

Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka Madagascar

Document n°3

Malagasy 2009

Expédition FFS n°15/2009
du 22 juillet au 12 août 2009

Jean-Nicolas Delaty
Éric Sibert

Association Drabons et Chieures
Groupe Spéléo La Tronche
ADEK Madagascar

Comité Départemental de Spéléologie de l'Isère
Fédération Française de Spéléologie

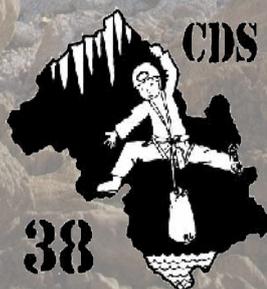


Table des matières

Remerciements.....	5
Contexte.....	6
Géographie.....	6
Localisation du pays.....	6
Relief.....	6
Climat.....	6
Peuplement et langue.....	6
Faune et flore.....	7
Cartographie et GPS.....	7
Aperçu géologique.....	8
L'individualisation.....	8
Structure générale des roches sédimentaires.....	8
Formations géologiques abritant des grottes.....	10
Infrastructures et logistique.....	10
Accès depuis l'étranger.....	10
Réseaux de transports locaux.....	10
Électricité.....	11
Monnaie.....	11
Santé.....	12
Visa.....	12
Le massif de Namoroka.....	13
Situation.....	13
Climat.....	13
Géologie des Tsingy de Namoroka.....	13
Végétation.....	13
Population.....	14
Accès.....	14
Formalités.....	14
Secours.....	15
Photographie.....	15
L'exploration spéléologique et la topographie.....	15
Les précédentes explorations.....	16
L'expédition.....	17
Les explorateurs.....	17
Logistique.....	18
Alimentation.....	18
Eau.....	19
Électricité.....	19
Transports.....	19
Cartographie et GPS.....	19
Matériel.....	20
Courses à Madagascar.....	21
Journée type.....	21
Menu type du soir.....	22
Carnet de route.....	22
Résultats.....	32
Le réseau Zohy Potipoty.....	32

Accès.....	32
Description.....	32
Spéléométrie.....	34
Découvertes importantes.....	35
Toit des Tsingy.....	35
Concrétionnement.....	36
Chyoptères.....	37
Activité humaine.....	37
Observations géomorphologiques.....	38
Potentiel écotouristique.....	41
Catalogue des phénomènes karstiques.....	42
Budget.....	44
Bilan carbone.....	45
Communications.....	45
Perspectives.....	45

Remerciements

À Monsieur Guy Suzon RAMANGASON, Directeur Général de MNP,

À Monsieur Charles Alfred RAKOTONDRAINIBE, Directeur Général Adjoint de l'MNP,

À Monsieur Jean Philippe RANDRIANANTOANDRO, Directeur de la Préservation et de la Biodiversité,

À Monsieur le Directeur des Parc National de Namoroka et de la Baie de Baly et à tous les membres du bureau de Soalala et de Vilanandro pour leur appui logistique,

À Tantely, François et José, Agents du Parc et Justin, pisteur, qui nous ont efficacement secondés sur le terrain,

Au **Comité Départemental de Spéléologie de l'Isère**, pour son soutien financier,

À la **Commission des Relations et Expéditions Internationales** de la Fédération Française de Spéléologie, pour son parrainage.

Contexte

Géographie

Localisation du pays

Madagascar est une île de l'Océan Indien au large de l'Afrique, aussi surnommée la Grande Île ou l'Île Rouge en raison de la couleur de son sol (latérite). Elle est située dans l'hémisphère Sud, au niveau du Tropique du Capricorne. Avec une superficie de 600,000 km², elle est plus étendue que la France et le Benelux réunis. Son extension nord-sud est de 1600 km alors que sa plus grande largeur atteint 600 km.



Illustration 1: Carte de l'Afrique avec Madagascar. Source Nasa

Relief

Le pays est assez montagneux. Le plus haut sommet est le Tsaratanana, un ancien volcan culminant à 2876 m, au Nord du pays. Plusieurs villes importantes sont situées en altitude dont la capitale Antananarivo

(1250 m), Antsirabe (1500 m) et Fianarantsoa (1100 m).

Climat

Le climat s'articule autour de 3 saisons. La saison fraîche s'étend de juin à septembre avec plutôt du beau temps ou quelques nuages, sans pluie significative. La saison chaude va de septembre à novembre avec généralement du grand beau temps. Enfin, la saison humide se développe de décembre à mai. Ce n'est pas une saison plus froide, bien au contraire, la chaleur tropicale conduit à une forte évaporation de l'océan qui redescend sur les terres sous forme d'orages quotidiens, voir de cyclones. Ceux-ci frappent Madagascar en moyenne trois fois par an. Les trois saisons se déclinent différemment suivant les zones du pays. L'altitude s'accompagne d'un refroidissement avec du gel possible à Antsirabe et des minimales sous les 10°C sont classiques à Antananarivo au moment de notre expédition. Il ne faut pas oublier sa polaire. La côte Est beaucoup plus humide et même la saison fraîche est pas mal arrosée. Les précipitations sont de 6000 mm/an à Maroantsetra. Vers le Nord, en s'approchant de l'équateur, les températures sont plus élevées. Et vers le Sud, on tend vers un climat semi-aride avec des précipitations moins régulières.

Peuplement et langue

L'arrivée de l'homme à Madagascar est relativement récente même si elle n'est pas précisément datée. On peut évoquer le premier millénaire de notre ère sans plus de détails.

