formé à 850 Ma (Collins et al. 2003), métamorphisé entre 640-610 Ma (De Wit et al. 2001)

Conclusion

Cette étude intitulée “Etat des connaissances sur les métallotectes de diamant à Madagascar” avait comme objectif de répondre à la question suivante : peut-on espérer trouver un jour du diamant à Madagascar? Autrement dit, quels sont les signes, les indices, les caractéristiques palpables de cette éventualité?

Principalement, la méthodologie de travail a été axée sur des synthèses bibliographiques, des recherches scientifiques et des synthèses des résultats de prospection.

Les métallotectes du diamant ont été ainsi dégagés de l'échelle planétaire à l'échelle régionale (pays issus de l'éclatement du Gondwana) notamment au niveau de Madagascar :

- domaine cratonique (Antongil/Masora, Antananarivo) ;
- grandes fractures de direction plus ou moins N-S et/ou NW-SE (ligne de fracture de la côte Est, faille de la baie d'Antongil) ;
- intrusions volcaniques ou plumes volcaniques à caractéristiques kimberlitiques (Midongy Sud, Ihorombe, Ankarimbelo et Antsakabary) lamproïtiques, rhyolitoïdiques (Vohitsiombe), et toutes intrusions ultrapotassiques (Andringitra) d'âge Néoprotérozoïque au Crétacé supérieur ;
- formations métamorphiques d'exhumation (les formations affectées par les événements D1 et D2 dans le groupe de Tsaratanana) ;
- minéraux ferromagnésiens, titanifères, chromifères et carbonatés.

Ce qui nous amène à avancer que Madagascar pourrait bien receler du diamant. Reste à le trouver en vérifiant ces métallotectes dans les zones à prospector. Ces vérifications devraient être appuyées par des techniques plus adaptées de la grande échelle (stratégique en télédétection pour les grandes structures), à la petite (prospection géochimique au sol pour les minéraux accompagnateurs de diamant).

Liste bibliographique

- Acharyya, S.K. (2000) : Comment on “Crustal structure based on gravity-magnetic modeling constrained from seismic studies under Lambert Riff, Antarctica and Gotavari and Mahanadi rifts, India and their interrelationship” by Mishra, D.C. et al. J. Earth Planet. Sci. Lett. v. 179, pp. 595-598.
- BCMM, (2010) : liste des octroyés des permis miniers en diamant 2010 à Madagascar, Bureau de Cadastre Minier de Madagascar (Madagascar)
- Basu A. R., Jennifer S. O., MacGregor I. D. (1986) : Eclogites, Pyroxene Geotherm, and Layered Mantle Convection, Am. Soc. Adv. Sci., Vol. 233, No. 4770, pp. 1303-1305
- Beaudoin G. (2006) : Géologie et métallogénie, manuel de cours, Fac. Sci. et de génie, Université Laval Québec, ref. GLG-10351.
- Bernier P., Lefrant S. (1997) : le carbone dans tous ses états, Gordon and Breach Sci. Publishers, 564 pages.
- Besairie H., Boulanger J., Brenon P., Bumler P., Emberger A. (1957) : Le volcanisme à Madagascar, Travaux du Bureau Géologique, n°83 (Madagascar)
- Besairie H. (1971) : « Carte géologique de Madagascar, échelle : 1/100.000, Service Géol. Madagascar, Antananarivo.
- Boulier A-M. et Bertrand J-M. (1981) : Tectonique tangentielle profonde et couloirs mylonitiques dans le Hoggar central polycyclique (Algérie), Bull. Soc. Géol. France, 1981, (7), tome XXXIII, n°1, pp.17-22.
- Bouticourt F. (1997) : Rapport d’Activité, Service de la Géologie, Ministère de l’Energie et des Mines, Direction des Mines et de la Géologie.
- Boyd F. R., Gurney J. J. (1986) : Diamonds and the African Lithosphere, Am. Ass. Adv. Sci., Vol. 232, No. 4749, pp. 472-477
- BRGM 1986 : Rapport de fin des travaux, Ministère de l’Energie et des Mines, Service Géol., BRGM, (2000) : Méthodologie pour la valorisation des SIGs par la production de cartes de prédictivité, étude réalisée dans le cadre du projet de développement 2000-RES-D01.
- Bulanova G.P. (1995) : The formation of Diamond, J. Geochem. Expl., vol. 53, pp. 1-23
- Cartigny P., Harris J.W., Marc J. (1998) : Eclogitic Diamond Formation at Jwaneng : No Room for a Recycled Component, Sci., vol. 280, pp. 1421-1424.
- Chalapathi Rao N.V., Gibson S.A., Pyle D.M., Dickin A.P. (2004) : Petrogenesis of Proterozoic Lamproites and Kimberlites from the Cuddapah Basin and Dharwar Craton, Southern India, J. Petrol., Vol. 45, No. 5, pp. 907-948
- Chand S., Subrahmanyam C. (2003) : Rifting between India and Madagascar-mechanism and isostasy, J. Earth Planet. Sci. Lett., vol. 210, pp. 317-332
- Collins A.S. and Windley B.F. (2002) : The Tectonic Evolution of Central and Northern Madagascar and Its Place in the Final Assembly of Gondwana, J. Geol., 2002, vol. 110, p. 325–339
- Collins A.S., Kröner A., Fitzsimons I.C.W., Razakamanana T. (2003) : Detrital footprint of the Mozambique ocean : U-Pb SHRIMP and Pb evaporation zircon geochronology of metasedimentary gneisses in eastern Madagascar, Tectonophys. vol. 375, pp. 77– 99
- Collins A. S., Pisarevsky S. A. (2005) : Amalgamating eastern Gondwana : The evolution of the Circum-Indian Orogens, Earth-Sci. Rev., vol. 71, pp. 229–270
- Collins A.S. (2007) : Madagascar and the Amalgamation of Central Gondwana, Continental Evolution Research Group, Geology & Geophysics, School of Earth & Environmental Sciences, Univ. Adelaide, Adelaide, SA 5005, Australia.
- Cox Ro'nadh, Coleman Drew S., Chokel Carla B., DeOreo Stephen B., Wooden Joseph L., Collins Alan S., De Waele Bert, Kröner Alfred (2004) : Proterozoic Tectonostratigraphy

