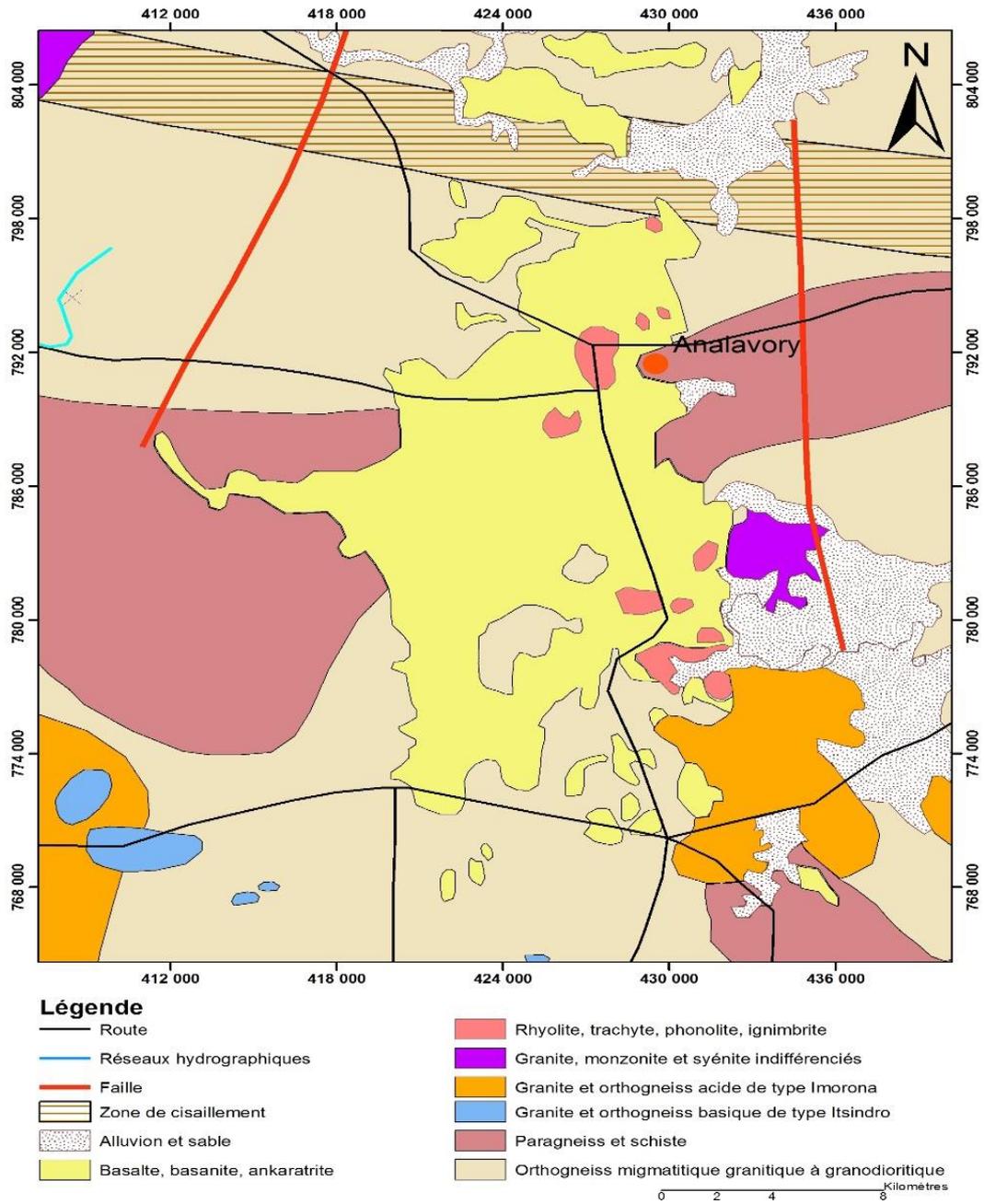


## **II.2. Lithologie d'Itasy**

Le champ volcanique d'Itasy est formé par une variété de structures volcaniques ; des écoulements mafiques, des aiguilles péleennes, d'extrusion de trachyte ; des différents types d'explosions phréato-magmatiques. (Besairie et al.,1972). Ce groupement de volcans s'allonge sur 30 km environ du Nord au Sud sur 5 à 10 km d'Est en Ouest (Besairie et al.,1972). La région de l'Itasy est constituée de gneiss migmatitique du socle précambrien à la base des différents édifices volcaniques. Elle est située à l'extrémité Ouest de la partie Sud de la virgation d'Antananarivo (Besairie et al.,1972). La partie occidentale de l'Itasy du côté de Soavinandriana correspond à un ensemble de roches migmatiques (Besairie et al.,1972), de roches volcaniques et des formations récentes qui sont les alluvions lacustres. Selon les travaux récents de PGRM 2012, les principales formations sont les suivantes :