Les premiers immigrants semblent venir d'Indonésie. La langue malgache dérive au rameau indonésien de la famille malayo-polynésienne. Cette première vague a aussi apporté la culture du riz qui constitue toujours l'aliment de base. Les populations actuelles des

Hauts Plateaux s'apparentent à cette immigration.

Les immigrants suivants viennent d'Afrique et on les retrouve sur les côtes. Ils ont introduit des mots d'origine bantoue dans la langue malgache. Le plus célèbre de ces mots est le *lambahoany*, qui désigne une pièce d'étoffe multi-usage, pour s'habiller par exemple.

Une grande partie de la population actuelle est rurale. Elle pratique la polyculture vivrière avec principalement le riz (160 kg consommé par an et par habitant) et plus marginalement le manioc, sur dans le sud aride.

À côté des malgaches, on trouve d'autres communautés très marginales. Les *Karana* sont originaires du Gujarat, au nord-ouest de l'Inde. On les retrouve dans le commerce. Une partie d'entre eux ont la nationalité française pour des raisons historiques. Sur la côte Nord-Ouest, on trouve des comoriens alors que les chinois sont plutôt à l'Est. Enfin, les *Vazaha*, terme qui désigne les étrangers en général, correspond au final aux blancs, généralement français.

La langue malgache comporte de forts dialectes régionaux qui ne permettent pas à des personnes de régions différentes de se comprendre, surtout si elles viennent de la campagne. La langue malgache, entièrement orale jusqu'au début du XIX^{ème} siècle, utilise depuis une transcription phonétique en caractères latins. En pratique, le français est assez bien parlé dans les villes ainsi que par les agents du Parc avec qui nous sommes en contact. À l'écrit, le français est aussi assez présent aux côtés du malgache.

La population actuelle de Madagascar est de 20.000.000 d'habitants, soit une densité de 30 hab/km² (France métropolitaine : 115 hab/km²).

Faune et flore

Le maître mot concernant la faune et la flore à Madagascar est l'endémisme. Compte tenu de la séparation de Madagascar d'avec l'Afrique, un grand nombre d'espèces végétales et animales ont connu une évolution spécifique. Cette séparation peut être considérée

comme définitive il y a environ 80 millions d'années. Néanmoins, des analyses génétiques récentes montrent qu'un tiers des espèces sont d'origine asiatique avec une divergence plus récente, vers 35 millions d'années [1]. À cette époque, une baisse du niveau des mers aurait permis à certaines d'espèces d'atteindre Madagascar en jouant à saut de mouton par des îles actuellement submergées entre Madagascar et l'Inde.

Parmi les espèces animales, les lémuriniens constituent la famille la plus emblématique avec une trentaine d'espèces. Des squelettes de lémuriniens géants ont aussi été découverts, en particulier dans des grottes. Leur disparition semble concomitante de l'arrivée de l'homme même si les causes ne sont pas clairement établies entre chasse, dégradation anthropique de l'habitat ou changement climatique.

Dans le règne végétal, il faut mentionner les baobabs avec 6 espèces endémiques à Madagascar sur les 8 que compte la planète.

La végétation est assez dégradée sur l'ensemble de l'île. La brousse qu'on trouve dans l'Ouest fait suite au défrichage des forêts. Le brûlis régulier (tous les 2 à 3 ans) de cette brousse vise à faire repartir des pousses d'herbe vertes à la base pour alimenter les troupeaux de zébu en saison sèche. À l'inverse, ceci empêche la pousse des jeunes arbres.

La faune et la flore présentent peu de danger pour l'homme. Le plus gros prédateur est le *fosa*, une sorte de jaguar mais plutôt de la taille d'un chat. Les serpents ne sont pas dangereux car ils ont les crocs tournés vers l'intérieur, comme nos chères couleuvres. Les scorpions ont par contre le dard à l'extérieur et il faut se méfier, surtout quand on retourne des pierres. Il faut aussi faire attention aux scolopendres (mille-pattes) qui peuvent être très urticant en cas de contact. Enfin, on peut mentionner de façon plus anecdotiques les araignées dont des mygales.

Cartographie et GPS

La carte de détail est au 1/100.000, ce qui n'est pas très précis (1 mm <-> 100 m). Les

noms de lieux sont en malgache, c'est-à-dire en caractères latins, ce qui ne pose aucun problème de lecture. Chaque carte couvre une zone de 30 x 45 km² à raison de 500 cartes pour tout le pays. Ces cartes ont été réalisées par l'IGN durant la colonisation avec la dernière mise à jour datant des années 60. C'est gênant dans la brousse où les villages peuvent se déplacer au gré de la reconstruction qui sont mangées par les termites (durée de vie inférieure à 5 ans).

La cartographie de Madagascar utilise une projection topographique spécifique, la projection Laborde. Cette projection est unique à Madagascar, ce qui ne facilite pas son support dans les systèmes informatiques. Concernant les GPS, il est possible de configurer les récepteurs de marque Magellan pour qu'ils affichent les coordonnées Laborde avec une erreur inférieure à 25 m sur tout le pays [2]. Pour les autres marques, s'il est possible de personnaliser la projection Mercator Transverse, on peut définir une approximation locale valable dans un rayon d'une centaine de kilomètres. Il faut pour ceci utiliser le logiciel Convertisseur et la feuille de calcul excel Mercator.xls fournie avec [3].

