

SOMMAIRE

LISTES DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CHAPITRE I: RAPPELS THÉORIQUES

CHAPITRE II : ACQUISITION DES DONNÉES SISMIQUES

CHAPITRE III : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

CHAPITRE IV: RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIES

WEBOGRAPHIES

LISTES DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Éléments de définition d'un séisme.....	4
<u>Figure 2</u> : Type d'ondes sismiques	5
<u>Figure 3</u> : Mode de propagation des ondes P.	7
<u>Figure 4</u> : Mode de propagation des ondes S.	8
<u>Figure 5</u> : Mode de propagation des ondes de Love	9
<u>Figure 6</u> : Ondes de volume et ondes de surface.....	10
<u>Figure 7</u> : Mécanisme au foyer	20
<u>Figure 8</u> : Géométrie d'une faille	21
<u>Figure 9</u> : Faille Normal.....	21
<u>Figure 10</u> : Faille inverse	22
<u>Figure 11</u> : Faille décrochant	22
<u>Figure 12</u> : Carte géologique de Madagascar.....	24
<u>Figure 13</u> : Carte géologique détaillée à champ.....	25
<u>Figure 14</u> : Failles et Tectonique de Madagascar.....	27
<u>Figure 15</u> : Réseaux sismiques de Madagascar.....	29
<u>Figure 16</u> : Capteur ZM 400 utilisé par la station ATG du réseau sismique Malagasy	31
<u>Figure 17</u> :HM et ZM 500 de la station OPO	33
<u>Figure 18</u> : Transfert de données provenant des stations vers	33
<u>Figure 19</u> : Figure illustrant les stations du P.PROJ	34
<u>Figure 20</u> : CMG-3T et ses accessoires	35
<u>Figure 21</u> : Trillium 120, capteur	36
<u>Figure 22</u> : STS-2, capteur sismique longue	36
<u>Figure 23</u> : Étapes de traitement de données.....	41
<u>Figure 24</u> : Pointage des ondes sismiques P, S et amplitudes pour chaque signal captés par les réseaux sismiques de M/car	42
<u>Figure 25</u> : Localisation d'un évènement du 7 janvier 2003.....	42
<u>Figure 26</u> : Comparaison des séismes localisés par le logiciel SEISAN, ceux des Stations du PASSCAL PROJECT et ceux localisés par JADE et ONYX (2013).....	44
<u>Figure 27</u> : Séismes localisés par la SSM utilisant les logiciels JADE et ONYX	45
<u>Figure 28</u> : Séismes localisés par les Stations du PASSCAL PROJECT (2013).....	46
<u>Figure 29</u> : Séismes localisés par la SSM utilisant les logiciels SEISAN (2003-2016).....	47
<u>Figure 30</u> : Lignes sismiques sa verrée aux unités tectono métamorphiques (Collins(2002)).....	48

<u>Figure 31</u> : Modèle de vitesse de l'AM05	50
<u>Figure 32</u> : Comparaison des séismes localisés par la SSM (SEISAN) à ceux localisés par les stations du PPROJ.....	51
<u>Figure 33</u> : Partie centrale de Madagascar	52
<u>Figure 34</u> : Partie Sud de Madagascar	53
<u>Figure 35</u> : Comparaison des séismes localisés par le logiciel SEISAN à ceux localisés par JADE et ONYX.....	54
<u>Figure 36</u> : Partie central de Madagascar.....	55
<u>Figure 37</u> : Partie Sud de Madagascar	55
<u>Figure 38</u> : Foyers sismiques localisés entre 2003 et 2016	57
<u>Figure 39</u> : Partie Centrale de Madagascar	58
<u>Figure 40</u> : Partie Sud de Madagascar	58
<u>Figure 41</u> : Partie Nord de Madagascar	59
<u>Figure 42</u> : Nombre et Magnitudes maximales des hypocentres localisés (2003-2016) dans chaque zone sismique de Madagascar	63
<u>Figure 43</u> : Histogramme représentant les trois zones remarquable (2003-2016).	64
<u>Figure 44</u> : Magnitude maximale pour les trois localisations de 2013.....	66

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1</u> : L'échelle de Richter.....	11
<u>Tableau 2</u> : L'échelle de Mercalli.....	16
<u>Tableau 3</u> : Coordonnées géographiques des Stations Sismiques Malgaches (S.S.M).....	30
<u>Tableau 4</u> : Type de capteur par stations.....	37
<u>Tableau 6</u> : Modèle de vitesse de la partie centrale de Madagascar, G. RAMBOLAMANANA et al, 1997	49
<u>Tableau 8</u> :Nombre et Magnitudes maximales des hypocentres localisés (2003-2016) dans chaque zone sismique de Madagascar	60
<u>Tableau 5</u> : Comparaison des séismes localisés par les stations du P.PROJ et ceux utilisant le logiciel SEISAN d'une part, JADE et ONYX d'autre part.....	71
<u>Tableau 5</u> :Station et modèle de vitesse correspondant du GFZ.....	103

LISTE DES ABRÉVIATIONS

M/CAR : Madagascar

IOGA : Institut et Observatoire Géophysique d'Antananarivo

SEISAN: Seismic Analysis Software

SAC: Seismic Analysis Code

CND : Centre Nationale des données

GFZ: Geo Forschungs Zentrum, Potsdam

SSM: Stations Sismiques Malagasy

PPROJ: Passcal Project

PASSCAL: Program for Array Seismic Studies of the Continental Lithosphere

IPGP: Institut de Physique du Globe de Paris

IRIS: Institut de Relations Internationales et Stratégiques

INTRODUCTION

La sismologie, ou séismologie, est l'étude des séismes (tremblement de terre) et plus généralement l'étude de la propagation des ondes à l'intérieur de la Terre. Elle est aussi devenue l'un des outils les plus importants pour la détermination de la structure de la Terre. Depuis le début des années 90, des dispositifs de capteurs temporaires ont été installés partout dans le monde pour caractériser les structures en profondeur, en particulier celle du Moho, grâce à la technique du «receiver function». Un séisme est lié au mouvement des plaques tectoniques. Ce phénomène est non prédictible, c'est pourquoi l'homme ne peut pas éviter les conséquences dans le cas où un séisme se produise. Notre travail consiste à traiter les données sismiques en vue de relocaliser des événements sismiques. D'après les études faites par les chercheurs auparavant, on a pu constater que Madagascar possède des zones sismiques. Par contre, de cette étude, le domaine se limite seulement sur les parties CENTRALE ET SUD de Madagascar pour la relocalisation des séismes depuis l'année 2003 jusqu'en 2016. La question qui se pose est la suivante: Pourquoi faire cette nouvelle localisation?

L'objectif est d'une part, d'avoir un aperçu global des zones sismiques de cette région et d'autre part, de connaître les limites des localisations qui ont été établies auparavant. Pour atteindre ces objectifs, on propose le plan de travail qui suit.

La première partie de ce travail se rapportera sur la méthode de localisation des séismes à partir des données fournies par des stations locales.

La seconde partie, sera consacrée aux comparaisons des localisations obtenues à partir du logiciel SEISAN à celles des séismes localisés par les logiciels JADE et ONYX. Et dans la troisième partie, la comparaison des résultats obtenus par les localisations faites par Andriampenomanana Fenitra (2013), utilisant les données enregistrées par les STATIONS du PASSCAL PROJECT (MACOMO Project (2013)), utilisant le logiciel SEISAN, avec ces mêmes données, utilisant le même logiciel que l'on a repris. En fait il s'agit d'une amélioration de la localisation. Et pour la fin, elle contiendra les nombres de foyer ainsi que les leurs magnitudes maximales dans chaque zone sismique qui seront ensuite comparés à ceux des autres études déjà faites auparavant et qui va apporter une fois encore des améliorations sur la sismicité de Madagascar.

Nous avons élaboré ce mémoire de la façon suivante :

-Rappels théoriques sur la sismologie plus précisément sur les séismes dans le premier chapitre.

- Acquisition des données dans le deuxième chapitre.

- Méthodologie de traitement des données dans le troisième chapitre.

- Présentation, analyse et interprétation des résultats obtenus dans le dernier chapitre.

CHAPITRE I: RAPPELS THÉORIQUES

RAPPELS THÉORIQUES

I-1) Définition

Un séisme est provoqué par une rupture de roche dans la lithosphère, ce point de rupture est appelé **foyer** ou plus scientifiquement **hypocentre d'un séisme**. Le point se situant à la verticale du foyer est appelé **épicentre** (*Figure 1*), c'est à ce niveau que les secousses les plus importantes seront ressenties. Ces secousses sont dues à une libération d'énergie, sous forme de chaleur et d'émission de front d'ondes sismiques se déplaçant dans la croûte terrestre. Plus la surface de la rupture et le déplacement sont importants, plus la quantité d'énergie libérée l'est et plus les secousses sont violentes. [1]

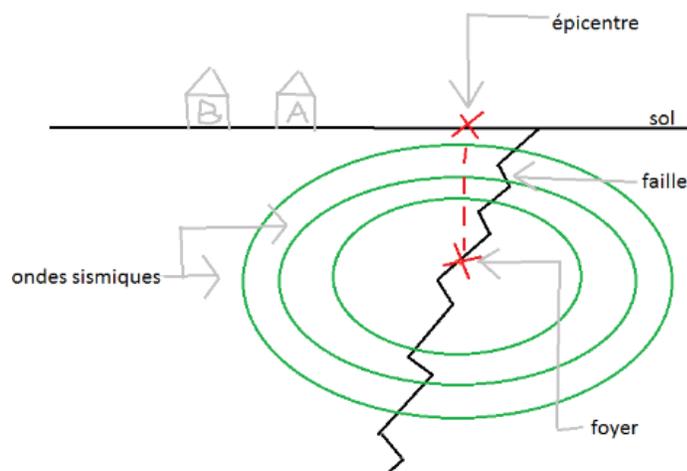


Figure 1 : Éléments de définition d'un séisme

I-2) Les ondes sismiques

Les ondes sismiques sont des ondes causées par la rupture de roche à l'intérieur de la terre ou par une explosion. Elles se succèdent et se superposent sur les enregistrements des sismomètres. On a deux types d'ondes sismiques qui se propagent dans toutes les directions : les ondes de volume et les ondes de surface (*Figure 2*). [2]

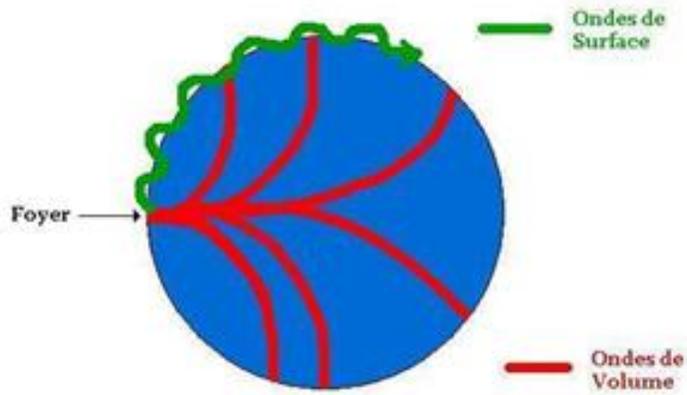


Figure 2 : Type d'ondes sismiques

I-2-a) Les ondes de volume

Ces ondes se déplacent à l'intérieur de la Terre. D'après l'équation de propagation d'onde sismique :

$$\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = \partial_j \tau_{ij} + f_i \quad (1)$$

Pour un milieu homogène et pour une petite déformation, on a l'équation de propagation sous la forme suivante :

$$\rho \ddot{u} = (\lambda + 2\mu) u * \nabla * \nabla - \mu \nabla * \nabla * u \quad (2)$$

Avec

ρ : densité de matériaux,

u_i : vitesse de déplacement,

τ_{ij} : tenseur de contrainte,

f_i : force de volume,

λ et μ : paramètres de Lamé.

L'équation (2) admet deux solutions indépendantes qui sont :

$$\frac{\partial^2(\nabla \cdot u)}{\partial^2 t} = \frac{\lambda + 2\mu}{\rho} \nabla^2(\nabla u^r) \quad (3)$$

Et

$$\frac{\partial^2(\nabla * u)}{\partial^2 t} = \frac{\mu}{\rho} \nabla^2(\nabla * u^d) \quad (4)$$

D'après les équations (3) et (4), il existe 2 types d'ondes de volume qui sont : l'onde P (primaire) ou onde longitudinale et l'onde transversale ou S (secondaire).

Les matériaux qui constituent la Terre doivent être élastiques pour transmettre ces ondes. Le degré d'élasticité de ces matériaux assure la propagation de ces ondes sismiques. Le comportement d'élasticité de matériaux de la Terre suit la loi de Hooke c'est à dire que le taux de contrainte (change le volume et/ou cause de la distorsion de forme d'un corps) est linéairement proportionnel à la tension (compression, tension et/ou cisaillement), au delà de la limite d'élasticité les matériaux peuvent se casser (exemple : les failles).

D'après les équations (3) et (4), la vitesse des ondes P est :

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \quad (5)$$

Et celle des ondes S est :

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (6)$$

D'après les équations (5) et (6), on trouve que l'onde P est plus rapide que l'onde S.

C'est pourquoi, on détecte toujours en premier les ondes P vue comme sa valeur est supérieure à celui des ondes S.

Les ondes de volume traversent la Terre. Elles se propagent à l'intérieur du globe, les ondes de volume arrivent avant les ondes de surface.

On a deux types d'ondes de volume :

- ✓ L'onde P ou ondes primaires, appelées aussi ondes de compression ou ondes longitudinales.

- ✓ Les ondes S ou ondes secondaires : appelées aussi ondes de cisaillement ou ondes transversales.

Les ondes P : ces ondes compriment et étirent alternativement les roches. Le déplacement du sol qui, accompagne leur passage se fait par dilatation et compression successives, parallèlement à la direction de propagation de l'onde. Ce sont les ondes les plus rapides et elles sont les premières à être enregistrées sur un sismogramme.

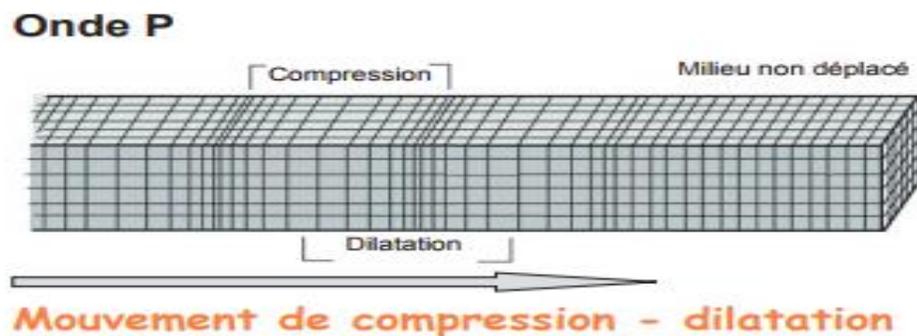
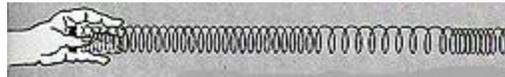


Figure 3 : Mode de propagation des ondes P.

On peut comparer ces mouvements à ceux d'un ressort qu'on étire et compresse [1]:



Les ondes S : ces ondes se propagent en cisillant les roches latéralement à angle droit par rapport à sa direction de propagation. La vitesse des ondes S est plus lente que celle des ondes P et elles ne se propagent que dans les milieux solides. A leur passage, les mouvements du sol s'effectuent perpendiculairement au sens de propagation de l'onde. Bref, elles apparaissent en second sur les sismogrammes

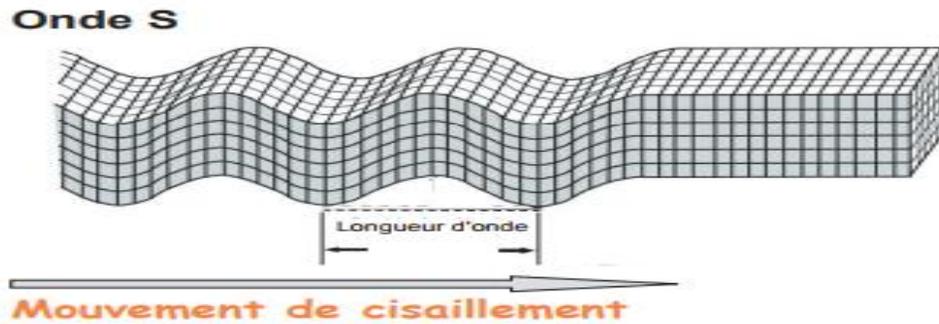


Figure 4 : Mode de propagation des ondes S.

On peut comparer ces mouvements à ceux d'une corde :



I-2-b) Les ondes de surface:

Les ondes de surface se propagent parallèlement à la surface du sol. Ce sont des ondes guidées par la surface de la Terre. Elles sont moins rapides que les ondes de volume mais leur amplitude est généralement plus forte. Il y a deux types d'ondes de surface :

- ✓ Les ondes de Love
- ✓ Les ondes de Rayleigh

Les ondes de Love: Leur déplacement est essentiellement le même que celui des ondes S sans mouvement vertical. Elles déplacent le sol d'un côté à l'autre dans un plan horizontal, perpendiculairement à sa direction de propagation. Les ondes de Love provoquent un ébranlement horizontal qui est la cause de nombreux dégâts des fondations des édifices.

Onde de Love



Figure 5 : Mode de propagation des ondes de Love

Les ondes de Rayleigh : Elles se propagent au voisinage de la surface de milieux homogène et non homogène. Le déplacement est complexe, un mouvement à la fois horizontal et vertical, avec un mouvement de particule suivant une ellipse rétrograde. Les ondes de Rayleigh se propagent à environ 4 km/s, elles sont moins rapides que les ondes de Love.

Onde de Rayleigh

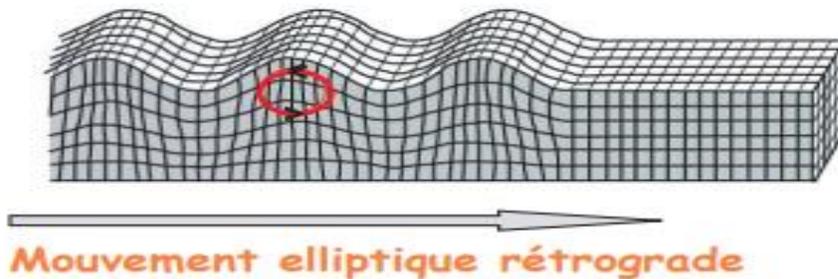


Figure 6 : Mode de propagation des ondes de Rayleigh.

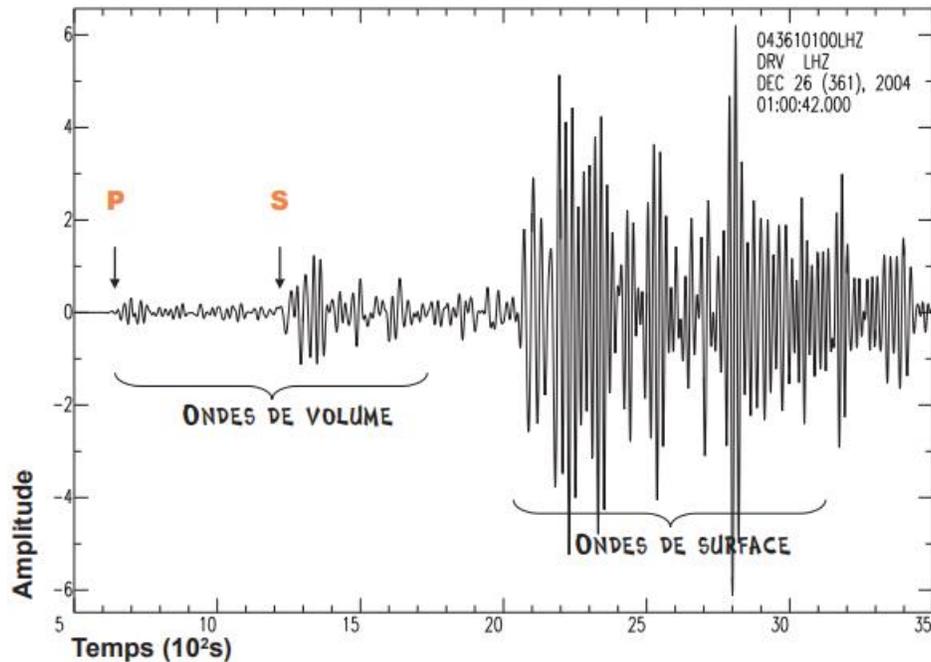


Figure 6 : Ondes de volume et ondes de surface

I-3) Magnitude et intensité d'un séisme

La puissance d'un tremblement de terre s'estime par la mesure de sa magnitude et de son intensité. L'intensité mesure les dégâts et les conséquences du séisme en un lieu donné, tandis que la magnitude mesure l'énergie libérée par le séisme.

I-3-a) Magnitude d'un séisme

La magnitude consiste à mesurer l'énergie libérée lors d'un séisme. La notion de magnitude a été introduite en 1935 par l'Américain Charles Richter pour estimer l'énergie libérée au foyer d'un tremblement de terre et pouvoir ainsi comparer les séismes entre eux.

La magnitude n'est pas une échelle mais une fonction logarithmique continue. En raison de ce caractère logarithmique, lorsque l'amplitude du mouvement ou l'énergie libérée par le séisme varie d'un facteur 10, la magnitude change d'une unité. Ainsi, un séisme de magnitude 7 sera dix fois plus fort qu'un événement de magnitude 6, cent fois plus fort qu'une magnitude 5. La magnitude dite de Richter est basée sur la mesure de l'amplitude maximale des ondes sismiques sur un sismogramme. La magnitude se calcule à partir des différents types d'ondes sismiques en tenant compte de paramètres comme la distance à l'épicentre, la profondeur de

l'hypocentre, la fréquence du signal, le type de sismographe utilisé, etc. Contrairement aux effets ressentis (intensité) qui diminuent avec la distance épacentrale, la taille d'un séisme ne dépend donc pas de l'endroit où le séisme a été enregistré. La magnitude d'un séisme est ainsi définie actuellement par la quantité suivante [13] :

$$M = \log \frac{A}{T} + \text{termes correctifs} = \log v + \text{termes correctifs}$$

Où : A est l'amplitude maximum du déplacement du sol.

T est la période de l'onde dont on mesure l'amplitude, et v est la vitesse du sol.

Tableau 1 : L'échelle de Richter.

<i>Magnitude de Richter</i>	Description	Effets
Micro	< 2,0	Microséisme, non ressenti mais enregistré par un sismomètre
Très mineur	2,0-2,9	Généralement non ressenti mais détecté/enregistré.
Mineur	3,0-3,9	Souvent ressentis mais causant rarement des dommages.
Léger	4,0-4,9	Secousses notables d'objets à l'intérieur des maisons, bruits d'entrechoquement. Dommages important peu communs.
Modéré	5,0-5,9	Peut causer des dommages majeurs à des édifices mal conçus dans des zones restreintes. Cause de légers dommages aux édifices bien construits.
Fort	6,0-6,9	Peut-être destructeur dans des zones allant jusqu'à 180 Km à la ronde si elles sont peuplées.
Majeur	7,0-7,9	Peut provoquer des dommages sévères dans des zones plus vastes.
Important	8,0-8,9	Peut causer des dommages sérieux dans des zones à des centaines de kilomètres à la ronde.

Important	9,0-10	Dévaste des zones de plusieurs milliers de kilomètres à la ronde.
Important	>10	Possible mais n'est pas encore apparu pour le moment

Ils existent plusieurs méthodes pour mesurer la magnitude d'un séisme. En principe, toutes ces méthodes produisent à peu près le même ordre de valeur de magnitude. Néanmoins, des différences fondamentales existent dans la manière dont cette valeur est calculée, ce qui peut parfois expliquer que des valeurs de magnitude obtenues ne soient pas rigoureusement identiques d'une méthode à l'autre. Les différents types de magnitudes habituellement calculés [11] lors d'un séisme sont présentés ci-dessous.

I-3-a-1) Magnitude locale M_L

La magnitude M_L est une magnitude dite locale. Elle est obtenue en mesurant l'amplitude maximale des ondes du séisme à des stations relativement proches, en pratiquant une correction de distance, et pour une fréquence assez élevée du signal (en général, autour de 1 Hz).

$$M_L = \log(A) - \log(A_0) + c \log(\Delta)$$

Avec : A l'amplitude maximale mesurée sur le sismogramme

A_0 est une amplitude de référence correspondant à un séisme de magnitude 0 à 100 km

Δ est la distance épacentrale (km) et c est une constante de calibration Elle est utilisée pour les séismes locaux.

I-3-a-2) Magnitude de durée

La magnitude de durée est souvent utilisée, surtout à l'échelle locale ou régionale, pour la micro sismicité et s'obtient comme son nom l'indique en mesurant la durée en seconde du signal sur le sismogramme :

$$M_d = a_1 + a_2 \log_{10} \tau + a_3 \Delta$$

Avec : Δ distance épacentrale

On l'utilise également pour des séismes proches mais elle est définie à partir de la durée du signal τ .

I-3-a-3) Magnitude des ondes de volume

La magnitude d'ondes de volume m_b est typiquement calculée pour des séismes se produisant à plus de 2000 kilomètres des stations sismiques avec une période d'une seconde. Elle peut être calculée rapidement car elle se repose sur l'amplitude de l'arrivée des ondes dites P.

$$m_b = \log \frac{A}{T} + Q(h, \Delta)$$

Où :

T la période dominante

A est l'amplitude maximale mesurée, en micromètre

Δ est la distance épacentrale (en degré)

h est la profondeur de l'hypocentre

Q est une fonction de calibration dépendante de la distance et de la profondeur du séisme donné par des tables

Cette magnitude est définie pour tous les télé-séismes et en particulier pour les séismes profonds, car ceux-ci génèrent difficilement des ondes de surface.

Pour les plus forts séismes (magnitude > 6), cette magnitude « sature », ce qui signifie que la valeur de m_b n'augmente plus, même si la taille réelle du séisme augmente. Cette magnitude des ondes de volume est très pratique pour une magnitude inférieure à 6.

I-3-a-4) Magnitude des ondes de surface

Cette magnitude est basée sur la mesure de l'amplitude maximale des ondes de surface (en général l'onde de Rayleigh sur la composante verticale du sismomètre) en une période de 20 secondes.

$$M_s = \log \frac{A}{T} + 1.66 \log \Delta + 3.30$$

Où :

T la période dominante

A est l'amplitude maximale mesurée, en micromètre

Δ est la distance épacentrale (en degré)

Elle ne sature que pour les très forts séismes (magnitude > 8). Elle est utilisée pour les séismes lointains, dits télé-séismes, dont la profondeur est inférieure à 80 km. Le problème principal des magnitudes M_S et m_b est donc la saturation. Ce phénomène est associé à la période à laquelle s'effectue la mesure. Il est impératif que cette mesure soit faite à une période qui soit supérieure à la durée d'émission de la source sismique. Or, pour les grands séismes, ce temps peut être très long.

De même, ces relations sont empiriques, ce qui veut dire qu'il n'y a pas de relation physique directe avec la taille du séisme. La magnitude de moment a donc été créée pour pallier ces difficultés.

I-3-a-5) Magnitude de Kanamori

La magnitude de moment M_w est la seule magnitude que l'on peut directement relier à la physique de la source d'un séisme [7]. M_w est déduit (par des considérations théoriques) du moment sismique M_0 , produit de l'aire de la faille par le déplacement moyen sur la faille et la rigidité de la roche. En théorie, M_w ne sature jamais puisque m_0 décrit complètement la rupture du séisme. Ils existent différentes manières de déterminer M_w . Le plus souvent, M_w est obtenu en modélisant et en ajustant les formes d'ondes ou les amplitudes de spectres générées sur des sismogrammes synthétiques pour qu'ils correspondent aux sismogrammes observés. Elle est définie pour les très gros séismes.

On a donc [6]:

$$M_w = \frac{2}{3} \log(M_0) - 6$$

Avec : M_0 en dyne-cm et $M_0 = \mu S \Delta u$

Où :

μ est la rigidité du milieu,

S est la surface rompue durant le séisme, et

Δu est le déplacement moyen ayant eu lieu sur la faille

I-3-a-6) Magnitude Macrosismique Karnik 1969 M

Elle est calculée à partir de l'intensité du séisme. Elle établit une relation entre l'intensité et la magnitude et permet une évaluation de la magnitude des séismes historiques.

$$M = 0.441I + 1.48 \log R + 0.48$$

Où :

I est l'intensité macrosismique,

R est la distance focale, équivalente à h à l'épicentre.

I-3-b) Intensité d'un séisme

L'intensité d'un séisme est définie en un lieu par rapport aux effets produits par ce séisme, qu'ils soient seulement observés ou ressentis par l'homme (réveil, chute d'objets, fissures ...) ou qu'ils aient causé des dégâts plus ou moins importants aux constructions. On parle alors d'effets macrosismiques.

L'intensité d'un séisme dépend du lieu d'observation des effets causés par le séisme. Elle décroît généralement lorsqu'on s'éloigne de l'épicentre du séisme mais varie aussi selon la structure géologique. Une forte intensité est souvent associée à des zones de roches molles (sable, vase, argile et remblais), alors qu'on note une faible intensité dans des zones de roches plus solides (grès, granite,...).

Pour un séisme donné, on donne uniquement l'intensité à l'épicentre, la plus forte en général : c'est l'intensité épiscopentrale. Plusieurs échelles d'intensité ont été définies. Les plus utilisées sont l'échelle de Mercalli qui date de 1902 et qui a été modifiée en 1956 et l'échelle MSK créée en 1964 [12], du nom des trois sismologues européens Medvedev, Sponheuer et Karnik. Ces deux échelles comportent douze degrés notés généralement en chiffres romains de I à XII. Le degré I correspond aux secousses les plus faibles, à peine ressenties, le degré XII aux secousses les plus fortes.

Tableau 2 : L'échelle de Mercalli.

Degrés	Étendue des dégâts observés
I	Aucun mouvement n'est perçu. Et nous ne ressentons rien.
II	Quelques personnes peuvent sentir un mouvement si elles sont au repos et/ou dans les étages élevés de grands immeubles.
III	À l'intérieur de bâtisses, beaucoup de gens sentent un léger mouvement. Les objets suspendus bougent. En revanche, à l'extérieur, rien n'est senti.
IV	À l'intérieur, la plupart des gens ressentent un mouvement. Les objets suspendus bougent, mais aussi les fenêtres, plats, assiettes, loquets de porte.
V	La plupart des gens ressentent le mouvement. Les personnes sommeillant sont réveillées. Les portes claquent, la vaisselle se casse, les tableaux bougent, les petits objets se déplacent, les arbres oscillent, les liquides peuvent déborder de récipients ouverts.
VI	Tout le monde sent le tremblement de terre. Les gens ont la marche troublée, les objets et tableaux tombent, le plâtre des murs peut se fendre, les arbres et les buissons sont secoués. Des dommages légers peuvent se produire dans des bâtiments mal construits, mais aucun dommage structural.
VII	Les gens ont du mal à tenir debout. Les conducteurs sentent leur voiture secouée. Quelques meubles peuvent se briser. Des briques peuvent tomber des immeubles. Les dommages sont modérés dans les bâtiments bien construits, mais peuvent être considérable dans les autres.
VIII	Les chauffeurs ont du mal à conduire. Les maisons avec de faibles fondations bougent. De grandes structures telles que des cheminées ou des immeubles, peuvent se tordre et se briser. Les bâtiments bien construits subissent de légers dommages, contrairement aux autres qui en subissent de sévères. Les branches des arbres se cassent. Les collines peuvent se fissurer si la terre est humide. Le niveau de l'eau dans les puits peut changer

IX	Tous les immeubles subissent de gros dommages. Les maisons sans fondations se déplacent. Quelques conduits souterrains se brisent. La terre se fissure.
X	La plupart des bâtiments et leurs fondations sont détruites. Il en est de même pour quelques ponts. Des barrages sont sérieusement endommagés. Des éboulements se produisent. L'eau est détournée de son lit. De larges fissures apparaissent sur le sol. Les rails de chemin de fer se courbent, peuvent se tordre et se briser. Les bâtiments bien construits VIII subissent de légers dommages, contrairement aux autres qui en subissent de sévères. Les branches des arbres se cassent. Les collines peuvent se fissurer si la terre est humide. Le niveau de l'eau dans les puits peut changer
XI	La plupart des constructions s'effondrent. Des ponts sont détruits. Les conduits souterrains sont détruits.
XII	Presque tout est détruit. Le sol bouge en ondulant. De grands pans de roches peuvent se déplacer

Généralement, les intensités sont très fortes près de l'épicentre du séisme, et elle décroît lorsqu'on s'éloigne de celui-ci. Elles fournissent ainsi des moyens de localiser et de comparer la taille des tremblements de terre peu profonds. La meilleure manière de représenter et d'interpréter la valeur d'intensité est de créer une carte d'intensité et une représentation géographique de la distribution de la secousse au sol [11] :

I-4) Les séquences d'un séisme

I-4-a) Le précurseur choc :

Un précurseur est un petit séisme qui se produit avant un grand séisme. Le précurseur a lieu à proximité du grand séisme et, certains séismes en ont, d'autres pas. Il est impossible de définir un précurseur quand un choc principal n'est pas encore détecté. Ces petits séismes sont considérés comme une source du séisme principal.