- and Paleogeography of Central Madagascar Derived from Detrital Zircon U-Pb Age Populations, J. Geol., vol. 112, pp. 379–399
- Dalziel, I.W.D., 1997. Neoproterozoic–Paleozoic geography and tectonics: review, hypothesis, environmental speculation. Geol. Soc. Am., bulletin 109, pp. 16–42.
- De Carli Paul S., Jamieson J. C. (1961) : Formation of Diamond by Explosive Shock, Am. Ass. Adv. Sci., Vol. 133, No. 3467, pp. 1821-1822
- De Wit, M.J., Bowring S.A., Ashwal L.D., Randrianasolo L.G., Morel V.P.I., Rambeloson R.A. (2001) : Age and tectonic evolution of Neoproterozoic ductile shear zones in southwestern Madaagascar, with implications for Gondwana studies. Tectonics, vol. 20, pp. 1-45.
- Deines P. (1978) : The carbon isotopic composition of diamonds : relationship to diamond shape, color, occurrence and vapor composition, Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 44, pp. 943-961
- Deines P., Viljoen F., Harris J. W. (2001) : Implications of the carbon isotope and mineral inclusion record for the formation of diamonds in the mantle underlying a mobile belt : Venetia, South Africa, Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 65, No. 5, pp. 813–838,
- Duffy R. (2007) : Gemstonemining in Madagascar : transnational networks, criminalisation and global integration, J. Modern Afr. Studies, 45, 2 (2007), pp. 185–206.
- Dymont J. (1991) : Structure et évolution de la lithosphère océanique dans l’Océan Indien : apport des données magnétiques. Thèse de Doctorat de l’Université. Louis Pasteur, Strasbourg France.
- Emmel B., Jöns N., Kröner A., Jacobs J., Wartho J-A., Schenk V., Razakamanana T. and Austegard A. (2008) : From closure of the Mozambique Ocean to Gondwana Breakup : New Evidence from Geochronological Data of the Vohibory Terrane, South West Madagascar, J. Geol., vol. 116, n°1, pp. 21-38.
- Field J.E. (1992) : The properties of natural and synthetic diamond, Academic Press Limited, San Diego, CA, USA.
- Field M., Stiefenhofer J., Robey J., Kurszlaukis S. (2008) : Kimberlite-hosted diamond deposits of Southern Africa : A review, Ore Geol. Rev., vol. 34, pp. 33-57.
- Foucault A. et Raoult J-F (2005) : Dictionnaire de Géologie, Univers Science, DUNOD
- Fritsch E. (2005) : More on spectroscopy of yellow diamonds, Letters, Gems and Gemology, vol.41, n°4, pp. 297.
- Garai J., Haggerty S.E., Rekhi S., Chance M. (2006) : Infrared Absorption Investigations confirm the extraterrestrial origin of carbonado diamonds, Astrophys. J., 653, L153-L156
- Ghazaï Z. et Ounajim Z. (2001) : Les Diamants, <http://www.diamant-infos.com/> visité en 2009
- Gioan P., Rasendrasoa J., Bardintzeff J-M. and Rasamimanana G. (1996) : Nouvelles données pétrographiques et structurales sur le magmatisme du Sud du bassin de Morondava (Sud-Ouest de Madagascar), J. Afr. Earth Sci., vol. 22, n°4, pp. 597-608.
- Goncalves P (2002) : Pétrologie et Géochronologie des Granulites de Ultra-Hautes Températures de l’Unité Basique d’Andriamena (Centre Nord de Madagascar), Thèse de Doctorat de l’Université. Blaise Pascal Clemont-Ferrand. (France)
- Haggerty S. E. (1999) : A Diamond Trilogy : Superplumes, Supercontinents, and Supernovae ; Am. Ass. Adancement Sci., Vol. 285, N°. 5429, pp. 851-860 ; URL : <http://www.jstor.org/stable/2898591>.
- Handke M.J., Tucker R.D. and Ashwal L.D. (1999) : Neoproterozoic continental arc magmatism in west-central Madagascar, J. Geol. 1999, vol. 27, pp. 351-354.
- Harlow G.E. (1998) : The Nature of Diamonds, Cambridge, Univ. Press, Cambridge.

- Hirano S-I., Kazuaki S., Shigeharu N.(1982) : Diamond formation from glassy carbon under high pressure and temperature conditions, *J. Materials Sci.*, vol. 17, pp. 1856-1862
- Hoffman P. F. (1990) : Geological Constraints on the Origin of the Mantle Root beneath the Canadian Shield, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, J. Math. Phys. Sci.*, Vol. 331, No. 1620, pp. 523-532
- Hottin, G. (1972) : Présentation et essai d'interprétation du Précambrien de Madagascar. *Bulletin du BRGM*, 2, pp. 117-153.
- Hwang N.M., Hahn J.H., Yoon D.Y. (1996) : Charged cluster model in the low pressure synthesis of diamond, *J. Crystal Growth*, vol. 162, pp. 55-68.
- Jébrak M. (2004) : Manuel de gîtologie, Univ. du Québec à Montréal, Département des Sciences de la Terre.
- Kesson S.E. and Ringwood A. E. (1989) : Slab-mantle interactions : 2. The formation of diamonds, *Chem. Geol.*, 78, pp. 97-118
- Kröner A., Windley B.F., Jaeckel P., Brewer T.S., Razakamanana T., 1999. Precambrian granites, gneisses and granulites from Madagascar : new zircon ages and regional significance for the evolution of the Pan-African orogen. *J. Geol. Soc. (London)* 156, pp. 1125– 1135.
- Kumar M.D. S., Akaishi M. A., Yamaoka S. (2000) : Formation of diamond from supercritical H₂O-CO₂ fluid at high pressure and high temperature, *J. Crystal Growth* 213, pp. 203-206
- Lacroix A. (1923) : Minéralogie de Madagascar, Paris Société d'éditions Géographiques Maritimes et Coloniales, Tome I, II, III.
- Le Gall B., Tshoso G., Jourdan F., Feraud G., Bertrand H., Tiercelin J.J., Kampunzu A.B., Modisi M.P., Dyment J., Maia M. (2002) : Ar/Ar geochronology and structural data from the giant Okavango dyke swarm, Karoo Igneous Province, North Botswana. *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 202, pp. 595-606.
- Mahoney J.J., Nicollet C. et Dupuy C. (1991) : Madagascar basalts : tracking oceanic and continental sources. *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 104, pp. 350-363.
- Martelat J-E., Schulmann K., Lardeaux J-M., Nicollet C., Cardon H. (2000) : Granulite microfabrics and deformation mechanisms in southern Madagascar, *J. Struct. Geol.* 1999, n°21, pp. 671-687.
- Massi L. (2006) : Etude des défauts dans les diamants bruns et les diamants riches en hydrogène, Thèse de Doctorat de l'Université de Nantes, Faculté des Sciences et des Techniques.
- Mc Clintock M., White J.D.L., Houghton B.F., Skilling I.P. (2008) : Physical volcanology of a large crater-complex formed during the initial stages of Karoo flood basalt volcanism, Sterkspruit, Eastern Cape, South Africa, *J. Volc. Geotherm. Res.*, vol. 172, pp. 93-111.
- Melluso L. Morra V., Brotzu P. Razafiniparany A., Ratrimo V. et Razafimahatratra D. (1997) : Geochemistry and Sr-isotopic composition of the Cretaceous flood basalt sequence of northern Madagascar : petrogenetic and geodynamic implications. *J. Afr. Earth Sci.*, vol. 24, pp. 371-390.
- Meert J.G., Van Der Voo, R. (1997) : The assembly of Gondwana 800-500 Ma, *J. Geodyn.*, vol. 23, pp. 223-235.
- Meert J.G., Nédélec A., Hall C., Wingate M.T.D., Rakotondrazafy M. (2001) : Paleomagnetism, geochronology and tectonic implications of the Cambrian-age Carion granite, Central Madagascar, *Tectonophysics* 340, pp. 1– 21
- Michel J.C. (2001) : Le diamant en Afrique, *Pangea* n° 35/36
- Mitchel R.H. (1991) : kimberlites and lamproites : primary sources of diamond, *Geoscience Canada*, vol. 18, n°1, pp. 1-16.