Concernant la cartographie électronique, Google Map fournit une carte routière sur l'ensemble du pays mais avec de grosses erreurs dans certaines zones comme des routes ou des pistes à plusieurs dizaines de kilomètres de la réalité. À l'inverse, OpenStreetMap [4] a une couverture beaucoup plus lacunaire mais sans grosse erreur. OpenStreetMap comporte aussi les limites de toutes les Aires Protégées du pays. De plus, c'est un projet collaboratif et chacun peut amener ses propres mesures GPS pour compléter les zones manquantes.

Enfin, pour les travaux topographique au compas magnétique, il faut noter qu'il y a une importante déclinaison magnétique à Madagascar, entre 10° et 20° suivant les régions du pays. L'inclinaison du champ magnétique n'est pas non plus la même qu'en France métropolitaine. Certains compas mécaniques sensibles ne supportent pas cette différence et il est nécessaire de commander des modèles avec un équilibrage spécial auprès du fabricant. Les délais de fabrication peuvent être longs. Les compas électroniques ne sont pas concernés.

Aperçu géologique

L'individualisation

Madagascar s'est séparé de l'Inde (y compris le Sri-Lanka) et de l'Afrique il y a 160 millions d'années (Dogger, Jurassique Moyen). L'île présentait déjà sa structure actuelle, à savoir des plaines à l'Ouest s'élevant progressivement vers l'Est avant de plonger dans la mer. Cette descente brusque à l'Est correspond à une importante faille qui explique aussi l'aspect rectiligne de la côte Est. Il n'y avait par contre qu'un socle cristallin.

Structure générale des roches sédimentaires

D'après Raunet [5].



Illustration 2: Coupe Ouest-Est de Madagascar au Jurassique

Il y a alors eu une transgression marine avec une élévation importante du niveau de la mer. Les anciennes plaines côtières se sont retrouvées submergées.



Illustration 3: Transgression marine

À proximité de la nouvelle côte, le sable charrié par les fleuves vient se déposer au fond de l'eau alors que plus au large, ce sont les cadavres des espèces vivant dans l'eau, du plancton aux vertébrés, qui s'accumulent au

fond. Ces sédiments, à force d'accumulation, se compactent.



Illustration 4: Dépôts sédimentaires

Pour les organismes vivants, il ne reste plus que leurs squelettes carbonés qui forment alors le calcaire. Les fossiles sont visibles dans la roche actuelle. Pour les sables, ils se soudent entre eux et forment des grès. Une nouvelle variation du niveau de la mer vers le bas cette fois, une régression marine, fait émerger ces roches sédimentaires à l'air libre.

Calcaire Grès



Illustration 5: Régression marine

Les roches sont alors soumises à l'érosion aérienne et en particulier à celle des précipitations.

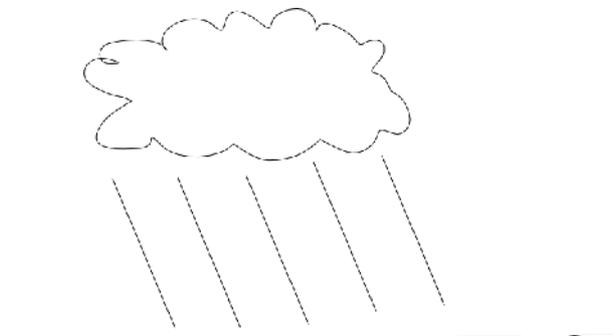


Illustration 6: Pluie et érosion sur les roches sédimentaires

Les grès sont plus rapidement érodés.



Illustration 7: Érosion différentielle des grès par rapports aux calcaires

On retrouve alors une bande de roches sédimentaires calcaires courant sur tout le pays du nord au sud à proximité de la côte ouest (bande bleue sur la carte géologique).

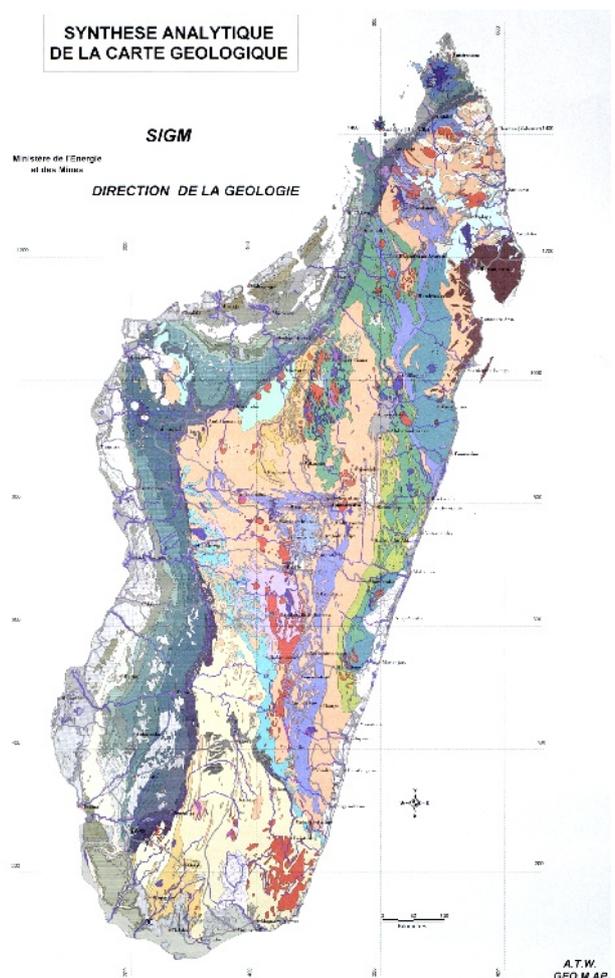


Illustration 8: Carte géologique de Madagascar. Source : Ministère de l'Énergie et des Mines

Les trois massifs de *Tsingy* (Bemaraha, Ankarana et Namoroka) se développent dans cette structure. Les grès ne subsistent qu'en quelques endroits comme les massifs de l'Isalo et du Makay. Comme les grès sont en amont, après disparition de ces derniers, les calcaires forment un rebord et un barrage que l'eau doit traverser. Pour les *tsingy* de Namoroka, le rebord est constitué par les plateaux de l'Ankara et Kelifely. L'eau, quant à elle, traverse cette structure avec la rivière Mahavavy. On peut aussi mentionner les gorges du Manambolo pour les *tsingy* de Bemaraha.