On peut définir un précurseur comme un simple précurseur choc, d'essaim choc ou leur combinaison qui précède de quelques secondes à quelques années un fort séisme. Ce petit séisme précède le séisme principal dans une série d'événements localisés dans une zone

proche. Pour étudier la différence (duré du temps, distance, magnitude) entre le précurseur et le choc principal, une étude statistique a été faite [4], correspondant aux définitions ci-dessus. Les résultats de ces études nous amènent à tirer les conclusions ci-après:

- Souvent, les précurseurs se produisent 30 jours avant le choc principal.
- Ils se produisent avec une distance de 50 Km par rapport à l'événement principal.
- La différence de magnitude entre eux est en général plus grande que 1.

I-4-b) Le choc principal

Le choc principal est le séisme qui a la magnitude la plus élevée dans la séquence sismique. Parfois, il est précédé par un ou plusieurs précurseurs, et presque toujours suivi de beaucoup de répliques sismiques.

I-4-c) La réplique sismique

Les répliques sont des petits séismes qui se produisent après le choc principal. Dans la plupart des cas ils sont beaucoup plus nombreux. En général, des répliques sont observées lorsque la magnitude du choc principal dépasse 3 ou 4.

Les répliques se produisent dans la même région que le «séisme principal» et résultent de rajustements aux contraintes en certains endroits le long de la zone faillée. Dans le cas des grands séismes ($M=8$) les répliques peuvent toucher des centaines de kilomètres [5]. La plupart de ces répliques sont engendrées par des séismes peu profonds, et les petits séismes qui dominent les catalogues. Par ailleurs, on observe habituellement que la réplique la plus forte a une magnitude au moins égale à la magnitude du choc principal, diminuée d'une unité [6]. En général, les forts séismes sont suivis par un grand nombre de répliques. Selon l'importance et la profondeur du séisme, les répliques peuvent se produire pendant de nombreux mois après le séisme principal [5]. Elles peuvent se produire parfois même quelques années après le choc principal.

Toutefois, l'importance et le nombre des répliques diminuent rapidement en fonction du temps, c'est à dire. la réplique sismique est plus fréquente juste après un séisme et puis devient moins fréquent avec le temps. La décroissance du nombre des répliques avec le temps après un séisme important est définie par la loi d'Omori. Cette formule empirique a été

découverte par le sismologue japonais Fusakichi Omori sur la séquence sismique suivant le tremblement de terre de Nobi, de 1891 [9]. Cette loi prédit une décroissance de l'activité sismique avec le temps tel que :

$$\lambda(t) = \frac{k}{(t+c)}$$

Où :

$\lambda(t)$ est la fréquence d'occurrence des répliques (par exemple le nombre de répliques par jour),
t le temps après le choc principal (exprimé en jours si la fréquence est en répliques par jour),
c et k sont des constantes

La loi la plus utilisée aujourd'hui est celle qui a été proposée par Utsu en 1961 [9]. C'est la version modifiée de la loi d'Omori, et on l'appelle la formule modifiée d'Omori.

$$\lambda(t) = \frac{k}{(t+c)^p}$$

Avec : p une constante qui est comprise entre 1 et 1.4

Il existe une autre loi qui décrit la caractéristique de la réplique, cette loi s'appelle « loi de Bath ». Cette loi dit que la différence de magnitudes entre le choc principal et la plus grande réplique est approximativement constante, indépendante de la puissance du choc principal et elle est de 1.2 (échelle de Richter) environ.

I-5) Mécanisme au foyer

Un **mécanisme au foyer** parfois nommé aussi **fault-plane solution** ou **beachball diagram** dans est la synthèse géométrique, sous forme de projection stéréographique, des données associées à un phénomène producteur, et décrivant la déformation dans la région de production de ces ondes. Cette conception nous amène à déterminer les paramètres d'une faille

tel que leur pendage Φ , son azimut δ , ainsi que son angle de glissement λ pour ensuite connaître la faille responsable du séisme.

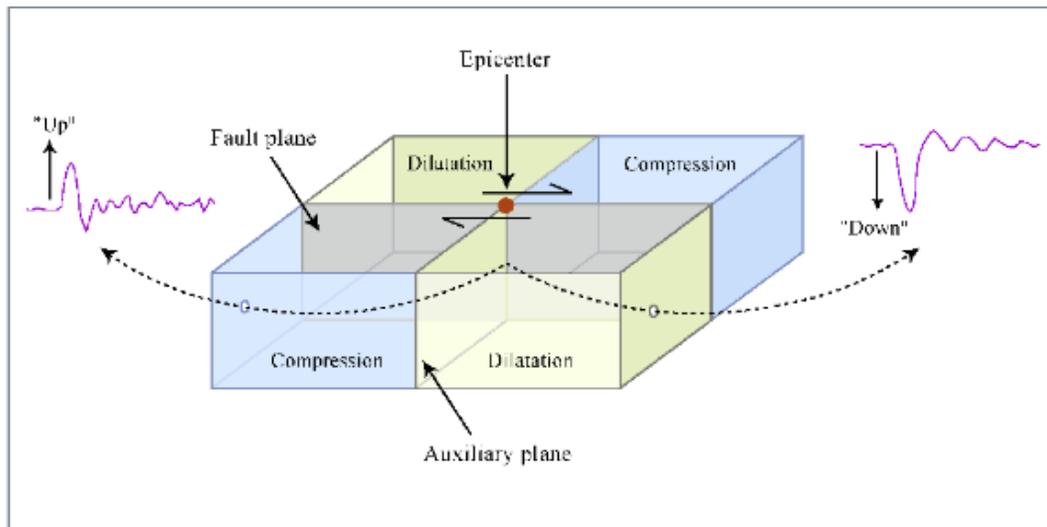


Figure by MIT OCW.

Figure 7 : Mécanisme au foyer

I-6) Les Failles

Une **faille** est une cassure de la croûte terrestre qui s'accompagne d'un déplacement des deux compartiments ainsi créés. Sa mesure relative correspond au « rejet ». L'apparition de **failles** trahit l'existence de contraintes tectoniques en un lieu donné, qui sont une conséquence directe de la tectonique des plaques.

- ✓ Paramètre d'orientation : l'azimut θ et le pendage δ -L'azimut θ : c'est l'angle entre le Nord géographique et la trace en affleurement de la faille. On le mesure dans le sens des aiguilles d'une montre. On a $0^\circ \leq \theta \leq 360^\circ$. -Le pendage δ : c'est l'angle d'inclinaison du plan de la faille par rapport à l'horizontal. On a $0^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$.
- ✓ Paramètres géométriques : c'est la longueur L de la faille et sa largeur W
- ✓ Paramètre de glissement λ qui donne la direction de glissement de la faille. On a $-180^\circ \leq \lambda \leq 180^\circ$. [18]

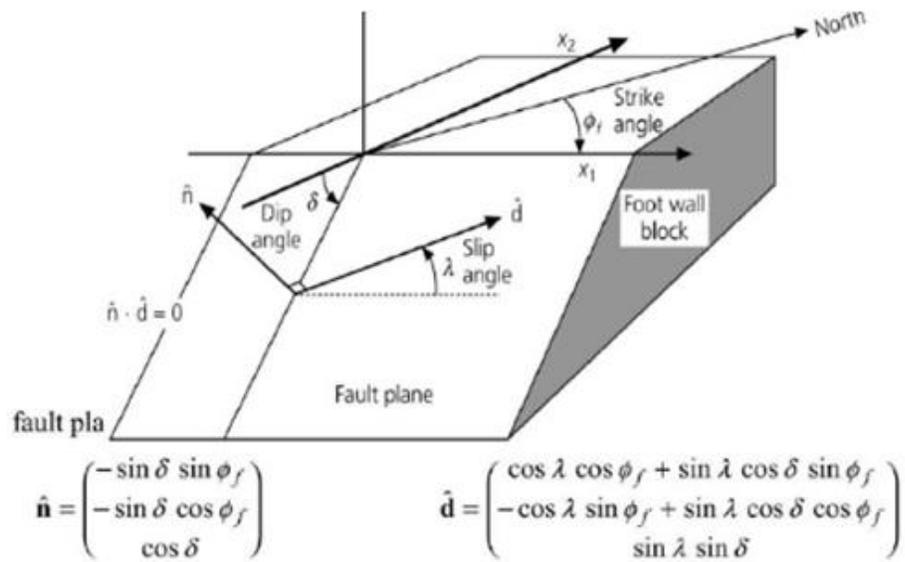


Figure 8 : Géométrie d'une faille

I-6-a) Types de faille:

On distingue trois types de faille :

A partir du paramètre de glissement λ , on distingue trois types de faille :

Une Faille normale correspond à $\lambda < 0$; elle résulte à un mouvement d'étirement entre les deux blocs; elle accompagne une extension:

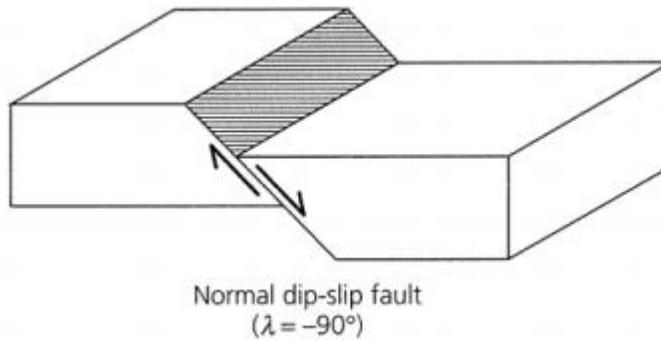


Figure 9 : Faille Normal

Une Faille inverse correspond à $\lambda > 0$; elle résulte d'un mouvement de compression entre les deux blocs; elle accompagne une compression :

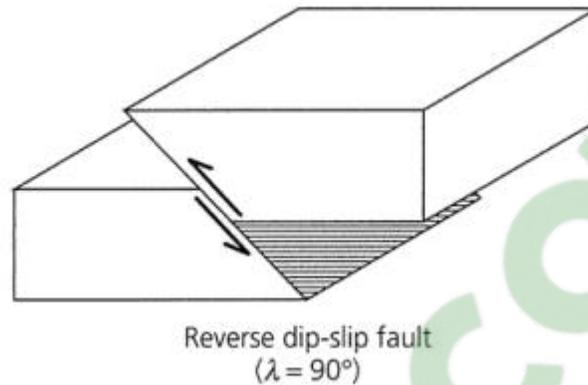


Figure 10 : Faille inverse

Une faille de décrochement correspond à $\lambda = 0$; elle résulte d'un coulisage des deux blocs l'un par rapport à l'autre; le mouvement est horizontal. Le décrochement est dextre (respectivement senestre), pour un observateur placé sur un des deux blocs, le mouvement relatif de l'autre bloc est vers la droite (respectivement vers la gauche).

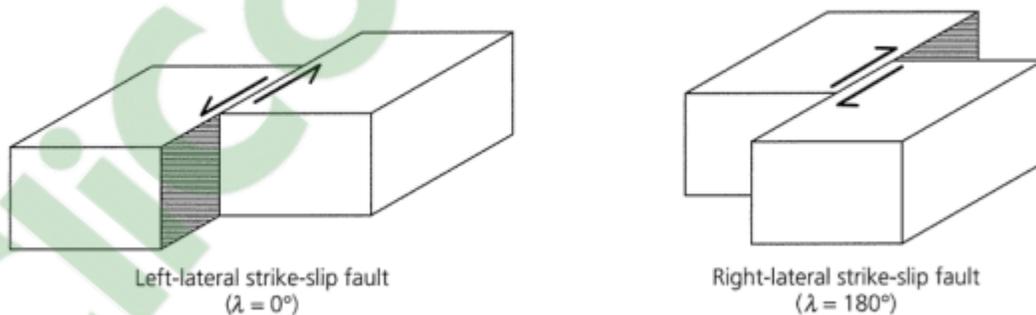


Figure 11 : Faille décrochant

I-7) Relation avec les séismes

Les séismes tectoniques sont le résultat d'un mouvement sur une faille préexistante, dont les contraintes de blocage se sont suffisamment accumulées pour excéder la résistance des roches. La rupture et le glissement le long de la faille s'accompagnent d'un tremblement de Terre. Dans les cas relativement rares de glissement libre, apparemment asismique (sur les

temps d'observation humaine), on parle de **fluage**, de mouvement de convergence, ou encore de séisme lent.

Le mécanisme de rupture d'une faille sismogène comprend 3 stades (notion de «cycle sismique»):

- ✓ Accumulation de **contrainte** au niveau de la faille qui est bloquée,
- ✓ Initialisation de la rupture (**déformation élastique** puis **déformation plastique** lorsque le **seuil d'élasticité** est dépassé, en fin rupture),
- ✓ Fin de la rupture sismique (quelques secondes plus tard).

On représente en général le mouvement de la faille à la source du séisme par une projection stéréographique que l'on nomme le **mécanisme au foyer** [15].

I-8) Structure géologique et tectonique de Madagascar

I-8-a) Structure géologique

Madagascar présente deux grandes catégories géologiques: le socle cristallin et la couverture sédimentaire (Besairie 1968-1971), (Figure 12).

Le socle cristallin est constitué par le substratum, formé par des roches métamorphiques et éruptives, des migmatites et des roches magmatiques.

Le socle couvre la partie centrale et presque toute la partie orientale du pays. Il affleure la surface de $400\,000\text{ km}^2$, environ $\frac{2}{3}$ de l'île.

La partie Nord de cette séparation est formée de groupe Archéen comme les roches silico-alumineuses, roches calco-ferromagnésiennes, migmatites et celui de Katarchéen qui se trouve à la Baie d'Antongil et dans la partie centrale de Madagascar.

Dans la partie Sud de la séparation, existe le groupe protérozoïque formé par la série Schisto-Quartzo-Calcaire, et les formations d'Amborompotsy-Ikalamavony.

Des volcanismes sont notés également à Madagascar tels que les volcanismes d'Ankaratra et la région de Faratsiho. La couverture sédimentaire longe la côte Ouest sur une bande de 250 km, soit $\frac{1}{3}$ de l'île. Cette couverture comprend la formation Karoo (ère primaire et secondaire)

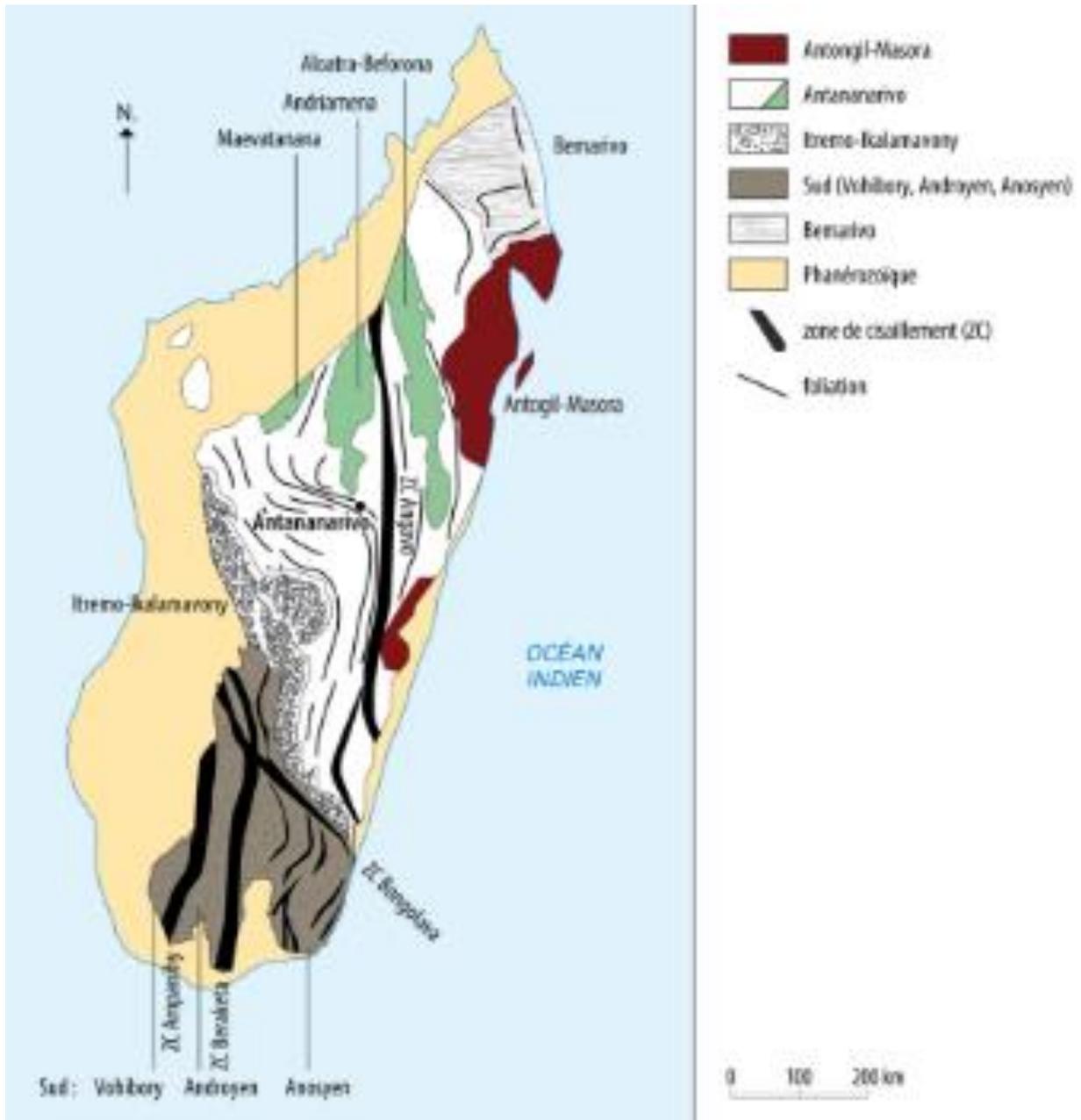


Figure 12 : Carte géologique de Madagascar

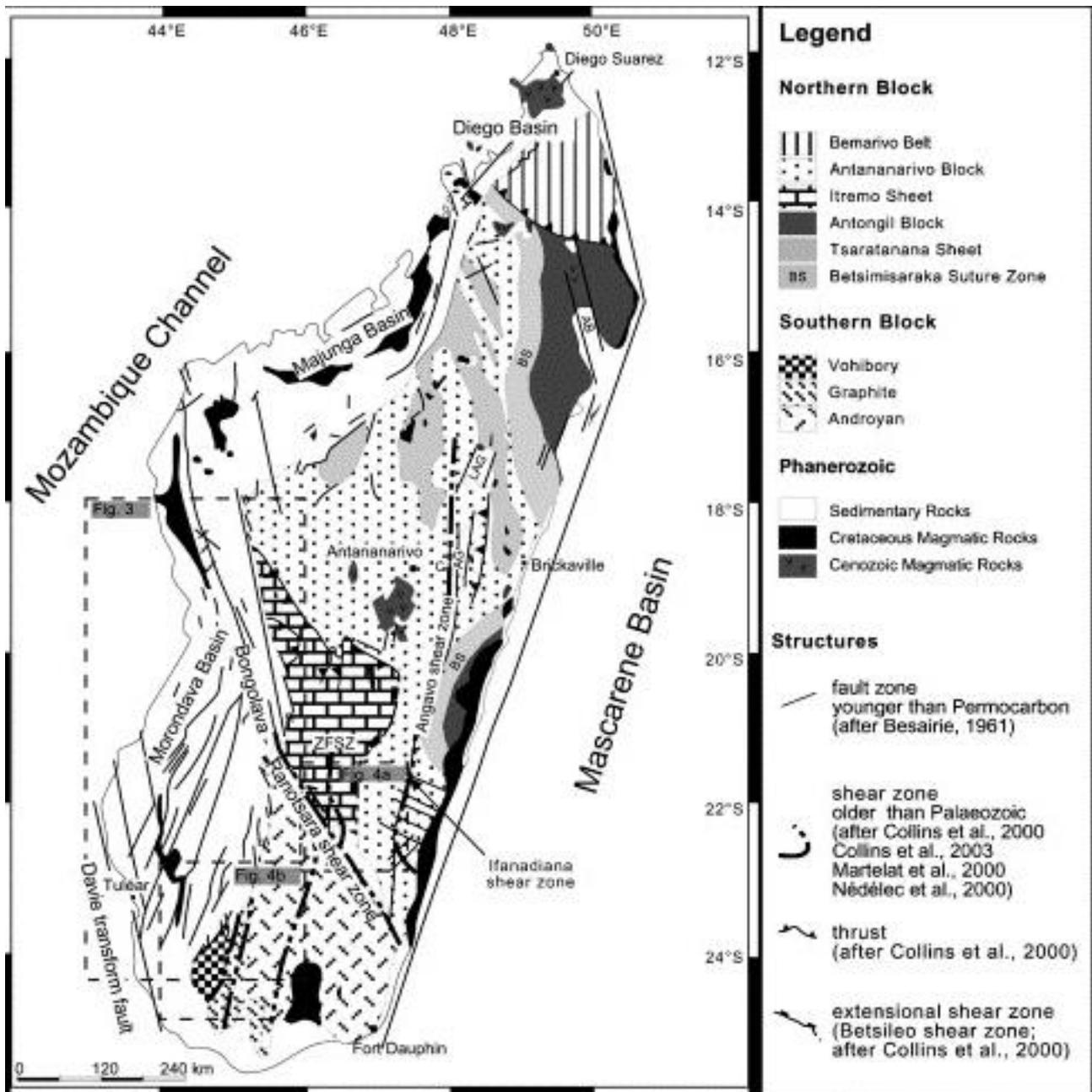


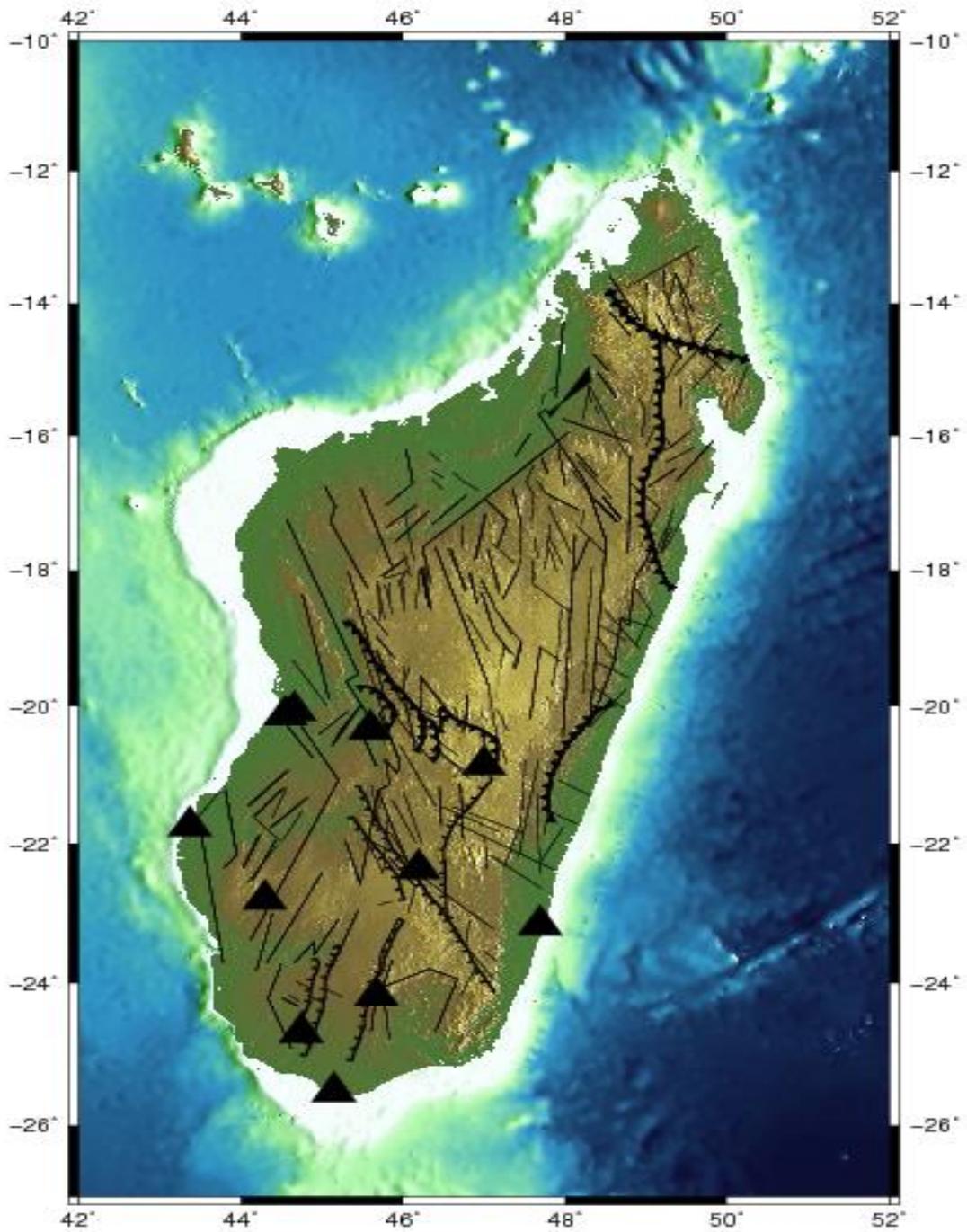
Figure 13 : Carte géologique détaillée à champ

I-8-b) Tectonique

Madagascar est situé sur une vieille plaque tectonique et selon les lois des plaques tectoniques, Madagascar doit être calme sur l'activité volcanique et sismique, mais ce n'est pas toujours le cas [15]. Or, d'après les études antérieures, notre île possède de nombreuses

zones sismiques, pratiquement 29 zones au total. De ce fait, on a pu déterminer l'existence des failles qui, dues à leur rupture, deviennent la cause des séismes.

A partir de la géologie et tectonique de Madagascar on constate que la plupart des failles sont localisées dans la partie où se situe le socle cristallin (Figure 12, 13,14). Ceci est très probable si on se réfère au séisme violent qui s'est passé auparavant. En effet ces séismes ont été localisés là où des failles se situent au niveau de ces roches très compactes. Lors de leur rupture, l'énergie libérée sera d'autant plus grande que celle située dans l'autre couverture, c'est à dire dans la partie sédimentaire. De plus, en se référant à la carte géologique et en faisant une superposition avec la carte tectonique, on constate une corrélation entre les failles localisées sur la carte géologique (faille géologique) et les failles localisées sur la carte tectonique (faille tectonique). Ces failles, que ce soient géologiques ou tectoniques, comme source sismique sont d'autant plus nombreuses dans la partie centrale que celles qui sont situées dans les deux autres parties de l'île, partie Nord et partie Sud (Figure 14).



-  Faille
-  Stations GFZ
-  Zones de cisaillements

Figure 14 : Failles et Tectonique de Madagascar

CHAPITRE II: ACQUISITION DES DONNÉES SISMIQUES

II-1) ACQUISITION DES DONNÉES SISMIQUES

II-1-a). ACQUISITION DES DONNÉES DES STATIONS SISMIQUES MALAGASY

Le laboratoire de sismologie de l'IOGA a pour but principal l'étude de la sismicité de Madagascar dans le contexte récent de la tectonique. Il interprète autant que possible l'origine de cette sismicité à partir des données acquises jusqu'à présent.

L'acquisition des données se fait à partir des 11 stations sismiques Malagasy dont 8 se situent dans la partie centrale de Madagascar tel que ABM, ABPO, MDSM, VTY, ATG, OPO, FIRM, AVY et les trois autres SBV, VOI, FOMA se localisent respectivement dans la région d'Antsiranana, Fianarantsoa et Toliara (Figure 15).

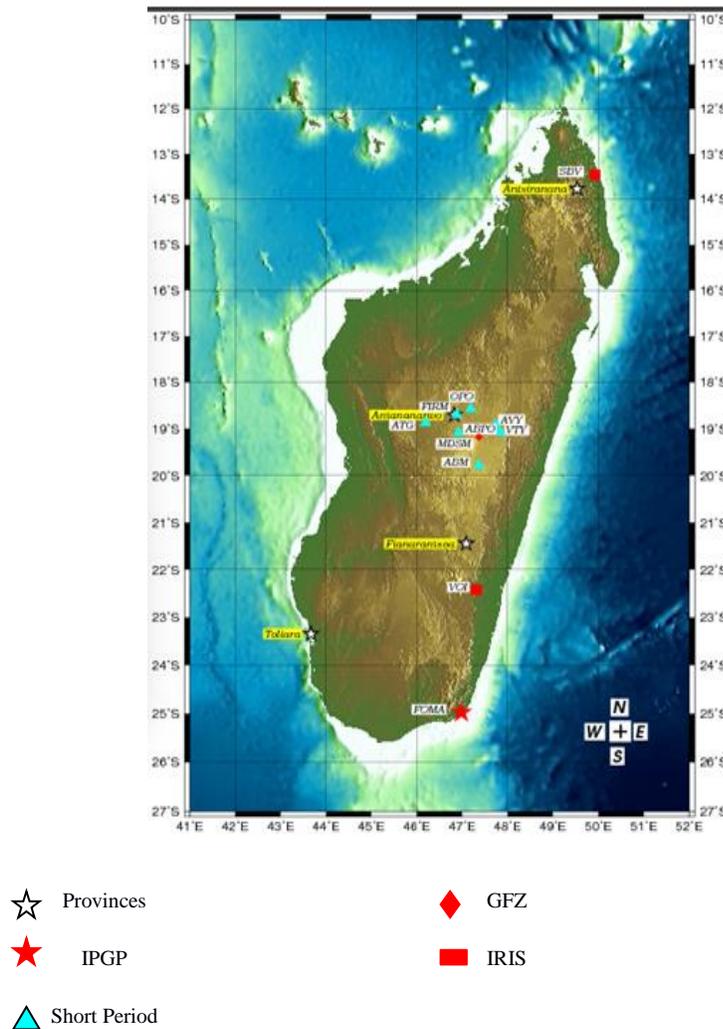


Figure 15 : Réseaux sismiques de Madagascar

Tableau 3 : Coordonnées géographiques des Stations Sismiques Malgaches (S.S.M)

Code	LAT	LON	Capteurs	ALT	Emplacement
ATG	-18.8782	46.1871	ZM 400	1541	Ambohibihy
FIRM	-18.7002	46.8785	ZM 400	1748	Firavahana
MDSM	-19.0882	47.0270	ZM 400	1524	Mandiavato
OPO	-18.5706	47.1879	ZM 500	1463	Fihaonana
VTY	-19.0772	47.8687	ZM 400	1453	Vatovaky
AVY	-18.9272	47.7376	ZM 400	1807	Angavokeli
ABM	-19.7820	47.3646	ZM 400	1894	Ambohimiarabe
SBV	-13.4584	49.9212	STS2		Sambava
ABPO	-19.0180	47.3646	STS2	1528	Ambbohipanompo
VOI	22.1260	46.7059	STS2		Vohitsaoka
FOMA	-24.9756	46.9788	STS2	26	Fort-dauphin

II-1-a-1). Matériels utilisés

A part OPO, chaque station sismique est équipée :

- d'un sismomètre vertical de courte période de type ZM 400 (Figure 16), sismomètre courte période qui enregistre les hautes fréquences du mouvement du sol.

Ces sismomètres sont utilisés pour étudier les ondes de volume, c'est-à-dire l'onde P et l'onde S, et la sismicité proche et régionale. La période d'enregistrement de signaux est inférieure à 2 secondes.

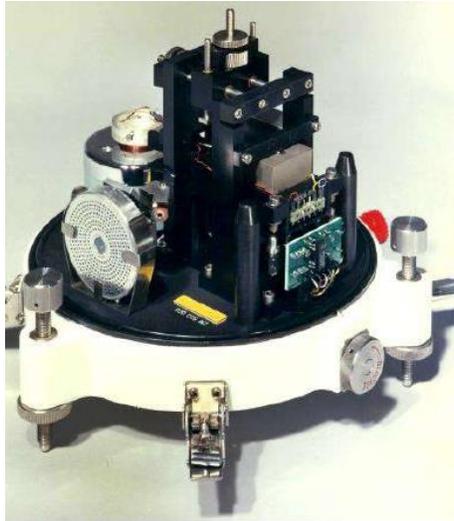


Figure 16_: Capteur ZM 400 utilisé par la station ATG du réseau sismique Malagasy

- d'une interface courte période (ICPZ) permettant :
 - de faire le calibrage.
 - De contrôler l'état du sismomètre
 - D'alimenter le sismomètre
 - De protéger le sismomètre contre les effets de la foudre.
- D'un émetteur EMF de puissance 1W.
- De batteries DRYFIT (12V/65AH).
- De panneaux solaires (RDS).

Les stations AVY et FIRM sont à la fois station et relais, elles sont donc aussi équipées chacune d'un récepteur.

OPO est une station numérique équipée :

A l'intérieur :

- De 3 sismomètres courtes périodes à composante verticale, 2 horizontales (Z, N-S, E-W).