L'orthogneiss migmatitique granitique à granodioritique (Paléoprotérozoïque) du domaine d'Antananarivo constitue le socle cristallin ; faisant partie de la suite de Betsiboka. Les orthogneiss migmatitiques datent de 2 500 Ma environ. Ensuite, des paragneiss et schiste du groupe d'Ambatolampy (Néoprotérozoïque) antérieurement reconnu comme « Série d'Ambatolampy » (Besairie et al.,1964) est caractérisé par des schistes et des paragneiss alumineux, certains riches en graphite, et avec d'abondants niveaux de quartzite. Les granites et orthogneiss de type acide et basique d'Imorona-Itsindro (Néoprotérozoïque) représentent une période d'intense magmatisme intrusif qui a affecté une grande partie de l'ensemble du bouclier malgache. Le Granite, monzonite et syénite indifférenciée de la Suite d'Ambalavao Kiangara-Maevarano (Cambrien 510-550 Ma) ont été intrusifs à 630 Ma. Les Rhyolite, trachyte, phonolite, ignimbrite, basalte, basanite et ankaratrite caractérisent le volcanisme et plutonisme phanérozoïque (Miocène-Pléistocène inférieur). Enfin, des alluvions et sables qui constituent les sédiments phanérozoïques (Pléistocène).



**Figure 7:** Carte des principales montrant principalement le champ volcanique de la région d'Itasy (Besairie 1964, modifiée), projection Laborde Madagascar.

## **CHAPITRE III : METHODOLOGIE DES TRAVAUX**

La descente sur le terrain du 25 Mai jusqu'au 1 Juin à Soavinandriana a permis de localiser tous les cônes récents d'âge quaternaire et à prélever des échantillons des roches volcaniques de tous les cônes qu'on a pu observer dans cette région. Les roches échantillonnées sont numérotées et sont mises dans des sacs plastiques portant également des numéros. L'échantillonnage est une étape particulièrement importante et doit toujours être représentatif. L'observation et la description des affleurements s'est fait macroscopiquement et sous la loupe.

### **III.1. Élaboration des cartes**

Des données obtenues sur le terrain sont numérisées. Le résumé contenant la description minéralogique et les coordonnées prises se fait sous forme de tableau et enregistré sous Excel. Le logiciel ArcGIS 10.3 a été utilisé lors de l'élaboration des cartes.

Tout d'abord, la carte géologique de la région étudiée par le service géologique de Madagascar (ANNEXE 4) carte a été scannée. Puis viens le géoréférencement de la carte sur ArcGis, ensuite la digitalisation des principales lithologies de la région et des cônes volcaniques visibles sur la carte avec la localisation des principaux lieux d'échantillonnage par la projection des données Excel sur la carte sous ArcGis.

Pour la carte indiquant les cônes volcaniques du district de Soavinandriana, le Google Earth Pro ainsi que l'ArcGIS 10.3 sont utilisés ; l'image satellitaire (ANNEXE 5) de la zone d'étude est délimitée puis extrait sous forme d'image en utilisant Google Earth Pro. Puis la carte a été géoréférencée pour être traiter sous ArcGIS. Les cônes visibles sur l'image, les principaux lieux d'échantillonnage situés sur l'image satellitaire ont été marqués.