Il faut aussi mentionner des structures calcaires plus récentes, de l'Éocène (50 millions d'années). Elles ont été déposées plus tardivement et uniquement près de la côte. On les retrouve en particulier dans le bassin de Mahajanga (en beige sur la carte géologique) mais aussi dans le sud avec le plateau Mahafaly.

Formations géologiques abritant des grottes

Toutes les roches ne sont pas favorables à la formation des grottes. Seules les roches qui peuvent subir une dissolution physique ou chimique sont susceptibles d'abriter des grottes. Pour la dissolution physique, ceci concerne les évaporites (ou roches évaporitiques) telles que le sel gemme ou le gypse. En dehors de zones très

arides comme le Chili ou l'Iran, l'érosion générale du massif est trop rapide pour permettre l'observation de réseaux souterrains avant disparition complète du massif.

Pour la dissolution chimique, les calcaires (CaCO_3) sont de bons candidats car ils peuvent être attaqués par l'eau de pluie acidifiée par le CO_2 atmosphérique ou celui formé dans le sol par la décomposition des végétaux. La formation des réseaux souterrains sera favorisée par la pureté du calcaire qui, en l'absence d'argile, évitera la formation de couches imperméables. C'est le cas du calcaire du Dogger qu'on trouve à Madagascar, entre autre, dans les trois massifs de *Tsingy*. Ces calcaires sont très purs ($\text{CaCO}_3 \sim 96\%$) avec une faible porosité (2%), ce qui les rend très rigide et très cassants, d'où une importante fracturation lors des mouvements tectoniques [6]. Cette fracturation pourra être ultérieurement exploitée pour la formation des réseaux souterrains ou des formes de surface. Les calcaires de l'Éocène permettent aussi la formation de grottes, la plus célèbre d'entre elles étant celle d'Anjohibe, à 80 km à l'Est de Mahajanga [7]. Les deux grottes le long de piste Katsepy-Soalala font parties de la même couche.

Enfin, on peut mentionner de façon plus anecdotique la quartzite dont la dissolution du liant entre grains cristallins et une forte érosion mécanique peut permettre la formation de réseaux souterrains. On en rencontre sur le Mont Ibity, au Sud d'Antsirabe [8].

Infrastructures et logistique

Accès depuis l'étranger

Il existe 3 principales compagnies pour se rendre à Madagascar: Air France, Air Madagascar et Corsair. Les tarifs varient de 700 à 1500 euros, selon la période et la date de réservation, les vacances scolaires étant la période la plus chère. Les vols internationaux arrivent principalement à la capitale Antananarivo et pour certains à Nosy be.

Réseaux de transports locaux

Le réseau routier est de 38.000 km, toutes catégories de pistes et de routes confondues. Les routes nationales comptent pour 12.000 km, dont la moitié revêtues. Les autres catégories de routes ne sont pratiquement pas goudronnées. En saison humide, les routes non revêtues se transforment en bournier et ne sont pas praticables même en véhicule tout-terrain. À l'inverse, les routes goudronnées restent utilisables en toute saison sauf ponctuellement lors des cyclones. Compte tenu de l'aspect

montagneux du pays, les routes, même importantes, ont tendance à être tortueuses. Par exemple la RN 4 qui relie Antananarivo à Mahajanga fait 600 km pour 400 km à vol d'oiseau.

Le taxi-brousse constitue le moyen de transport principal sur ce réseau. Le type de véhicule et sa surcharge va dépendre de l'importance de la ligne et de la qualité de la route. Sur les grands axes, ce sont des minibus asiatiques avec des horaires de départ fixes et où il vaut mieux réserver à l'avance. Sur les axes moins importants ou les courtes distances, le départ se fait quand c'est plein. Quand la piste se dégrade, on bascule sur les 4x4, les camions ou autres bus Tata à l'état douteux. Paradoxalement, il y a plus de risques d'accident sur les grandes routes où ça roule vite que sur les mauvaises pistes. En dernier recours il y a les charrettes à zébu ou la marche à pied avec des porteurs s'il y a des bagages (15 kg max part porteur).

Le réseau ferroviaire, avec 850 km de longueur, est marginal à l'échelle du pays. De plus, seules deux sections sont ouvertes au trafic voyageur.

Le réseau aérien intérieur est relativement développé et peut permettre d'atteindre facilement certaines régions enclavées. Les plus petites lignes sont desservies par des avions à hélice Twin-Otter (20 places) se posant sur des pistes sommaires. Il arrive que les avions décollent en avance sur l'horaire.

Enfin, le cabotage le long des côtes par des bateaux traditionnels comme les boutres ou d'autres vaguement plus modernes est aussi important pour la déserte des zones enclavées. Néanmoins, ça constitue le mode de transport le plus dangereux.