- De 3 sismomètres longues périodes à composante verticale, 2 horizontales (Z, N-S, W).
- D'un numériseur long période ESTERREL.
- D'un numériseur court période ALPILLES
- *À l'extérieur :*
 - De panneau solaire avec régulateur De batteries (2V/250A)
 - De batteries DRYFIT (12V/65AH)
 - D'une antenne parabolique permettant d'émettre les données directement à l'International Data Center (Vienne) en passant par le serveur central du DASE (Département Analyse et Surveillance de l'Environnement) en France.
 - D'une antenne Yagi 22 éléments.

Une fois détecté dans chaque station, les signaux sont émis au Centre National de Données (CND) à l'IOGA par onde radio. Ce centre assure la réception, l'enregistrement et le traitement des données venant des stations périphériques. Il est équipé :

- D'un récepteur.
- D'un démultiplexeur composé :
 - D'un démodulateur permettant de séparer la porteuse avec le signal modulé.
 - D'un séparateur de voies
 - D'un filtre passe bande.
- D'un numériseur, PC ADAS où passent les signaux bruts venant des capteurs ;
- D'un récepteur d'OPO
- De 2 PC fonctionnant en redondance : l'un assure la supervision, l'acquisition de données et le stockage des données. L'autre est un serveur qui assure le bon fonctionnement du réseau dans le CND
- De 2 PC avec les logiciels JADE et ONYX spécifiques au dépouillement et au traitement des données.
- D'une horloge donnant le temps réel à partir d'un GPS et servant à justifier le temps d'origine des séismes et le temps d'arrivée des différents séismes.



Figure 17: HM et ZM 500 de la station OPO

II-1-a-1-2). Transfert des données

De leurs emplacements, les stations transmettent les signaux captés par les sismomètres à l'IOGA. Des ondes radios sont utilisées pour ce faire.



Figure 18 : Transfert de données provenant des stations vers

II-1-b) ACQUISITION DES DONNÉES DU PASSCAL PROJECT

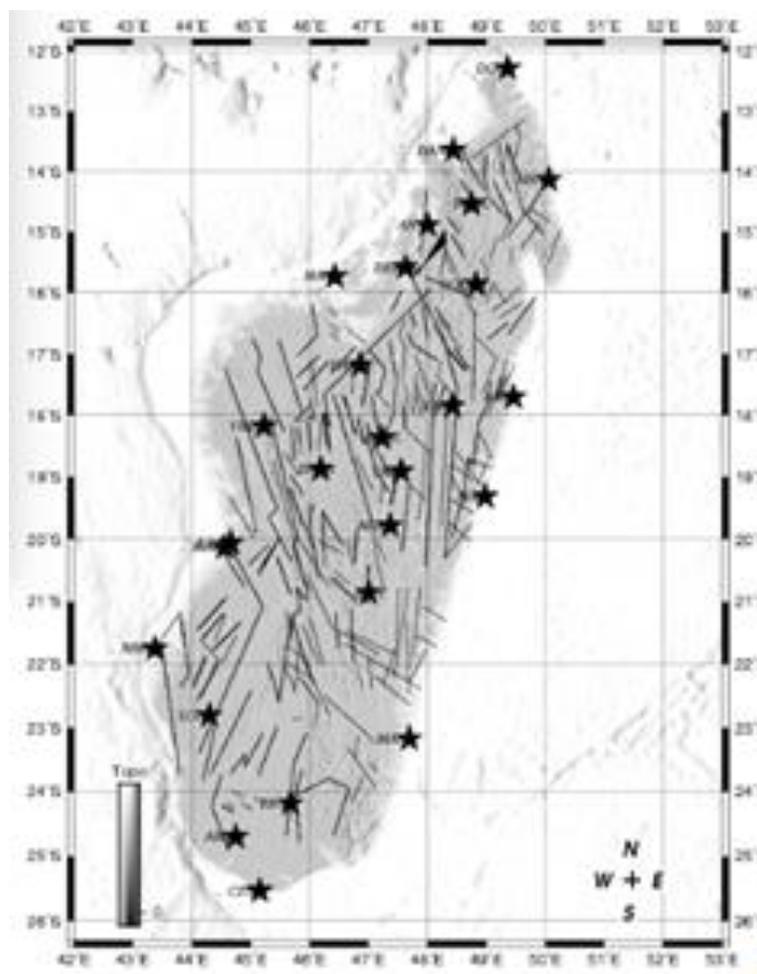
En 2011, Madagascar a pu bénéficier d'un projet appelée «PASSCAL PROJECT» pour une durée de 2ans. Ce projet fait partie du programme de l'IRIS «Incorporated Research Institutions for Seismology». Le PASSCAL Program for Array Seismic Studies of the Continental Lithosphere

comme son nom l'indique est un programme de recherche pour connaître les propriétés de la Lithosphère. Ce programme a donc pour but de connaître l'intérieur de la Terre.

26 stations sismiques ont été installées dont:

-10 stations entre Octobre 2011 et Décembre 2011

-16 stations à partir de 2012



★ Stations du P.PROJ
— Failles

Figure 19 : Figure illustrant les stations du P.PROJ

II-1-b-1) Matériels utilisés

- 3 sortes de capteurs ont été utilisées :

CMG-3T

C'est un sismomètre triaxial (Figure 20), qui contient 3 capteurs et qui est capable d'enregistrer simultanément les mouvements du sol selon les directions Nord/Sud, Est/Ouest et vertical.

Cet appareil est :

- ❖ sensible à une vibration dont la fréquence est comprise entre 0.003 et 100Hz accompagné de :
 - ✓ Break out box, permettant d'activer et de désactiver les capteurs.
 - ✓ Hand-Hel control unit, permettant le paramétrage des capteurs



Figure 20 : CMG-3T et ses accessoires

Trillium 120:

C'est un sismomètre triaxial (Figure 21), qui contient 3 capteurs et qui est capable d'enregistrer simultanément les mouvements du sol selon les directions Nord/Sud, Est/Ouest et vertical.

Cet appareil a les mêmes propriétés que celle du CMG-3T (Figure 20)



Figure 21 : Trillium 120, capteur

STS-2:

C'est un sismomètre triaxial (Figure22), qui contient 3 capteurs et qui est capable d'enregistrer simultanément les mouvements du sol selon les directions Nord/Sud, Est/Ouest et vertical.

Cet appareil a les mêmes propriétés que celle du CMG-3T (figure 20)

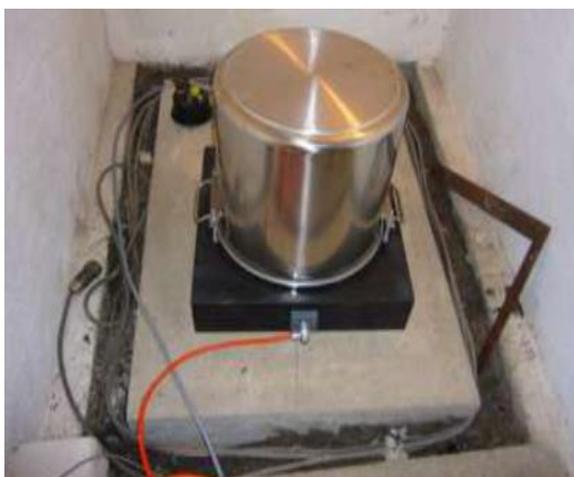


Figure 22 : STS-2, capteur sismique longue

Tableau 4 : Type de capteur par stations

CMG-3T	<ul style="list-style-type: none">• ANTS• DGOS• MAJA• BKTA• CPSM• MAHA• BITY• MAG
TRILLIUM 120	<ul style="list-style-type: none">• KIRY• MMBE• LAHA• ANLA• ZAKA• SOLA• BERG• BARY• MARO• AMPY
STS 2	<ul style="list-style-type: none">• ZOBE• TANS• BATG• VINA• MKVA• BANJ• BAEL

CHAPITRE III : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

III-1) MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

III-1-a) MÉTHODOLOGIE

Le traitement se divise en 2 étapes:

- Dépouillement
- Localisation

Dépouillement

Ce travail se fait à l'aide du logiciel SAC. C'est un logiciel de visualisation et de dépouillement interactif de flux de données arrivant au CND Madagascar. Cette étape du travail aboutit à la détermination préliminaire des temps d'arrivées des ondes de volume aux stations.

Localisation

La localisation s'est fait grâce au logiciel SEISAN (Figure 25). Le logiciel SEISAN « Seismic Analysis Software » comme son nom l'indique, est composé de plusieurs programmes permettant différentes sortes d'analyse sur les données sismiques.

Soit t_i le temps d'arrivée des ondes sismiques à la station i . t_i est considéré comme une fonction non linéaire :

- ✓ des coordonnées des stations (φ_i et λ_i),
- ✓ des paramètres focaux φ_0 , λ_0 , h_0 et t_0 (coordonnées, profondeur et temps d'origine), et
- ✓ de la distribution de vitesse des ondes sismiques à l'intérieure de la Terre.

Le problème peut être linéarisé en utilisant le développement de Taylor pour des valeurs approximatives des paramètres focaux (φ'_0 , λ'_0 , h'_0 et t'_0) qui sont proches des paramètres réels (James H., 2012).

On peut écrire :

$$t_i = t'_i \quad ; i \geq 4$$

t'_i : temps d'arrivée des ondes pour chaque stations calculer à partir de la solution initiale (φ'_0 , λ'_0 , h'_0 et t'_0).

∂t : est la dérivée partiel du temps d'arrivé évalué pour cette solution.

On définit ensuite les résidus entre les temps d'arrivée observés et les temps d'arrivée calculés pour chaque station.

$$r_i = t_i - t'_i$$

Cette équation peut alors s'écrire :

$$r_i = A_{ij} * \partial x_j$$

i : nombres de stations

j=1, 2, 3, 4 (nombres des paramètres focaux)

$$r = A * \partial x$$

On a alors i équations à 4 inconnues, la méthode est itérative. En utilisant les paramètres $(\phi'_0, \lambda'_0, h'_0 \text{ et } t'_0)$. On obtient les premières valeurs de ∂x que l'on va ajouter aux paramètres focaux utilisés précédemment. Ces nouveaux paramètres focaux vont être utilisés comme étant les nouvelles valeurs de $(\phi'_0, \lambda'_0, h'_0 \text{ et } t'_0)$ et ainsi de suite jusqu'à ce que l'erreur soit minimale.

La solution de l'équation est obtenue en utilisant la méthode des moindres carrée qui minimise la somme du carrée des résidus :

$$\epsilon^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i^2$$

Les solutions correspondent à celui qui donne la valeur la plus faible du résidu.

On a:

$$r = A * \partial x$$

$$\partial x = (A^T * A)^{-1} * A^T * r$$

Les 4 paramètres **heure d'origine, latitude, longitude** et **profondeur** sont désormais connus.

III-1-b) TRAITEMENT DES DONNÉES

Dépouillement

Le logiciel **SAC** est un logiciel de visualisation et de dépouillement interactif de flux de données arrivant au CND Madagascar. Ces flux seront ensuite convertis en un fichier sous format **.SAC** (Figure 23) comportant chacune une forme d'onde. Chaque fichier **SAC** contient chacune d'elle le signal sismique capté par chaque station qui sera ensuite traité par le logiciel **SEISAN** pour être regroupé en un seul fichier **WAVEFORM** où les signaux enregistrés par chaque station seront stockés comme l'indique la figure 23.

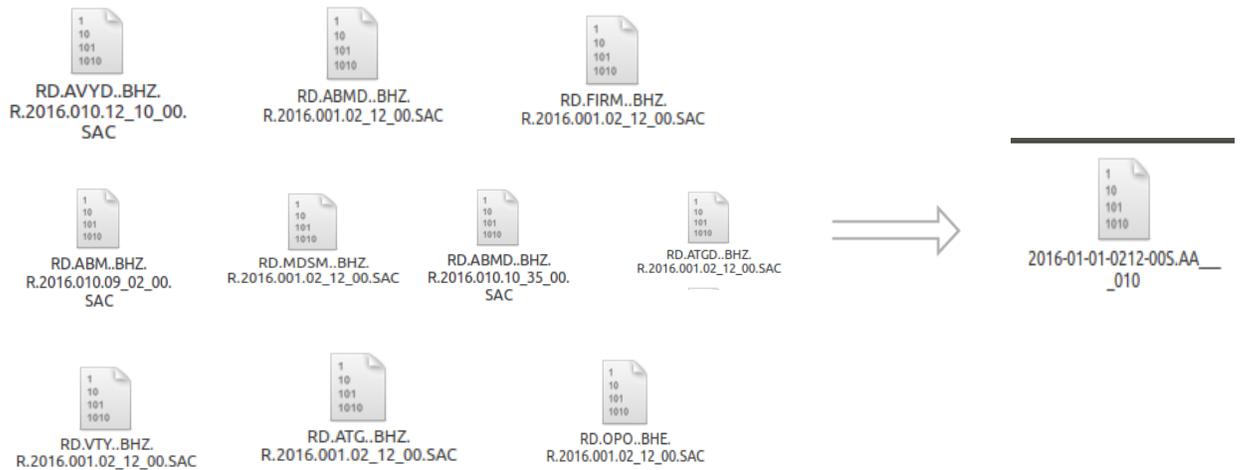


Figure 23 : Étapes de traitement de données

Localisation :

Ensuite, ce fichier **WAVEFORM** sera ouvert puis les temps d'arrivée des ondes sismiques seront pointés, puis on procède à la localisation qui va déterminer le **temps d'origine**, la **latitude** et la **longitude** du séisme ainsi que la **profondeur**. Par contre la magnitude sera obtenue à partir de l'amplitude des ondes S indiquée sur les figures 24,25.

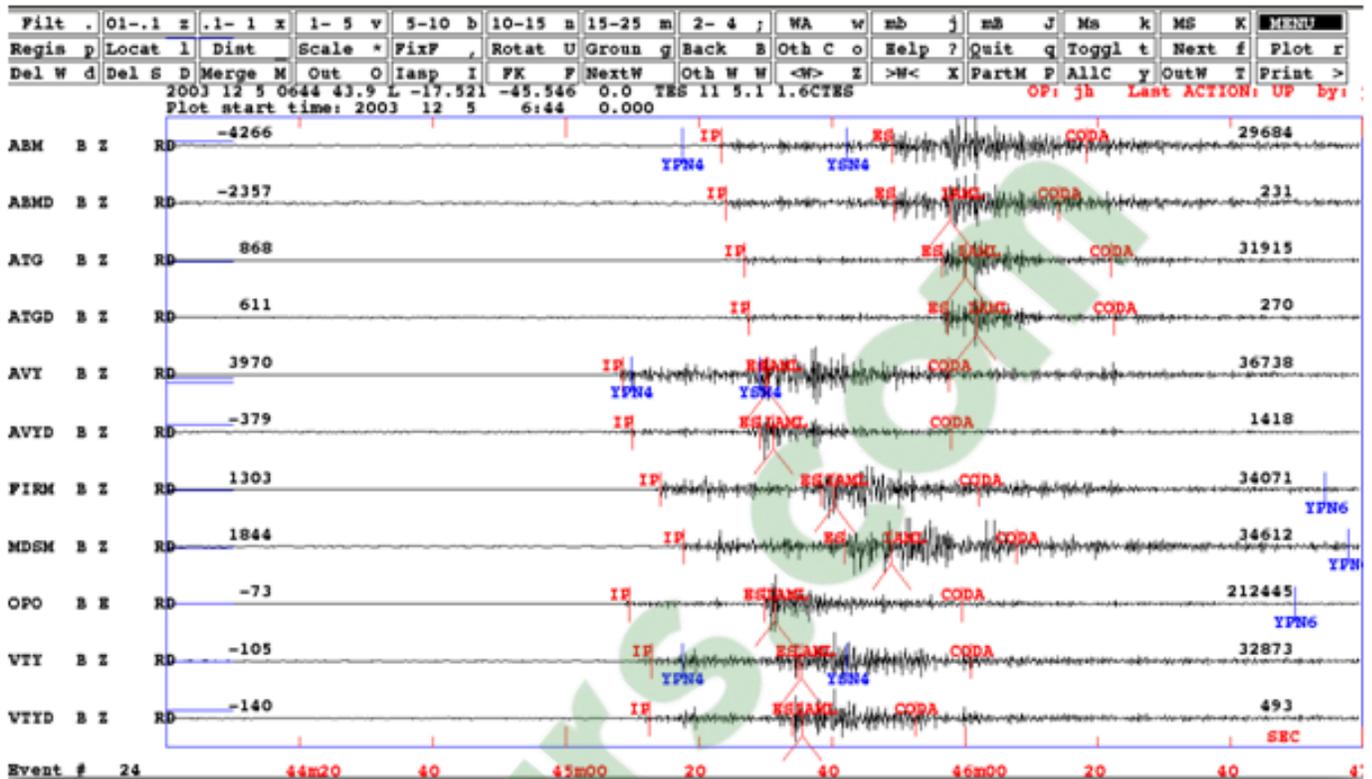


Figure 24 : Pointage des ondes sismiques P, S et amplitudes pour chaque signal captés par les réseaux sismiques de M/car

FIRM	BZ	hdist:	27.3	amp:	31111.0	T:	0.1	m _l =	4.2
MDSM	BZ	hdist:	42.7	coda:	24.0			m _c =	0.6
MDSM	BZ	hdist:	42.7	amp:	18064.0	T:	0.1	m _l =	4.1
OPO	BE	hdist:	61.7	coda:	19.0			m _c =	0.4
OPO	BE	hdist:	61.7	amp:	30316.5	T:	0.1	m _l =	4.5
ATG	BZ	hdist:	73.2	coda:	23.0			m _c =	0.6
VTY	BZ	hdist:	91.8	coda:	10.0			m _c =	-0.3
VTY	BZ	hdist:	91.8	amp:	11273.0	T:	0.1	m _l =	4.2
ABM	BZ	hdist:	123.1	coda:	15.0			m _c =	0.2
ABM	BZ	hdist:	123.1	amp:	3151.0	T:	0.1	m _l =	3.8
2003		1 7	0044	48.8	L	-18.870	46.695	3.9	TES 6 2.2 4.2LTES 0.3CTES
OLD:		1 7	0044	48.8	L	-18.870	46.695	3.9	TES 6 2.2 4.2LTES 0.3CTES

Figure 25 : Localisation d'un évènement du 7 janvier 2003

III-2) COMPARAISON DES FOYERS SISMIQUES DES TROIS LOCALISATIONS

La détermination d'un séisme nécessite des données d'au moins de quatre stations. Dans ce tableau 5 (ANNEXE A), on distingue la comparaison des foyers sismiques localisés par les stations de la SSM par l'utilisation du logiciel JADE et ONYX d'une part et à ceux localisé à partir du logiciel SEISAN d'autre part et également comparées à ceux localisés par les stations du P.PROJ (2013):

On remarque un manque de données dans SEISAN. En effet, on n'avait pris en considération qu'uniquement les bons signaux, présentant un début net de phase. C'est-à-dire celles où on peut distinguer les P et S.

En montrant l'emplacement de ces localisations sur une carte (figure 26), les points qui sont en rouge sont les séismes localisés par la SSM utilisant SEISAN, ceux en bleu sont les hypocentres localisés par JADE et ONYX et en bleu ceux localisés par les stations du P.PROJ. Les lignes qui sont en noir sont les failles et linéaments

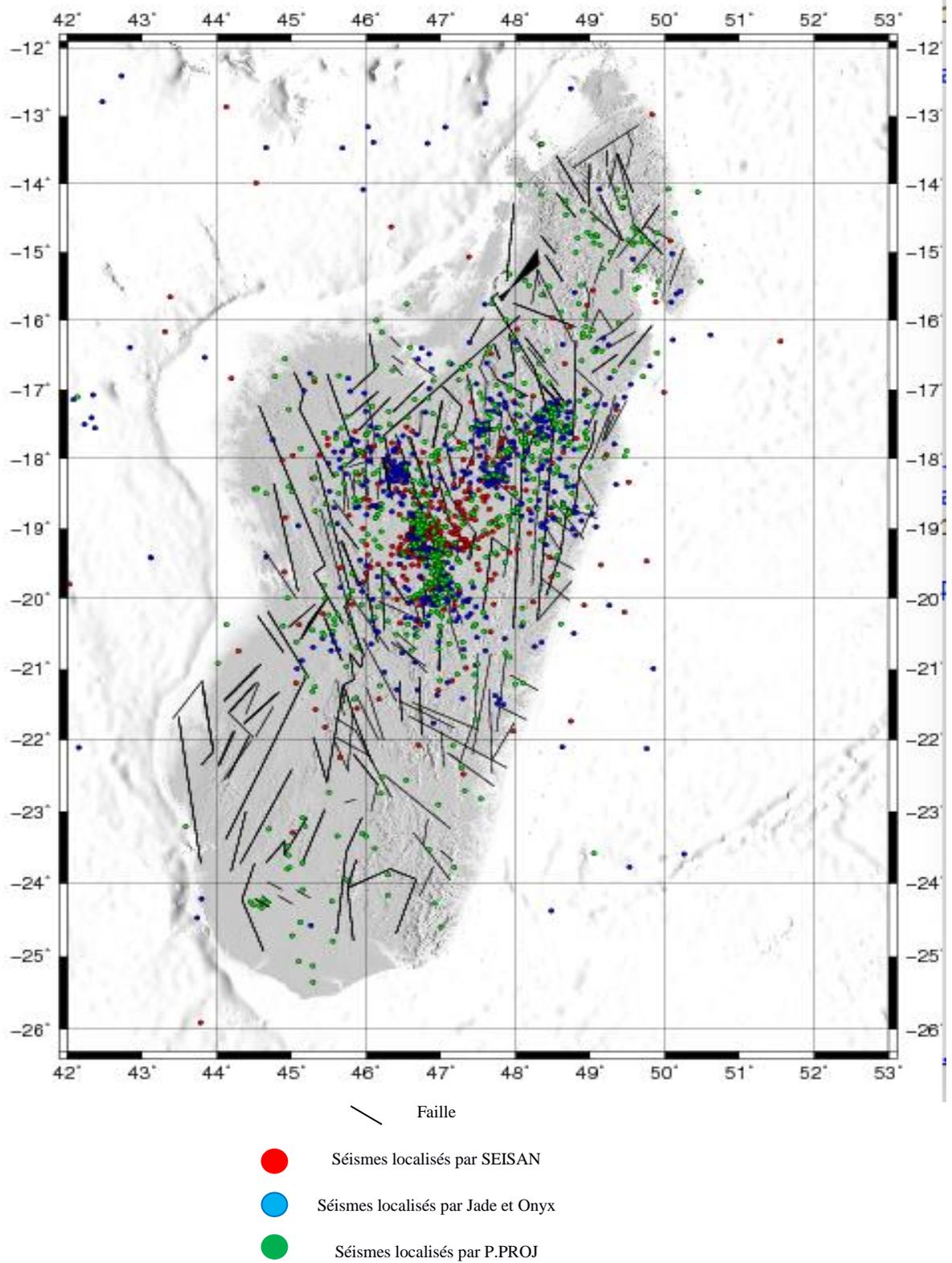


Figure 26 : Comparaison des séismes localisés par le logiciel SEISAN, ceux des Stations du PASSCAL PROJECT et ceux localisés par JADE et ONYX (2013).

On distingue, en séparant chaque localisation, on voit que la répartition des séismes se divisant en blocs bien déterminé selon les figures 27 28 29.

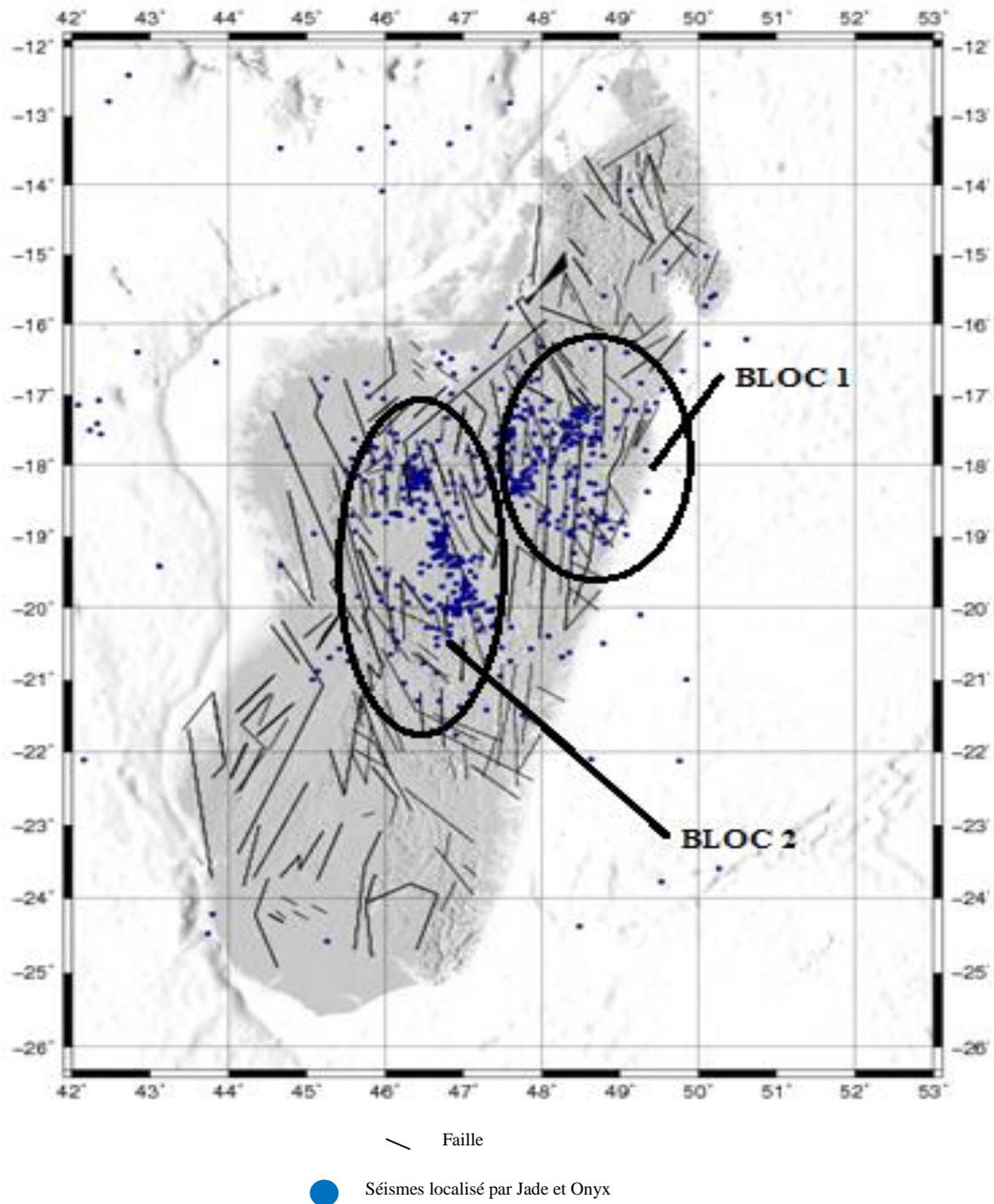


Figure 27 : Séismes localisés par la SSM utilisant les logiciels JADE et ONYX

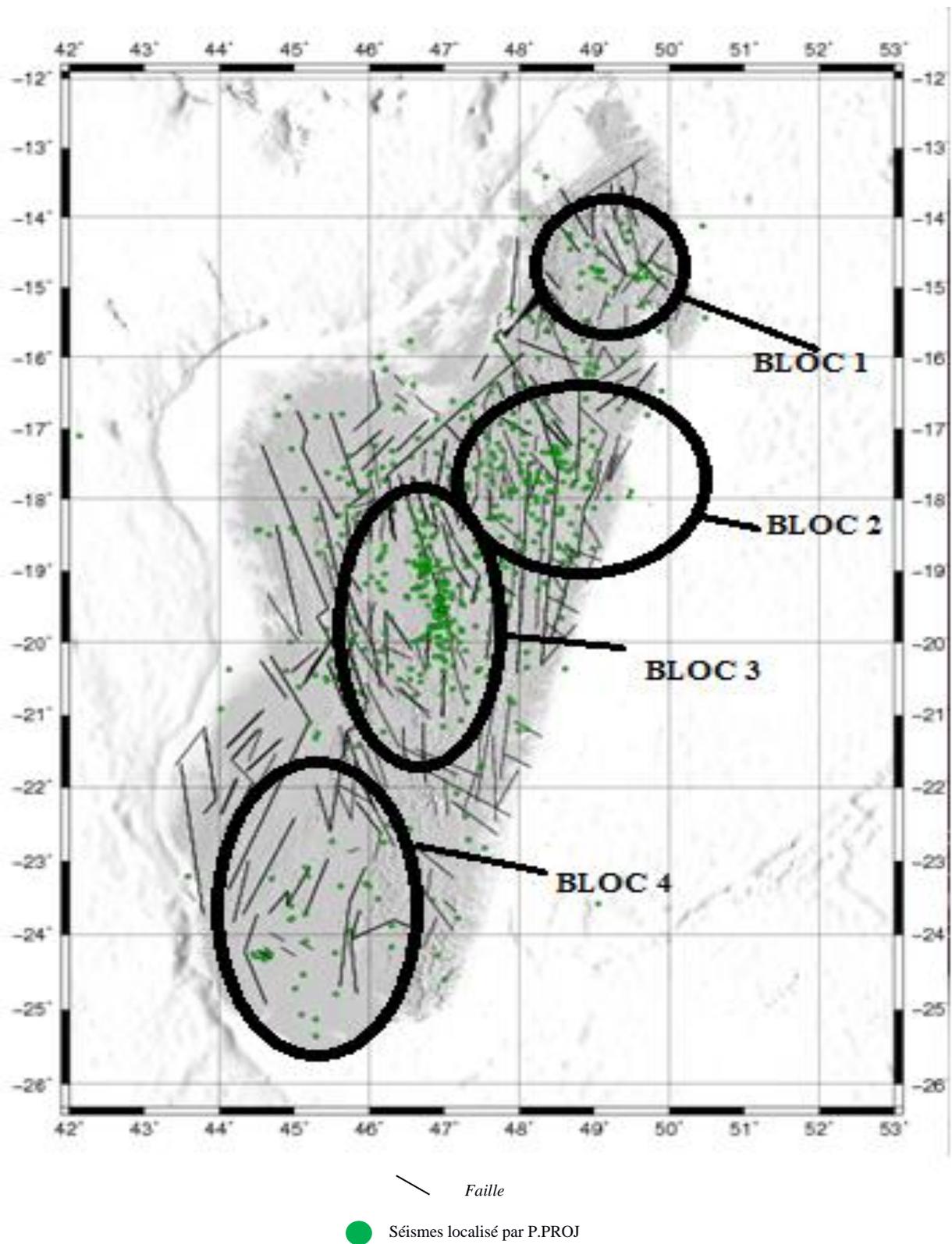


Figure 28 : Séismes localisés par les Stations du PASSCAL PROJECT (2013)

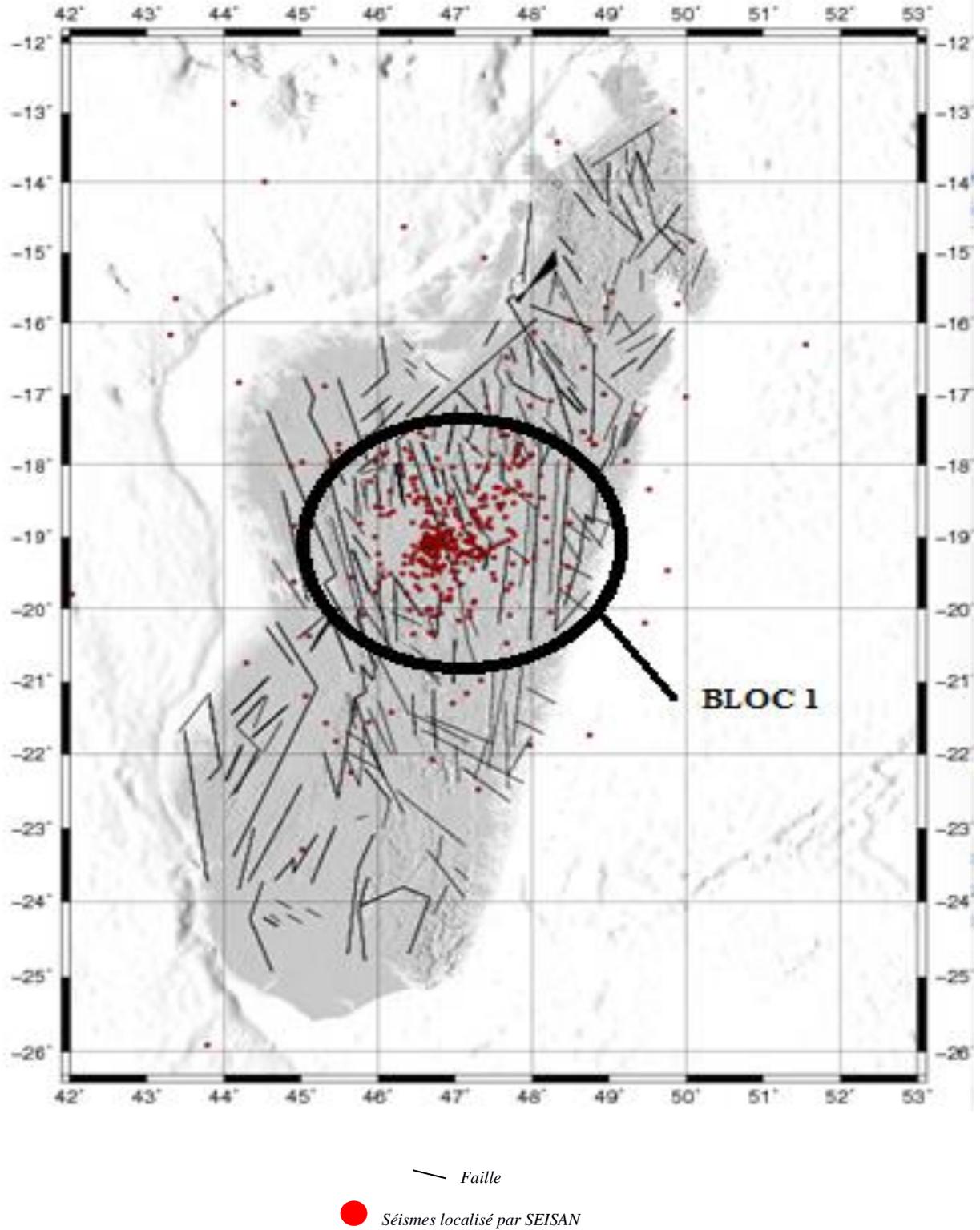


Figure 29 : Séismes localisés par la SSM utilisant les logiciels SEISAN (2003-2016)