- Moorhead J., Rerreault S., Berclaz A., Kamal N.M.S., Beaumier M., Cardieux A-M. (2000) : Kimberlites et diamant dans le Nord du Québec, Ministère des Ressources Naturelles de Québec.
- Moutier F. (2007) : Etude d'une collection de diamants Analyse-Classification-Identification, Thèse de Doctorat de l'Université de Nantes, U.F.R des Sciences de la Terre et des planètes/ Earth Planet. Sci. Lett., vol. 332, pp. 739-745.
- Nédélec A., Grujic D. (2001) : Un nouvel exemple de magmatisme potassique à ultrapotassique : les syénites de l'Andringitra (Madagascar), C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth Planet. Sci. Lett., vol. 332, pp. 739–745
- Nixon P.H. (1995) : A review of mantle xenoliths and their role in diamond exploration, J. Geodyn., vol. 20, n°4, pp. 305-329.
- Notari F. (2002) : Traitement du diamant noir par graphitization “Interne”. Rev. Gemm. a.f.g. vol. 145-146, pp. 42-59.
- Pal'Yanov Yu. N., Sokol A. G., Borzdov Yu. M., Khokhryakov A. F. (2001) : Fluid-bearing alkaline carbonate melts as the medium for the formation of diamonds in the Earth's mantle : an experimental study, Lithos., vol. 60, pp. 145-159
- Papini M. et Benvenuti M. (2007) : The Toarcian-Bathonian succession of the Antsiranana Basin (NW Madagascar) : Facies analysis and tectono-sedimentary history in the development of the East Africa-Madagascar conjugate margins, J. Afr. Earth Sci. 2008, vol. 51, pp. 21-38.
- PGRM (2008) : Nouvelle cartographie géologique de Madagascar, www.pgrm.mg
- PGRM (2012) : Nouvelles cartes géologiques et métallogéniques de Madagascar à 1/1 000 000, Principaux résultats, Antananarivo 28 et 29 Juin 2012 (Colloque).
- Paquette J-L., Nédélec A. (1998) : A new insight into Pan-African tectonics in the East-West Gondwana collision zone by U-Pb zircon dating of granites from central Madagascar, Earth Planet. Sci. Lett., vol.155, pp. 45-56
- Paquette J-L., Moine B., Rakotondrazafy M.A.F. (2003) : ID-TIMS using the step-wise dissolution technique versus ion microprobe U–Pb dating of metamict Archean zircons from NE Madagascar, Prec. Res., vol. 121, pp. 73–84
- Pierson H.O. (1993) : Handbook of Chemical Vapor Deposition, Noyes, Park Ridge, N J, 1992,
- Piqué A., Laville E., Chotin P., Chorowicz J., Rakotondraompiana S., Thouin C. (1998) : L'extension à Madagascar du Néogène à l'Actuel : arguments structuraux et géophysiques, J. Afr. Earth Sci., vol. 28, No. 4. pp. 975-983
- Piqué A. (1999) : l'évolution géologique de Madagascar et la dislocation du Gondwana : une introduction, J. Earth Sci., vol. 28, N° 4, pp. 919-930
- Rabinowitz P. D., Coffin M.F., Falvey D., (1983) : "The separation of Madagascar and Africa.", J. Sci. pp. 220 : 67-69.
- Rakotomanana D. (1996) : Potentiel métallogénique des complexes mafiques-ultramafiques de Madagascar, Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques, Vandoeuvre les Nancy.
- Rakotondraompiana S.A, Albouy Y., Piqué A. (1998) : Lithospheric model of the Madagascar island (Western Indian Ocean) : a new interpretation of the gravity data, J. Afr. Earth Sci. (1999), vol. 28, n°4, pp. 961-973.
- Randrianasolo B. (2009) : Nouvelles méthodes de cartographie sur le socle protérozoïque du Sud de Madagascar, Thèse de Doctorat de l'Université de Grenoble
- Rasamimanana G. (1996) : Caracterisatios Géochimiques et Géochronlogiques de trois épisodes magmatiques (Crétacé, Miocène terminal et Quaternaire) à Madagascar, associés aux Phénomènes de riftinng, Thèse de Doctorat de l'Université de Paris Sud Centre d'Orsay.