Électricité

À Madagascar, les prises de type européennes fournissent du 220 V... quand il y a des prises et du courant. Il y a en théorie de l'électricité 24 h sur 24 dans les grandes villes et la zone des Hauts Plateaux autour de la capitale. En pratique, les délestages sont courants. Dans les villes moins importantes ou

isolées, des groupes électrogènes locaux fournissent de l'électricité seulement une partie de la journée, une douzaine d'heures dans le meilleur des cas. Les zones rurales ne sont pas électrifiées.

La tension délivrée à la prise peut présenter des sautes importantes, en particulier durant les orages de la saison humide. Tout équipement sensible comme les ordinateurs, doivent être protégés des surtensions.

On trouve facilement des piles salines d'origine chinoise dans la brousse. Les LR20 sont très courantes car elles servent à alimenter les postes de radio. Les LR12 et LR06 sont aussi généralement disponible alors que les LR03 sont plus difficiles à trouver.

Monnaie

À Madagascar, il y a en quelque sorte deux monnaies : le Franc Malgache (FMG) et l'Ariary (AR). Il y a un rapport fixe entre les deux : 1 AR = 5 FMG. Jusqu'au 31 décembre 2004, la monnaie officielle était le FMG. Depuis le 1^{er} janvier 2005, c'est l'Ariary. Là où ça devient plus marrant, c'est que les malgaches comptent les petites sommes en Ariary et en malgache. Mais pour les plus grosses sommes, ils comptent en FMG et en français. En zone touristique, les sommes sont annoncées en Ariary.

Durant notre expédition, le taux de change était de 1 € = 2.800 Ar.

On trouve des billets s'échelonnant de 100 Ar à 10,000 Ar. Sachant que la plus grosse coupure correspond à moins de 4 €, on se retrouve rapidement à manipuler beaucoup de billets. On les réunit alors en liasse de 10. On prend un billet sur le paquet de 10, on le plie en deux et on s'en sert pour tenir les neuf autres, accompagné d'une agrafe. Une arnaque, quand on fait du change au noir, consiste à replier deux fois le billet du bout. Si on ne fait pas attention, on constate que chaque liasse contient bien 9 billets quand on regarde d'un côté. Mais quand on regarde de l'autre côté, on compte les liasses d'après les billets repliés et on ne se rend pas compte qu'il en manque. Il existe aussi des pièces de 10, 20 et 50 Ar qui

peuvent servir à payer de petites choses à manger au bord de la route mais que nous n'utilisons pratiquement pas en pratique.

Depuis quelques années, les distributeurs de billets connaissent un développement important dans les grandes villes. C'est un bon moyen pour obtenir des devises locales. La carte Visa est beaucoup plus acceptée que la Mastercard. Les sommes qu'on peut retirer sont quand même limitées et les distributeurs peuvent être à sec. Il vaut mieux ne pas attendre le dernier moment. Par contre, le paiement direct par carte bancaire est très marginal. On peut payer dans les grands hôtels ou pour Air Madagascar directement en euros. Sinon, on peut faire du change dans les banques ou auprès de la Socimad. On évitera le change au noir, la Socimad proposant des taux de change très compétitifs.

En brousse, il n'y a plus rien. Il faut partir avec sa réserve de monnaie locale. On prendra si possible des coupures de 5.000 Ar plutôt que de 10.000 Ar. Ces dernières constituent une grosse somme pour laquelle il n'est pas toujours possible de faire de la monnaie.

Santé

Les conditions sanitaires sont mauvaises à Madagascar et le système de santé est indigent. Il est conseillé d'être à jour de ses vaccins, y compris pour les hépatites A et B.

Il convient de prévoir une pharmacie personnelle significative pour faire face aux difficultés. Ça commence avec les habituels pansements et désinfectants pour les petites blessures avant que la gangrène ne se généralise. Des désinfectants et autres antiseptiques intestinaux seront aussi utiles pour la *tourista*. On se méfiera particulièrement des restaurants proposant des cartes à l'occidentale sans que la

chaîne du froid ne suive, à cause des coupures de courant par exemple. Enfin, un antibiotique à large spectre pour les infections ORL est recommandé. À discuter avec son médecin traitant avant de partir.

Le paludisme est une maladie très courante à Madagascar, comme la grippe en France. La côte Est est plus particulièrement exposée ainsi que le reste du pays en saison humide mais on n'est jamais à l'abri d'une infection. Le traitement préventif actuellement recommandé pour Madagascar est la Malarone, pour sa bonne tolérance et son adéquation avec le niveau de résistance locale du paludisme aux différents traitements. On peut acheter sur place des moustiquaires imprégnées de répulsif anti-moustique. Les hôtels sont aussi de plus en plus équipés.

En cas de maladie sur place, il ne faut pas hésiter à aller voir un médecin qu'on trouve assez classiquement dans l'hôpital le plus proche.

En cas de fièvre et/ou frissons au retour en France et jusqu'à plusieurs mois après, il faut supposer que c'est du paludisme.

Visa

Le visa touristique est gratuit pour les séjours de moins d'un mois. Pour le deuxième mois, le prix est de 70 €. Il est possible d'obtenir le visa directement à l'arrivée à l'aéroport d'Antananarivo. Sinon, les formalités peuvent se faire en France à l'Ambassade de Madagascar à Paris ou auprès des consulats en province (Lyon, Saint-Étienne, Bordeaux...) éventuellement par correspondance. Enfin, pour une durée de 2 à 3 mois, le visa coûte 100 € et est à prendre obligatoirement en consulat. Les visas ne sont pas reconductibles sur place.