III-3) COMPARAISON À CEUX LOCALISÉS PAR LES STATIONS DU PASCAL PROJECT

D'après les études antérieures, on a pu constater une tendance épiscopentrale caractérisée par des linéaments sismique (Figure 30). L'obtention de ces linéament nous a permis d'avoir des idées sur la comparaison des emplacements des épiscopentres des séismes localisées selon ces trois cas :

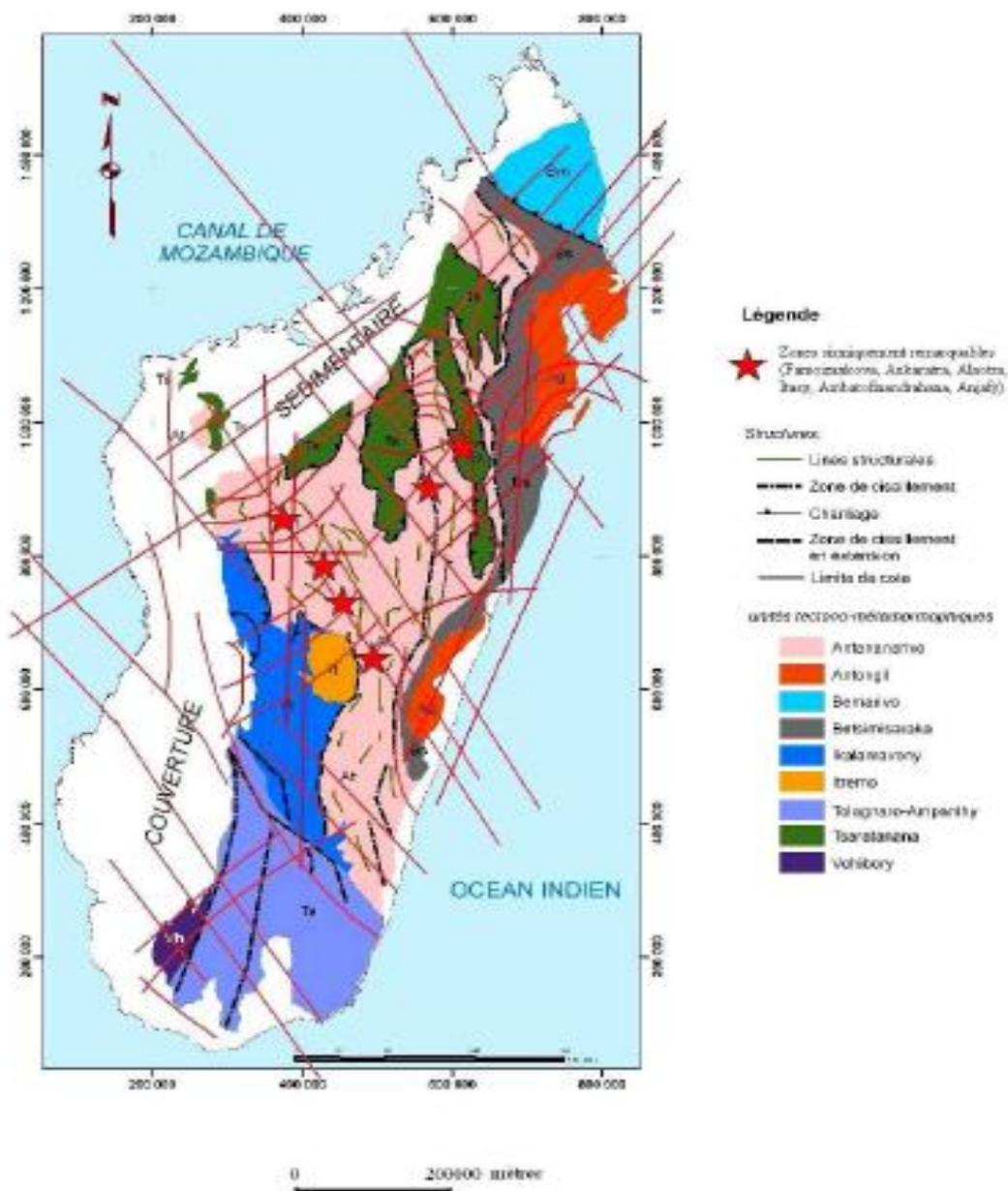


Figure 30 : Lignes sismiques sa verrée aux unités tectono métamorphiques (Collins(2002))

III-4) COMPARAISON ET AMÉLIORATION RAPPORTES PAR RAPPORT A LA LOCALISATION AVEC LES STATIONS DU P.PROJ

Plusieurs modèles de vitesse ont été utilisés pour apporter une amélioration sur la localisation avec les données du S.S.M.

Pour celle de la partie centrale de Madagascar, le modèle de couche adopté était celui conçu par G. Rambolamanana 1996 (Tableau 6), qui représente la structure de la lithosphère pour cette partie de l'île, où sont situées les zones sismiques importantes (Figure 27).

Tableau 5 : Modèle de vitesse de la partie centrale de Madagascar, G. RAMBOLAMANANA et al, 1997

Numéro de couche	Vitesse des ondes P (km/s)	Épaisseur (km)
1	5.9	10
2	6.1	10
3	6.7	22

Pour la partie SUD, c'était dans cette partie que les modèles de vitesse des 11 stations du GFZ RINDRAHARISAONA Elisa Josiane (Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches Geo Forschungs Zentrum Telegrafenberg 114473 Potsdam Germany) telles que l'**AM05** (Figure 31)

, l'**AM06, AM16, AM20, MS01, MS06A, MS19, RUM1, RUM2, RUM5, VOI** (ANNEXE

B) qui ont contribué à l'amélioration de la localisation de ces foyers sismiques.

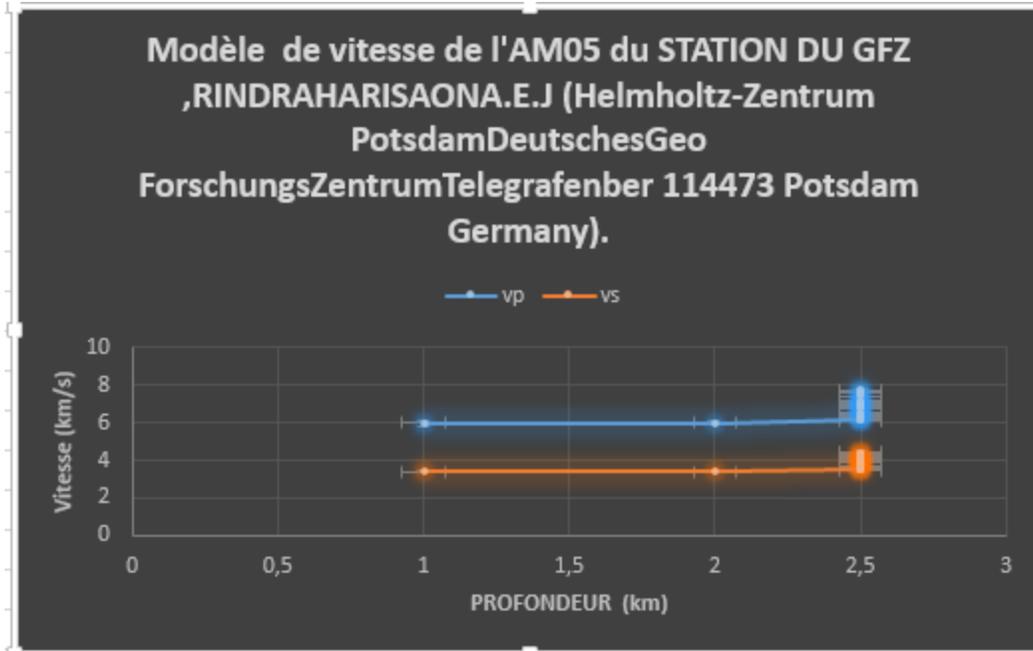
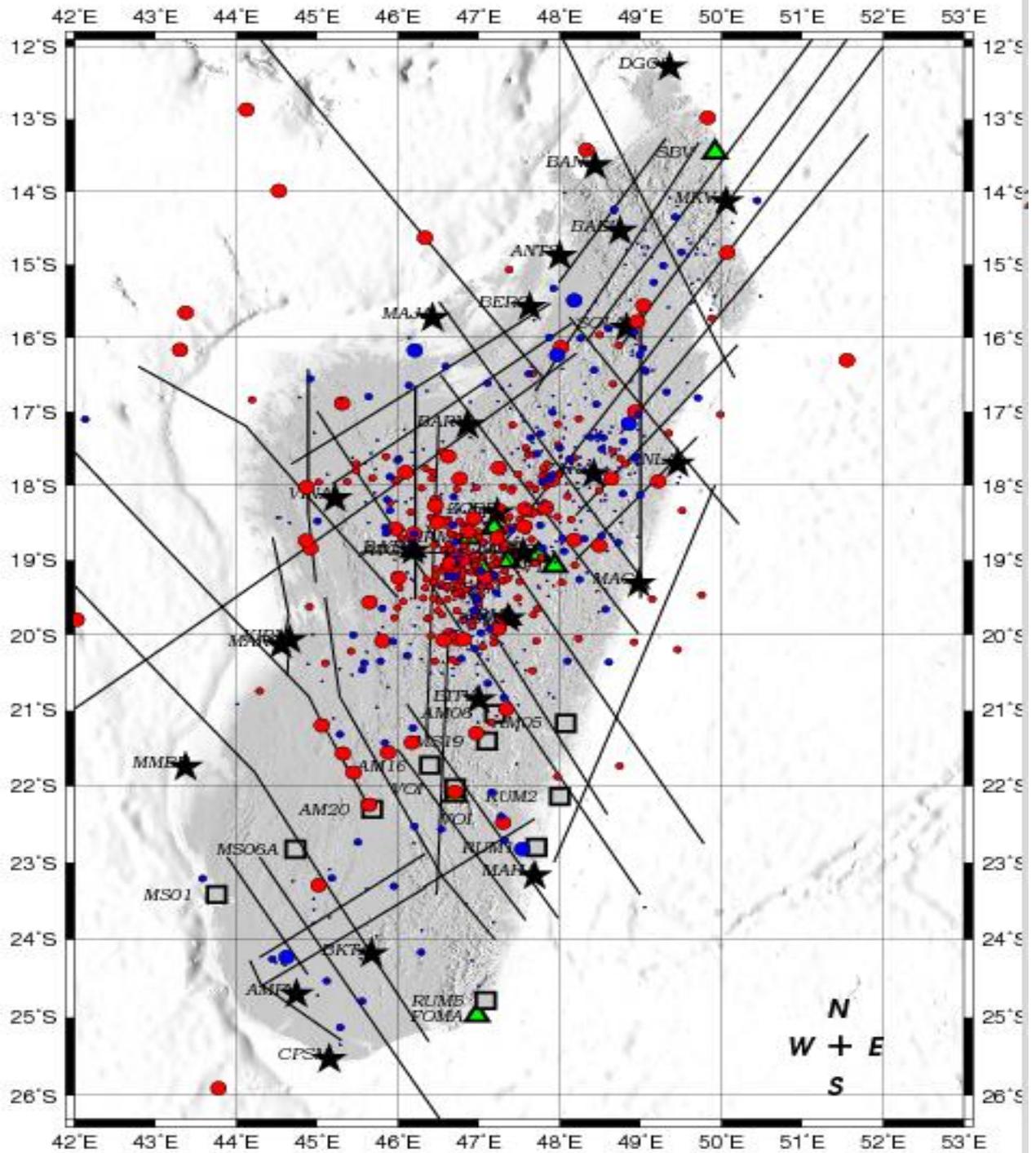


Figure 31 : Modèle de vitesse de l'AM05

En effet, la localisation des évènements dont les foyers sont dans la partie Sud de Madagascar nous posaient un réel problème. Le modèle de vitesse utilisé est un modèle, adapté uniquement pour la partie centrale de Madagascar (G.Rambolamanana 1996, 1999). Par ce fait, les localisations en dehors de la zone centrale de Madagascar poseront évidemment des erreurs de localisation, dues à l'inadéquation de ce modèle. Les localisations montrent un biais par rapport aux lignes sismiques définies.

L'utilisation des nouvelles stations sismiques du GFZ avec des nouveaux modèles de vitesse adaptés à cette partie Sud améliorera certainement la localisation. Elisa Rindraharisaona 2013 a proposé avec les données du GFZ, en déployant un réseau mobile pour une étude de cross-section de la partie Sud de Madagascar, des modèles de vitesses que nous allons utiliser dans cette étude. (Tableau 7).

Pour chaque foyer, on a pu faire l'amélioration de la localisation à partir des stations qui sont proches de chaque hypocentre localisé avec leur modèle de vitesse respectif. Pour cette partie Sud de Madagascar, les résultats ont montré que nous nous sommes approchés considérablement des lignes sismiques définies par les cartes géologiques et tectonique (figure 12, 13,14). (Figure 31).



- Séisme enregistré par la SSM.
- Séisme enregistré par P.PROJ.
- Lignes sismiques.
- Station du GFZ.
- ★ Station du P.PROJ.
- ▲ Station de la SSM

Figure 32 : Comparaison des séismes localisés par la SSM (SEISAN) à ceux localisés par les stations du PPROJ.

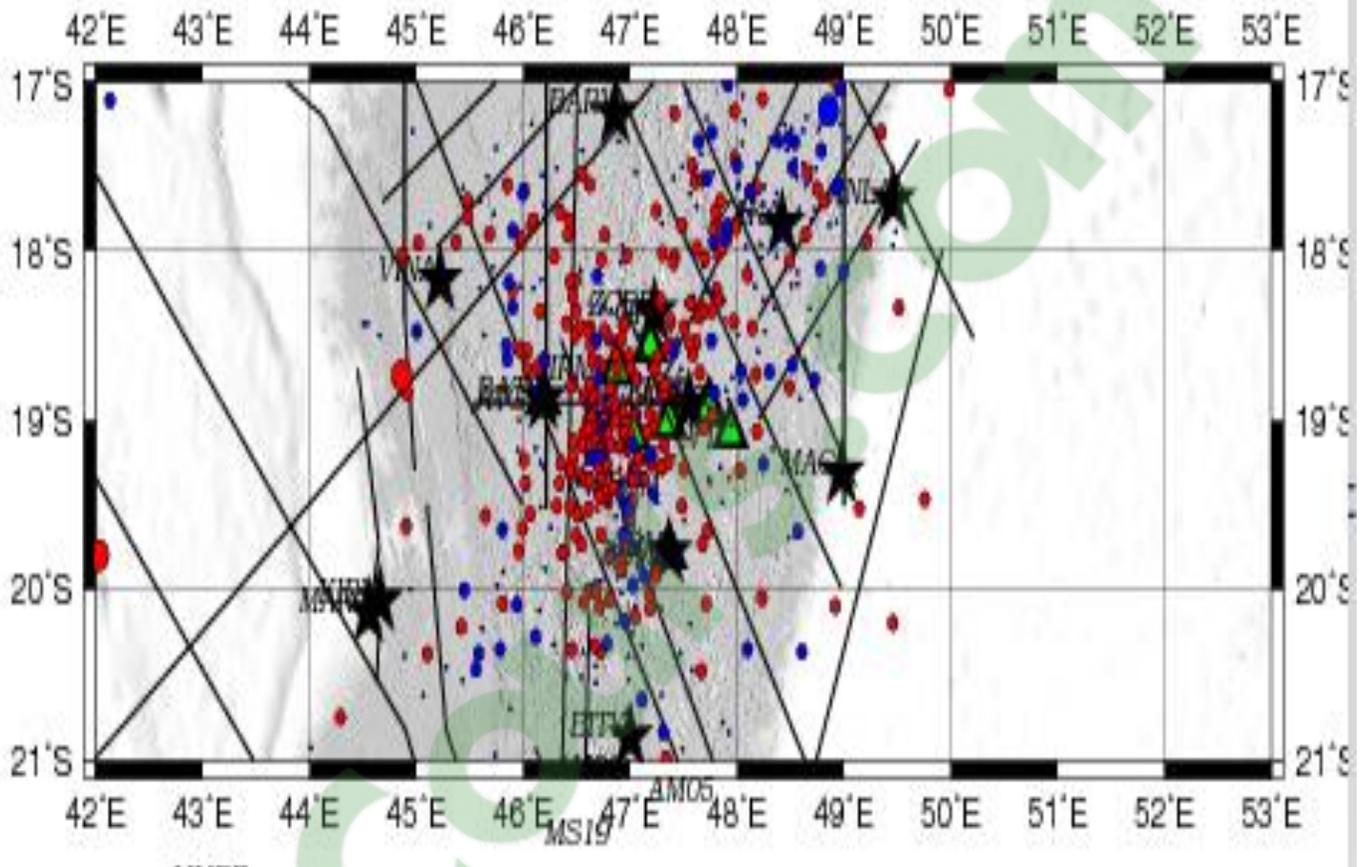


Figure 33 : Partie centrale de Madagascar

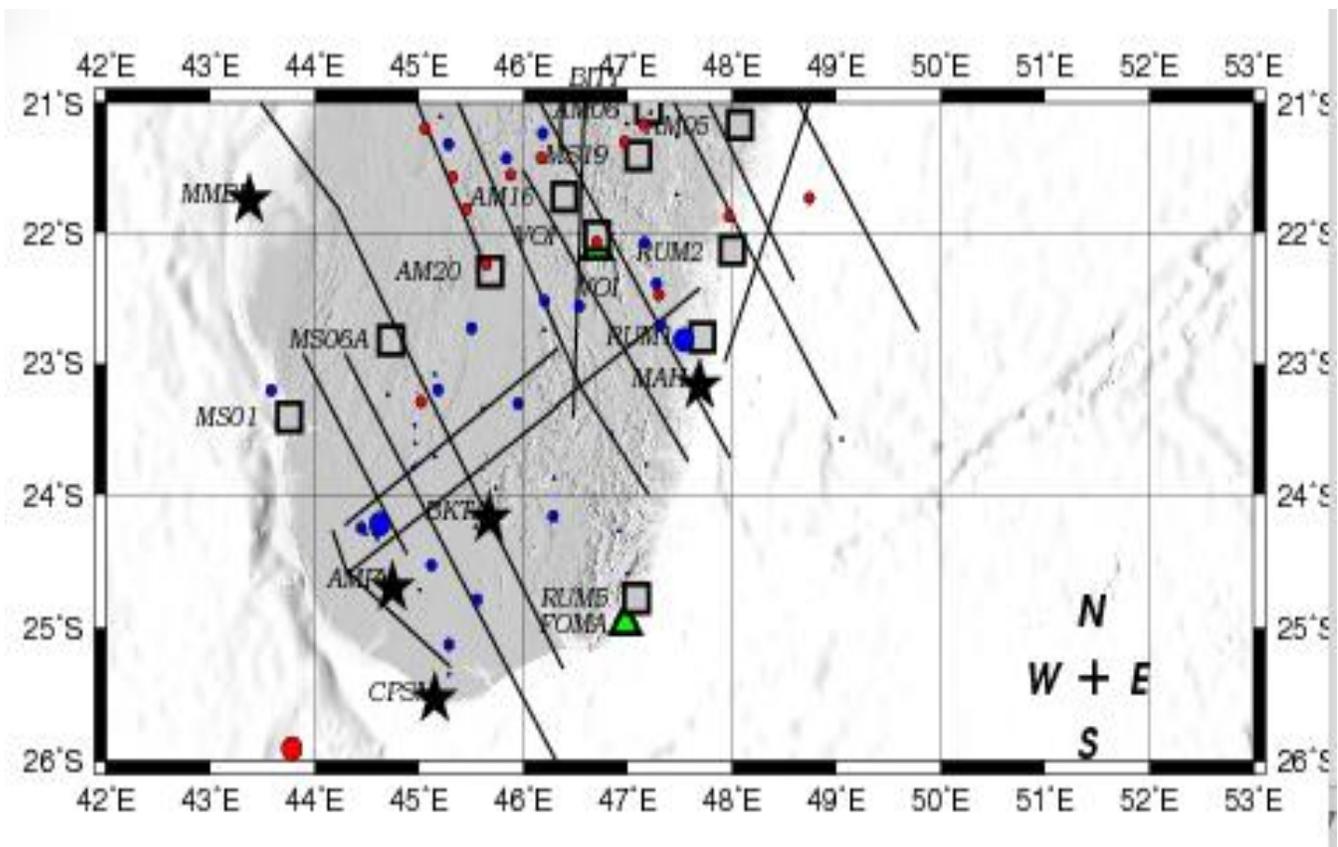
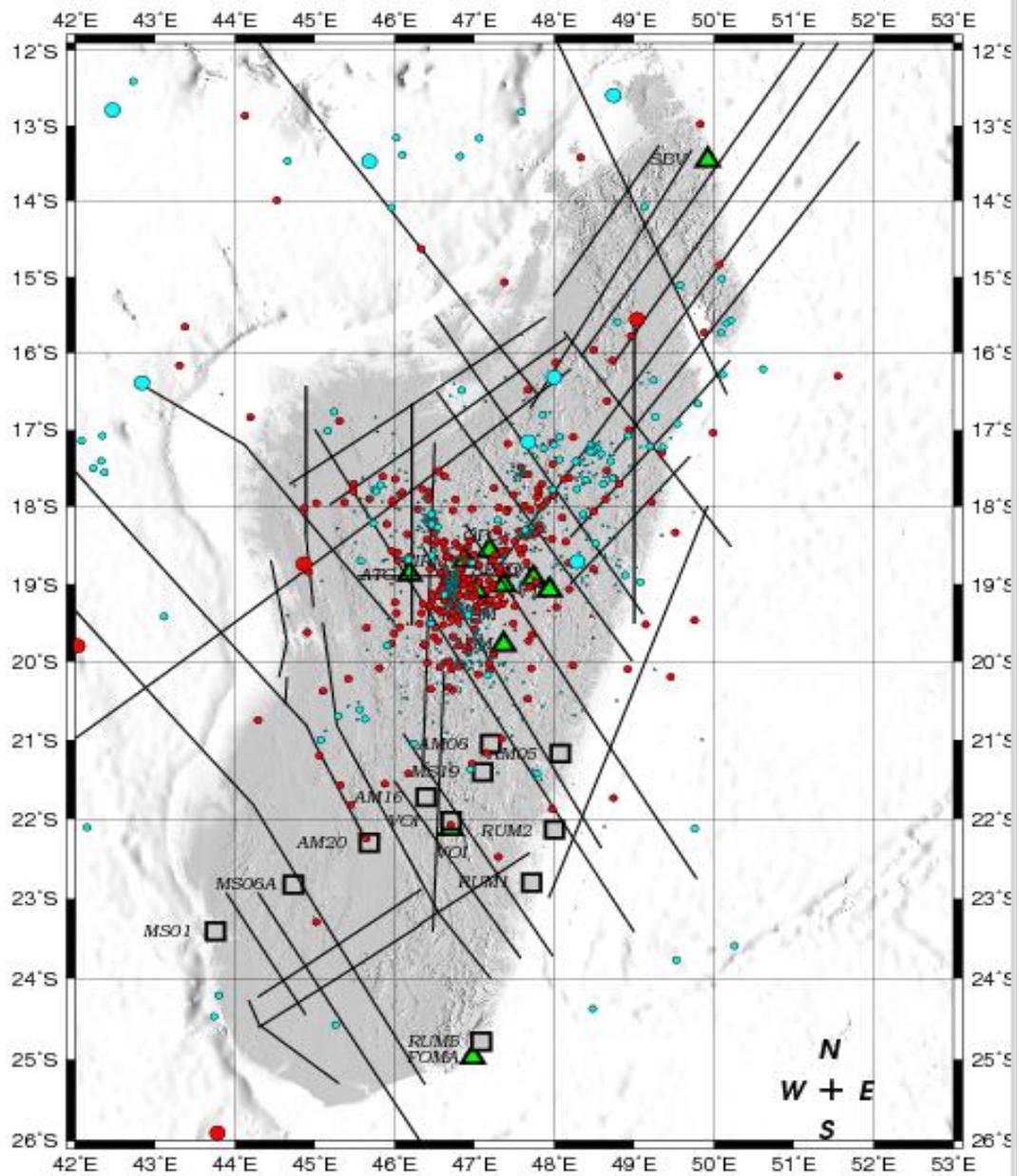


Figure 34: Partie Sud de Madagascar

I-4-a). Comparaison des foyers sismiques localisés par JADE & ONYX et SEISAN

Pour le logiciel JADE & ONYX, le modèle de vitesse utilisé est un modèle standard, différent du modèle proposé par G. Rambolamanana 1996, 1997, 1999, pour la partie centrale de Madagascar. Dans cette étude, nous avons utilisé les temps d'arrivées disponible sur le pointage des signaux sur JADE. Ces mêmes temps d'arrivés seront utilisés dans la localisation avec ONYX et également seront ré-utilisés dans le logiciel SEISAN. Les résultats sont montrés sur les figures 28 à 30.



-  Lignes sismiques
-  Stations du GFZ
-  Stations de la SSM
-  Séisme localisé par SEISAN
-  Séisme localisé par Jade et Onyx

Figure 35: Comparaison des séismes localisés par le logiciel SEISAN à ceux localisés par JADE et ONYX.

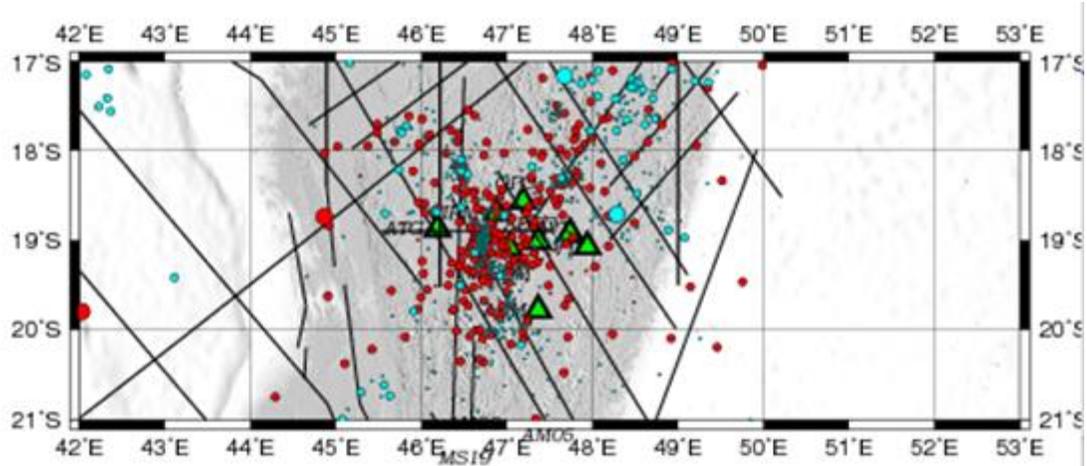


Figure 36: Partie centrale de Madagascar

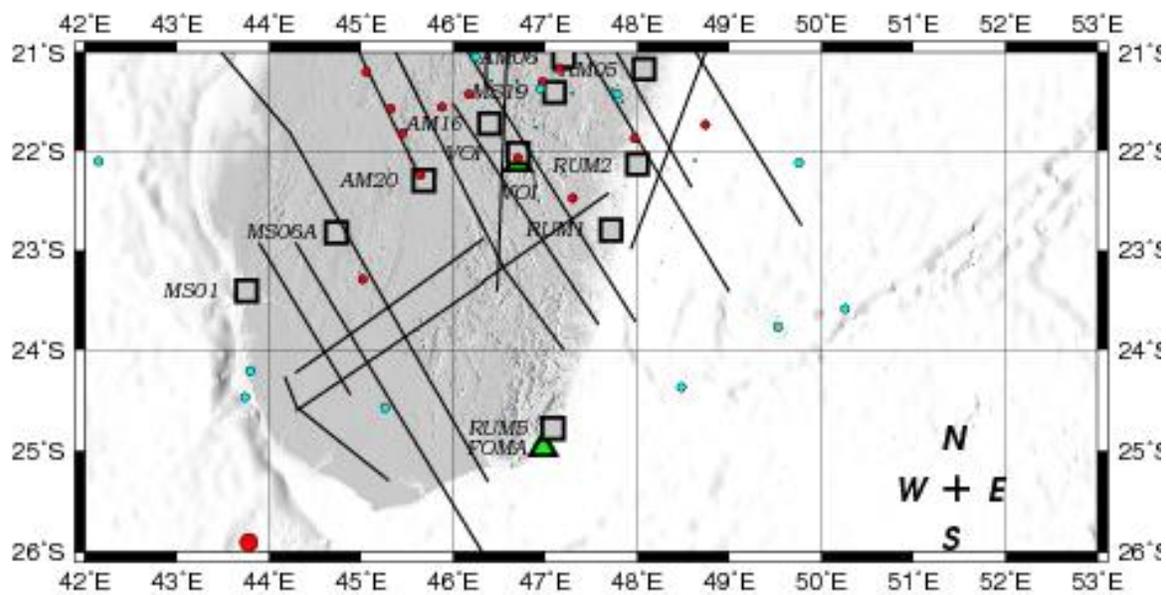


Figure 37: Partie Sud de Madagascar

A partir de la figure ci-dessus, nous avons pu tirer les deux cartes. Dans la partie centrale, la plupart des foyers sont regroupés dans une zone bien déterminée. Dans celui de la partie Sud la plupart de ces foyers suit les linéaments.

CHAPITRE IV: RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

IV-1) RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

IV-1-a) RÉSULTATS

Cette carte nous montre la répartition des hypocentres entre l'année 2003 et 2016. On a les points qui en rouge les foyers ayant les magnitudes supérieures à 4.9, celles qui sont en jaune les magnitudes entre 3.9 et 5, et en bleu les foyers des séismes ayant les magnitudes comprises entre 1 à 4. Elles se répartissent suivant les 29 zones sismiques de Madagascar (RAKOTOMALALA .J .S 2007).