### **III.2. Confection des lames minces**

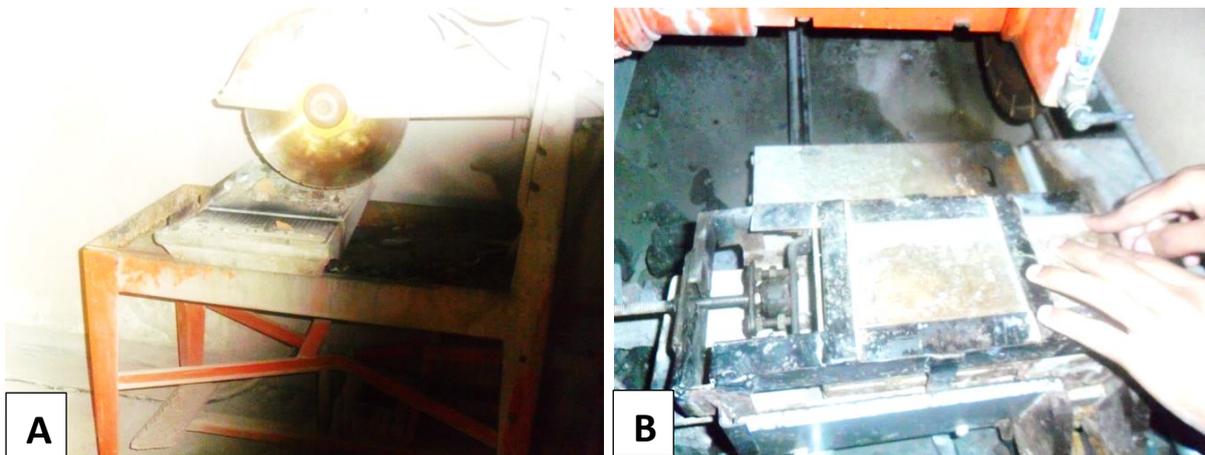
Au total, des lames minces des échantillons de roches au nombre de vingt-huit (28) ont été effectuées au laboratoire du département de Géologie à l'Université d'Antananarivo dont vingt-quatre (24) (ANNEXE 2) sont des coulées volcaniques et quatre (4) sont des échantillons du socle (ANNEXE 3). Des projections volcaniques ne sont pas prises en compte dans l'observation microscopique.

La pétrographie par microscopie se fait sur une lame mince de la roche étudiée. Pour l'observation à l'échelle microscopique, on a recours aux lames minces confectionnées par sciage des échantillons, polissage et amincissement des faces de la roche qui est une tranche ultrafine d'environ 3 cm x 4 cm de surface, collée à une simple lame de verre. Son épaisseur de 30 micromètres doit être bien régulière.

La confection de cette lame passe par plusieurs étapes ; en premier lieu, le sciage est réalisé à l'aide d'une scie circulaire diamantée (Figure 8 A). Deux coupes parallèles sont espacées d'environ 1 cm permettant de détacher une plaque de roche dans un fragment ayant une taille d'un morceau de sucre en utilisant une scie de précision (Figure 8 B). Le but est d'avoir une tranche de roche de 5mm d'épaisseur. Après vient le dressage ayant pour objectif d'effacer les traces de scies sur la surface du sucre après sciage tandis que le surfaçage est nécessaire pour l'obtention d'un sucre à surface plane. Dans les deux manipulations, le platine métallique est induit par de la poudre carborundum de gros grain puis de la poudre à grain fin. Au cours de la manipulation il faut toujours nettoyer le plateau.

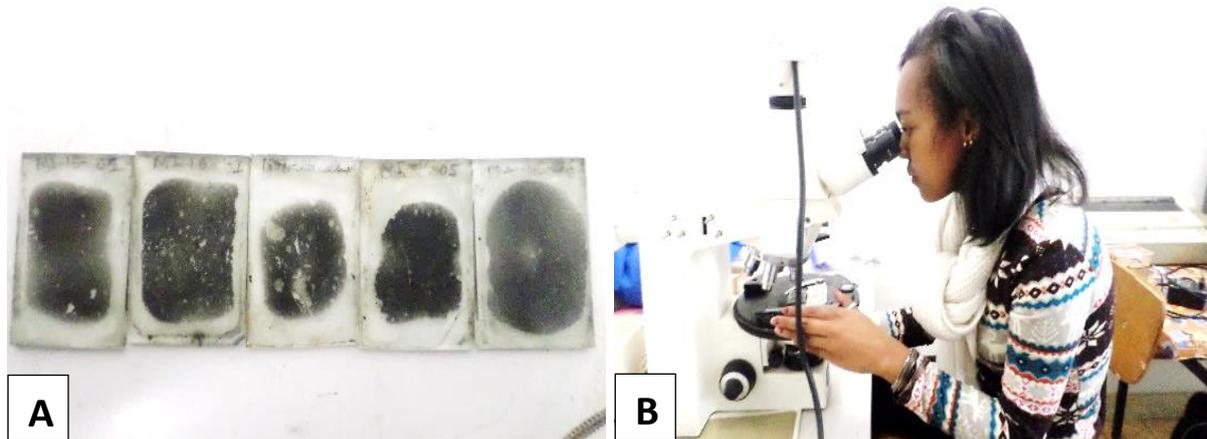
A la fin un sucre à surface sans sciage, plane et lisse est obtenu. La plaque de verre porte objet est dépolissée sur le plateau en appliquant la poudre abrasive AFNOR. Le dépolissage a pour but d'avoir une plaque de verre translucide. La face du sucre rectifiée est alors collée sur une lame de verre porte-objet translucide. On tâche à distribuer régulièrement le mélange de colle sur la surface lisse du sucre. Après l'assemblage du sucre et de la plaque de verre porte objet, la colle est séchée durant 24 heures ou plus.