Le massif de Namoroka



Illustration 9: Carte de Madagascar. Source OpenStreetMap

Situation

Le massif de **Namoroka** est situé au nord-ouest de Madagascar. Il fait parti des trois massifs de *tsingy* avec Bemahara et Ankarana. Le massif lui-même, qui était classé Réserve Naturelle Intégrale jusqu'en 2002, est maintenant un Parc National, permettant l'accès des touristes. Il est géré par Madagascar National Parks (ex-Angap), l'association qui gère l'ensemble des Aires Protégées de Madagascar. Sa superficie est de 22.227 ha. Le calcaire occupe les trois-quarts de la surface du Parc.

Climat

Durant la saison sèche, et donc notre présence, les températures minimales sont entre 15°C et 18°C alors que les maximales approchent les 30°C. Les pluies sont quasi-inexistantes bien qu'on observe des passages de petits nuages. Des tourbillons de poussière peuvent se manifester en journée. Les précipitations sont concentrées durant la saison humide, avec 1500 mm/an, sous forme orageuse. Le climat est semblable dans le massif de Bemahara, un peu plus au Sud.

Géologie des Tsingy de Namoroka

Ce massif n'a fait l'objet que de rares études tant scientifiques [9] que spéléologique. Il se présente sous la forme d'une dalle calcaire approximativement horizontale et circulairement d'une quinzaine de kilomètres de diamètres. C'est du calcaire du Dogger de haute pureté, rigide et cassant, favorisant sa fracturation.

En l'état actuel des connaissances, il ne présente pas de calcaire aussi développées que dans le massif de Bemahara mais plutôt une prédominance de *tsingy* bas (*tsingy may*). Par contre, comme dans ce dernier, la couche de calcaire n'est plus très épaisse et, l'exo-karst (érosion en surface) et l'endo-karst (réseaux souterrains) ont tendance à se rejoindre.

Végétation

La périphérie du Parc est occupée par la brousse. À l'intérieur du Parc, on va trouver de la forêt caducifoliée, c'est-à-dire qui perd ses feuilles pour résister à la saison sèche. Durant notre période d'expédition, nous sommes en pleine perte des feuilles, ce qui rappelle l'automne en France, mais avec des températures bien plus élevées.



Illustration 10: Brousse devant la forêt

Enfin, il faut noter, en particulier à proximité de notre campement, une quantité importante de baobabs alors que les autres *Tsingy* en sont dépourvus.



Illustration 11: Baobabs derrière le camp

Population

La densité de population dans le secteur est inférieure à 4 hab/km². Les premières cases (Kapiloza, habitat temporaire?) sont à 3 km du camp. On trouve le premier village significatif (Analatelo) à 6 km alors que Vilanandro est à 11 km.

La population de la zone est de type Sakalava. Néanmoins, les personnes avec qui nous sommes en contact, qu'il s'agisse des agents du Parc ou des pisteurs, sont tous originaires d'autres régions. L'élevage du zébu et la culture du riz sont les principales activités du

secteur. Il y a d'autres cultures marginales comme le rafia.

Accès

C'est le moins connu des massifs de *tsingy*, sans doute en raison des difficultés d'accès dans une région enclavée desservie par de mauvaises pistes. De Mahajanga, terminus de la route goudronnée, il faut globalement longer la côte vers l'Ouest sur 150 km jusqu'à Soalala par une piste uniquement accessible en 4x4. Ensuite, il faut s'enfoncer à l'intérieur des terres sur 50 km par une très mauvaise piste praticable ou non en 4x4 suivant les années. Les années de fortes pluies, il demeure jusqu'en août des bourniers infranchissables en 4x4. En 2009, la jetée du bac au début de la piste était effondrée, interdisant le passage de tout véhicule. Dans ces cas là, seules les charrettes à zébu permettent de passer. Nous avons profiter de la présente expédition pour tester un nouvel accès au massif plus par l'intérieur des terres. Nous sommes passés par Andranomavo. La piste est certes mauvaise mais quand même praticable en 4x4. Il va sans dire que le massif est totalement inaccessible en saison humide.

Compte tenu de ces conditions, il n'y a actuellement pas encore de tourisme significatif dans le Parc. Ce sont aussi les contraintes logistiques, aussi sur les durées de transports que les quantités de nourriture à emmener, qui limitent la durée de notre séjour sur le terrain.

Formalités

Les *Tsingy de Namoroka* étant classés en Parc National, l'accès est réglementé. Les explorations spéléologiques rentrent dans la catégorie des études scientifiques qui font l'objet de demandes spécifiques.

Il est indispensable de faire une demande écrite et nominative suffisamment à l'avance à :

MNP (Madagascar National Parks) sise à:
Ambatobe - BP1424 - ANTANANARIVO 101 -
MADAGASCAR -

Les autorisations de recherche et les droits d'entrées se règlent à Tana. Il ne reste plus qu'à

se présenter au bureau de MNP, à Soalala. C'est là que se trouve la direction du Parc.

Il faut être accompagné tout au long de l'expé par un agent du parc et un guide local. MNP s'engage à nous aider pour la logistique, dans la mesure de ses moyens. À la fin de la mission, un compte-rendu doit être fait, ainsi que quelques mois plus tard un rapport complet doit être remis.