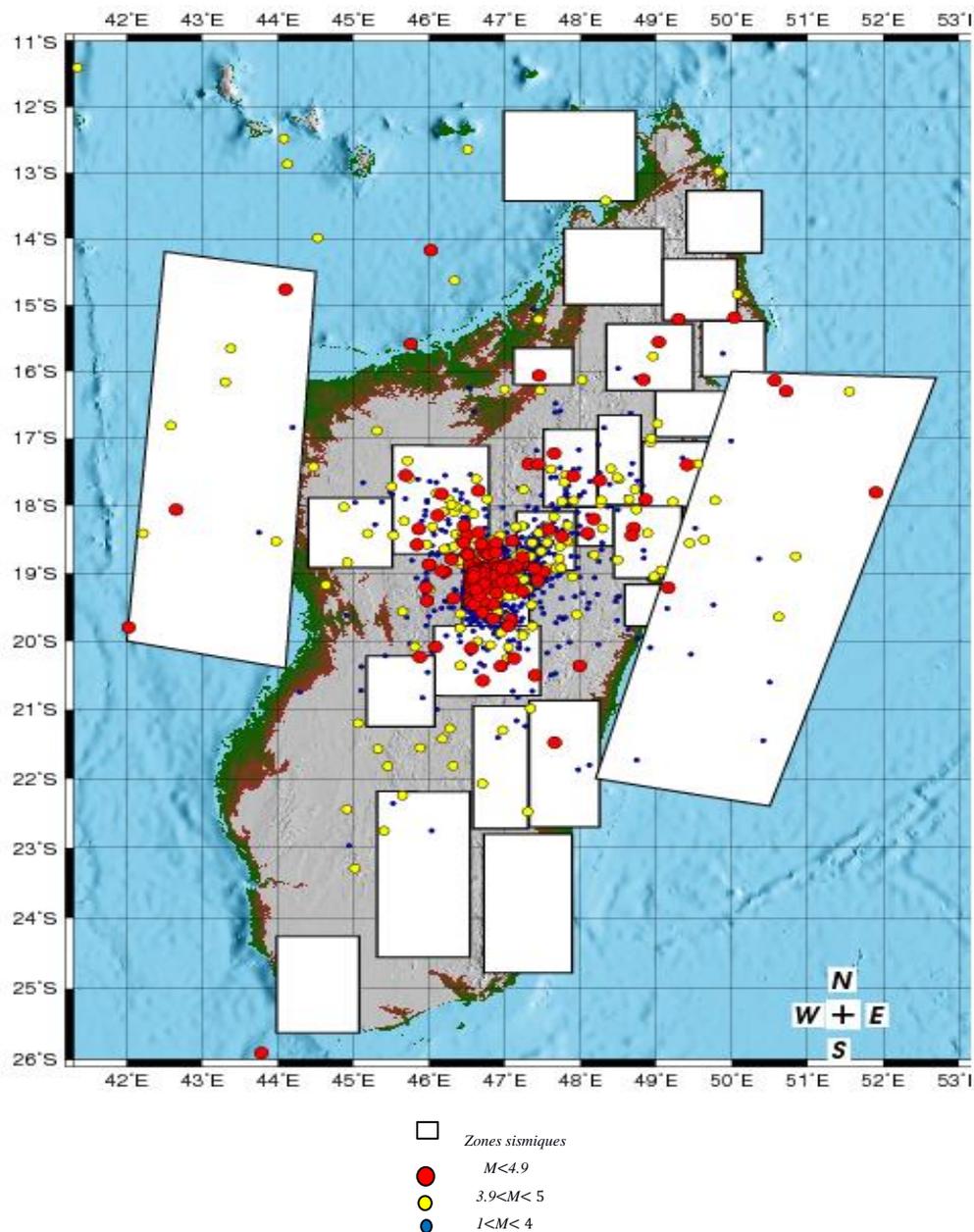


Figure 38: Foyers sismiques localisées entre 2003 et 2016

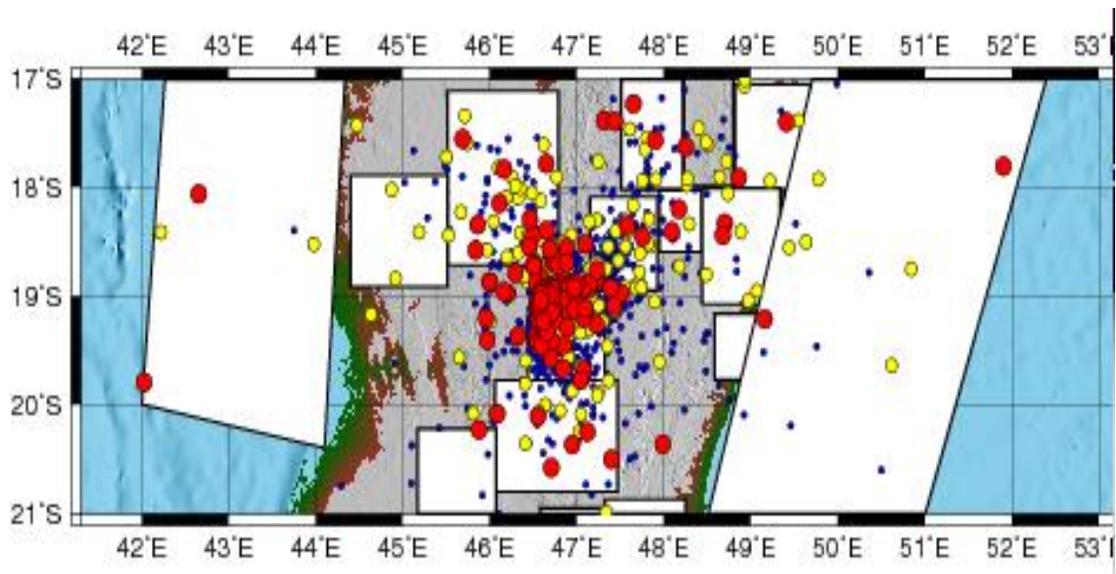


Figure 39: Partie Centrale de Madagascar

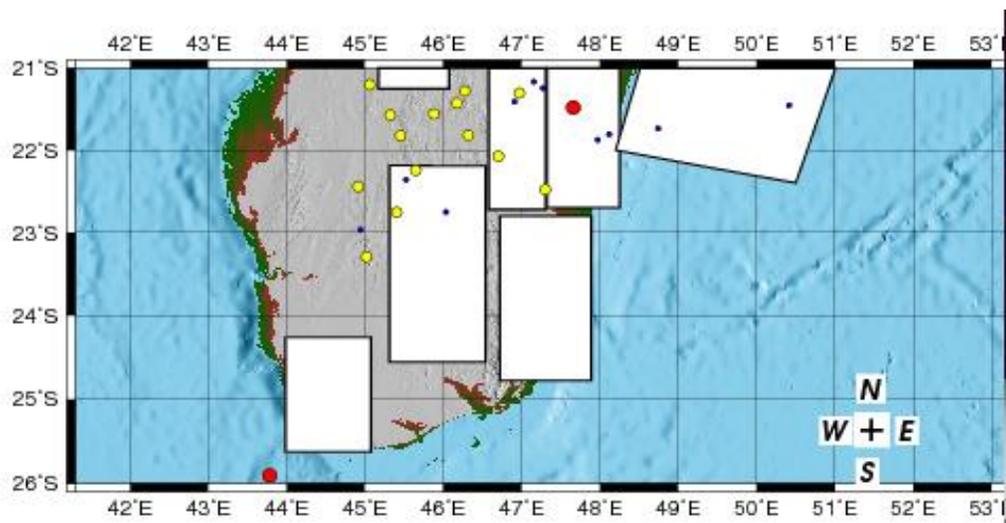


Figure 40: Partie Sud de Madagascar

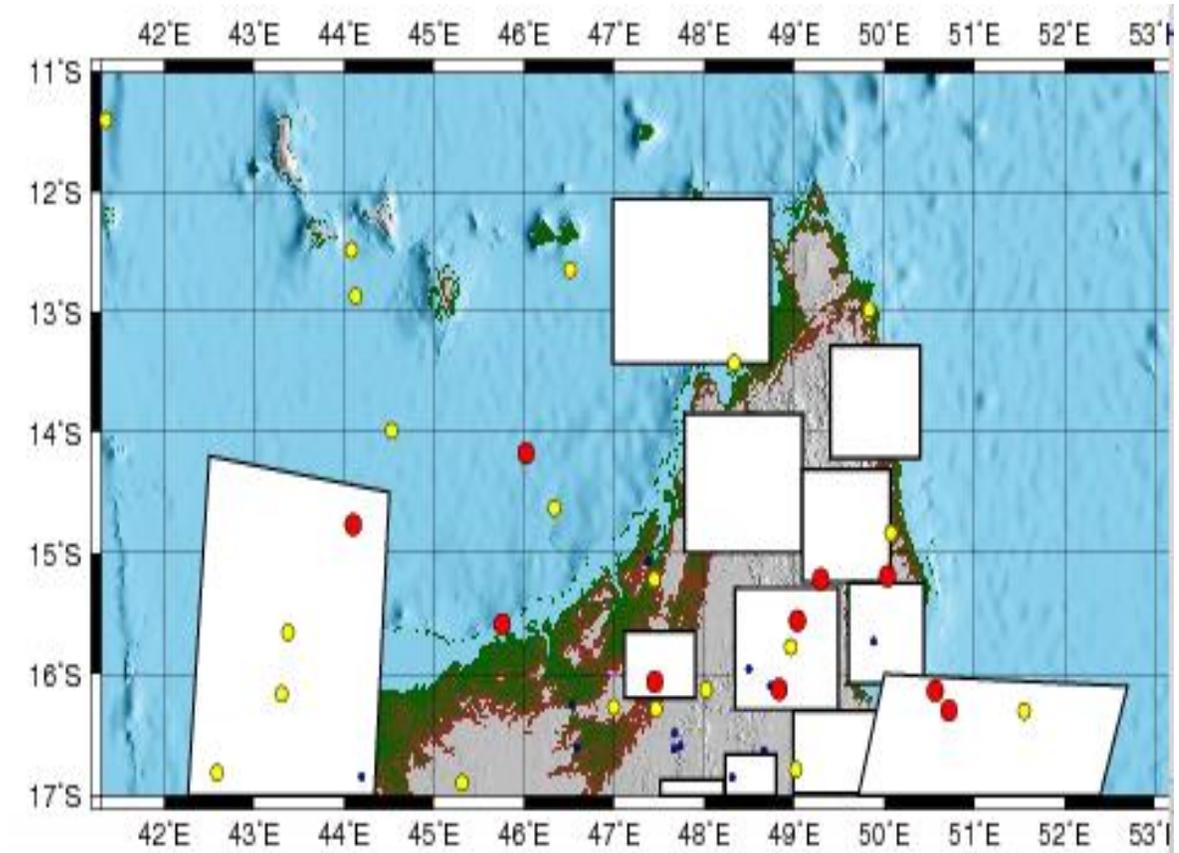


Figure 41: Partie Nord de Madagascar

Les trois figures 38 39 40 nous montrent la répartition des foyers sismiques dans chaque partie de Madagascar. Elles montrent les zones sismiques définies auparavant pour chaque partie de Madagascar.

Tableau 6: Nombre et Magnitudes maximales des hypocentres localisés (2003-2016) dans chaque zone sismique de Madagascar

N°	Régions	Latitudes minimal (°)	Latitude maximal (°)	Longitude minimal (°)	Longitude maximal(°)	Nombres	Mag maximal
1	Nosy-Be	-13,43	-12,06	46,98	48,73	1	4.2
2	Morafeno	-14,22	-13,28	49,40	50,40	–	–
3	Andreba	-15,00	-13,85	47,78	49,09	–	–
4	Andranomilolo	-15,24	-14,31	49,09	50,07	3	5.1
5	Mahavelona	-16,08	-15,25	49,60	50,44	1	3.9
6	Ankaramena	-16,29	-15,29	48,34	49,49	5	5.3
7	Ambodimanga	-16,98	-16,30	48,99	49,99	1	4.0
8	Miadana	-16,20	-15,65	47,11	47,90	1	5.3
9	Alaotra	-17,99	-16,66	48,23	48,80	16	5.6
10	Vohibory	-18,02	-17,05	48,82	49,69	7	5.0
11	Ouest Alaotra	-18,02	-16,87	47,51	48,22	30	5.8

12	Ambohitrolona	-18,60	-18,03	47,95	48,44	11	5.8
13	Mahatsara	-19,08	-18,01	48,44	49,34	11	5.0
14	Belanitra	-18,96	-18,09	47,15	47,93	12	5.7
15	Andasibe	-19,78	-19,17	48,58	49,10	–	–
16	Famoizankova	-18,72	-17,11	45,51	46,79	104	6.4
17	Itasy	-19,18	-18,73	46,47	47,00	366	6.1
18	Ankaratra	-19,79	-19,18	46,44	47,32	292	6.1
19	Ambatofinandrahana	-20,80	-19,78	46,06	47,47	58	6.0
20	Manakara	-22,70	-20,87	47,32	48,25	5	5.1
21	Bekily	-24,56	-22,19	45,31	46,54	4	4.9
22	Ampasindava	-18,92	-17,89	44,40	45,51	6	4.4
23	Andranomanitsy	-21,25	-20,22	45,17	46,07	4	5.0
24	Tsararano	-22,72	-20,95	46,58	47,31	6	4.5

25	Manantenina	-24,78	-22,80	46,72	47,89	–	–
26	Andoharano	-24,14	-22,62	43,30	45,07	2	4.1
27	Tanambao	-25,63	-24,26	43,98	45,07	–	–
28	Côte Est					20	5.6
29	Côte Ouest					10	5.1

Ce tableau nous montre le nombre de séisme localisés dans chaque zone sismique de Madagascar, ainsi que les magnitudes maximales pour chacune d'elles. À partir de ce tableau, nous avons pu en déduire les zones sismiques ayant le nombre ainsi que la magnitude plus élevée parmi ces 29 zones sismiques de Madagascar. À savoir celle de l'Itasy, Famoizankova ainsi que celui de l'Ankaratra.

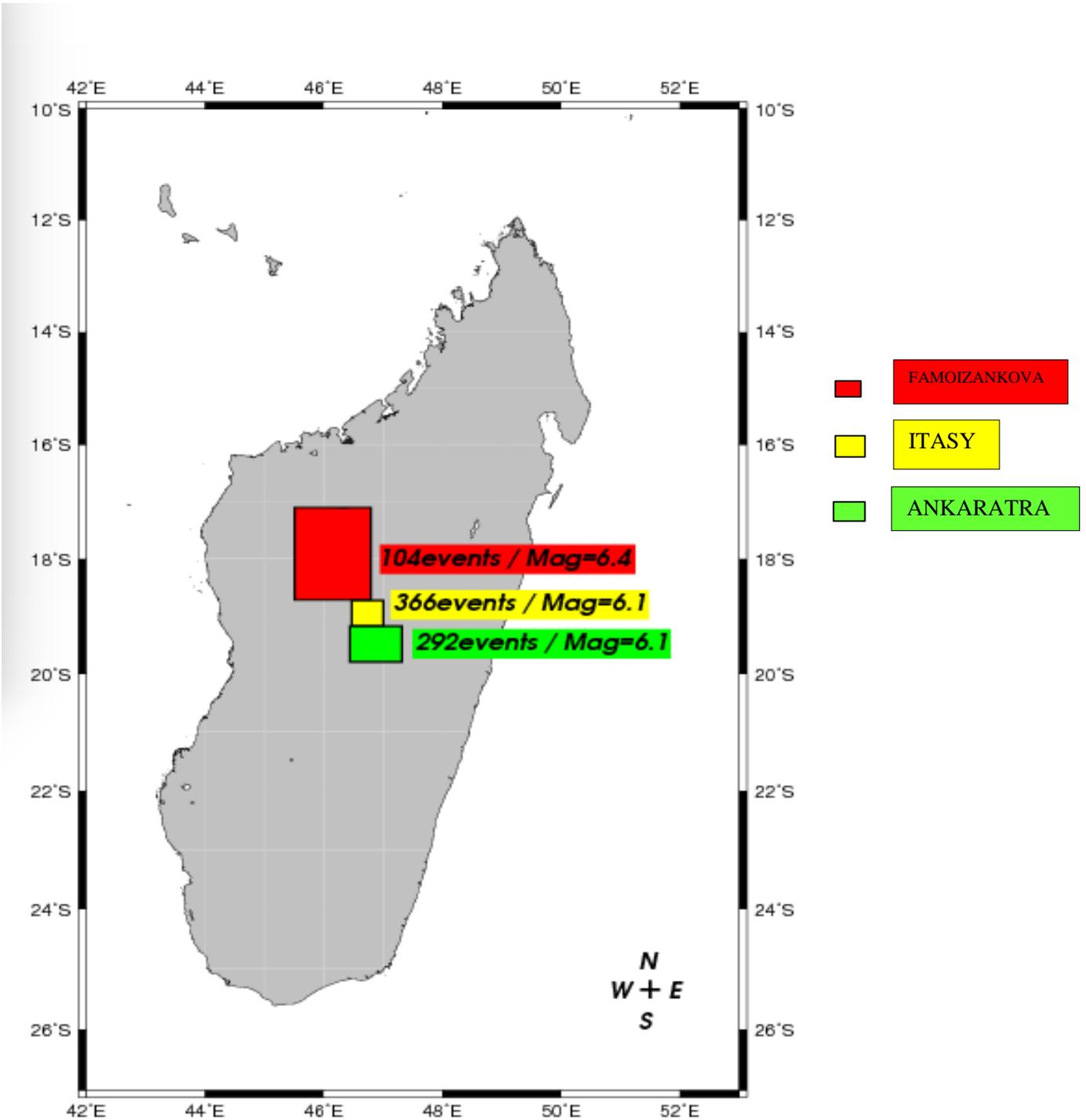


Figure 42: Nombre et Magnitudes maximales des hypocentres localisés (2003-2016) dans chaque zone sismique de Madagascar

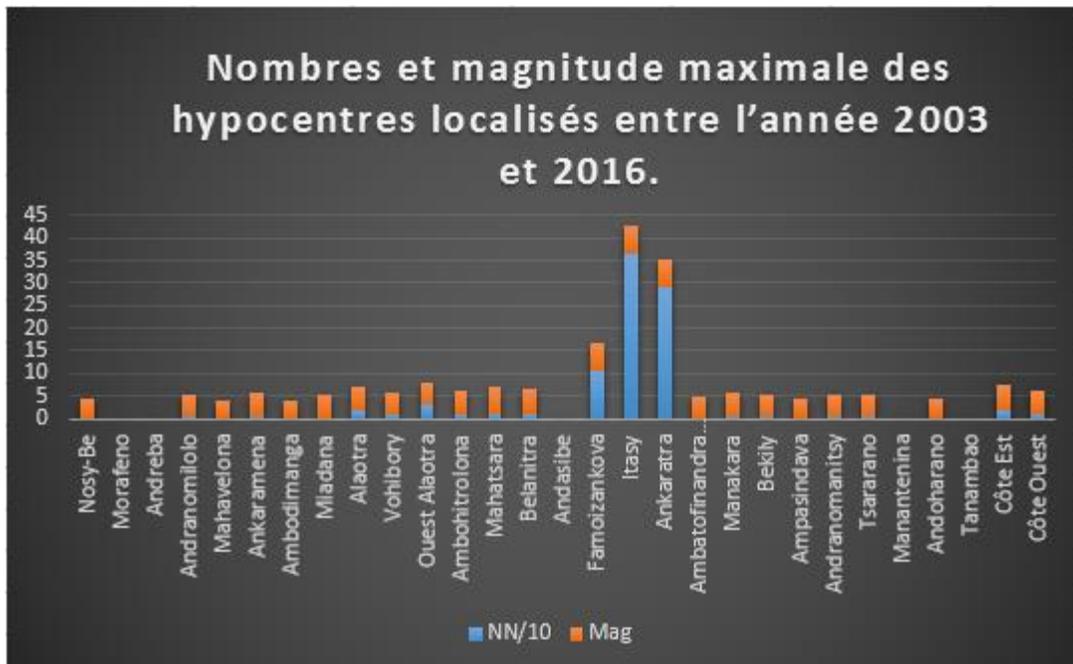


Figure 43: Histogramme représentant les trois zones remarquable (2003-2016).

IV-1-b) INTERPRÉTATIONS

Les stations du P.PROJ à Madagascar étaient déployées pendant une courte durée à Madagascar, deux ans plus précisément (2012-2013). 26 stations mobiles ont été utilisées. C'est pourquoi nous sommes limités à l'année 2013.

On considère **les dates identiques** pour trois types de localisation. En faisant la différence entre ces trois localisations on a peu voir :

- ❖ d'une part, on remarque qu'il y a pas de grande différence sur la plupart des foyers sismiques en ne considérant que les coordonnées géographiques en comparant les relocalisations qu'on a fait face aux P.PROJ.
- ❖ d'autre part si on fait la comparaison sur les magnitudes, on a aussi un écart plutôt faible (Tableau 5).

Par contre, si on parle de la comparaison entre cette étude et la localisation de JADE & ONYX sur les profondeurs et de la magnitude, on constate un écart plus ou moins considérable et il en est de même pour les coordonnées géographiques.

Cet écart était prévisible dès le début pour les deux car les modèles de vitesse utilisés sont plus récents. Par contre, pour celui utilisé dans JADE et ONYX le modèle de vitesse est un modèle standard de vitesse plus ou moins ancien.

Dans cette comparaison on a pu obtenir :

- Pour celle de JADE et ONYX, 539 évènements ont été enregistrés avec une magnitude maximale de 4.9.
- 244 évènements ont été localisés pour le P.PROJ avec une magnitude maximale de 4.5.
- Pour celle de SEISAN, 173 évènements ont été relocalisés avec une magnitude maximale de 5.4 Richter.

Ces magnitudes maximales sont localisées par les latitudes et longitudes ci-après :

- $-12.69948^{\circ}\text{S}$ et 48.73983°N pour JADE et ONYX.
- -16.2367°S et 47.9702°N pour la localisation du P.PROJ.
- -15.562°S et 49.033°N pour cette étude.

D'après ces valeurs de paramètre de l'hypocentre, on voit que ces trois foyers sont situés dans des zones différentes.

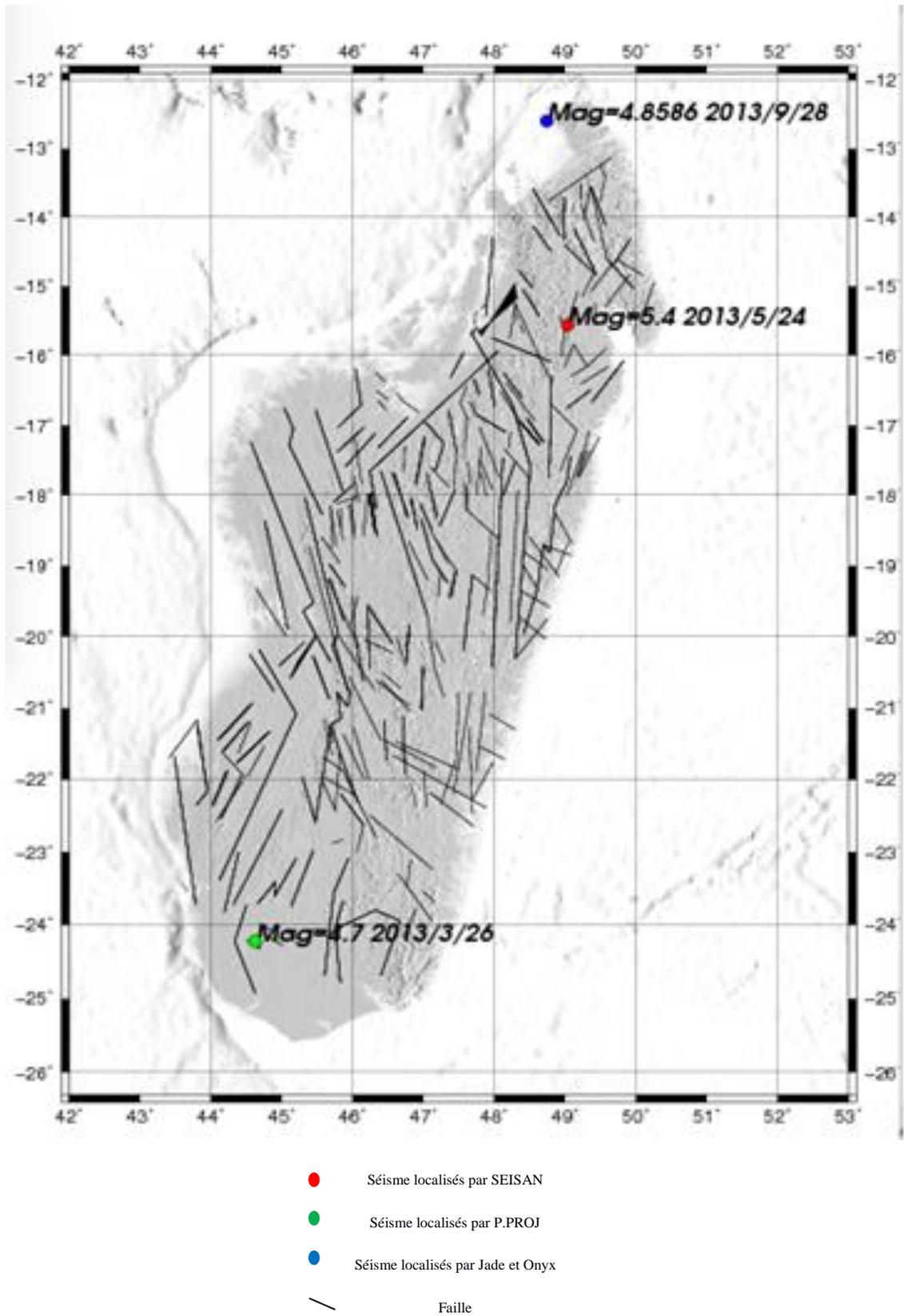


Figure 44: Magnitude maximale pour les trois localisations de 2013

Premièrement, pour les localisations faites par JADE et ONYX, le résultat se divise en deux blocs. Le premier bloc se trouve dans la partie Est de la zone d'étude et qui est en dehors de la couverture du réseau sismique malagasy. Le second bloc est bien couvert par les stations du réseau (Figure 27). Dans ce bloc se situe la région d'ANTANANARIVO tel que Tsironomandidy et Miarinarivo la région de TOAMASINA (Ambatondrazaka et FenoarivoAtsinanana).

Deuxièmement, pour les localisations à partir des stations du P.PROJ (Figure 28), le résultat se divise en quatre blocs: le premier bloc se situe dans la zone d'Antsiranana ; ensuite, le deuxième se situe dans la zone de Toamasina ; puis le troisième est celle de la partie centrale (plus précisément dans les zones sismiques d'Antananarivo) et le quatrième est celui de la partie Sud de Madagascar (la région de Toliara). Même si on a le nombre de division de blocs qui est le double des répartitions de JADE et ONYX, cela est probable et bien possible car on voit que la distribution des stations du P.PROJ recouvre toute l'île de Madagascar (Figure 19). Pour le bloc situé dans la partie centrale, on voit que les foyers se répartissent suivant une grande faille à partir de la capitale jusqu'à la région de Maevatanàna. On peut dire que c'est la zone où se situe une activité sismique remarquable tout au long de cette grande faille.

Et pour terminer, si on parle des hypocentres relocalisés avec SEISAN dans cette étude (Figure 29), on voit que ces foyers sont situés dans la partie centrale. Elle définit un bloc bien déterminé dont on y trouve la plupart des stations d'acquisitions de données sismiques. On a de ce fait un bon encadrement qui nous conduit à une meilleure localisation.

Le bloc est localisé dans ces trois localisations disant dans les zones où on détecte une activité sismique remarquable. Cette répartition cartographique est normale car elle est liée à la couverture de chacune des deux réseaux sismiques (figure 15,24).

Dans la partie centrale (Figure 38), presque la plupart des zones sismiques ont été retrouvées dont les magnitudes et les nombres des foyers sismiques ont des valeurs élevées.

En général, l'activité sismique affecte l'ensemble de l'île mais les épacentres se répartissent de façon inégale. On constate que la plupart des épacentres se trouvent dans la partie centrale de Madagascar.

Parmi les 1314 foyers sismiques localisés de 2003 jusqu'en 2016 :

- ❖ dans la partie centrale de Madagascar, on a obtenu 1274 foyers environ ayant un pourcentage qui s'élève à 97%, qui est très évident dans cette partie car le réseau sismique Malagasy se situe dans cette partie (Figure 15),
- ❖ dans la partie Sud, on n'a enregistré que 27 hypocentres (tableau 8) dont le pourcentage et de 3% qui sont bien négligeable devant 97% pour celle de la partie centrale.

Les restes se répartissent dans la partie Nord et dans les petites îles voisine de Madagascar qui et inférieur à 1% (Figure 40). On a pu en déduire que la partie Sud de Madagascar est stable.

En outre, on a pu remarquer trois zones plus actives détenant le nombre ainsi la magnitude maximale localisés depuis 2003 jusqu'à l'année 2016. Ces trois zones sismiques sont considérablement distinguées comme étant des zones sismiques remarquables, telle que la zone où se situe celle de:

- ❖ **ITASY** : 366 événements et ayant une magnitude maximale 6.1
- ❖ **FAMOIZANKOVA** : 104 événements avec une magnitude qui s'élève à 6.4
- ❖ Ainsi que celui de l'**ANKARATRA**:292 événements avec une magnitude égale à celle de la zone d'ITASY (Figure 41).

Cela est en relation à leur tectonique (Figure 14). On a aussi d'autres zones: Andranomilolo, Ankaramena, Miadana, Vohibory et Mahatsara ces zones présentent des magnitudes élevées, par contre, on constate que dans ces zones le nombre de séisme localisé est plus ou moins négligeable devant trois grandes zones sismiques.

CONCLUSION

CONCLUSION

Cette étude présente l'évaluation de paramètres et des aléas sismiques, les parties Centrale et Sud de Madagascar. Les résultats obtenus ont montré des améliorations au niveau de la localisation en utilisant le logiciel SEISAN, avec un modèle de vitesse récent et amélioré si on compare aux résultats de localisation obtenus par JADE&ONYX.

Par contre, la comparaison des localisations obtenues par le PASSCAL Project et de la relocalisation utilisant le logiciel SEISAN n'avait pas apporté une nette amélioration car ces deux localisations sont basées sur les mêmes méthodes de calcul. La seule différence est l'utilisation des modèles de vitesses récents. Les modèles de vitesse utilisés pour le Sud de Madagascar sont obtenues des études sur le profil sismique de la partie Sud de Madagascar par le projet GFZ.

Pour la partie centrale de Madagascar, la comparaison de notre localisation avec les résultats de la localisation par JADE et ONYX montre qu'il y a une nette amélioration. Les séismes relocalisés ont été mieux répartis dans les zones sismiques définies ainsi qu'une meilleure localisation au niveau des failles géologique, tectonique et les linéaments. Trois zones importantes ont été mises en évidence. En premier lieu, on a la zone sismique de FAMOIZANKOVA, la seule ayant une magnitude 6.4 qui est la plus élevée avec un nombre d'événements s'élevant à 104 foyers des séismes, enregistrées de 2003 jusqu'à 2016. Ensuite la zone sismique de l'Ankaratra où on a localisé 292 évènements sismiques avec une magnitude maximale 6,1. Enfin la zone sismique d'Itasy, celle qui a une activité sismique remarquable pendant cette période, avec 366 évènements enregistrés mais dont la magnitude maximale avoisine celle de la zone sismique d'Ankaratra

Par ailleurs, l'utilisation des stations mobiles déployées dans le cadre de l'étude du profil de la partie Sud de Madagascar conduit à plusieurs améliorations dans le traitement des données sismiques aussi que dans la précision des foyers pour cette région. Pour cette partie Sud, les foyers sismiques se sont rapprochés considérablement des failles géologiques, tectoniques et des linéaments.

L'insuffisance des données sismiques enregistrées au cours de cette période d'étude a limité la couverture en foyers sismiques des 29 zones sismiques définies sur Madagascar. L'utilisation des données et résultats issus du déploiement des stations mobiles du GFZ ont apporté une nette amélioration dans l'étude sismique (localisation et étude de sismicité) de la partie Centrale Sud de Madagascar.

ANNEXE A

Tableau 7 : Comparaison des séismes localisés par les stations du P.PROJ et ceux utilisant le logiciel SEISAN d'une part, JADE et ONYX d'autre part.