- Reeves C. V. (2000) : "The geophysical mapping of Mesozoic dyke swarms in southern Africa and their origin in the disruption of Gondwana." *J. Afr. Earth Sci.*, vol. **30**(3), pp. 499-513.
- Robitaille P. (2004) : "Les diamants en Sierra Leone, de la mine à la mort" Groupe de recherche sur les activités minières en Afrique, Université de Québec à Montréal, <http://www.unites.uqam.ca/grama/>
- Salman G. and Abdula I. (1995) : "Development of the Mozambique and Ruvuma sedimentary basins, offshore Mozambique." *Sed. Geol.*, vol. **96**(1-2), pp. 7-41.
- Schandlmeier H., Bremer F. and Holl H. G. (2003) : "Kinematic evolution of the Morondava rift basin of SW Madagascar--from wrench tectonics to normal extension." *J. Afr. Earth Sci.*, vol. **38**(4), pp. 321-330.
- Setton R. (1997) : Le carbone, élément fondamental pour la recherche et ses applications, "Le carbone dans tous ses états", éditeurs Bernier P. et Lefrant S., Gordon and Breach Science Publishers, pp. 1-28.
- Shackleton R. M. (1996) : "The final collision zone between East and West Gondwana : where is it?", *J. Afr. Earth Sci.*, vol. **23**(3), pp. 271-287.
- Shushkanova A. V., Litvin Yu. A. (2005) : Formation of Diamond Polycrystals in Pyrrhotite-Carbonic Melt : Experiments at 6.7GPa, ISSN 1028-334X, *Doklady Earth Sci.*, 2006, Vol. 409A, No. 6, pp. 916-920
- Shutong X., Okay A. I., Shouyian J., Sengör A. M. C., Wen S., Yican L., Laili J. (1992) : *Am. Ass. Adv. Sci.*, Vol. 256, No. 5053, pp. 80-82
- Sunagawa I., Fritsch E. (2002) : Pour la science, Dossier 35, pp. 34-39.
- Taylor L.A., Anand M., Promprated P., Floss C. and Sobolev N.V. (2003) : The significance of mineral inclusions in large diamonds from Yakutia, Russia, *J. Am. Min.*, vol. 88, pp. 912-920.
- Thomas R.J., De Waele B., Schofield D.I., Goodenough K.M., Horstwood M., Tucker R., Bauer W., Annells R., Howard K., Walsh G., Rabarimanana M., Rafahatelo J.M., Ralison A.V., Randriamananjara T. (2009) : Geological evolution of the Neoproterozoic Bemarivo Belt, northern Madagascar, *Prec. Res.* (2009), vol. 172, pp. 279-300
- Tucker R.D., Ashwal L.D., Handke M.J., Hamilton M.A., Grange M.L. and Rambeloson R.A. (1999) : U-Pb geochronology and isotope geochemistry of the Archaean and Proterozoic rocks of North-Central Madagascar, *J. Geol.*, vol. 107, pp. 135-153
- Van Roermund H.L.M., Carswell D. A., Drury M. R. and Heijboer T. C. (2002) : Microdiamonds in a megacrystic garnet websterite pod from Bardane on the island of Fjørtoft, western Norway : Evidence for diamond formation in mantle rocks during deep continental subduction, *The geological society of America*, vol. 30, N° 11, pp. 959-962
- Varet J. (2000) : Geology and society in the 21st century, BGR, in Friedrich Wellmer geb. Hannover, *Int. Z. Angew. Geol.*, 2000-4.
- Vearncombe, S. and J. R. Vearncombe (2002). "Tectonic controls on kimberlite location, southern Africa." *J. Str. Geol.*, vol. **24**(10), pp. 1619-1625.
- Wang W. (1998) : Formation of diamond with mineral inclusions of "mixed" eclogite and peridotite paragenesis, *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 160, pp. 831-843
- Wang Y.Y., Tang G.Y., Koeck F.A.M., Billyde B., Garguilo J.M., Nemanich R.J. (2004) : Experimental studies of the formation process and morphologies of carbon nanotubes with bamboo mode structures, *Diamond and Related Materials*, vol. 13, pp. 1287-1291
- Wikipedia 2009 : <http://www.diamants-infos.com/taille/couleur.html#Echelle>
- Wilks J., Wilks E. (1991) : Properties and Application of Diamond, Butterworth-Heinemann. Oxford.