Secours

En cas d'accident ou de problème de santé, il n'y a aucune structure de secours au niveau Parc. On peut trouver un brancard à Vilanandro, à 10 km de notre camp. Ensuite, à Andranomavo, 20 km plus loin, il y a un Centre de Santé de Base de Niveau 2 avec un médecin (et sa femme dans le taxi-brousse...) ainsi qu'une radio BLU avec laquelle nous

L'exploration spéléologique et la topographie

L'exploration spéléologique consiste à rechercher des grottes inconnues et à en parcourir les galeries. Cette exploration ne serait se concevoir sans une étude scientifique à minima, à savoir au moins un lever du plan de la cavité. La technique pour faire ce lever est la topographie. Le principe est de parcourir toutes les galeries et tous les embranchements de la cavité en réalisant des cheminements de proche en proche, à la manière des chaînes d'arpenteurs des géomètres. En pratique, nous partons des entrées du réseau souterrain dont nous déterminons la position par GPS. Ensuite, nous allons de station en station en mesurant entre les deux la distance, l'azimuth par rapport au Nord et la pente. Ceci nous permet par calcul de reconstituer le réseau en trois dimensions. Nous prenons des mesures supplémentaires pour reconstituer les volumes des galeries.

Traditionnellement, ces mesures étaient réalisées avec un décamètre, un compas et un clinomètre mécanique. Depuis quelques années,

pourrions contacter le siège du Parc pour qu'ils nous affrètent un 4x4 en cas de nécessité de rapatriement sanitaire jusqu'à Mahajanga.

Comme nous réalisons notre expédition en saison sèche, les risques de paludisme sont normalement réduits dans la zone du massif.

Photographie

Toutes les photographies ont été réalisées par Éric Sibert à l'aide d'un boîtier réflex Olympus E-510. Il était couplé sous terre avec un zoom 14-42 mm (éq. 28-84 mm). Toutes les photos ont été prises à main levée entre deux visées topo ou lors des pauses repas. Le flash intégré au boîtier a été éventuellement utilisé. En surface, le boîtier était employé avec un zoom 12-60 mm (éq. 24-120 mm) et un zoom 40-150 mm (éq. 80-300 mm).

nous avons remplacé le décamètre par un télémètre laser. Pour la présente expédition, nous avons pu disposer d'un nouvel équipement, le DistoX [10] qui permet en une seule mesure d'avoir à la fois la longueur, l'azimuth et la pente. De plus, cet instrument stocke en mémoire les mesures que nous avons transférées chaque soir dans un PDA. La comparaison avec les notes prises dans les carnets de mesures sur le terrain a permis de déceler un certain nombre d'erreurs de transcription. Toujours sur les aspects pratiques, nous avons marqué tous les carrefours avec un petit cairn et un morceau de papier pré-numéroté.

Après l'expédition, les données ont été saisies sur ordinateur avec Toporobot. L'habillage de la topographie a été réalisé avec Illustrator. CyberTopo a aussi été utilisé pour convertir les données au format GPX et permettre leur report sur carte ou sur photo aérienne.

Les précédentes explorations

L'intérêt spéléologique du massif a été signalé dans les années 40 suite à un survol en avion du massif [11].

Une première expédition a eu lieu en 1952 [12]. Si plusieurs grottes sont mentionnées dont Anjohy Ambovomby, les informations spéléologiques restent faibles, avec des vagues descriptions d'accès sans coordonnées géographiques des entrées ni de plan des réseaux souterrains.

Une expédition allemande en 1992 a retrouvé Anjohy Ambovomby et en a réalisé une cartographie complète, fournissant un développement de 4600 m [13,14]. Il semble aussi que John et Valérie Middleton soient

passé dans le secteur mais sans découverte de nouvelles cavités [15].

Christian Boucher a effectué une reconnaissance en solitaire en novembre 2004 [16,17] avant deux expéditions plus importantes avec Sandrine Deblois en octobre-novembre 2005 [18] puis mai 2007 [19].

Nous avons nous-même réalisé deux expéditions. Lors de la première, en 2006, nous avons travaillé sur le sud de la plaine d'Antsifotra, à l'Est du massif, où nous avons découverts quatre cavités importantes pour un développement total de 8 km [20,21,22]. En 2008, nous avons installé le camp plus au nord de la plaine avec l'exploration d'un seul réseau de 10 km [23,24,25].

L'expédition

Les explorateurs

L'équipe française était constituée de deux membres.



Jean-Nicolas Delaty, 48 ans
Décorateur
Spéléologue confirmé
Spécialité : Topographie
Membre de l'Association Drabons et Chieures (secrétaire de la section spéléo), de l'ADEK Madagascar et de la Fédération Française de Spéléologie. Expéditions : Bemaraha 93, Tsingy 95, Mada 96/1, Bemaraha 98/1, Malagasy 99, Malagasy 2002, Malagasy 2003, Malagasy 2004, Malagasy 2006, Malagasy 2008 & Malagasy 2009.



Éric Sibert, 38 ans
Chargé de Recherche au CNRS
Spéléologue confirmé
Spécialités : Photographie, Systèmes d'Information Géographique
Membre du Groupe-Spéléo La Tronche, du Spéléo-Club de Savoie, du Spéléo-Club Poitevin, de l'ADEK Madagascar et de la Fédération Française de Spéléologie. Correspondant-pays pour Madagascar et l'Océan Indien auprès de la Commission Relations et Expéditions Internationales (CREI) de la FFS. Expéditions : Malagasy 2002, Malagasy 2003, Malagasy 2004, Malagasy 2006, Malagasy 2008 & Malagasy 2009.

L'équipe locale au niveau du parc comprend en théorie un Agent du Parc, un pisteur et un cuisinier. Les deux premiers viennent avec nous durant les explorations alors que le cuisinier reste au camp toute la journée. En pratiques, les contraintes professionnelles des uns et des autres ont fait que nous avons tourné sur un effectif plus large.