Y/M/D H:M	SEISAN				JADE & ONYX					P.PROJ				
	Lat	Lon	Depth	Mag	Y/M/D H:M	Lat	Lon	Depth	Mag	Y/M/D H:M	Lat	Lon	Depth	Mag
2013/2/11 11:03	-18.431	46.402	5.8	3.1	14/04/2013/23:18	-21.045063	46.2421722	2	3.47371602	2/11/2013 11:03	-18.7634	46.6977	8.2	1.5
2013/2/11 23:02	-19.017	46.629	4.5	3.4	14/04/2013/13:58	-18.910463	46.720871	2	1.57084239	2/11/2013 21:47	-17.4884	48.6214	19.8	2.5
2013/2/12 08:58	-19.596	47.509	64.6	2.4	15/04/2013/10:15	-18.983047	46.759883	25	1.5509727	2/11/2013 23:02	-19.4296	46.9198	6.6	1.8
2013/2/12 11:25	-21.875	47.971	37.2	3.8	15/04/2013/21:55	-18.985249	46.7811241	2	1.33055162	2/12/2013 11:25	-19.2618	48.2452	20	3
2013/2/13 01:18	-19.415	46.688	6.0	2.4	15/04/2013/16:38	-18.978228	46.7880173	2	1.58376551	2/13/2013 7:10	-20.3645	48.6086	33.2	3.4
2013/2/13 05:33	-19.212	47.193	78.1	3.0	15/04/2013/11:52	-19.838902	46.5194092	25	2.71047068	2/13/2013 14:00	-18.212	48.1701	29	2.5
2013/2/13 14:00	-18.014	47.827	19.2	3.6	16/04/2013/20:04	-19.403694	47.1307831	25	1.67238414	2/14/2013 0:35	-14.5258	49.0555	10.2	2.1
2013/2/14 13:32	-18.922	46.873	142.4	3.0	16/04/2013/10:51	-17.5982	47.5788803	25	2.50662065	2/14/2013 13:03	-17.9685	49.4595	25.9	2.5
2013/2/15 03:22	-19.453	47.230	98.1	2.7	17/04/2013/01:36	-19.661215	46.9056702	10	1.94367945	2/15/2013 13:52	-18.336	45.9007	9.2	3.1
2013/2/16 04:48	-15.734	49.880	36.6	3.9	17/04/2013/02:43	-18.999632	46.770153	2	1.2979815	2/15/2013 17:39	-17.6239	48.0097	48.5	2.6
2013/2/18 04:06	-22.480	47.300	19.3	4.5	17/04/2013/23:10	-19.416996	47.1262474	25	1.4821502	2/16/2013 0:54	-17.7569	48.7317	2	2
2013/2/18 15:20	-18.863	47.391	4.2	2.7	17/04/2013/12:01	-18.934288	48.3516579	60	2.26463819	2/18/2013 4:06	-22.8247	47.5365	22.1	4.2
2013/2/19 23:05	-19.056	46.635	12.9	3.4	17/04/2013/15:27	-18.143368	46.385231	25	2.22899532	2/18/2013 15:19	-18.3444	48.6836	9	2.9
2013/2/20 14:12	-17.957	45.018	0.0	3.8	17/04/2013/06:31	-19.586847	47.0576248	25	1.68224168	2/19/2013 23:04	-18.4361	44.5039	4.6	2.8

2013/2/20 16:43	-19.071	46.599	9.7	3.9	18/04/2013/00:09	-19.11544	46.5882034	25	2.44071603	2/20/2013 9:12	-20.544	46.6805	0.1	2.3
2013/2/21 07:27	-18.454	46.532	0.7	3.9	18/04/2013/08:54	-19.275339	46.8407249	2	1.92047691	2/20/2013 11:58	-18.9528	47.822	12.7	2.3
2013/2/21 23:36	-18.982	46.642	4.7	3.6	18/04/2013/06:09	-20.01067	46.0881958	25	2.32820415	2/20/2013 13:47	-17.6685	47.0861	12	1.6
2013/2/22 01:21	-19.041	46.692	18.2	3.8	19/04/2013/00:24	-20.624193	48.3508911	25	2.57426429	2/20/2013 14:12	-18.5035	44.6581	11.4	2.9
2013/2/23 11:21	-19.049	47.216	67.6	3.1	19/04/2013/22:02	-17.666622	48.2848549	25	2.44087481	2/20/2013 16:43	-17.407	46.5524	31.3	2.3
2013/2/23 17:56	-17.645	46.007	0.0	3.7	19/04/2013/10:49	-18.80587	46.0060005	25	2.16529822	2/21/2013 7:27	-18.8663	46.7889	10.1	2.7
2013/2/25 11:31	-19.883	46.926	17.8	3.5	19/04/2013/04:34	-20.04867	47.3606033	25	1.97221076	2/21/2013 23:06	-16.4407	49.0472	10.5	3
2013/2/26 00:53	-19.099	46.653	3.2	3.5	20/04/2013/01:02	-19.356062	47.2464752	25	1.67126215	2/21/2013 23:36	-18.957	46.7493	9.5	2.6
2013/2/27 02:23	-18.231	45.900	13.4	3.6	20/04/2013/22:50	-19.050423	46.7351685	25	1.54245532	2/22/2013 1:21	-19.5016	46.9677	12.1	3.1
2013/3/01 00:27	-18.411	47.882	0.1	2.8	20/04/2013/06:20	-20.685379	48.2552757	25	2.8613193	2/23/2013 6:23	-16.6108	49.5782	48.5	2.9
2013/3/01 11:03	-18.031	46.969	5.1	3.2	21/04/2013/01:09	-19.047565	46.7338867	25	2.53425884	2/23/2013 7:09	-17.9165	48.4184	9.7	2.4
2013/3/03 11:12	-17.707	45.483	120.3	3.8	21/04/2013/02:42	-19.05341	46.7428246	25	1.76394808	2/23/2013 8:08	-17.8872	48.3893	10	2.4
2013/3/04 07:57	-20.362	46.722	11.3	3.6	21/04/2013/04:32	-19.047123	46.7443466	25	1.85473907	2/23/2013 17:55	-16.8007	45.6365	39.5	3.7
2013/3/05 05:27	-18.562	46.633	16.7	3.8	21/04/2013/17:30	-18.965307	46.7359467	25	1.34538388	2/23/2013 22:46	-19.0862	46.683	20	1.6
2013/3/05 15:11	-17.909	46.418	0.7	3.4	21/04/2013/04:59	-19.088562	46.7365074	2	1.74690783	2/25/2013 2:15	-21.2134	47.9952	35.7	1
2013/3/06 17:46	-19.515	46.442	29.2	3.8	21/04/2013/14:01	-19.058502	46.747757	25	1.61546886	2/25/2013 23:23	-14.752	49.0864	14.6	2.2
2013/3/08 14:27	-18.372	47.176	17.2	2.9	21/04/2013/04:45	-19.048426	46.7363281	25	1.87022126	2/26/2013 0:53	-19.1939	47.0094	17	1.7
2013/3/08 19:14	-17.883	47.783	21.4	3.9	22/04/2013/13:39	-18.763065	46.3445625	25	1.74509025	2/26/2013 11:34	-18.9302	47.73	7.3	1
2013/3/08 20:48	-19.163	46.606	4.6	3.7	23/04/2013/15:29	-19.051733	46.7329407	25	2.63911462	2/27/2013 2:23	-18.1918	45.8648	14.3	3.1
2013/3/08 21:00	-19.421	46.779	41.6	3.5	23/04/2013/13:21	-19.282921	46.8383904	2	2.34703302	2/27/2013 8:26	-21.077	47.2189	9.4	2.6
2013/3/09 23:32	-18.298	47.830	28.0	4.0	23/04/2013/12:20	-17.317392	45.9955025	25	2.21215773	2/27/2013 14:43	-19.0428	46.7485	25	2.3

2013/3/11 00:27	-14.633	46.334	0.1	4.4	23/04/2013/15:29	-19.052452	46.73032	16.5	2.62200522	2/27/2013 19:58	-18.2703	47.6349	20	1.7
2013/3/14 20:11	-20.085	47.711	0.1	3.0	23/04/2013/15:27	-19.046633	46.7262459	25	1.9107008	2/27/2013 22:02	-24.2749	46.9167	12.5	2.8
2013/3/17 04:57	-19.654	47.722	0.0	3.8	24/04/2013/07:10	-18.075071	46.5649147	25	2.23675418	3/1/2013 0:26	-17.0403	48.9753	23.4	3
2013/3/18 21:51	-18.295	47.281	4.9	3.4	24/04/2013/18:49	-19.04533	46.729641	25	2.11496806	3/1/2013 1:19	-23.9539	45.7347	10.1	2.8
2013/3/19 00:58	-18.147	48.099	0.0	3.7	24/04/2013/15:05	-19.09234	46.7206268	2	2.04596567	3/2/2013 18:38	-19.8796	46.2085	19.4	2
2013/3/19 01:20	-20.477	47.668	0.1	3.6	24/04/2013/10:29	-19.027031	46.7472153	25	1.45745361	3/3/2013 11:12	-17.731	46.1986	10.1	2.9
2013/3/20 05:22	-25.909	43.781	32.6	5.1	25/04/2013/14:35	-19.283133	46.9260178	25	1.89138961	3/3/2013 18:04	-19.8422	47.2349	7.9	2.9
2013/3/21 08:26	-17.631	48.187	0.0	3.7	25/04/2013/23:04	-19.060373	46.7442856	2	1.40801752	3/4/2013 7:57	-20.7168	46.9716	17.7	2.4
2013/3/21 10:54	-19.348	47.924	0.7	2.3	25/04/2013/19:32	-17.931274	46.6233559	25	2.08826947	3/5/2013 0:13	-16.8642	47.2412	7.3	1.9
2013/3/23 02:01	-20.008	46.683	0.7	3.2	26/04/2013/00:03	-19.090364	46.6756439	2	1.44688547	3/5/2013 2:00	-15.4856	48.8764	17.4	2.2
2013/3/25 23:24	-19.066	46.777	105.2	3.2	26/04/2013/13:13	-18.115229	47.749958	25	2.30412745	3/5/2013 4:03	-19.7521	46.9205	10	2.7
2013/3/26 09:50	-22.246	45.646	0.2	4.1	26/04/2013/02:0	-17.529871	48.6934052	25	2.63345003	3/5/2013 5:27	-18.9729	46.8088	12.1	2.1
2013/3/30 12:52	-19.217	46.622	5.3	3.9	26/04/2013/00:05	-19.076452	46.6894035	2	1.48795807	3/6/2013 17:46	-19.9497	46.7254	16.1	2.7
2013/4/02 11:05	-19.716	46.757	30.2	2.8	27/04/2013/06:20	-19.932093	46.288929	2	2.47394419	3/8/2013 14:25	-14.7652	49.0163	9.8	2.7
2013/4/02 14:39	-19.680	46.726	86.6	3.6	27/04/2013/16:28	-20.103773	46.9325867	25	2.0237968	3/8/2013 15:23	-22.5271	46.2034	13.3	3.1
2013/4/02 15:25	-19.252	47.049	48.9	2.8	27/04/2013/13:46	-18.696577	46.7411804	200	1.75497341	3/8/2013 19:10	-17.9219	47.8858	11.5	3
2013/4/06 04:54	-19.278	47.283	210.7	3.8	27/04/2013/09:57	-17.605713	47.5656128	25	2.48122168	3/8/2013 20:48	-19.9529	46.6782	24.8	2.2
2013/4/06 10:02	-18.038	47.414	31.6	3.3	28/04/2013/10:34	-18.294834	47.7110825	25	2.07528043	3/8/2013 21:00	-20.0197	46.9134	10.4	2.1
2013/4/06 11:40	-19.046	46.643	13.7	4.0	28/04/2013/10:31	-20.012566	46.9558716	25	2.2202909	3/9/2013 0:46	-14.9023	49.1348	8.4	2.5
2013/4/06 11:44	-19.037	46.755	6.8	3.6	29/04/2013/09:22	-19.04393	46.7319527	2	1.45102859	3/9/2013 23:32	-18.827	47.8981	15.2	2.8
2013/4/06 12:33	-17.987	47.861	0.2	3.6	29/04/2013/20:06	-14.086293	45.9590607	200	3.0535953	3/11/2013 7:12	-17.7355	48.4034	7.5	2.6

2013/4/08 06:23	-17.910	46.765	65.1	4.2	29/04/2013/17:36	-18.418812	47.7451477	25	2.1091671	3/11/2013 13:18	-17.2516	48.9696	10	2.8
2013/4/08 22:57	-19.076	46.992	3.2	3.1	01/05/2013/22:49	-20.029022	46.8787842	25	2.84166837	3/11/2013 14:23	-16.6265	48.3127	10	2.6
2013/4/09 12:01	-19.019	46.953	92.4	3.6	02/05/2013/02:32	-20.002617	46.8400955	10	2.19990897	3/11/2013 17:42	-18.1762	46.1657	18.9	2.6
2013/4/10 01:21	-18.816	45.769	0.0	2.6	02/05/2013/02:45	-19.989182	46.842495	2	2.13884664	3/13/2013 7:09	-18.8742	46.7649	15	2
2013/4/10 01:47	-19.773	45.957	82.4	3.2	02/05/2013/01:35	-20.028172	46.7525177	2	2.2200563	3/14/2013 20:10	-15.5443	49.6077	25.7	2.9
2013/4/10 02:06	-19.008	46.859	67.1	3.2	02/05/2013/00:41	-20.010401	46.7987709	2	2.29415774	3/17/2013 4:57	-20.3498	48.0998	26.7	3.9
2013/4/10 14:02	-18.455	46.622	4.5	3.6	03/05/2013/06:18	-20.043083	46.8892517	25	2.32201982	3/18/2013 21:50	-16.4231	48.0381	10	2.8
2013/4/10 22:10	-20.099	46.717	0.0	3.0	03/05/2013/09:58	-17.506342	42.225563	2	3.25796127	3/19/2013 0:58	-18.2933	48.2446	18.1	2.6
2013/4/11 14:37	-18.024	44.871	0.0	4.1	04/05/2013/02:30	-18.17812	48.1264038	25	2.67521739	3/19/2013 1:20	-20.3915	46.9847	10	2.5
2013/4/14 23:19	-20.328	46.672	6.7	3.3	04/05/2013/15:33	-17.70923	48.3530579	25	2.38351202	3/20/2013 4:15	-17.8155	48.7026	13.6	2.4
2013/4/15 11:52	-19.397	46.846	0.1	3.3	04/05/2013/04:29	-18.998978	46.681015	25	1.7537992	3/21/2013 2:08	-17.289	48.6218	13.8	2.9
2013/4/16 10:52	-18.445	46.938	173.6	4.1	05/05/2013/05:55	-19.421148	46.8268661	2	1.70552063	3/21/2013 8:26	-17.3567	48.5389	10	3.8
2013/4/16 23:08	-19.227	47.080	67.5	2.9	05/05/2013/06:02	-16.488348	46.8408585	25	3.05404353	3/22/2013 5:06	-17.5653	45.6646	20	2.3
2013/4/18 00:09	-19.088	46.562	21.2	3.9	05/05/2013/22:28	-22.12141	49.7586479	2	3.01050997	3/22/2013 12:51	-18.5348	46.7191	36	2
2013/4/19 03:23	-19.239	46.005	513.0	4.1	05/05/2013/18:23	-19.298063	46.9018593	25	1.65156877	3/22/2013 23:35	-17.0815	48.0531	12	2.6
2013/4/20 00:13	-18.631	47.253	10.7	3.6	05/05/2013/08:08	-22.099937	48.6279488	2	2.83111334	3/23/2013 1:58	-24.7951	45.5549	2	3.5
2013/4/20 05:02	-19.236	47.079	41.9	4.1	06/05/2013/22:37	-19.038088	46.6465302	25	1.63514268	3/24/2013 3:25	-18.2006	48.5671	7.2	2.4
2013/4/21 01:09	-19.078	46.792	4.9	3.7	06/05/2013/07:22	-18.958134	46.7662468	25	1.74333847	3/24/2013 8:32	-21.1083	45.2026	15.3	2.9
2013/4/23 13:21	-19.293	46.768	10.7	3.6	06/05/2013/22:31	-17.461218	48.3163033	60	2.71077228	3/24/2013 17:44	-14.7098	49.6132	18.4	2.8
2013/4/23 15:29	-19.062	46.670	7.6	3.8	06/05/2013/00:32	-18.825951	46.6393204	25	2.55661893	3/24/2013 21:44	-19.7878	46.8624	6.6	2.2
2013/4/24 18:49	-19.736	46.543	6.9	3.4	06/05/2013/22:05	-18.315649	47.7289391	2	1.84110391	3/26/2013 9:48	-24.224	44.6217	19.6	4.7

2013/4/30 06:37	-19.360	46.614	69.3	3.0	06/05/2013/16:49	-19.875847	47.0169983	2	1.82604313	3/26/2013 11:58	-23.3441	45.9984	0.8	1
2013/5/01 07:06	-19.456	46.787	0.0	2.7	07/05/2013/03:04	-17.633425	48.2773628	10	2.38843369	3/26/2013 21:12	-24.3014	44.5667	5.9	2.7
2013/5/01 22:49	-19.799	46.811	6.5	3.3	07/05/2013/13:46	-18.954332	46.7338486	2	1.83410406	3/26/2013 21:29	-19.2866	47.0124	8.2	1.6
2013/5/06 00:33	-18.881	46.728	0.1	3.7	07/05/2013/10:16	-17.654676	47.5147476	25	2.38907337	3/26/2013 23:02	-24.2979	44.4893	10	2.2
2013/5/10 11:33	-21.736	48.741	8.0	3.9	07/05/2013/15:23	-17.5765	48.527401	25	2.58985496	3/26/2013 23:29	-24.259	44.6775	3.5	1.8
2013/5/13 14:39	-20.072	46.566	0.1	4.1	08/05/2013/05:49	-19.238186	48.4131241	60	2.46192336	3/30/2013 12:52	-19.2195	46.6376	23	3.5
2013/5/17 06:39	-18.647	46.195	0.0	4.3	08/05/2013/11:19	-17.201458	48.480751	25	2.48296809	3/30/2013 13:54	-17.1478	46.6502	10	2
2013/5/23 00:16	-19.293	46.441	0.0	3.5	09/05/2013/12:58	-19.036057	46.7388878	25	1.5592047	3/30/2013 18:21	-23.7774	44.9714	9	2
2013/5/23 04:53	-19.583	46.999	0.0	3.4	09/05/2013/21:39	-19.086708	46.7307434	2	1.31324685	3/30/2013 20:31	-14.432	50.1338	18.2	2.4
2013/5/23 17:37	-19.354	46.732	0.1	3.0	09/05/2013/21:33	-19.05909	46.7328682	2	1.32119834	3/31/2013 6:22	-14.1236	50.4425	17.2	3.1
2013/5/24 02:34	-18.733	48.179	11.1	4.4	10/05/2013/11:13	-19.116936	46.923378	2	.965433896	4/2/2013 1:26	-17.7871	47.3128	6	1.7
2013/5/24 06:00	-15.562	49.033	40.0	5.4	10/05/2013/01:18	-18.965332	45.0871887	2	2.40284967	4/2/2013 1:49	-16.8372	45.2959	8.3	2.1
2013/5/24 06:12	-19.064	46.935	47.8	3.8	10/05/2013/23:22	-18.308821	46.2880363	2	2.17703676	4/2/2013 3:25	-17.7061	48.1358	19.3	2.4
2013/5/25 12:37	-19.157	46.550	0.7	3.7	10/05/2013/11:58	-17.750128	47.4058647	200	1.80664206	4/2/2013 9:45	-23.3444	45.6134	13.3	2.6
2013/5/25 13:43	-20.747	44.289	16.1	3.9	10/05/2013/11:33	-21.427923	47.7849693	25	3.22547984	4/3/2013 0:28	-15.4318	49.9093	11	2.4
2013/5/26 07:50	-16.130	48.018	46.3	4.3	11/05/2013/13:53	-18.323528	47.8446884	25	2.22041512	4/3/2013 3:02	-18.2773	45.3066	3.5	2
2013/5/27 03:17	-19.034	46.744	0.1	3.6	11/05/2013/17:15	-19.063295	46.7435265	25	1.54411423	4/5/2013 2:33	-18.5321	46.6882	10.1	3.9
2013/5/27 03:43	-18.798	47.320	98.3	3.2	11/05/2013/23:05	-19.994911	46.7711487	2	2.12764525	4/5/2013 13:11	-15.5068	48.4488	11.9	2.8
2013/5/27 06:31	-18.619	46.864	93.5	4.0	11/05/2013/22:09	-20.04192	46.8933754	2	1.97281325	4/5/2013 21:14	-24.7209	45.0083	10.3	2.2
2013/5/27 13:02	-17.100	48.237	0.0	3.3	11/05/2013/17:30	-18.759241	48.7784081	25	2.29089069	4/5/2013 23:03	-20.921	44.0148	25.4	2.5
2013/5/29 20:15	-19.264	46.775	0.7	3.1	12/05/2013/00:26	-19.103552	46.6745491	2	1.64943957	4/6/2013 1:22:4	-20.2573	47.0182	10	2.4

2013/6/09 01:05	-17.957	45.973	0.4	3.3	12/05/2013/00:13	-18.248266	48.6051445	25	2.61822963	4/6/2013 9:55:	-20.4667	45.5567	10	3
2013/6/09 02:24	-17.923	45.973	5.6	3.7	13/05/2013/14:40	-19.040186	46.7286224	25	2.87501979	4/6/2013 10:01	-16.3924	47.6478	15.6	2.9
2013/6/09 19:05	-17.821	46.095	0.1	4.3	14/05/2013/04:10	-17.194025	48.4563103	2	3.04737854	4/6/2013 11:40	-19.5372	46.9739	13	3.4
2013/6/10 06:25	-17.865	47.985	0.1	3.7	14/05/2013/08:35	-18.664047	46.8126907	36.7	1.54268885	4/6/2013 12:33	-16.9034	48.4545	11.4	3.1
2013/6/11 23:16	-19.353	47.000	12.6	3.5	14/05/2013/13:18	-12.818612	47.59198	68	3.66818142	4/8/2013 1:41:3	-17.7366	48.2465	8.7	2.2
2013/6/12 04:13	-17.709	47.841	0.0	3.7	14/05/2013/09:50	-15.737096	50.0891762	200	3.3378799	4/9/2013 5:51:2	-19.3837	47.1035	10.3	2.8
2013/6/16 10:12	-18.392	47.638	0.1	3.7	14/05/2013/20:59	-19.331135	46.7895317	2	2.10219169	4/9/2013 11:00	-19.0548	46.6816	23	1.2
2013/6/17 11:24	-19.921	47.237	42.4	4.4	14/05/2013/23:18	-18.395107	48.7767754	2	2.60201144	4/9/2013 23:03	-16.7371	49.3231	6.4	3
2013/6/20 05:49	-18.870	47.102	0.0	2.7	14/05/2013/15:43	-21.416035	47.2928619	25	2.89652729	4/10/2013 1:21	-18.4337	44.5412	4.3	2.3
2013/6/21 14:26	-17.636	48.751	0.1	3.7	15/05/2013/08:16	-18.116302	46.3873749	2	2.30512333	4/10/2013 3:58	-17.8812	47.8581	9.1	2.4
2013/6/27 15:56	-19.512	47.486	7.6	3.1	16/05/2013/08:05	-19.008245	47.5707664	25	1.5378983	4/10/2013 11:26	-19.4125	47.6091	14.2	1.6
2013/6/28 02:39	-18.273	46.462	5.0	4.3	16/05/2013/03:53	-17.377642	48.2802353	2	2.79714942	4/10/2013 14:02	-18.9343	46.8897	11.8	2.2
2013/7/01 09:00	-18.355	47.765	42.1	3.6	17/05/2013/09:53	-17.480804	47.6315765	60	2.65776038	4/10/2013 22:11	-20.0971	47.046	12.2	2.3
2013/7/01 16:55	-18.996	46.752	0.1	3.6	17/05/2013/06:43	-18.669657	46.1620064	25	2.91623759	4/10/2013 22:21	-20.836	47.9251	5.3	2.7
2013/7/01 23:38	-20.050	48.235	59.1	3.4	17/05/2013/06:39	-18.690468	46.1772995	25	3.8076849	4/11/2013 11:07	-19.0909	46.0194	10	1.3
2013/7/02 06:40	-18.481	46.607	0.1	3.8	17/05/2013/22:22	-18.323227	46.4197426	25	2.3218503	4/11/2013 14:37	-18.4782	45.0044	26.6	3.2
2013/7/02 07:45	-20.098	48.921	0.7	3.5	18/05/2013/09:25	-18.706974	46.1934242	25	2.20246053	4/11/2013 17:34	-17.571	47.405	10.4	1.8
2013/7/03 11:46	-18.810	47.427	0.7	2.8	18/05/2013/23:47	-17.72958	44.7488251	25	2.59821534	4/11/2013 22:38	-14.8645	49.5923	9.7	2.5
2013/7/03 19:26	-18.948	46.928	13.0	3.0	18/05/2013/22:08	-16.841112	45.7602615	2	2.50575233	4/14/2013 8:09	-24.2531	44.4468	17.5	3.1
2013/7/10 05:24	-17.764	47.245	0.1	4.2	19/05/2013/12:57	-18.985254	46.7691193	60	1.68536913	4/14/2013 23:18	-19.895	45.8108	3.8	2.3
2013/7/10 19:42	-18.704	47.225	297.5	4.6	19/05/2013/22:53	-17.31765	47.6325188	25	2.4159255	4/15/2013 10:15	-17.5366	47.0505	26.6	1.8

2013/7/12 11:48	-21.201	45.058	0.0	4.3	19/05/2013/20:43	-19.45528	45.9192238	25	2.14022112	4/15/2013 11:51	-18.8508	46.1222	10	2.5
2013/7/15 07:53	-19.076	47.160	67.3	3.0	20/05/2013/15:55	-18.674881	46.1543541	2	1.86657727	4/16/2013 20:04	-19.0458	46.2012	5.9	1.3
2013/7/15 10:16	-17.589	47.606	0.1	3.1	20/05/2013/06:47	-18.184597	46.3723221	25	2.30532098	4/18/2013 0:09	-19.4864	47.2542	3.1	2.4
2013/7/15 14:14	-19.366	47.020	7.9	3.1	20/05/2013/16:53	-20.344984	46.8209457	25	2.28672409	4/18/2013 8:54	-19.7645	47.052	23.6	1.8
2013/7/16 07:10	-17.186	47.416	0.1	3.8	22/05/2013/02:34	-20.624733	46.9701996	2	2.57532406	4/18/2013 22:22	-18.215	45.978	10	2.6
2013/7/20 10:49	-21.302	46.969	26.0	4.0	22/05/2013/08:29	-18.361662	47.4261436	2	1.67942083	4/18/2013 22:39	-17.4879	48.192	10	2.6
2013/7/23 18:57	-18.369	47.685	36.3	3.5	22/05/2013/07:14	-19.77253	47.136322	2	1.94236016	4/19/2013 0:02	-17.7066	45.596	5.5	1.8
2013/7/28 05:02	-19.054	46.610	35.0	3.6	22/05/2013/06:57	-19.815052	47.0975342	25	2.08694124	4/19/2013 10:49	-16.6173	47.1081	47.4	3
2013/7/28 19:23	-15.779	48.959	0.0	4.3	23/05/2013/09:00	-18.857458	48.5266533	25	2.229038	4/19/2013 22:02	-17.6203	48.255	13.5	1.9
2013/8/02 01:41	-19.469	49.756	25.5	3.4	23/05/2013/14:00	-18.762831	46.7314415	25	1.39925575	4/20/2013 6:20	-17.2158	47.7187	24.1	2.4
2013/8/02 23:42	-18.699	47.007	71.2	3.9	23/05/2013/04:53	-19.647106	47.0290833	25	2.88328743	4/20/2013 22:50	-18.8534	47.2576	6.4	1.5
2013/8/09 19:22	-8.744	44.863	0.7	5.1	23/05/2013/02:22	-17.532467	46.057972	25	2.71969986	4/21/2013 1:09	-19.5268	46.9371	12.6	2.5
2013/8/11 03:24	-19.156	46.632	0.0	3.6	23/05/2013/00:17	-19.145374	46.6221046	25	2.96330214	4/21/2013 4:32	-17.7836	45.7262	10.2	2.3
2013/8/12 00:40	-20.110	47.186	24.2	3.5	24/05/2013/02:34	-18.715208	48.2866325	25	4.04444122	4/23/2013 12:50	-19.7652	47.045	19.2	2.5
2013/8/12 01:05	-19.204	47.198	64.6	3.3	25/05/2013/12:37	-19.135555	46.6587372	25	1.97459137	4/23/2013 13:21	-19.7491	47.0544	11.3	1.9
2013/8/17 16:36	-19.485	46.793	0.1	3.6	25/05/2013/19:12	-19.014833	46.6871681	25	1.37594998	4/23/2013 15:29	-19.5474	46.9484	10.1	2.4
2013/8/18 09:05	-22.075	46.703	0.1	4.0	25/05/2013/17:13	-19.049036	46.7462273	25	1.92232269	4/24/2013 7:10	-18.659	46.7998	10	1.8
2013/8/21 12:57	-19.271	46.697	108.7	3.0	26/05/2013/21:32	-17.187084	47.8579369	2	2.34865236	4/24/2013 15:05	-17.9161	46.939	13.5	1.3
2013/8/25 16:10	-19.357	47.127	0.0	3.4	26/05/2013/07:50	-17.391539	48.0661812	25	3.73460197	4/24/2013 18:49	-19.0298	46.7375	8.7	1.8
2013/8/30 22:24	-21.573	45.320	0.1	4.1	27/05/2013/13:02	-17.585064	47.5584335	25	2.79959941	5/6/2013 0:33	-18.7969	46.6839	21.7	2.6
2013/8/31 03:47	-19.289	47.504	121.7	3.9	27/05/2013/17:05	-19.156353	46.6138344	25	1.79306936	5/6/2013 1:36	-15.5172	49.6432	25.7	2.2

2013/8/31 12:24	-17.950	45.371	0.0	3.7	27/05/2013/06:31	-18.948763	46.7488861	25	2.18341064	5/6/2013 7:20	-18.7513	47.96	12.4	1.9
2013/9/01 12:03	-20.031	47.186	69.1	3.4	27/05/2013/03:27	-21.189278	47.0896416	25	2.57058644	5/6/2013 22:31	-17.8317	48.9307	10.4	2.2
2013/9/03 01:05	-20.986	47.337	471.7	4.2	27/05/2013/02:49	-19.398762	46.7226982	2	2.13940382	5/10/2013 1:18	-18.755	45.3178	31	1.3
2013/9/06 11:45	-18.527	46.917	155.6	3.6	29/05/2013/20:15	-19.283262	46.7136917	25	2.17848492	5/10/2013 11:33	-22.7109	47.3201	16.2	3.4
2013/9/11 02:05	-19.124	46.692	0.0	2.9	29/05/2013/01:53	-17.634308	45.6002007	25	2.42813969	5/10/2013 23:22	-16.873	46.8963	31.7	2
2013/9/21 13:24	-18.072	47.406	71.3	3.7	30/05/2013/21:31	-18.286921	46.3369942	2	2.01497698	5/13/2013 14:40	-19.5306	46.9587	19.1	2.7
2013/9/24 11:38	-18.761	47.062	46.5	3.8	31/05/2013/02:56	-19.017504	46.6673317	25	1.96525288	5/14/2013 9:50	-15.5859	49.3447	10.3	2.7
2013/9/26 09:52	-17.903	45.683	0.0	3.5	31/05/2013/11:02	-17.557188	47.4123116	25	2.30065536	5/14/2013 15:43	-19.6977	47.1192	26.2	2.5
2013/9/28 12:51	-12.872	44.125	4.5	4.7	31/05/2013/16:26	-16.538485	43.8352776	25	2.6129539	5/14/2013 20:59	-19.7644	46.8441	24.4	1.9
2013/9/28 16:43	-21.823	45.449	0.0	4.2	31/05/2013/14:10	-18.203449	47.390213	25	1.73163331	5/15/2013 8:16	-19.1805	45.951	10	1.8
2013/10/01 03:54	-13.427	48.330	0.3	4.2	31/05/2013/06:12	-17.898899	46.0625305	2	2.20892644	5/15/2013 22:52	-14.2969	48.6761	24.3	2.1
2013/10/03 00:22	-19.146	47.011	3.6	3.2	01/06/2013/18:49	-19.069836	46.6934052	2	1.45290923	5/16/2013 0:06	-15.6205	49.8696	32.4	2.3
2013/10/06 16:15	-12.983	49.830	0.7	4.7	02/06/2013/00:43	-18.687609	48.0267296	2	1.89792943	5/16/2013 0:44	-17.8881	49.487	25.7	2.1
2013/10/11 09:45	-16.630	48.660	0.1	3.8	03/06/2013/18:46	-19.40444	47.1124687	25	1.60897112	5/16/2013 2:57	-14.0805	50.0474	20.8	2.8
2013/10/12 13:21	-19.106	46.673	0.0	3.2	04/06/2013/02:01	-18.693144	46.1384659	25	2.3963604	5/16/2013 3:51	-14.8945	49.5763	5.5	2.8
2013/10/14 00:38	-18.422	47.381	27.2	3.7	04/06/2013/17:57	-17.055653	45.9789848	25	2.65928817	5/19/2013 20:42	-20.3906	44.8871	18	2.7
2013/10/14 12:37	-15.960	48.495	14.4	3.9	04/06/2013/16:00	-18.174824	47.5836067	25	2.36342025	5/19/2013 22:53	-17.4254	47.6659	45.5	2
2013/10/14 23:33	-20.083	45.809	0.1	4.0	05/06/2013/10:27	-18.784939	47.9846916	2	1.89778972	5/20/2013 6:46	-22.5653	46.5354	10.3	3.5
2013/10/15 00:24	-19.172	46.972	147.1	3.6	05/06/2013/14:07	-20.648949	46.0659409	25	2.73428655	5/23/2013 0:17	-19.7741	46.8023	11.5	2.7
2013/10/20 12:37	-16.842	44.194	0.2	3.7	05/06/2013/11:28	-17.662649	47.5662308	25	2.3638823	5/23/2013 2:22	-17.5523	46.1742	10.7	2.4
2013/10/22 13:00	-21.426	46.172	34.6	4.0	05/06/2013/04:54	-17.556936	47.9055672	25	2.52046919	5/23/2013 4:53	-20.1142	47.2869	10.3	2.4