Les surfaces à coller doivent être particulièrement propres et sèches, sans trace de graisse ni d'humidité. La manipulation est délicate car il ne doit pas subsister de bulles d'air entre la lame et le sucre, et la couche de résine doit être la plus fine possible. Toutes ces précautions visent à assurer une observation finale dans les meilleures conditions.



**Figure 8:** (A) Scie diamantée ; (B) Scie de précision.

Ensuite l'observation des lames minces (Figure 9 A) au microscope (Figure 9 B) s'agit de la détermination, la description et la détermination des minéraux à l'aide de leurs caractéristiques sous la lumière naturelle puis sous la lumière polarisée. Les observations sont quantifiées sous la forme d'analyses modales, un inventaire des minéraux constitutifs des roches par une estimation du volume des minéraux.



**Figure 9:** (A) Quelques lames minces des échantillons (B) L'observation sous microscope optique.

### III.3. Analyse géochimique des roches

Vingt-et-neuf (29) types d'échantillons de roche de la région de Soavinandriana ont été analysés dans le présent travail dont vingt-cinq (25) échantillons de roches volcaniques et quatre (4) échantillons du socle. Avant toute manipulation et commencer la confection de la lame mince, la propreté du laboratoire, de tous les matériels à utiliser est indispensable pour éviter toute contamination des échantillons à analyser. En ce qui concerne la préparation des échantillons avant l'analyse chimique, les roches sont sciées en une épaisseur de 1mm environ. Puis l'utilisation d'un papier vert constitué par de la silice pour le lissage des surfaces de l'échantillon et l'élimination des traces du métal de la scie sur toute la partie de l'échantillon de roche (Figure 10) est nécessaire afin d'éviter toute contamination des échantillons entraînant un faux résultat des analyses chimiques. Les échantillons sont ensuite nettoyés dans un bain puis séchés dans un four à 110 ° C durant une nuit puis elles sont pulvérisées.

Les éléments majeurs et les éléments en trace (Ni, Cr, Sc) des laves et téphras de l'Itasy ainsi que les échantillons du socle ont été analysés par la spectrométrie de fluorescence X (XRF) au laboratoire de Washington States University (WSU).

Les détails et les étapes de la préparation de l'échantillon sont fournis sur le site Web du laboratoire : <http://environment.wsu.edu/facilities/geolab/>.

Tout cela dans le but de décrire les produits volcaniques à partir de l'observation microscopique des lames minces des roches prises sur le terrain. Après, d'analyser des cartes obtenues pour mieux compter les cônes dans le champ volcanique étudié et afin de déterminer la répartition de ces cônes. Et enfin, pour mieux analyser les roches volcaniques, l'utilisation des données géochimiques est nécessaire pour l'interprétation des éléments majeurs et quelques éléments en trace dans la composition de ces roches.