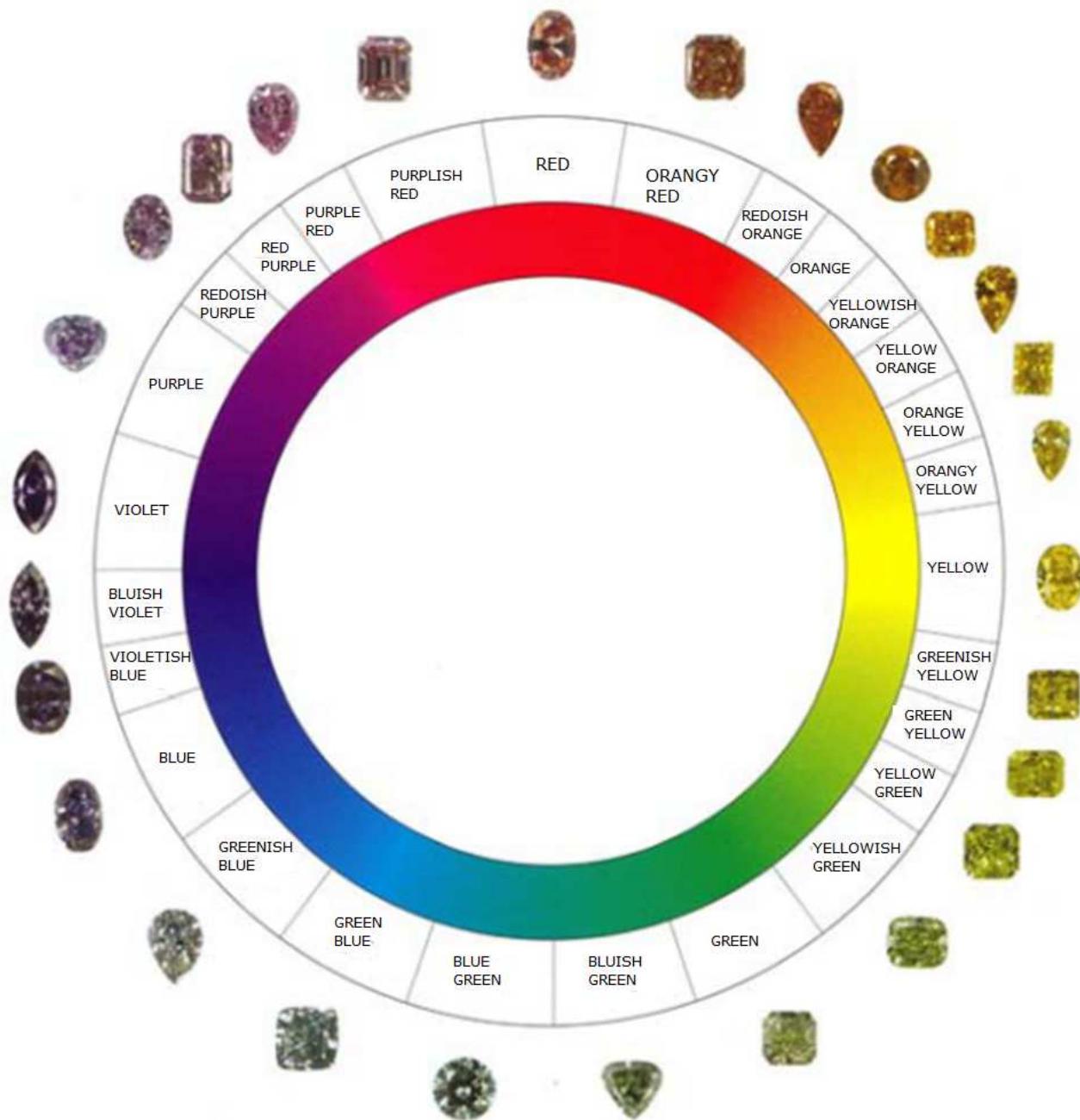
Yamaoka S., Kumar M.D. S., Hisao K., Minoru A. (2001) : Thermal decomposition of glucose and diamond formation under diamond-stable high pressure–high temperature conditions. Diamond and Related Materials, vol.11, pp. 118–124

Annexes

Annexe 1 : Les gemmes en confusion avec le diamant :

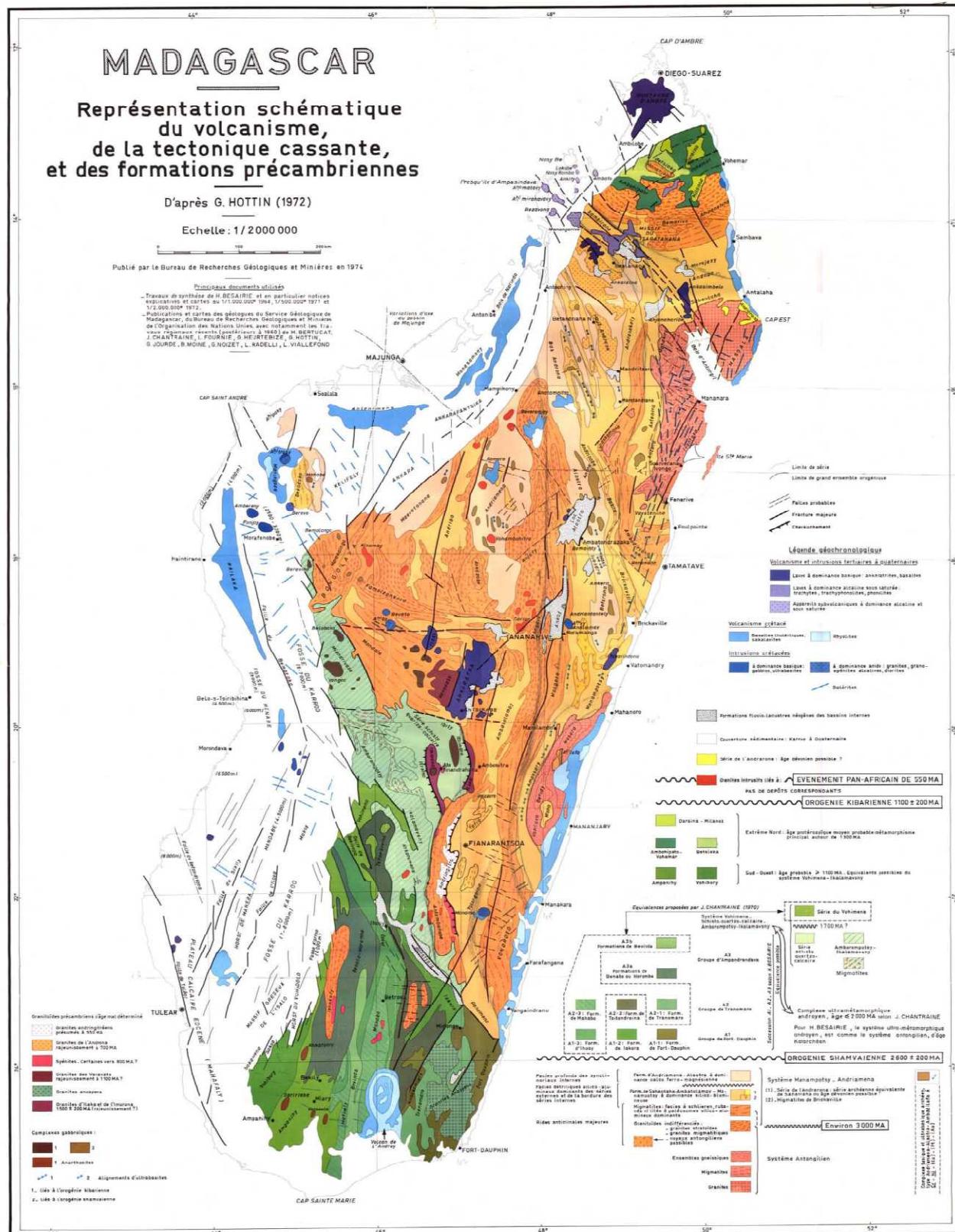
- le corindon synthétique : « diamant d'alumine » ;
- l'hématite : « diamant noir du Nevada », « diamant d'Alaska » (hématite noire) ;
- l'obsidienne décolorée : « diamant du Nevada » ;
- la pyrite : « diamant alpin », « diamant de Pennsylvanie » ;
- le quartz :
 - « diamant de Bohême», « diamant de Briançon », « diamant de Brighton », « diamant de Bristol », « diamant de Buxton », « diamant de Hawaii » ;
 - « diamant irlandais », « diamant mexicain », « diamant occidental » ;
 - « diamant Marmorosch » (variété de quartz) ;
 - « diamant d'Alaska », « diamant du Brésil » (cristal de roche) ;
 - « diamant d'Alençon », « diamant allemand » (quartz enfumé) ;
 - « diamant d'Arkansas » (quartz nommé également Horatio Diamond) ;
 - « diamant du Colorado » (quartz fumé transparent) ;
 - « diamant du Dauphiné », « diamant de Rennes » (quartz hyalin) ;
- le zircon : « diamant de Ceylan » (incolore), « diamant de Mathura » (zircon décoloré)
- la topaze blanche (Article de Wikipedia, 2009).