2013/10/23 10:06	-23.296	45.018		4.1	05/06/2013/20:41	-18.039595	46.0609894	25	2.46494555	5/23/2013 13:59	-17.131	46.8336	14.1	1.2
2013/10/25 09:24	-17.537	48.659		3.9	06/06/2013/09:37	-17.147568	42.0777283	25	3.63015223	5/24/2013 2:34	-18.7179	48.3036	13.3	3.8
2013/10/30 05:13	-17.804	45.483		3.8	06/06/2013/20:49	-17.099768	48.0709038	2	2.99430418	5/24/2013 14:25	-24.598	46.9989	47	2.4
2013/10/30 09:58	-20.219	45.418		3.4	08/06/2013/12:30	-18.260395	47.642971	2	2.11211824	5/24/2013 22:28	-21.2613	47.4697	10	2.9
2013/10/31 12:04	-17.582	47.674		3.9	08/06/2013/17:32	-18.679575	46.1600342	25	1.80127406	5/25/2013 13:43	-19.9978	44.9461	20.6	2.6
2013/11/02 05:22	-19.568	45.647		4.3	09/06/2013/00:29	-19.01276	46.6885338	25	1.21958768	5/25/2013 17:29	-18.2241	46.0987	7.2	2
2013/11/03 02:36	-21.557	45.878		4.0	09/06/2013/01:05	-17.723555	45.8199959	25	2.91935253	5/25/2013 19:11	-23.5329	46.8413	16	2.2
2013/11/03 11:14	-19.456	46.716		3.3	09/06/2013/23:34	-19.903173	45.9479561	25	2.53201032	5/26/2013 7:50	-17.4966	47.9992	10	3.5
2013/11/06 08:57	-17.545	46.544		3.7	09/06/2013/11:39	-16.924068	47.4773369	2	2.40356541	5/27/2013 2:49	-19.9198	46.9366	11.5	1.9
2013/11/06 11:44	-17.945	49.220		4.0	09/06/2013/19:05	-17.779936	45.7394791	2	3.75154614	5/27/2013 3:17	-19.538	46.9658	47	2.3
2013/11/07 00:21	-19.524	49.145		3.8	09/06/2013/02:24	-17.801054	45.7712784	2	3.08348608	5/27/2013 6:31	-21.1616	46.9885	11	2.9
2013/11/10 08:43	-17.297	49.350		3.7	10/06/2013/06:25	-17.779501	47.9763412	25	3.25301504	5/27/2013 13:02	-17.7463	47.6255	22.2	2.4
					11/06/2013/10:55	-17.540838	47.4703484	25	2.3632338	5/27/2013 16:33	-23.2431	44.6981	10	2.2
					11/06/2013/23:16	-19.360634	46.9962425	25	2.67173004	5/29/2013 1:54	-17.7749	45.7421	10.1	1.7
					12/06/2013/04:10	-10.429836	46.3218842	25	5.00130033	5/29/2013 20:15	-19.7764	46.9265	13.5	1.9
					13/06/2013/13:37	-18.305153	47.5136757	2	2.14033985	6/9/2013 19:05	-17.8841	45.9003	10	3.3
					14/06/2013/04:37	-19.010662	47.6317406	60	1.14599717	6/9/2013 23:34	-17.9188	45.9335	10.4	2.2
					14/06/2013/12:36	-18.310026	47.6964111	25	1.64756727	6/10/2013 6:25	-17.8598	47.9098	9.4	3
					15/06/2013/00:4	-18.997663	46.702076	2	1.37416339	6/11/2013 23:16	-19.8125	47.2188	14.3	2.5
					15/06/2013/01:17	-18.995577	46.7033615	25	1.57233119	6/12/2013 4:11	-14.7978	48.8343	16.3	2.7
					15/06/2013/17:57	-19.071869	47.3253174	25	1.084023	6/13/2013 20:29	-18.4015	44.9645	26.1	1.7

					15/06/2013/15:03	-19.009712	48.4092751	48.2	2.19713902	6/14/2013 11:21	-23.517	46.117	25.19	1.7
					15/06/2013/13:00	-19.051905	46.7251587	2	2.01220942	6/15/2013 1:17	-17.6626	47.5662	23	2.4
					16/06/2013/06:08	-19.183043	47.0172882	2	.957606196	6/15/2013 13:00	-16.9598	47.3875	2	2.4
					16/06/2013/23:30	-10.367232	45.2025642	25	3.87769032	6/15/2013 15:03	-19.4875	47.8611	10	2.1
					16/06/2013/22:51	-19.44384	46.9544792	48.8	1.34785044	6/16/2013 0:55	-14.1604	48.3428	22.1	1.7
					16/06/2013/10:12	-18.145828	47.842041	2	2.84735179	6/16/2013 10:1	-18.8001	47.4476	18.3	2.1
					17/06/2013/11:48	-18.139709	46.4069366	10	2.36383295	6/16/2013 23:31	-15.7572	48.8496	2	2.8
					17/06/2013/03:54	-20.740797	45.5302086	2	2.58230543	6/17/2013 3:54	-20.6196	45.0634	9.8	2.4
					18/06/2013/16:49	-18.323057	46.0104942	2	2.28703046	6/19/2013 9:57	-18.9955	46.7033	24	1.6
					19/06/2013/09:57	-17.517096	47.6110497	25	2.69618225	6/19/2013 22:04	-17.517	47.611	47.6	2.7
					20/06/2013/05:12	-18.136047	45.656353	25	2.70759749	6/20/2013 5:13	-18.657	45.4549	45.5	1.7
					21/06/2013/14:26	-17.221094	49.1979485	25	3.29840422	6/21/2013 14:26	-17.9765	46.9291	23.6	2.8
					23/06/2013/11:02	-19.525061	47.3818855	2	1.69871891	6/22/2013 4:15	-20.513	46.5435	46.5	1.9
					23/06/2013/17:44	-18.883619	46.7261963	2	1.53911352	6/22/2013 21:32	-17.884	45.9094	45.9	1.9
					24/06/2013/22:04	-19.06822	46.7293663	2	1.74127543	6/22/2013 21:50	-20.5117	46.4019	17.3	2
					26/06/2013/20:48	-19.086267	46.683075	25	1.64304519	6/23/2013 11:01	-23.8803	46.2945	13.3	2.2
					26/06/2013/18:08	-18.302288	48.1509361	25	2.27393031	6/26/2013 18:08	-16.6836	47.2759	10.7	2.1
					27/06/2013/17:08	-18.209208	47.6491814	2	1.92759311	6/26/2013 20:48	-19.0682	46.7293	16.4	1.7
					27/06/2013/15:52	-17.179094	48.7206726	2	2.57967305	6/28/2013 2:39	-18.7595	46.7073	10	3
					28/06/2013/02:39	-18.232244	46.4595604	2	3.32869387	6/30/2013 7:23	-23.5815	49.0529	10.5	2.6
					28/06/2013/18:24	-19.005377	46.690052	2	1.45406449	6/30/2013 21:50	-19.5283	46.9652	25.2	1.9

					28/06/2013/15:44	-18.580364	47.7504387	25	1.67941272	6/30/2013 22:40	-19.1582	46.9735	8.3	1.2
					28/06/2013/12:01	-19.022625	46.7193222	25	1.31975019	7/1/2013 9:00:1	-18.8598	47.7631	10.1	1.9
					29/06/2013/12:02	-20.498238	48.7837029	200	2.68448067	7/1/2013 16:55	-19.4648	46.9152	10	1.8
					30/06/2013/22:40	-19.301615	46.6210213	25	1.83082986	7/1/2013 19:45	-17.6026	48.0194	10	2.5
					30/06/2013/21:50	-19.083267	46.678627	200	1.79012144	7/1/2013 23:00	-18.6782	48.5183	10	3.1
					01/07/2013/09:00	-18.342728	47.6607895	25	2.05935359	7/2/2013 6:39	-17.8798	48.4816	9.8	2.7
					01/07/2013/19:44	-17.462435	48.4147758	2	2.12150717	7/3/2013 8:30:2	-18.8075	48.704	20	2.3
					01/07/2013/18:48	-17.669588	46.4930992	25	1.87315249	7/4/2013 13:40	-24.5339	45.1178	12.9	3.1
					01/07/2013/16:54	-18.98815	46.6540146	25	1.91103673	7/10/2013 5:23	-16.2367	47.9702	9.7	4.5
					02/07/2013/07:33	-18.379068	47.6632652	25	1.33405268	7/10/2013 10:31	-17.0544	47.525	18.5	2.1
					02/07/2013/06:40	-18.335005	46.5203705	25	2.75293994	7/10/2013 19:13	-19.2577	46.1633	10	2.9
					02/07/2013/08:45	-18.379782	47.555275	60	1.42103398	7/10/2013 19:43	-18.8397	47.7883	10	3.2
					03/07/2013/08:30	-18.807562	48.7040634	25	2.33289933	7/11/2013 3:40	-18.2975	47.8752	10.1	2.2
					03/07/2013/06:13	-17.233646	48.4839783	2	2.41236162	7/12/2013 11:49	-17.3546	47.6419	10.5	3.3
					03/07/2013/10:20	-18.355623	47.70784	2	1.92247617	7/15/2013 18:09	-20.4042	47.4375	18.1	2.1
					05/07/2013/15:45	-19.004351	46.6832733	2	1.60243261	7/16/2013 7:10	-17.0137	47.9133	1.2	3
					06/07/2013/09:31	-17.485382	47.4889832	25	2.3733654	7/17/2013 4:22	-17.3524	46.8949	35.1	2.1
					06/07/2013/11:25	-17.895329	45.684906	2	2.68393302	7/17/2013 20:11	-14.7855	49.7042	10	2
					06/07/2013/23:55	-18.806282	46.6078873	25	1.91040516	7/17/2013 23:45	-18.87	46.4972	46.5	1.7
					06/07/2013/17:02	-19.10409	46.6856346	2	1.71619344	7/19/2013 3:05	-18.4995	46.8595	8.3	1.7
					06/07/2013/14:24	-19.076834	46.7048874	2	1.66614747	7/20/2013 5:16	-19.365	47.095	47.1	1.5

					07/07/2013/05:57	-18.326294	47.8806648	2	1.7913723	7/20/2013 10:50	-19.9728	47.0255	28.3	3.1
					08/07/2013/10:50	-18.788994	49.0286942	2	2.63751149	7/23/2013 18:57	-18.2477	47.7813	12	2.9
					08/07/2013/15:04	-18.190495	46.3418579	2	2.33985066	7/25/2013 15:27	-24.3348	44.5997	17.5	2.4
					08/07/2013/23:59	-17.677147	48.4473839	25	2.48422337	7/25/2013 18:18	-20.202	47.5666	47.6	2.6
					09/07/2013/13:28	-20.044369	47.304554	25	1.98393631	7/27/2013 5:43	-20.4525	45.2784	14	2.9
					09/07/2013/01:56	-18.147581	48.3517723	60	2.41300964	7/28/2013 5:02	-19.7978	46.8609	25	2.6
					09/07/2013/22:50	-19.083464	46.6758766	18.8	1.79958618	7/28/2013 19:24	-17.3336	48.4847	11.8	3.3
					09/07/2013/16:01	-20.033146	47.3529816	8	2.12240195	8/2/2013 15:47	-19.6364	46.255	28.2	1.8
					09/07/2013/17:21	-17.479485	48.9474258	60	2.54317141	8/2/2013 23:42	-19.2098	47.1927	5.3	3.2
					09/07/2013/04:07	-18.05002	47.8366432	2	2.28344512	8/3/2013 6:35	-18.6617	46.8055	10.6	1.5
					10/07/2013/03:31	-18.228008	47.7526741	25	1.74526036	8/3/2013 21:15	-18.5009	45.6339	12.1	2.7
					10/07/2013/05:23	-16.320017	47.9974022	60	4.54811096	8/4/2013 20:10	-18.6033	45.9187	10	2
					10/07/2013/05:37	-17.754099	47.6240845	25	2.2062304	8/4/2013 22:32	-14.8645	49.0528	6.3	2.4
					10/07/2013/06:20	-19.089624	46.6974564	25	1.87998354	8/5/2013 15:39	-18.1533	46.6907	34.9	3.1
					10/07/2013/08:30	-17.953564	47.5238609	2	2.13075662	8/10/2013 22:59	-14.7269	49.9011	10.2	2.4
					10/07/2013/22:36	-19.332819	46.7889252	2	2.10282922	8/11/2013 3:06	-23.3094	45.9491	12.2	3.2
					10/07/2013/11:29	-19.057592	46.7291336	2	1.75632346	8/11/2013 3:24	-20.4462	46.6777	12.1	2.6
					10/07/2013/17:22	-18.328743	47.636467	2	2.06552339	8/11/2013 4:00	-19.1346	46.9206	9.7	1.5
					10/07/2013/19:13	-19.289873	46.7913971	25	1.92468369	8/11/2013 11:13	-18.535	47.7602	47.7	3.3
					10/07/2013/19:43	-18.307693	47.6322136	2	3.50220108	8/12/2013 0:41	-19.8724	47.0737	10	2.5
					10/07/2013/20:16	-18.958838	46.762085	25	1.17090774	8/12/2013 10:01	-16.9106	48.1178	26.1	2.5

					10/07/2013/10:31	-17.751694	45.8807869	2	2.54554296	8/12/2013 21:59	-15.9995	46.14	33.8	2.7
					11/07/2013/13:18	-18.029963	48.4191704	25	2.48970842	8/13/2013 18:01	-17.7756	48.301	10	2.4
					11/07/2013/13:22	-18.332268	46.3670349	2	1.87311542	8/15/2013 0:43	-15.6324	48.3522	14	2.2
					11/07/2013/03:40	-18.267759	47.8794327	25	2.5817275	8/15/2013 17:56	-16.8131	44.7794	12.1	2
					11/07/2013/16:20	-16.632925	47.1362419	25	2.60511398	8/15/2013 23:24	-19.1562	46.7689	20	1.8
					11/07/2013/13:37	-19.041946	46.7321892	2	1.68080318	8/17/2013 5:41	-17.6203	46.0232	33	2.4
					12/07/2013/11:49	-17.161331	47.6746864	25	4.10486984	8/18/2013 9:05	-17.634	48.9278	48.9	3.2
					13/07/2013/17:05	-19.767103	47.0381355	2	2.32815385	8/18/2013 9:06	-17.3499	48.3855	10	3.2
					13/07/2013/19:03	-19.306875	47.2312813	25	1.91276395	8/22/2013 21:27	-17.6089	48.9491	10.3	3
					13/07/2013/19:55	-19.568457	47.1475563	25	2.16150808	8/23/2013 1:42	-17.7213	48.9657	15.1	2.5
					13/07/2013/22:13	-19.791649	47.0025291	25	2.14877415	8/23/2013 1:47	-17.7092	48.9536	1.9	2.3
					13/07/2013/21:41	-19.659578	47.0006447	60	1.88997149	8/23/2013 20:01	-17.3426	48.4899	3.4	2.7
					13/07/2013/22:02	-19.994646	47.0556068	100	2.34346294	8/24/2013 6:39	-18.4985	47.083	12.2	2.3
					13/07/2013/22:07	-19.849739	47.081665	2	2.19239259	8/24/2013 12:35	-16.2346	48.9897	12.1	3
					13/07/2013/20:28	-19.692898	47.0041809	2	1.81692994	8/25/2013 4:34	-18.5216	47.4444	5.3	1.9
					14/07/2013/00:59	-20.299137	46.6792564	2	2.61784554	8/26/2013 17:33	-24.0842	45.1531	10	2.8
					14/07/2013/13:52	-18.416544	46.5108604	100	1.56562412	8/27/2013 2:59	-20.4708	47.5785	10	2.5
					14/07/2013/02:39	-19.492804	47.0880661	2	2.01260281	8/27/2013 5:58	-23.6138	44.9607	10	2.8
					15/07/2013/01:43	-19.042225	46.7563858	2	1.49412298	8/27/2013 10:26	-17.8796	46.9699	10	1.7
					15/07/2013/01:44	-19.065809	46.7510223	60	2.05931711	8/27/2013 16:15	-20.369	47.4702	47.4	2.7
					15/07/2013/01:50	-19.104561	46.5608902	100	1.74107349	8/30/2013 18:07	-19.7895	47.0225	10	2.1

				15/07/2013/18:09	-20.569088	45.4167633	25	2.53947949	8/30/2013 22:25	-19.3841	46.9168	11.9	2.6
				15/07/2013/02:33	-19.071039	46.7461662	25	1.59608257	8/31/2013 3:47	-19.4407	47.22	34	3.1
				15/07/2013/10:16	-17.5804	47.5176811	25	2.63049579	8/31/2013 12:24	-22.3939	47.2752	12.9	3.5
				15/07/2013/01:54	-19.032911	46.7331543	2	1.61265552	9/8/2013 17:39	-20.9324	47.4901	18.2	2.6
				16/07/2013/07:10	-16.810043	47.858242	2	3.17272782					
				16/07/2013/21:01	-19.738426	46.9821434	25	1.71386898					
				16/07/2013/15:09	-20.743883	47.5979309	2	2.54151034					
				16/07/2013/12:22	-17.550877	48.1552773	25	2.2461133					
				17/07/2013/02:54	-19.399708	47.1515732	25	1.53630137					
				17/07/2013/23:45	-18.212723	46.4282799	2	2.1336906					
				17/07/2013/15:33	-19.975082	47.1564865	25	1.91622269					
				17/07/2013/08:29	-19.844877	47.4331551	25	2.1537292					
				18/07/2013/23:17	-19.003664	46.767231	25	1.46081626					
				18/07/2013/09:30	-18.980434	46.7553902	25	1.65590608					
				19/07/2013/03:05	-19.068607	46.6881638	60	2.25760865					
				20/07/2013/02:55	-18.972883	46.726738	2	1.18668771					
				20/07/2013/10:50	-20.172331	47.1679001	25	3.10483694					
				20/07/2013/05:16	-19.365019	47.0950165	2	1.50295842					
				21/07/2013/10:53	-19.02132	46.7038651	25	1.79221117					
				21/07/2013/09:15	-20.391434	46.8164749	25	2.248806					
				21/07/2013/23:09	-18.837893	46.7777634	25	1.25342083					

					22/07/2013/07:13	-16.665966	49.7993851	25	3.09970021					
					22/07/2013/01:48	-20.020878	47.3640099	25	1.99400687					
					23/07/2013/18:57	-18.316433	47.7693672	2	2.88324428					
					24/07/2013/01:41	-19.132252	46.7612305	2	1.74283552					
					24/07/2013/13:19	-18.349319	47.3918648	25	1.82747376					
					24/07/2013/06:31	-20.278542	46.5997314	25	2.12330794					
					25/07/2013/03:48	-18.966671	46.7900162	25	1.58594453					
					25/07/2013/08:28	-18.709522	46.7272034	25	1.59244227					
					25/07/2013/12:26	-18.576303	46.5205765	2	1.36494184					
					25/07/2013/21:48	-19.080435	46.7398911	25	1.57748878					
					25/07/2013/18:18	-17.560936	46.136692	2	2.54004192					
					25/07/2013/19:11	-19.103895	46.7509689	25	1.39893532					
					25/07/2013/13:51	-19.049046	46.7506447	16.1	1.63235283					
					26/07/2013/05:59	-19.286486	47.1385307	1	1.82339931					
					27/07/2013/05:43	-20.694437	45.289196	25	3.16155672					
					28/07/2013/02:43	-18.386148	45.9513664	25	2.137393					
					28/07/2013/03:01	-18.215496	47.7230186	25	1.9415648					
					28/07/2013/19:24	-17.080132	48.9269371	25	3.43237448					
					28/07/2013/12:37	-20.88368	45.1366615	2	2.66949558					
					28/07/2013/05:02	-18.99823	46.7055435	25	2.58872581					
					29/07/2013/19:12	-18.215944	46.5117683	2	1.7280339					

					29/07/2013/17:05	-18.378038	47.5351524	60	1.19735348					
					30/07/2013/18:41	-18.852339	46.7496223	2	1.77897012					
					30/07/2013/17:47	-18.982109	46.7067871	25	1.74790335					
					30/07/2013/09:13	-18.531961	46.3037682	25	1.98020124					
					31/07/2013/08:18	-18.174484	46.3706779	25	2.09059048					
					31/07/2013/09:03	-20.518991	45.5467377	25	2.67920208					
					31/07/2013/08:30	-18.895224	48.413868	2	2.28957129					
					01/08/2013/05:06	-17.750229	47.9634094	25	2.4791286					
					02/08/2013/11:30	-18.919268	46.7425385	25	1.68921924					
					02/08/2013/10:02	-18.229916	47.3378143	25	2.06019878					
					02/08/2013/04:37	-21.292202	46.410244	2	2.8781364					
					02/08/2013/23:42	-18.729254	46.968132	25	3.12784767					
					02/08/2013/15:46	-19.692856	46.1544304	2	2.83209538					
					03/08/2013/06:35	-19.042362	46.7313766	25	2.29195213					
					03/08/2013/06:35	-18.975035	46.7775993	25	2.13890338					
					03/08/2013/21:15	-18.469503	45.5068893	2	2.88202977					
					04/08/2013/22:33	-17.62068	47.4987526	25	2.67289066					
					04/08/2013/12:59	-18.680408	47.0219879	25	1.66210973					
					05/08/2013/15:39	-17.655144	48.3979607	25	3.48732376					
					05/08/2013/09:02	-18.543545	46.670681	2	1.83590722					
					06/08/2013/07:30	-19.1105	46.7453804	25	1.79212165					

				06/08/2013/00:02	-20.774439	46.4830933	2	2.71482944				
				06/08/2013/11:05	-17.766499	47.9227715	25	2.37205338				
				07/08/2013/15:17	-18.285505	46.996151	25	2.18536925				
				08/08/2013/08:43	-19.319513	46.829361	25	1.99569881				
				08/08/2013/20:21	-18.012373	48.1042252	25	2.10603976				
				08/08/2013/09:15	-18.065475	47.5738029	25	2.21053863				
				09/08/2013/03:44	-18.983446	46.7298241	25	1.19095778				
				09/08/2013/10:35	-17.450623	47.4770813	2	2.3431282				
				09/08/2013/23:16	-18.868771	46.6722641	25	1.68383837				
				09/08/2013/19:23	-12.79497	42.4660912	25	4.45824909				
				09/08/2013/13:46	-16.562334	46.6975708	25	2.59388518				
				10/08/2013/11:59	-20.095362	46.881134	2	1.8953625				
				11/08/2013/03:06	-24.578564	45.2589951	25	3.57105374				
				11/08/2013/16:03	-19.034983	46.6864319	2	1.22461998				
				11/08/2013/06:39	-17.859039	48.1506996	25	2.21926355				
				12/08/2013/00:40	-20.02796	47.0908546	25	2.78250027				
				12/08/2013/10:01	-17.378384	48.5705795	2	2.27510405				
				12/08/2013/21:58	-12.41311	42.7243576	25	3.66110277				
				12/08/2013/19:36	-18.539871	46.7233467	25	1.11754096				
				12/08/2013/11:13	-17.111305	49.4587593	2	2.58631706				
				13/08/2013/07:36	-19.379356	47.1242638	60	1.46089554				

				13/08/2013/10:09	-18.163176	47.7660599	25	2.12374187				
				13/08/2013/18:01	-17.21983	48.5135117	25	2.91094995				
				13/08/2013/13:15	-18.154947	46.4824524	2	2.01842999				
				13/08/2013/15:05	-18.917686	46.7319298	2	1.47046387				
				13/08/2013/11:41	-17.980047	47.9118805	2	2.0721724				
				14/08/2013/08:30	-18.683521	48.6424103	2	2.391922				
				14/08/2013/11:29	-18.797441	46.6574745	25	1.82343507				
				14/08/2013/21:50	-19.027386	46.7315369	25	1.87146497				
				14/08/2013/20:47	-19.02631	46.763092	25	1.33608687				
				14/08/2013/11:57	-19.006971	46.7231178	25	1.46527159				
				15/08/2013/00:42	-11.539474	44.0142593	25	3.81680274				
				15/08/2013/23:24	-19.156218	46.7689934	25	1.82557988				
				15/08/2013/17:56	-17.903381	45.5733147	25	2.59269261				
				15/08/2013/17:44	-17.077036	47.7956848	25	2.21350908				
				16/08/2013/10:20	-18.904207	46.7499466	60	1.53989136				
				16/08/2013/06:09	-19.002851	46.7117195	25	1.9429847				
				16/08/2013/00:00	-18.171251	46.4832077	25	1.77067125				
				16/08/2013/18:17	-18.976915	46.7111359	25	1.48774946				
				17/08/2013/05:41	-18.038708	46.3082466	25	2.25123787				
				17/08/2013/13:30	-18.326679	47.620575	25	1.75526643				
				17/08/2013/11:59	-20.032856	46.8798141	25	2.05625963				

				17/08/2013/11:28	-19.408041	44.6576958	2	2.81900859				
				18/08/2013/00:09	-20.269213	47.6062889	2	2.01627398				
				18/08/2013/00:47	-18.086918	47.9242706	25	1.93871486				
				18/08/2013/07:40	-19.365362	46.9237518	2	1.66220391				
				18/08/2013/09:05	-17.414927	48.7029991	25	3.38679051				
				18/08/2013/06:55	-17.851601	47.8133774	200	2.12516856				
				19/08/2013/10:17	-17.554564	47.6369934	25	2.41201901				
				19/08/2013/14:23	-18.22311	47.1706772	25	2.05615759				
				19/08/2013/16:10	-18.985626	46.7755013	60	1.22987187				
				19/08/2013/05:31	-18.011705	45.6418037	25	2.50423622				
				19/08/2013/16:28	-18.990795	46.775795	25	1.25364709				
				19/08/2013/17:59	-19.249243	46.8166504	2	1.45772755				
				19/08/2013/18:47	-19.056318	46.7445679	25	1.62255561				
				19/08/2013/16:14	-19.149456	46.7050514	2	1.32410276				
				20/08/2013/01:15	-17.318497	47.7400131	25	2.70478606				
				21/08/2013/08:30	-18.706947	48.4793434	25	2.3091228				
				22/08/2013/19:58	-17.333326	48.6950493	25	2.45494699				
				22/08/2013/21:27	-17.314716	48.5869942	2	3.51489091				
				22/08/2013/09:06	-17.56245	47.6366119	25	2.45043468				
				22/08/2013/00:59	-19.531937	46.0054169	2	2.12936974				
				23/08/2013/01:42	-17.22892	48.4974251	25	2.76817226				

				23/08/2013/06:52	-18.169615	48.3031502	25	2.6411562					
				23/08/2013/20:01	-17.242004	48.5363197	25	3.10266852					
				23/08/2013/01:46	-17.245388	48.5391235	2	2.88888168					
				24/08/2013/00:52	-18.932446	46.6926651	25	1.39191639					
				24/08/2013/06:39	-17.905581	48.1551056	60	2.75217962					
				24/08/2013/20:28	-19.421186	43.1122742	25	2.98396611					
				24/08/2013/13:29	-18.639807	47.3588982	25	1.59529853					
				24/08/2013/12:35	-16.356995	49.2447205	25	3.21747279					
				25/08/2013/04:34	-18.543049	46.4970512	25	1.99104595					
				25/08/2013/13:06	-17.994694	47.9023743	2	2.06828928					
				25/08/2013/11:04	-17.791439	49.3230171	25	2.51066136					
				26/08/2013/22:14	-19.734325	46.3452187	2	2.49046087					
				26/08/2013/17:32	-24.210855	43.7951736	60	3.66728902					
				27/08/2013/02:59	-19.417242	46.5597839	25	2.54615617					
				27/08/2013/16:15	-20.009874	47.3798714	2	2.72876358					
				27/08/2013/10:26	-17.567307	47.6154747	2	2.65933585					
				27/08/2013/05:58	-24.474148	43.7381363	25	3.82359266					
				28/08/2013/08:17	-18.680672	46.0782967	25	1.82995832					
				30/08/2013/02:29	-18.482914	46.4313164	25	1.71212244					
				30/08/2013/06:14	-17.439096	48.3213463	25	2.30932236					
				30/08/2013/08:14	-15.766098	47.5880089	2	2.77193475					

					30/08/2013/10:06	-19.882086	46.5690727	25	2.19864702					
					30/08/2013/22:09	-19.386757	46.9473267	2	1.63584495					
					30/08/2013/18:07	-19.403605	46.9173813	25	2.23553991					
					30/08/2013/22:25	-19.414785	46.9368439	2	2.84897685					
					30/08/2013/19:07	-19.412508	46.9048347	25	2.050493					
					30/08/2013/17:50	-19.403616	46.9692535	25	1.62726891					
					31/08/2013/00:19	-19.401678	46.9111099	25	2.09429789					
					31/08/2013/03:47	-19.400093	46.9175873	25	3.09332848					
					31/08/2013/12:24	-18.218561	45.7339821	2	3.28007913					
					31/08/2013/08:04	-19.402344	46.9285011	2	1.73707449					
					31/08/2013/09:58	-18.965857	46.7686844	2	1.46699119					
					31/08/2013/04:11	-19.420082	46.9147949	2	1.7880429					
					01/09/2013/07:30	-18.179956	46.459549	25	2.13852143					
					01/09/2013/23:05	-19.000681	46.7192078	2	1.49894202					
					01/09/2013/21:12	-19.027836	46.7539635	25	1.17669845					
					01/09/2013/09:35	-16.92849	49.5452805	2	3.07591724					
					02/09/2013/04:59	-16.403503	46.7400284	25	2.29687691					
					03/09/2013/22:02	-19.045807	46.750309	25	1.84928763					
					03/09/2013/13:22	-19.691244	47.0769463	2	2.47001505					
					04/09/2013/20:01	-19.053596	46.7507095	2	1.60854912					
					04/09/2013/16:16	-20.100437	49.2586174	2	2.63768101					

				04/09/2013/11:40	-17.030367	45.7866249	25	2.62601829				
				04/09/2013/08:43	-18.867847	48.5145645	100	2.35389161				
				05/09/2013/21:23	-24.376429	48.4802742	25	3.22746277				
				05/09/2013/13:49	-15.107285	49.5725021	200	3.00172949				
				06/09/2013/05:26	-19.955114	46.6971512	200	2.01355028				
				06/09/2013/08:41	-18.256788	46.2965622	25	2.00047946				
				07/09/2013/03:17	-19.910192	46.9459114	2	1.96058726				
				07/09/2013/03:43	-18.32111	47.698349	2	2.54114747				
				07/09/2013/23:40	-17.949858	46.2965736	60	2.13261533				
				07/09/2013/10:14	-17.671663	47.5138702	2	2.21537137				
				07/09/2013/03:57	-19.903149	46.949398	25	1.92234123				
				08/09/2013/07:44	-18.037401	46.3749237	25	2.13686585				
				08/09/2013/07:27	-18.90383	46.7544632	2	1.67922759				
				08/09/2013/13:57	-18.631472	48.6323891	25	2.33465815				
				09/09/2013/11:45	-19.847424	45.6586494	25	2.43440199				
				10/09/2013/23:31	-17.611952	48.7233887	25	2.47060466				
				10/09/2013/09:43	-19.196997	47.7436714	25	1.6059171				
				11/09/2013/06:16	-22.107744	42.1486702	25	3.32354164				
				11/09/2013/02:04	-18.664797	46.4803391	2	2.14586329				
				12/09/2013/10:16	-17.500046	47.5789948	60	2.44542933				
				12/09/2013/08:47	-17.768654	46.435524	2	2.00099254				

					13/09/2013/08:13	-18.363174	47.6866951	2	1.45482695					
					14/09/2013/22:36	-13.391922	46.09618	200	3.37000322					
					14/09/2013/16:38	-18.214376	47.8366699	2	2.10414696					
					15/09/2013/05:47	-20.477125	46.1591873	2	2.266289					
					16/09/2013/21:18	-19.103905	46.0761452	25	1.08330822					
					16/09/2013/13:50	-17.158127	48.5596466	200	2.5176239					
					17/09/2013/05:32	-18.933092	46.7097893	25	1.38133049					
					17/09/2013/00:21	-20.019072	46.9690857	200	2.5256331					
					18/09/2013/10:17	-20.077454	46.7748299	25	2.29545951					
					18/09/2013/05:49	-18.857918	46.7829132	100	1.8126533					
					19/09/2013/07:21	-19.104063	46.7438622	25	1.56381607					
					19/09/2013/21:57	-17.651325	46.6751137	25	2.57567668					
					19/09/2013/07:08	-19.074226	46.6525345	2	1.7962296					
					19/09/2013/04:04	-18.674665	46.0952148	2	2.53107285					
					19/09/2013/04:02	-16.988211	46.8432388	2	2.42880821					
					20/09/2013/15:35	-19.92977	46.9078941	15.0	2.37405682					
					20/09/2013/21:37	-19.873247	47.0326118	7	2.19003463					
					20/09/2013/16:29	-19.310209	46.8372307	2	1.73987675					
					20/09/2013/15:41	-18.646347	48.0869789	25	2.08624411					
					21/09/2013/11:03	-19.04921	46.7401505	60	2.08920288					
					21/09/2013/09:44	-17.584526	47.5462799	25	2.40471649					

				21/09/2013/13:23	-17.204239	47.9968643	25	3.24049973				
				22/09/2013/19:13	-19.373322	46.8301353	2	1.52052486				
				22/09/2013/03:00	-14.080313	49.1261711	25	3.59688687				
				24/09/2013/08:18	-19.220449	46.770771	25	1.57375002				
				24/09/2013/07:52	-18.996311	46.6901932	25	1.5978148				
				25/09/2013/01:08	-17.308205	47.7071114	25	2.31372929				
				25/09/2013/15:44	-18.994822	46.7087212	25	1.35679388				
				25/09/2013/07:37	-19.342829	47.0987434	2	1.88622475				
				26/09/2013/06:32	-21.490166	47.7553291	2	2.50077248				
				27/09/2013/06:02	-18.410669	47.5212784	25	1.51552439				
				28/09/2013/00:26	-19.080723	46.7273674	25	1.50765944				
				28/09/2013/10:25	-18.25861	46.5149117	25	2.0012815				
				28/09/2013/12:51	-12.59946	48.73983	25	4.85856342				
				28/09/2013/21:24	-18.993578	46.6965256	60	1.7202965				
				28/09/2013/18:22	-19.021017	46.6858025	25	1.99929094				
				28/09/2013/19:20	-19.023228	46.6860123	25	1.97935963				
				28/09/2013/16:45	-19.011402	46.6878433	25	2.38644457				
				29/09/2013/05:00	-18.431393	48.401474	2	2.14156651				
				29/09/2013/17:22	-19.237909	46.8606873	25	1.48511219				
				29/09/2013/11:18	-17.283823	48.3823776	25	2.34429431				
				30/09/2013/03:59	-18.688595	45.902668	25	2.29661059				