**Figure 10:** Elimination des traces de scie de l'échantillon par l'utilisation d'un papier vert faite de silice.

## CHAPITRE IV : RESULTATS

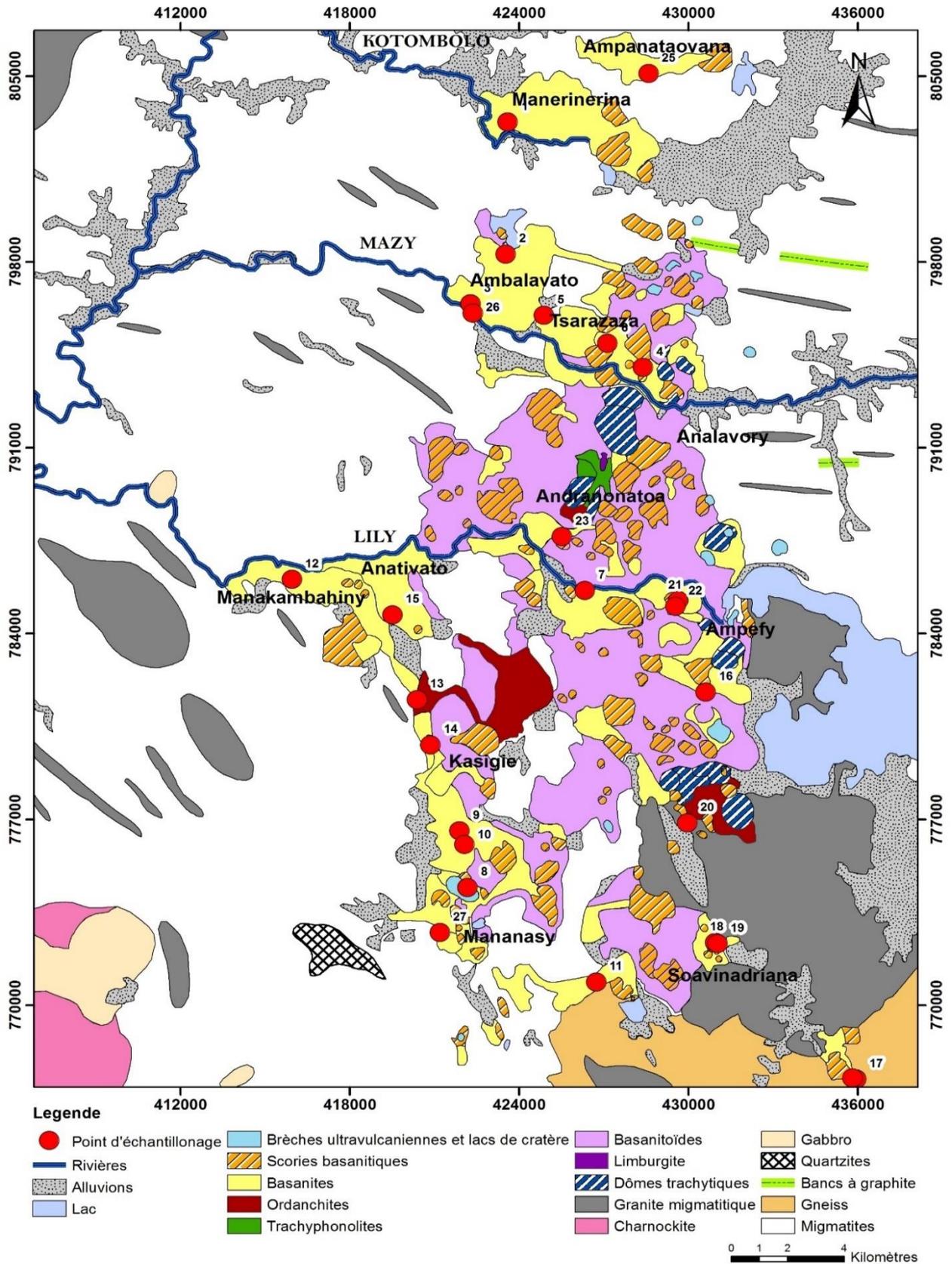
### IV.1. Etude cartographique de l'Itasy

Itasy est formée par des migmatiques, gneiss, gabbros, quartzites, des roches granitiques, des projections volcaniques et des variétés de roches basaltiques (Figure 11). Les échantillons collectionnés représentent la totalité de la surface de la région volcaniques récente de la région d'Itasy (ANNEXE 1) dans la partie le plus au Nord, dont les coulées de Manerinerina et d'Ampanataovana. Toutes les zones centrales aux alentours et à l'Ouest d'Analavory, à l'Ouest d'Ampefy, Kasigie, les parties au Sud tel que Mananasy et Soavinandriana (Figure 11). La région de l'Itasy est presque dominée par des cônes volcaniques, des maars, les dômes trachytiques sont rares (Figure 11). Le volcan strombolien de Kasigie comporte un cratère d'où s'écoule une lave moins fluide mais l'éruption est coupée par des projections de gaz, de scories, de blocs et gouttelettes de laves qui se solidifient dans l'air et retombent pour constituer un cône souvent très élevé. (Besairie et al.,1973). Les éruptions phréatomagmatiques ont formé plusieurs lacs de cratères. Le volcanisme de l'Itasy est formé par des séries récentes localisées à l'Andranonatoa (4km au S-O d'Analavory), avec une première venue trachyphonolitique puis une seconde ordanchitique et, ensuite de multiples venues basanitiques, parfois limburgitiques, liés à des appareils parfaitement conservés (Besairie et al.,1971).