Annexe 2 : Cercle de nuance illustrant chacun les 27 nuances de couleurs utilisées par le GIA pour décrire les diamants colorés. Photos : GIA "Color Reference Charts" (Moutier, 2007).



Etat des connaissances sur les métallotectes du diamant à Madagascar

Annexe 3 : Carte géologique de Madagascar. (Hottin, 1972)



Annexe 4 : définition des subdivisions tectono-métamorphiques du socle de Madagascar selon PGRM (2008)

Domaines : unités géologiques stables semblables aux unités tectono-métamorphiques de Collins et al. (2003) (domaine d'Antongil, domaine de Bemarivo,...) ;

Suite : ensemble de corps intrusifs qui se sont mis en place dans les mêmes conditions géologiques (suite d'Imorona-Itsindro...) ;

Groupe : ensemble de formations qui ont été affectées par les mêmes événements de déformation tectono-métamorphiques (groupe de Mananara, groupe de Sofia) ;

Complexe : ensemble d'unités intrusives qui se sont formées à partir de magma parent unique ;

Ceinture : zone de mise en place et d'affleurement d'un ensemble intrusif bien déterminé (La ceinture d'Andriamena, la ceinture de Bemarivo).

**Annexe 5 : liste des octroyés des permis miniers du diamant à Madagascar en 2010
(BCMM, 2010)**

P13_Type	T_Carte	Tn_Numero	P01_Type2	Compte DeC_XY	np
Fianarantsoa	O55	6312	R	560	MIKIRY S.A.R.L.
Fianarantsoa	O55	6859	R	48	MIKIRY S.A.R.L.
Fianarantsoa	O55	6860	R	32	MIKIRY S.A.R.L.
Fianarantsoa	P55	7301	R	512	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	O55	7302	R	176	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	P55	7661	R	160	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	O55	7698	R	32	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	O54	7969	R	544	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	P55	8934	R	496	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	P55	9059	R	720	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	P54	9071	R	96	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	P55	10088	R	80	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	P55	10089	R	256	PAM Madagascar S.A
Fianarantsoa	P54	10135	R	160	PAM Madagascar S.A
Antananarivo	O49	10479	PRE	32	ANDRIAMIHAJA Daniel
Fianarantsoa	O55	10792	R	368	MIKIRY S.A.R.L.
Fianarantsoa	O55	11344	R	32	MIKIRY S.A.R.L.
Fianarantsoa	N57	12309	R	4992	RANIVOARISOA Violette
Mahajanga *	W37	13066	R	11952	AMPANIHY RESSOURCES S.A.R.L.
Mahajanga *	U41	13326	R	3040	AMPANIHY RESSOURCES S.A.R.L.
Fianarantsoa	O55	13373	R	5248	MIKIRY S.A.R.L.
Toamasina	O58	13399	R	1248	RAHANTANIRINA Félicité
Toamasina	W39	13403	R	256	AMPANIHY RESSOURCES S.A.R.L.
Toliary	H51	15212	R	80	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	F57	15292	R	48	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	E57	15293	R	32	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	I60	15384	R	96	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Antananarivo	p49	15992	E	16	SOCIETE LATVIA MADAGASCAR S.A.R.L.
Toliary	I60	16348	R	48	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	i60	16350	R	16	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	i60	16351	R	48	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	i60	16352	R	32	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	i60	16353	R	32	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.

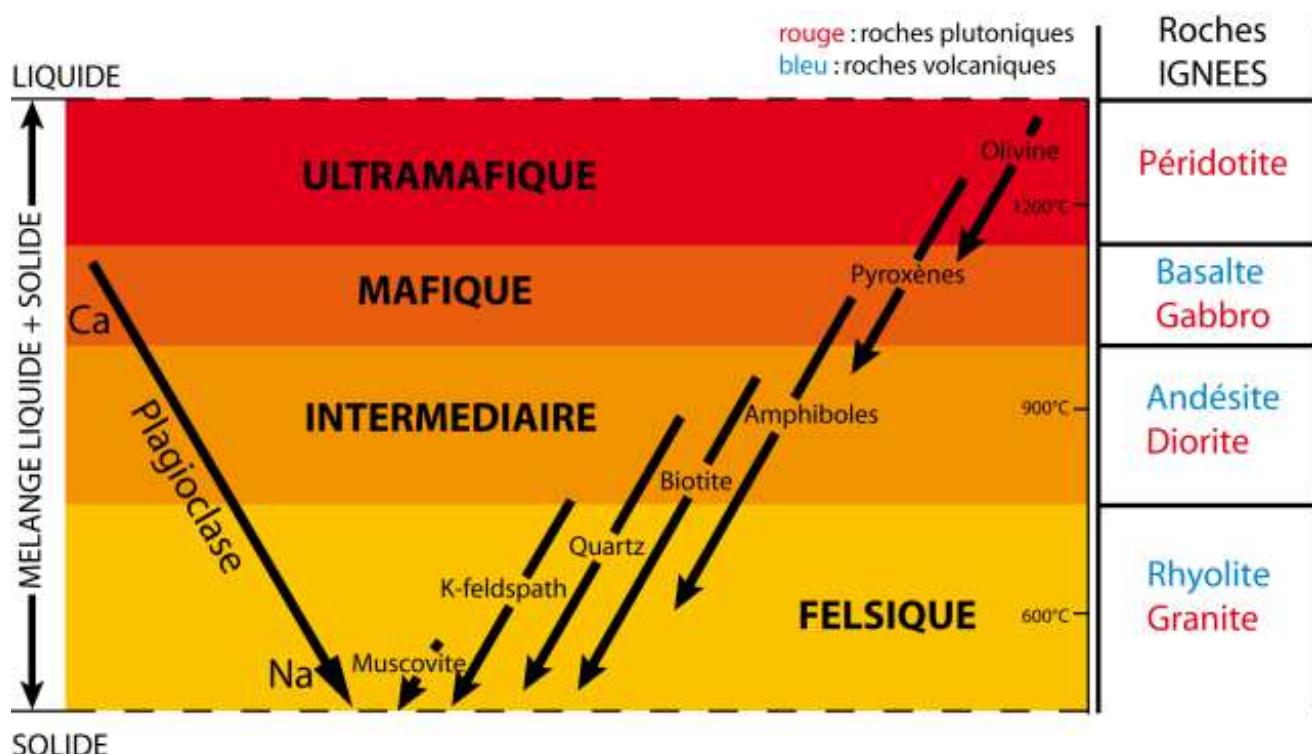
Etat des connaissances sur les métallutectes du diamant à Madagascar