					30/09/2013/12:30	-18.715019	47.3532486	25	1.50959408				
					30/09/2013/22:31	-19.281157	46.6797867	60	1.96656311				
					30/09/2013/17:07	-17.830116	47.5647125	18.8	2.57997632				
					30/09/2013/14:23	-19.362366	46.9182205	6	2.08333015				
					01/10/2013/23:05	-17.559393	42.3645477	25	3.54220676				
					01/10/2013/17:58	-19.036554	46.741127	25	1.78938866				
					03/10/2013/11:57	-20.261181	47.3576088	100	2.39087272				
					03/10/2013/03:25	-17.402409	48.3562698	25	2.8029561				
					03/10/2013/01:21	-18.95525	46.6425705	25	2.14904785				
					03/10/2013/00:22	-19.399338	46.8701668	25	2.49817729				
					05/10/2013/11:11	-18.978828	49.0789261	2	3.1300087				
					05/10/2013/21:45	-18.690277	48.805069	25	2.73318458				
					05/10/2013/18:17	-17.411234	42.3229256	25	3.71955657				
					05/10/2013/13:02	-17.280237	48.4969749	100	3.10567307				
					07/10/2013/03:17	-18.158953	46.4964752	2	2.18837214				
					07/10/2013/17:36	-19.288168	46.6830101	25	2.06238556				
					07/10/2013/03:29	-19.009827	46.7271805	25	1.80517066				
					07/10/2013/10:50	-23.592796	50.2583847	25	3.22984171				
					08/10/2013/20:54	-19.24427	46.6988411	2	1.95435178				
					09/10/2013/18:52	-16.836582	49.2651443	10	3.21296763				
					09/10/2013/03:04	-19.784885	46.8716393	25	1.76972461				

				09/10/2013/02:43	-17.935049	48.0239525	25	2.32231379				
				10/10/2013/22:19	-20.053999	46.5948257	25	2.28841448				
				11/10/2013/07:29	-17.41563	48.2646675	10	2.90248275				
				11/10/2013/12:05	-18.38982	46.795578	25	1.71027839				
				11/10/2013/09:46	-17.587753	47.615139	2	2.81888318				
				12/10/2013/08:25	-17.292479	48.392643	2	2.87557602				
				13/10/2013/00:17	-18.66564	46.7977371	25	2.06612372				
				13/10/2013/01:56	-18.951649	46.751049	25	1.63119638				
				13/10/2013/23:00	-18.706741	46.1907005	100	2.06535816				
				14/10/2013/00:38	-18.497587	47.4036522	2	2.21530485				
				14/10/2013/23:33	-19.146965	46.7120895	25	2.7646842				
				14/10/2013/12:41	-16.21159	50.612854	2	3.59610891				
				14/10/2013/12:36	-15.575112	50.2118988	25	3.80410504				
				15/10/2013/07:22	-19.218328	46.7635612	2	1.72283483				
				16/10/2013/13:05	-20.273899	46.526413	25	2.46163082				
				17/10/2013/01:23	-17.774696	48.2845459	2	3.13175321				
				17/10/2013/21:00	-17.900331	46.3655052	25	2.70918083				
				17/10/2013/15:24	-17.709782	48.6500168	2	2.77349758				
				17/10/2013/04:55	-18.783182	46.5809212	2	1.73910069				
				18/10/2013/02:37	-18.48019	48.5189934	2	2.95185161				
				19/10/2013/06:00	-18.937748	45.6132622	2	2.29187751				

				20/10/2013/12:37	-17.017239	45.1622162	2	3.5039494				
				20/10/2013/03:10	-17.292116	48.4536018	25	3.15843678				
				21/10/2013/20:53	-17.605637	48.6705551	100	2.88009143				
				21/10/2013/06:10	-18.590914	46.6676292	25	1.65036941				
				22/10/2013/12:21	-18.080338	47.7844887	25	1.95030451				
				22/10/2013/17:13	-19.014353	48.7657204	60	2.39859366				
				22/10/2013/13:01	-19.511017	46.4540482	2	3.2753942				
				22/10/2013/05:49	-19.021986	47.4779358	25	2.41301584				
				23/10/2013/10:08	-18.336002	46.5459251	60	2.41301584				
				23/10/2013/15:14	-19.079247	47.3134956	2	1.50644791				
				23/10/2013/22:52	-17.667187	46.1510963	25	2.45722818				
				24/10/2013/00:06	-17.365858	48.0090828	25	1.28319752				
				24/10/2013/03:00	-17.943817	45.8436317	25	2.51726103				
				24/10/2013/14:34	-19.361563	46.9411125	200	2.45768595				
				24/10/2013/08:40	-18.370291	47.6724396	25	2.27615237				
				24/10/2013/10:29	-20.079836	46.9471931	25	2.27805495				
				24/10/2013/07:56	-19.001564	46.7085419	25	2.16343498				
				25/10/2013/03:47	-18.497084	46.3451996	2	1.72237349				
				25/10/2013/13:27	-20.001942	46.8699684	25	2.07570863				
				25/10/2013/09:24	-18.386326	47.6276627	25	2.41094565				
				26/10/2013/03:32	-18.706022	45.8550911	25	2.80328798				

					26/10/2013/21:18	-18.227139	46.3783112	25	2.33184385					
					26/10/2013/17:10	-18.780396	48.818737	25	2.08973002					
					26/10/2013/10:14	-18.000248	48.592762	25	2.71526718					
					27/10/2013/00:19	-21.504929	47.8368416	25	2.70401597					
					27/10/2013/15:26	-19.836243	46.9909706	25	2.8268733					
					27/10/2013/14:02	-20.056372	47.0835228	2	1.89158499					
					28/10/2013/07:07	-18.130768	47.5416603	25	2.1944809					
					28/10/2013/07:38	-17.849308	47.96735	25	2.21146822					
					28/10/2013/03:01	-17.615664	48.6206779	60	2.5069325					
					29/10/2013/09:09	-19.0686	47.5728264	200	2.68151021					
					29/10/2013/06:10	-17.612423	48.3277473	25	1.18862307					
					30/10/2013/04:07	-18.550406	47.1247978	25	2.67302608					
					30/10/2013/05:13	-18.696688	45.8747787	2	1.53498828					
					30/10/2013/21:35	-19.069708	46.8311806	25	2.80850816					
					30/10/2013/09:58	-19.795282	45.9070892	60	1.64080429					
					30/10/2013/12:18	-18.748461	48.0349121	10	3.05365896					
					30/10/2013/08:32	-18.256144	46.4059448	60	2.22084236					
					31/10/2013/12:04	-18.178724	47.2901077	2	2.52015805					
					31/10/2013/21:15	-16.399426	49.0817299	25	3.15863371					
					31/10/2013/05:02	-19.008381	46.7044563	25	2.86314297					
					31/10/2013/07:16	-19.075251	46.6945953	25	1.83011222					

				01/11/2013/17:20	-18.677691	46.1668625	25	1.82770908				
				02/11/2013/11:16	-20.948763	47.4650459	25	1.90528977				
				02/11/2013/05:23	-18.637444	46.463501	25	2.3629632				
				03/11/2013/02:37	-19.053139	46.7490425	2	3.34407139				
				03/11/2013/06:25	-19.874897	47.1429443	25	2.15622211				
				03/11/2013/02:07	-17.855238	46.3928299	2	2.00728345				
				03/11/2013/21:28	-19.533617	46.8330574	25	2.38860917				
				03/11/2013/15:09	-20.216562	47.4002266	2	1.96288967				
				04/11/2013/01:09	-17.136169	47.6538048	25	2.1317625				
				04/11/2013/09:11	-17.795887	47.0564919	2	2.38267279				
				04/11/2013/04:44	-17.382954	48.3707962	2	2.20828915				
				05/11/2013/16:00	-18.425629	47.1749115	25	2.74582005				
				05/11/2013/10:17	-16.777992	47.9466057	25	1.79972792				
				05/11/2013/10:12	-17.872795	47.1381645	200	2.38762045				
				06/11/2013/08:54	-18.888733	48.2046242	25	1.91583502				
				06/11/2013/08:58	-19.035023	46.7329178	25	1.92376351				
				06/11/2013/01:51	-16.322441	47.3850327	2	2.17727041				
				06/11/2013/11:45	-18.101526	48.3617783	2	2.49794316				
				06/11/2013/00:33	-19.374052	46.9653473	2	3.18332005				
				06/11/2013/09:24	-19.074951	46.7224236	2	1.69124317				
				07/11/2013/00:22	-18.568592	47.8210297	25	1.38655937				

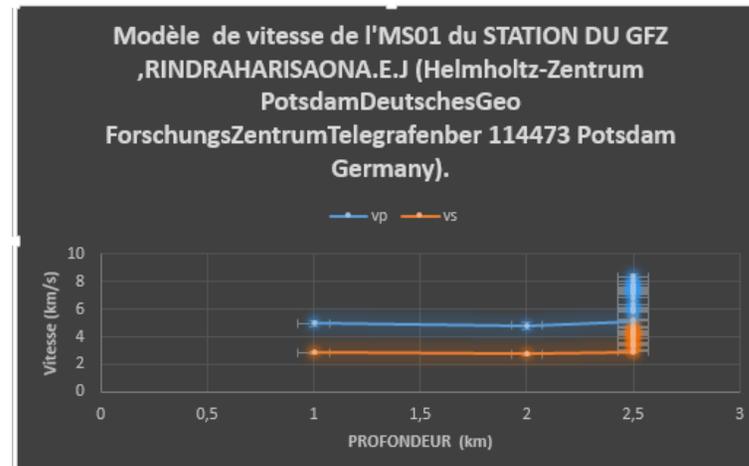
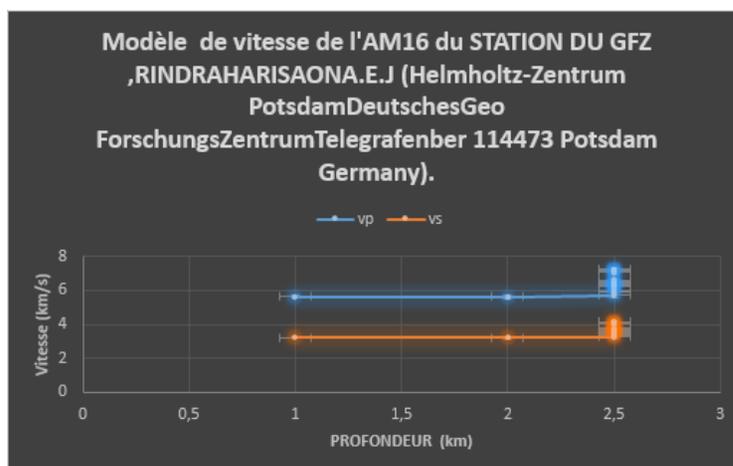
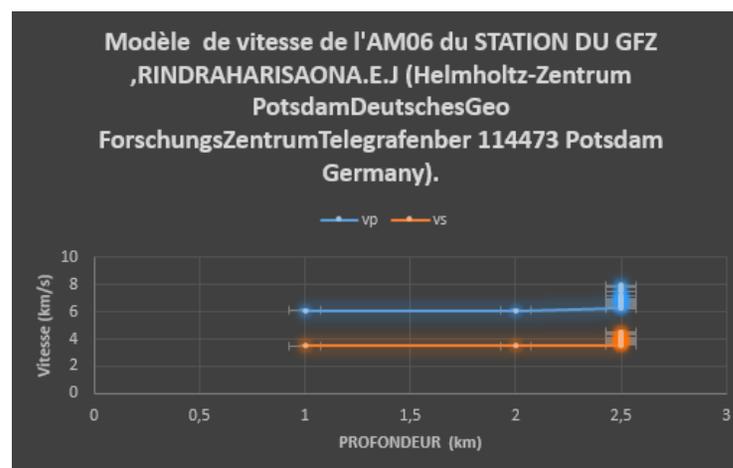
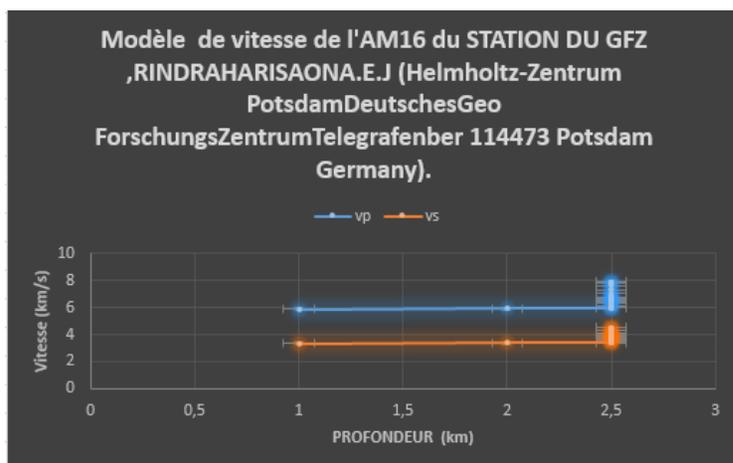
				07/11/2013/08:11	-19.935535	47.2473106	25	2.09211993				
				07/11/2013/22:04	-19.889872	47.0194206	2	1.89749646				
				07/11/2013/20:05	-21.297943	46.6877899	60	1.66865885				
				07/11/2013/08:16	-19.962267	47.2240639	2	2.52964187				
				08/11/2013/06:08	-20.419138	46.6544685	2	1.97727025				
				08/11/2013/10:28	-19.548904	46.9432259	25	2.22751975				
				08/11/2013/21:45	-18.825047	48.0845718	25	1.47898066				
				08/11/2013/09:29	-19.309982	46.9633179	2	1.78808987				
				09/11/2013/09:02	-18.624178	47.330452	2	2.2326138				
				09/11/2013/21:17	-13.406782	46.8198662	25	1.22500873				
				09/11/2013/20:17	-18.071426	45.4971542	2	3.2229073				
				09/11/2013/0:15	-17.870737	48.7864914	25	2.36366987				
				10/11/2013/1:53	-20.462326	46.1240463	25	2.40062952				
				10/11/2013/8:43	-17.231733	49.3573608	25	2.71123838				
				10/11/2013/9:29	-20.269407	47.2380447	33.7	3.14433622				
				10/11/2013/3:19	-15.025976	50.0997391	2	2.34034181				
				10/11/2013/5:38	-17.808971	45.7384491	25	3.18332481				
				10/11/2013/9:33	-18.952736	46.6967468	60	2.37922931				
				10/11/2013/1:32	-21.370699	46.9502525	60	1.52234125				
				11/11/2013/6:27	-19.098284	46.6544037	25	3.01426291				
				11/11/2013/1:22	-17.711847	48.6116562	25	1.2930516				

				11/11/2013/4:38	-17.640594	48.7285156	2	3.56564188				
				12/11/2013/9:05	-18.977686	47.5802574	25	3.22490811				
				12/11/2013/05:31	-18.268826	46.5364761	25	1.28727663				
				12/11/2013/21:50	-19.587633	47.0102081	60	2.97399974				
				12/11/2013/12:25	-16.392073	42.8361702	2	1.96088731				
				13/11/2013/01:26	-19.703707	46.7273216	60	4.21364498				
				14/11/2013/15:20	-17.836985	46.0280495	60	2.16218519				
				14/11/2013/14:52	-18.878458	46.7641869	2	2.41383839				
				14/11/2013/11:25	-18.101028	46.3594971	25	2.55129838				
				15/11/2013/01:29	-18.7064	45.5729942	25	2.7460475				
				15/11/2013/15:59	-20.526228	46.6567879	2	3.12873793				
				15/11/2013/08:02	-13.470761	44.6574097	200	2.61517286				
				15/11/2013/05:33	-19.085566	46.6994095	25	3.3750968				
				16/11/2013/01:00	-18.986965	46.7051735	25	1.86040735				
				16/11/2013/23:56	-18.407513	48.6917305	25	2.57654929				
				16/11/2013/06:15	-21.377222	47.7278328	25	2.34210777				
				16/11/2013/15:21	-16.62076	47.615284	25	2.52157998				
				16/11/2013/03:44	-18.998169	46.7086487	10	2.65654635				
				16/11/2013/22:25	-19.305048	46.9667587	2	1.62949502				
				17/11/2013/06:44	-18.792513	46.749424	25	1.4689517				
				17/11/2013/06:53	-18.994701	46.7044411	60	1.58447289				

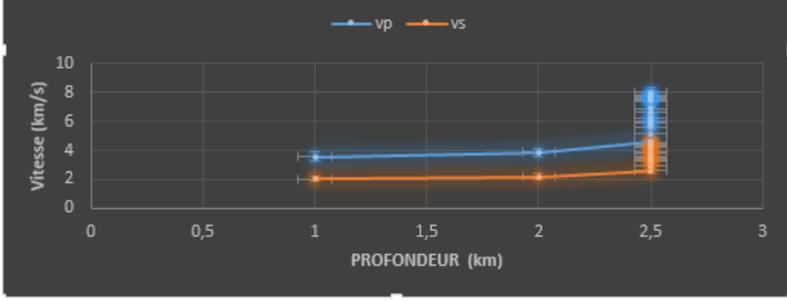
				17/11/2013/06:20	-19.382708	46.4638252	200	1.76301408				
				17/11/2013/10:52	-18.456301	47.0239525	2	1.9150095				
				17/11/2013/07:47	-16.351442	48.6312408	25	1.52982605				
				18/11/2013/09:25	-18.838833	46.7523193	25	2.52266526				
				18/11/2013/01:19	-17.54904	48.3537903	2	1.62833917				
				18/11/2013/12:03	-18.372562	49.3477516	25	2.52318239				
				19/11/2013/20:50	-20.119167	47.4725723	2	2.45866323				
				19/11/2013/08:14	-17.709948	48.3707809	181	1.97328293				
				20/11/2013/19:37	-19.055937	46.7408371		2.23050904				
				20/11/2013/00:44	-20.909883	46.6531105		1.53785765				
				21/11/2013/05:20	-18.880766	46.7705154		2.67169929				
				22/11/2013/03:22	-18.840973	46.7274857		2.15924025				
				22/11/2013/00:28	-18.700357	48.2811775		1.47497284				
				23/11/2013/00:50	-19.029371	46.7553902		3.09087276				
				23/11/2013/15:03	-18.313311	47.7074356		1.37042177				
				23/11/2013/02:12	-18.542038	46.4972992		1.59338963				
				23/11/2013/01:44	-18.370523	47.6069717		1.90406442				
				24/11/2013/04:07	-19.28356	46.6329422		1.82320237				

ANNEXE B

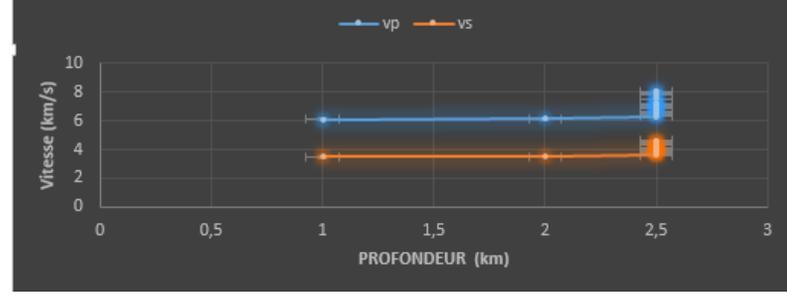
Tableau 8: Station et modèle de vitesse correspondant du GFZ.



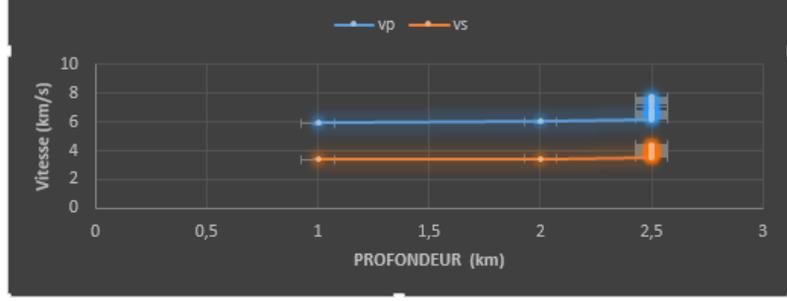
Modèle de vitesse de l'MS06A du STATION DU GFZ
 ,RINDRAHARISAONA.E.J (Helmholtz-Zentrum
 PotsdamDeutschesGeo
 ForschungszentrumTelegrafenberg 114473 Potsdam
 Germany).



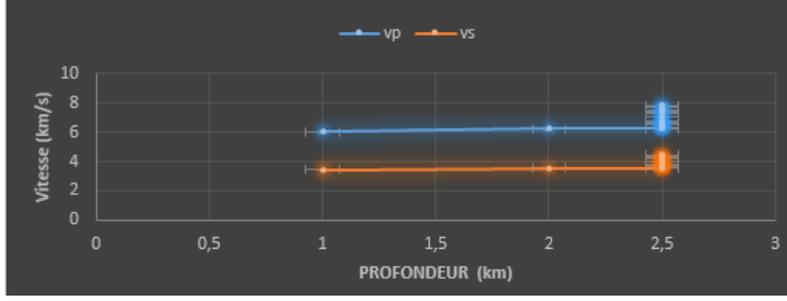
Modèle de vitesse de l'MS19 du STATION DU GFZ
 ,RINDRAHARISAONA.E.J (Helmholtz-Zentrum
 PotsdamDeutschesGeo
 ForschungszentrumTelegrafenberg 114473 Potsdam
 Germany).



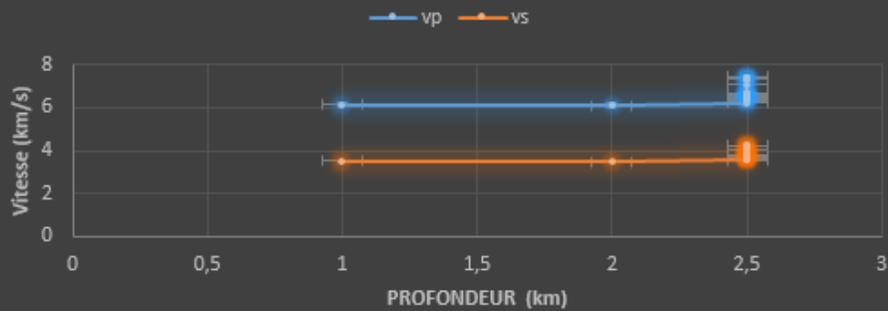
Modèle de vitesse du RUM1 du STATION DU GFZ
 ,RINDRAHARISAONA.E.J (Helmholtz-Zentrum
 PotsdamDeutschesGeo
 ForschungszentrumTelegrafenberg 114473 Potsdam
 Germany).



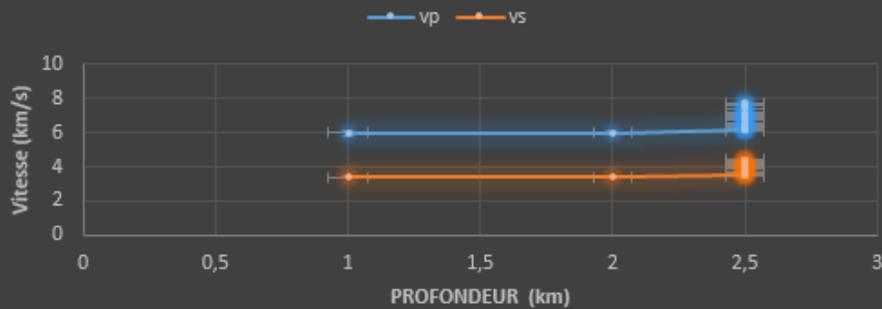
Modèle de vitesse du RUM2 du STATION DU GFZ
 ,RINDRAHARISAONA.E.J (Helmholtz-Zentrum
 PotsdamDeutschesGeo
 ForschungszentrumTelegrafenberg 114473 Potsdam
 Germany).



Modèle de vitesse du RUM5 du STATION DU GFZ
,RINDRAHARISAONA.E.J (Helmholtz-Zentrum
PotsdamDeutschesGeo
ForschungsZentrumTelegrafenberg 114473 Potsdam
Germany).



Modèle de vitesse du VOI du STATION DU GFZ
,RINDRAHARISAONA.E.J (Helmholtz-Zentrum
PotsdamDeutschesGeo
ForschungsZentrumTelegrafenberg 114473 Potsdam
Germany).



BIBLIOGRAPHIES

- **RAMBOLAMANANA G.**, 1999, Modélisation de la partie centrale de Madagascar par la sismologie. Thèse d'Etat, Faculté des Sciences de l'Université de Madagascar.
- **RAKOTONDRAIBE TSIRIANDRIMANANA**, 2010, Modélisation de la structure de vitesse sous les stations sismiques Malgaches ABPO et FOMA par inversion de la receiver function , DEA, Université D'Antananarivo *page:13-19*
- **RINDRAHARISAONA ELISA JOSIANE** , 2010, Evaluation du paramètres sismiques et aléa dans certains zones des Madagascar DEA 2010 Université D'Antananarivo *page:4-28*
- **RAKOTOMALALA JULIANA MIREILLE SUMMER**, 2007, Étude de la sismicité de Madagascar en relation avec la tectonique cassante , DEA, Université D'Antananarivo *page:65*
- **ANDRIAMPENOMANANA NY ONY E. FENITRA SY TANJONA**, 2010, Structure de vitesses par inversion des ondes de surface enregistrées sur les stations sismiques Malgaches ABPO et FOMA , DEA, Université D'Antananarivo *page:7-12*
- **ANDRIAMAMPANDRY Andriamendrikaja Jaona**, Analyse de la complémentaire des stations sismiques Malagasy avec ceux du PASSCAL PROJECT, DEA, Université D'Antananarivo *page:60-62*

WEBOGRAPHIES

- [1]<https://www.google.mg/search?q=HYPOCENTRE+ET+ÉPICENTRE+D4UN+SÉISME&tbm>
JM Janvier 2017
- [2][définition-propagation-des-ondes-sismiques.html](#) Janvier février 2017
- [3][caractéristiques-d-un-seisme](#) février 2017
- [4]<https://HELMSTETTER A., KAGAN Y., JACKSON D., 2005, Comparison of shortterm and long-term earthquake forecast models for Southern California. Bull. seism. Soc. Am. 96, 90-106>
février 2017
- [5]<https:// KAGAN, JACKSON D. , 1991, Long-term earthquake clustering. Geophys. J. Int., 104,117-133>, Mars 2017
- [6]<https://KANAMORI H., 1983, Magnitude scale and quantification of earthquakes. Tectonophysics, 93, 185-199>. Mars 2017
- [7]<https://KANAMORI H. AND ANDERSON D., 1975 Theoretical basis of some empirical relations in seismology. Bull. Seism Soc. Am, 65: 1073-1095> .
- [8]<https://OMORI F., 1894, On the after-shocks of earthquakes. J. College Sci., Imp. Univ. Tokyo, 7, 111-200> Mars 2017
- [9]<https://UTSU T., 1961, A statistical study on the occurrence of aftershocks. Geoph. Magazine, 30, 521-605> Mars 2017
- [10]http://eost.utrasbg.fr/pedago/fiche1/ondes_sismiques.fr.html Avril 2017
- [11]<http://membres.lycos.fr/earthquakes/introduction.htm> Mai 2017
- [12]http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89chelle_de_Mercalli Juin 2017
- [13]<http://sciencesinfo.net/sitelft/mines/pagemines1.php> Août 2017
- [14]<https://actualite.housseniawriting.com/science/2016/11/29/pourquoi-des-seismes-et-des-volcans-a-madagascar/19483/> Septembre 2017

[15]<https://www.google.mg/search?q=d%C3%A9finition+d%27une+faille+sismique&oq=d%C3%A9finition+d%27une+faille&aqs=chrome.1.69i57j0l5.17255j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>Septembre 2017

[16]<http://www.ndma.gov.pk/sep/books/b2.pdf> Octobre 2017

[17]https://www.google.mg/search?q=Stein+and+Wysession+2003&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiB8o3Wj_DXAhWGQBoKHV6bBqwQ_AUICigB&biw=1360&bih=613#imgrc=IFEQ0t7CLC13aM: Novembre 2017

[18]<http://musee-sismologie.unistra.fr/comprendre-les-seismes/notions-pour-petits-et-grands/notions-de-base/magnitude-dun-seisme/> Novembre 2017

TABLE DES MATIERES

<i>REMERCIEMENT</i>	i
<i>SOMMAIRE</i>	ii
LISTES DES FIGURES	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	vi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I: RAPPELS THÉORIQUES	3
RAPPELS THÉORIQUES	4
I-1) Définition	4
I-2) Les ondes sismiques.....	4
I-3) Magnitude et intensité d'un séisme.....	10
I-4) Les séquences d'un séisme	17
I-5) Mécanisme au foyer	19
I-6) Les Failles	20
I-7) Relation avec les séismes.....	22
I-8) Structure géologique et tectonique de Madagascar.....	23
CHAPITRE II: ACQUISITION DES DONNÉES SISMIQUES	28
II-1) ACQUISITION DES DONNÉES SISMIQUES	30
II-1-a). ACQUISITION DES DONNÉES DES STATIONS SISMIQUES MALAGASY	30
II-1-b) ACQUISITION DES DONNÉES DU PASSCAL PROJECT.....	33
CHAPITRE III : MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES	38
III-1) MÉTHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNÉES	40
III-1-a) MÉTHODOLOGIE.....	40
III-1-b) TRAITEMENT DES DONNÉES	41

III-2)	COMPARAISON DES FOYERS SISMIQUES DES TROIS LOCALISATIONS	43
III-3)	COMPARAISON À CEUX LOCALISES PAR LES STATIONS DU PASCAL PROJECT	48
III-4)	COMPARAISON ET AMÉLIORATION RAPPORTES PAR RAPPORT A LA LOCALISATION AVEC LES STATIONS DU P.PROJ.....	50
CHAPITRE IV: RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS.....		56
IV-1)	RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS	57
IV-1-a)	RÉSULTATS	57
IV-1-b)	INTERPRÉTATIONS	64
CONCLUSION.....		70
<i>BIBLIOGRAPHIES</i>		106
<i>WEBOGRAPHIES</i>.....		107

Encadreurs: Pr. RAMBOLAMANANA Gérard
Tel: 0340162353

Impétrant : HARINIONY Andoniaina Herintsalama
Tel: 0341034625

E-mail:g_rambolamanana@yahoo.fr

E-mail:andohariniony@gmail.com

**Titre : ÉTUDE DE LA SISMICITÉ DES PARTIES CENTRALE ET SUD DE
MADAGASCAR**

ABSTRACT

The data used come from the NDC of IOGA's Seismology and Infrason laboratory from 2003 until 2016. These data were used previously to locate the earthquakes using the JADE and ONYX software and relocated again by the SEISAN software, to be compared. On the other hand, the situation is quite different for P.PROJ because the data coming from the S.S.M were not used but data recorded during the same period by temporary mobile stations. The obtained results made it possible to better situate the events following the geological and tectonic faults as well as the lineaments. The newer velocity models have also brought significant improvements to the relocation of seismic events.

The central part of Madagascar bounded by latitudes 21 ° S and 17 ° S and longitudes 42 ° E and 53 ° E corresponds to the greatest seismic activity, representing 97% of recorded earthquakes. The three most important areas in recorded earthquakes and with the highest magnitudes are: Itasy, with the highest number of seismic events in number of 366 events with a maximum magnitude of 6.1. Then the zone of Famoizankova, with a maximum magnitude reaching 6.4, whose number of recorded seismic events is of 104. And finally, the zone of Ankaratra where 292 events occurred having a magnitude of the same value as that of Itasy.

This study is limited to a small number of recorded events, not allowing to better cover the 29 seismic zones defined on all Madagascar.

Keywords:*Itasy, Madagascar, earthquake*

RÉSUMÉ

Les données utilisées proviennent du CND du laboratoire de Sismologie et Infrason de l'IOGA de 2003 jusqu'à 2016. Ces données ont été utilisées auparavant pour localiser les séismes par le logiciel JADE et ONYX puis relocalisées à nouveau par le logiciel SEISAN, pour ensuite être comparées. Par contre la situation est tout à fait différent pour P.PROJ car les données venant du S.S.M n'ont pas été utilisées mais des données enregistrées pendant cette même période par des stations mobiles temporaires. Les résultats obtenus ont permis de mieux replacer les évènements suivants les failles géologique et tectonique ainsi que les linéaments. Les modèles de vitesse plus récents ont apporté également des améliorations sensibles à la relocalisation des évènements sismiques.

La partie centrale de Madagascar délimitée par les latitudes 21°S et 17°S et les longitudes 42°E et 53°E correspond à la plus grande activité sismique, représentant 97% des séismes enregistrés. Les trois zones les plus importantes en nombre de séismes enregistrés et ayant les magnitudes les plus élevées sont: Itasy, tenant le nombre le plus élevé d'évènements sismiques au nombre de 366 évènements avec comme magnitude maximale qui s'élève à 6.1. Ensuite la zone de Famoizankova, avec une magnitude maximale atteignant 6.4, dont le nombre d'évènements sismiques enregistrés est au nombre de 104. Et enfin, la zone de l'Ankaratra où on a enregistré 292 évènements possédant une magnitude de même valeur que celle de l'Itasy.

Cette étude est limitée à un faible nombre d'évènements enregistrés, ne permettant pas de mieux couvrir les 29 zones sismiques définies sur tout Madagascar.

MOTS CLES: *Itasy, Madagascar, séisme*