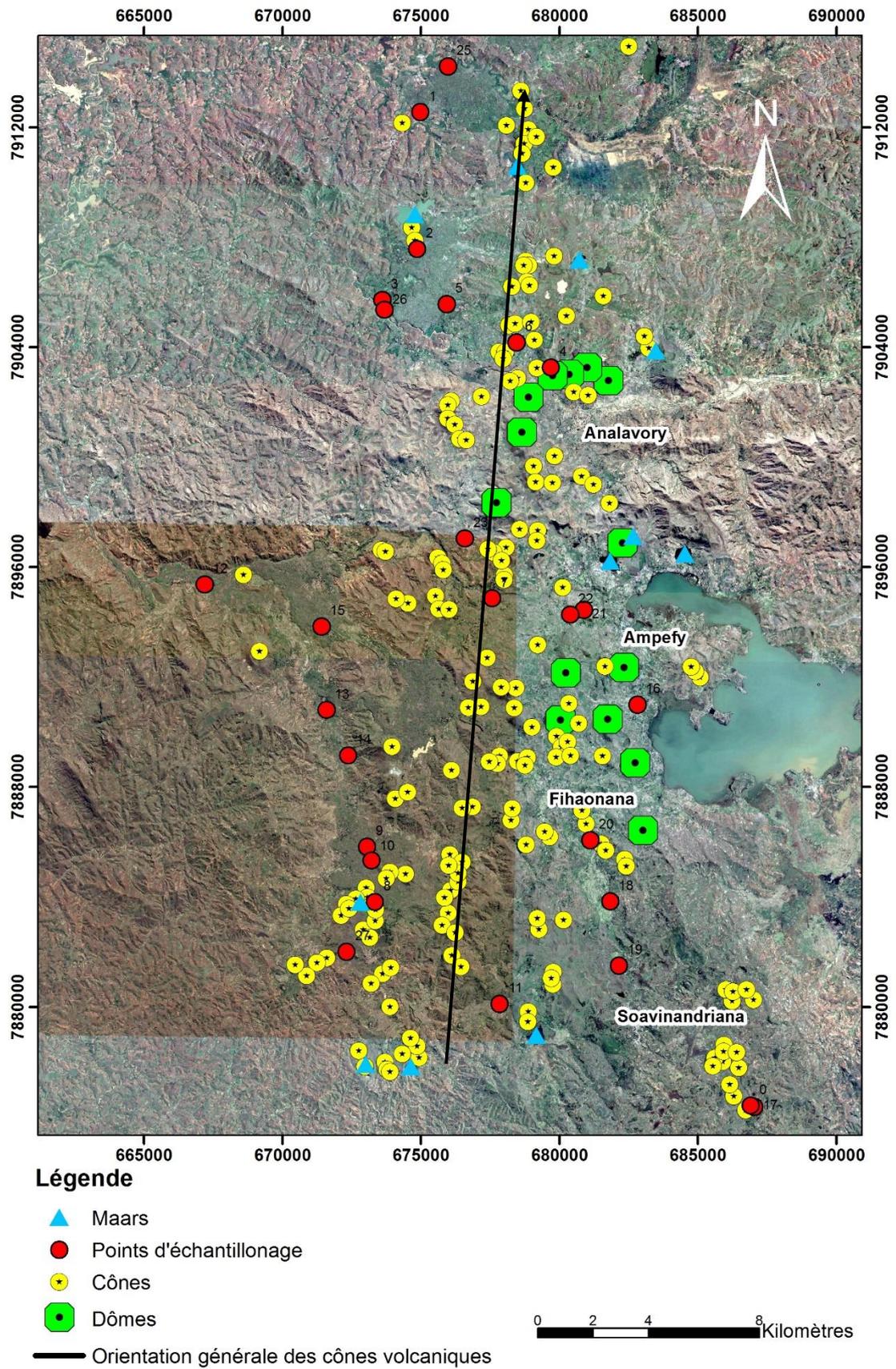
Les coulées volcaniques sont réparties en plusieurs endroit de la carte. Ces formations volcaniques sont essentiellement des basanites (Figure 11) et se situe principalement au Nord de la carte (Figure 11) à Manerinerina, près d'Ampanataovana, Ambalavato, Tsarazaza, près de la rivière Mazy, à Andranonatoa, Anativato, au Nord de Soavinandriana ; vers la partie extrême Sud de la carte, vers le S-E de Soavinandriana ; et aux alentours de Mananasy, et quelques parties au centre rencontrées au Sud d'Ampefy et au N-O de Kasigie.