Toliary	I60	16430	R	16	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	I60	16431	R	16	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	I60	16453	R	16	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	I60	16454	R	16	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Fianarantsoa	O55	18419	R	64	RAKOTOMALALA Herindrainy Olivier
Fianarantsoa	J51	19013	R	64	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Fianarantsoa	K52	19014	R	96	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Fianarantsoa	J52	19016	R	64	MADAGASCAR MINERALS AND RESOURCES S.A.R.L.
Toliary	J58	22900	R	496	GOLD SAND S.A.R.L.
Toliary	I58	22901	R	192	GOLD SAND S.A.R.L.
Mahajanga	U37	26123	R	1888	DARAINA EXPLORATION S.A.R.L.
Mahajanga	U37	26125	R	288	DARAINA EXPLORATION S.A.R.L.
Mahajanga	U37	26178	R	16	DARAINA EXPLORATION S.A.R.L.
Antsiranana	W33	26527	R	112	RASELIHARIMANANA Marie
Antsiranana	W33	26528	R	16	RASELIHARIMANANA Marie
Antsiranana	W33	26529	R	48	RASELIHARIMANANA Marie
Antsiranana	W33	26530	R	32	RASELIHARIMANANA Marie
Toliary	H54	32276	PRE	112	RASOLOVOAHANGY Roseline Emma
Toliary	GH6	33385	PRE	144	RASOLOVOAHANGY Roseline Emma
Antananarivo	O48	34052	R	32	KORINDON EXPORT S.A.R.L.
Antananarivo	O48	34053	R	16	KORINDON EXPORT S.A.R.L.
Toliary	F58	34374	E	16	SOCIETE RUBY GEMS S.A.R.L.
Toliary	F58	34375	E	16	SOCIETE RUBY GEMS S.A.R.L.
Antananarivo	N49	34479	R	64	MINMAD S.A.R.L.
Antananarivo	L47	34480	R	272	MINMAD S.A.R.L.
Antananarivo	N48	34481	R	512	MINMAD S.A.R.L.
Toliary	H60	34492	R	40	MINMAD S.A.R.L.
Toliary	H60	34493	R	48	MINMAD S.A.R.L.
Toliary	I60	34516	R	64	MINMAD S.A.R.L.
Toliary	I60	34517	R	64	MINMAD S.A.R.L.
Toliary	I58	34520	R	64	MINMAD S.A.R.L.
Antananarivo	N49	34607	R	256	MINMAD S.A.R.L.
Antananarivo	N48	34608	R	16	MINMAD S.A.R.L.
Antananarivo	N48	34609	R	16	MINMAD S.A.R.L.
Antananarivo	N48	34610	R	16	MINMAD S.A.R.L.
Antananarivo	N49	34612	R	16	MINMAD S.A.R.L.
Toamasina	W39	35912	PRE	5	MANGALAZA Purcel Edino

Annexe 6 : Série de bowen :

La série de Bowen est une série qui donne l'ordre de cristallisation des minéraux suivant leur caractère réfractaire. Les minéraux ne cristallisent pas en même temps au cours de la solidification :

- Cristallisation des minéraux les plus réfractaires en premier lieu (température de fusion plus élevée).
- Cristallisation des minéraux les moins réfractaires en dernier (température de fusion plus basse).



Tables des matières

Remerciements.....	I
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Liste des abréviations.....	V
Introduction	1
Chapitre I : Généralités	4
I-1- Minéralogie du diamant	6
I-1-1- Caractéristiques minéralogiques du diamant	6
I-1-2- Type de diamant.....	7
I-2- Pétrographie de la roche porteuse du diamant	9
I-2-1- Les Kimberlites (Michel, 2001).....	9
I-2-2- Les lamproïtes (Michel, 2001).....	12
I-2-3- Les roches métamorphiques diamantifères	12
I-3- Métallogénie du diamant.....	16
I-3-1- Constituants du diamant.....	16
I-3-2- Conditions de cristallisation du diamant.....	16
I-3-3- Lieu de formation du diamant	18
I-3-4- Types des gîtes	20
I-3-5- Répartition de gisement de diamant dans le Monde	20
Chapitre II : les principaux métallotectes du diamant dans le Monde	24
II-1- Métallotectes : définitions et considérations diverses	24
II-1-1- Définition du métallotecte	24
II-1-2- Métallotecte positif ou négatif.....	24
II-1-3- Valeur des métallotectes	25
II-2- Les métallotectes vérifiés pour les pays du Gondwana	25
II-2-1- L’Afrique.....	25
II-2-2- L’Inde	29
II-3- Les métallotectes pour les pays diamantifères hors du Gondwana	31