Les volcans de l'Itasy sont des cônes de scories encore en parfait état de conservation, avec des coulées fraîches. Il existe 113 puys et 11 dômes dans le district de Soavinandriana trachytique d'après la carte par le service géologique de Madagascar en 1961 par Besairie. Le traitement et analyse de images satellitaires de google Earth dans le district de Soavinandriana ont données des cônes volcaniques au nombre de 181, on a compté 14 dômes volcaniques et 11 maars. (Figure 12).

Les édifices volcaniques couvrent presque toute la totalité de la zone étudiée avec une forte concentration au centre et dans la partie S-O. Les dômes volcaniques qui sont presque regroupés aux alentours d'Analavory et au Sud d'Ampefy. Les cônes volcaniques possèdent une direction N-S (Figure 12)., identique à la direction régionale des failles de la zone.



**Figure 11:** Carte montrant la lithologie de Soavinandriana et les principaux lieux d'échantillonnage dans la coulée récente du volcanisme Pléistocène (Service géologique de Madagascar, 1961, Echelle 1/ 100000), projection Laborde Madagascar.



**Figure 12:** Image satellitaire indiquant le champ volcanique de Soavinandriana, projection UTM.

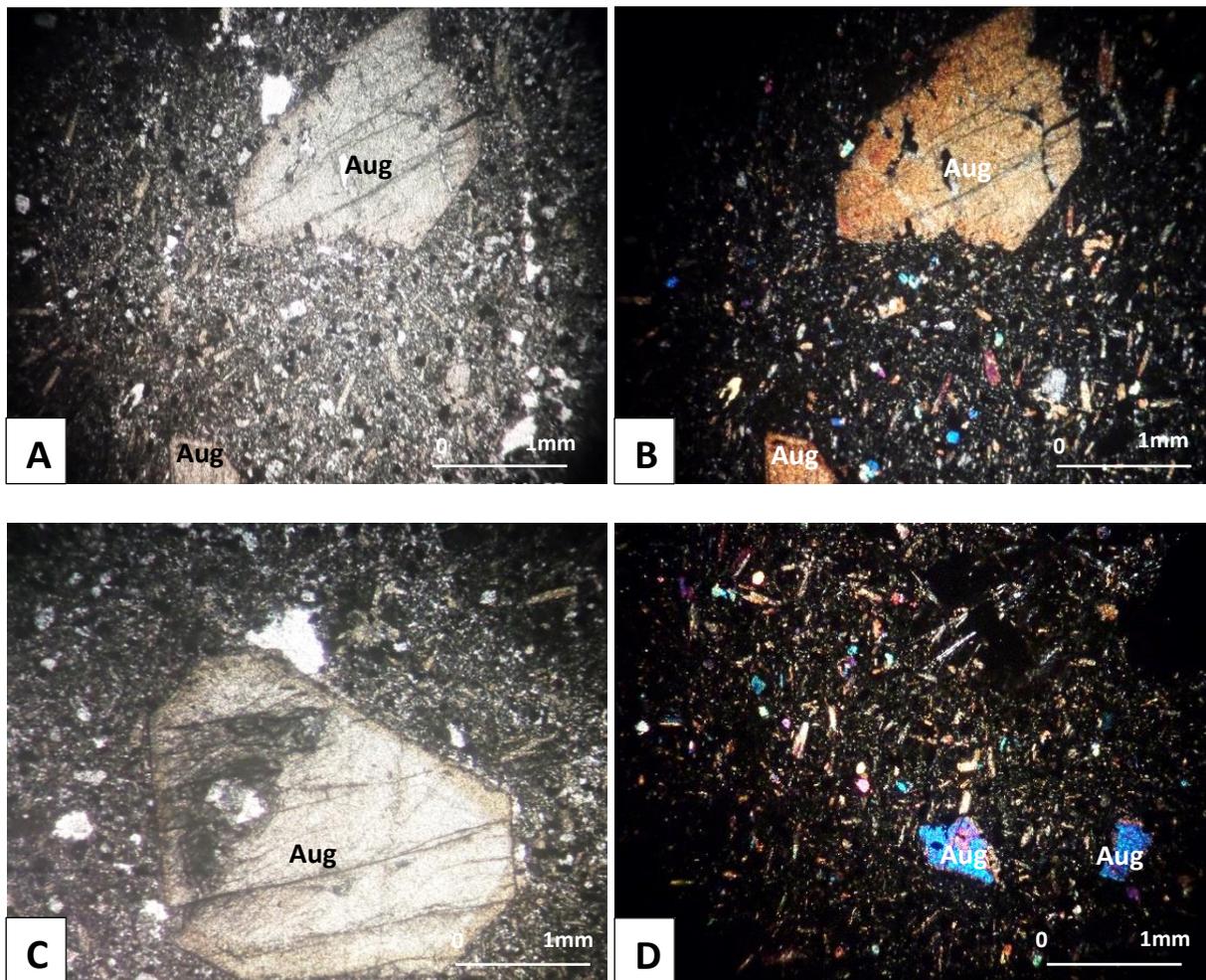
## **IV.2. Etude pétrographique**

### **IV.2.1. Pétrographie des formations volcaniques de l'Itasy**

L'étude et la compréhension du volcanisme passe par une bonne connaissance des roches volcaniques et de leur genèse ; c'est l'un des objets de la pétrographie. Notre cadre est l'étude du volcanisme tout au long des travaux de terrains. Les éruptions de l'Itasy ont fourni généralement trois types de laves différentes, ce sont les trachytes, les ordanchites et les basanites comprenant les basanitoïdes et des limburgites et également des différents types de projections volcaniques. (Besairie, 1972).

Les projections volcaniques de l'Itasy s'agit de dépôt de téphras MI-16-14 et MI-16-14B provenant de Kasigie et se localisant dans une tranche de fossé. Quelques sections du téphras sont encore préservées et l'on observe encore le litage. Des cristaux d'olivines sont observés. La scorie juvénile MI-16-22 du maar situant au Nord-Ouest d'Ampefy présente de nombreux cristaux de pyroxène de 2mm de taille environ. Les roches basaltiques sont généralement denses et sont parfois vacuolaire (ANNEXE 2). Elles possèdent en général une texture microlitique porphyrique, dèsfois, felsitique. Les descriptions macroscopiques et microscopiques des échantillons de roches collectées (ANNEXE 1) vont être détaillés ci-après selon leur localisation lors du terrain.

#### IV.2.1.1. Coulée de Manerinerina



**Figure 13:** Microphotographies de MI-16-01 montrant des phénocristaux d'augite montrant les clivages orthogonaux en LPNA (A) et en LPA (B) (Objectif x5) ; d'un Augite prismatique montrant des altérations sur le bordure et à l'intérieur du cristal en LPNA (C) (Objectif x5) de la matrice contenant des petits cristaux de plagioclase, d'olivine et de clinopyroxène en LPA (D) (Objectif x5).

La roche volcanique MI-16-01 est dense, un peu vacuolaire, de structure aphyrique, présentant des grains visibles de l'ordre 3-4mm pour les cristaux de pyroxènes varient d'environ 2mm pour les cristaux d'olivines, des plagioclases. Le pourcentage en minéraux varie de 1 à 2%.

La roche présente une texture microlitique porphyrique. Sur le cliché, des phénocristaux d'augite (20%) prismatique faiblement coloré de ton jaune brunâtre (Figure 13 A,C) et de teinte brun pâle (Figure 13 B) présentent des tâches d'altération sur la bordure (Figure 13 A) . Des trous et quelques minéraux oxydés sont également visible sur l'Augite situé en haut du cliché en LPNA (Figure 13 A). La mésostase (80%) contient des microlites d'olivine de forme arrondie ayant une teinte bleue (Figure 13 B,D) des petits cristaux brun pâle d'augite allongés qui semble présenter un alignement d'orientation (Figure 13 B); des feldspaths d'aspect tacheté aciculaire, et de plagioclase (Figure 13 D). Des oxydes de couleur noir i sont aussi rencontrés dans la mésostase et observés sur les photos.