II-3-1-	Le Canada	31
II-3-2-	L'Eurasie	32
II-4-	Métallotectes généraux du diamant	32
II-4-1-	Âge	32
II-4-2-	Localisations et caractéristiques géotectoniques	33
II-4-3-	Caractéristiques lithologiques	33
Chapitre III : Madagascar dans le Gondwana		34
III-1-	L'évolution de la Terre dès le Rhodinia à la dislocation du Gondwana	34
III-1-1-	La formation de Gondwana	36
III-1-2-	La dislocation de Gondwana	38
III-2-	Relation Madagascar-Afrique	39
III-3-	Relation Madagascar-Inde	42
III-4-	Géologie de Madagascar	44
III-4-1-	Le socle cristallin Malagasy	44
III-4-2-	Les couvertures sédimentaires	49
III-4-3-	Les séries volcaniques	49
III-4-4-	Les grandes structures tectoniques de Madagascar	51
Chapitre IV : Les potentialités diamantifères de Madagascar		55
IV-1-	Rappels des principales caractéristiques diamantifères dans le Monde	55
IV-1-1-	Caractéristiques géotectoniques	55
IV-1-2-	Caractéristiques lithologiques	55
IV-1-3-	Caractéristiques pétrographiques	56
IV-1-3-1-	Les gangues du diamant	56
IV-1-3-2-	Les encaissants de la gangue	56
IV-2-	Les données récentes de prospection et de recherche scientifique sur le diamant pour Madagascar	56
IV-2-1-	Données de prospection	56
IV-2-2-	Données de recherche scientifique	57
IV-3-	Les traits caractéristiques de Madagascar	60
IV-3-1-	Les domaines cratoniques	60
IV-3-2-	Les anciennes zones de subduction	60
IV-3-3-	Les structures cassantes	61
IV-4-	Les métallotectes positifs	62
IV-4-1-	Les unités potentielles tectoniques	62

IV-4-1-1-	Les fractures gondwaniennes	62
IV-4-1-2-	Les failles de l'Antongil-Masora	62
IV-4-1-3-	Les failles relatives à la séparation Afrique-Madagascar.....	62
IV-4-1-4-	Les unités chevauchantes	63
IV-4-2-	Les unités potentielles pétrographiques	63
IV-4-2-1-	Les syénites potassiques (à ultrapotassiques) d'Andringitra	63
IV-4-2-2-	Les Rhyolitoïdes	63
IV-4-2-3-	Les formations métamorphiques ultrabasiques.....	64
IV-4-3-	Métallotectes minéralogiques.....	64
IV-5-	Les métallotectes négatifs.....	65
IV-5-1-	Les effets orogéniques.....	65
IV-5-2-	Les effets tectoniques	65
IV-6-	Les zones à prospector et les guides de prospection.....	65
IV-6-1-	Les zones à prospector.....	65
IV-6-1-1-	Le domaine d'Antongil et le domaine Masora.....	65
IV-6-1-2-	Le domaine d'Antananarivo	66
IV-6-1-3-	Le groupe de Tsaratanana	66
IV-6-1-4-	Le domaine de Bemarivo	66
IV-6-1-5-	Les domaines du Sud	66
IV-6-2-	Les guides de prospection	67
IV-6-2-1-	Métallotectes généraux	67
IV-6-2-2-	Métallotectes régionaux	68
IV-6-2-3-	Métallotectes locaux	68
Conclusion	70
Liste bibliographique	71
Annexes	77

Résumé:

Jusqu'à maintenant, la présence de diamant à Madagascar n'est qu'un essai. Pourtant, beaucoup de pays gondwaniens sont des producteurs de diamant naturel. Ce travail essaie de définir les métallotectes du diamant à Madagascar en révisant des données de prospection de diamant dans le Monde, les données géologiques concernant la géologie de Madagascar et les littératures sur le diamant.

Le domaine cratonique, les grandes fractures de direction N-S et NW-SE, les intrusions kimberlitiques, lamproïtiques ou rhyolitoïdiques et les formations d'exhumation sont les principaux métallotectes de diamant à Madagascar. Les cratons sont favorisés pour la genèse du diamant, tandis que les autres métallotectes facilitent sa remontée. Ces métallotectes sont partiellement vérifiés à Madagascar. D'un côté, les cratons Malagasy Antongil/Masora sont les portions de Dharwar (Inde). De l'autre coté, des grandes fractures et des intrusions proches de la kimberlite sont trouvées à Madagascar (Fracture de la côte Est, fracture de la baie d'Antongil). Des études plus méticuleuses sont à suggérer dans des zones géologiquement intéressantes comme le domaine d'Antananarivo et d'Antongil/Masora.

En bref, l'existence de gîte diamantifère à Madagascar est probable. Cependant, les prospections ultérieures devraient être fondées plus sur des connaissances géologiques que sur des chanceuses découvertes de quelques pierres.

Mots clés: diamant, métallotecte, kimberlite, lamproïte, Madagascar, craton

Abstract:

Until now, the presence of diamonds in Madagascar is still not confirmed. However, many countries which were formerly part of Gondwanaland are exploiting natural diamonds. This work tries to define the metallotectes of diamonds in Madagascar by reviewing prospection data all over the world, geological data from Madagascar and literature about diamonds.

Craton domain, N-S and NW-SE fissure directions, kimberlitic, lamproitic, rhyolitoidic intrusions and exhumation formations are the main metallotectes of Madagascar's diamond. Craton domain facilitates the genesis of diamonds, whereas intrusions, fissures and exhumation ease their ascension. These metallotectes are partially verified in Madagascar. On the one hand, the only Madagascar's craton Antongil/Masora are the part of Dharwar (Inde). On the other hand, fissures and intrusions similar to kimberlite are found in Madagascar (Eastern coast fissures, Antongil bay fusions). Meticulous studies are suggested for geologically interesting zones such as Antananarivo domain and Antongil/Masora.

In brief, the existence of diamond beds in Madagascar is a probability. However, future investigations should rely more on geological knowledge rather than on by chance discoveries of a few stones.

Keywords: diamond, metallotectes, kimberlite, lamproïte, Madagascar, craton

Encadreur :

Monsieur RABENANDRASANA Samuel

N^{bre} de page : 86

N^{bre} de figure : 37

N^{bre} de tableau : 04

Impétrant :

RAHAJARIVONY Mbelomanitra Mahefa

Lot : HTS 19bis Ambohitrimanjaka (105)

Tel : 033 07 561 82

Mail : mahefa.rahaja@gmail.com