Illustration 12: Tantely, Agent du Parc



Illustration 14: José, Agent du Parc



Illustration 13: François, Agent du Parc



Illustration 15: Justin, Pisteur

Logistique

Compte tenu de l'absence d'infrastructures au niveau du Parc, toute la logistique doit être prévue à l'avance.

Alimentation

Durant les transports, nous mangeons dans les gargotes le long de la route et dans les restaurants dans les villes plus importantes où nous faisons relâche. Par contre, nous emmenons toute la nourriture pour le campement dans le Parc. Le gros de l'alimentation est acheté en supermarché dans la capitale. Des compléments, en particulier des denrées périssables ont été achetées à Mahajanga sur les marchés. Au-delà, il y a deux petits marchés et quelques boutiques à Soalala

et Andranomavo. Enfin, à Vilanandro, nous achetons des poulets que nous consommons au fur et à mesure du camp.

Sur le terrain, il n'y a aucun moyen de conserver les denrées périssables au frais. Nous nous contentons de les suspendre dans des sacs avec des ficelles aux arbres pour éviter que les fourmis ne les attaquent. Ça les maintient aussi à l'ombre, soit 30°C. Pour compléter le tableau, il faut mentionner qu'à l'aller, nos vivres sont restés toute une après-midi en plein soleil sur le toit du taxi-brousse en panne.



Illustration 16: Stockage des denrées périssables

Eau

Le campement est établi à côté d'un plan d'eau. Dans celui-ci, nous puisons l'eau pour la cuisine qui est utilisée après ébullition et pour la toilette. Des animaux domestiques (zébus) et sauvages (sangliers, oiseaux...) peuvent aussi venir boire dans le plan d'eau. Pour l'eau potable, nous nous ravitaillons dans la rivière à côté du hameau de Kapiloza, à 3 km du campement. Pour le transport de l'eau, nous avons acheté deux bidons de 10 L à la capitale. Nous traitons cette eau avec des pastilles de marque Aquatab avant de la boire.

Électricité

Nous avons besoin d'électricité pour plusieurs équipements:

- le télémètre laser DistoX qui utilise les piles LR03;
- les GPS avec des piles LR06;
- les éclairages spéléos à LED employant des piles LR06;
- des éclairages d'appoint aussi à LED pour l'équipe locale utilisant des piles LR03;
- un PDA avec une batterie interne au lithium et une batterie annexe de plus forte capacité;
- un appareil photo reflex avec une batterie interne au lithium et une batterie de rechange identique;
- un flash photographique nécessitant

4 piles LR06.

En pratique, nous avons emmené un nombre conséquent (~30) d'accumulateurs Ni-MH LR06. Nous avons chargé l'ensemble (LR06 et accus lithium) à la dernière prise disponible, à Mahajanga en pratique. Sur le terrain, nous avons prévu un panneau solaire 12 W avec deux chargeurs LR06 (4 accus chacun) ainsi que dispositif pour charger le PDA. Malheureusement, une défaillance du panneau solaire en début de camp ne nous a pas permis de recharger les batteries. Nous avons économisé fortement les accus et vers la fin du camp, nous avons fait acheter quelques piles au village voisin, Vilanandro.

Pour les piles LR03, pour faciliter la calibration du compas magnétique du DistoX, nous avons eu recours à des piles salines achetées en France avant le départ. Celles-ci génèrent des perturbations magnétiques bien inférieures aux piles alcalines et aux accumulateurs Ni-MH. Nous avons utilisé deux à trois jeux de 2 piles par jours. Les piles usagées étaient ensuite réemployées dans les éclairages à LED.

Transports

Pour aller de France à Madagascar, nous avons voyagé sur des avions de ligne. Sur place, nous avons eu recours aux transports locaux. Pour les courses à Antananarivo, nous avons surtout utilisé le taxi. Pour les longues distances, nous avons employé les taxi-brousses, sous forme de minibus 15 places pour aller jusqu'à Mahajanga (600 km aller) puis de 4x4 délabré (toujours avec 15 passagers) pour se rapprocher du Parc (170 km aller). Enfin, l'approche terminale s'est faite avec un mélange de charrette à zébu (80 km) et de marche à pied (30 km).

Cartographie et GPS

Le massif se trouve pile à l'angle de quatre cartes au 1/100.000. En pratique, nous avons fait scanner les cartes avant le voyage et nous avons réuni les morceaux en une seule image. Nous avons alors imprimé en A4 les zones qui

nous intéressaient. C'est ce que nous avons pris sur le terrain.

Nous avons deux GPS, un Magellan Meridian et un Magellan Triton. Comme nous connaissions déjà le secteur, ils ne nous pas beaucoup servi pour l'orientation, juste pour l'arrivée de nuit sur le campement le premier jour. Ensuite, nous les avons employé pour déterminer les coordonnées d'entrée des cavités.

Matériel

Pour donner un ordre d'idée, voici la liste du matériel d'un des deux participants.

- Passeport
- Euros 500 + petites coupures pour le taxi
- Carte bancaire
- Billet d'avion
- Billet de train
- Poche spéciale papiers
- Photocopie des papiers + billet avion
- Ticket bus Grenoble+Paris
- Impression des cartes des tsingy
- Guide de Madagascar
- Carte de Madagascar
- Appareil photo Reflex + 3 objectifs
- Télécommande
- 3 Cartes mémoire CF
- Trépied
- Flash externe + housse
- Chargeur reflex
- Sachet de riz (support)
- Tête panoramique
- Clé USB
- GPS + cordon USB + housse
- Chargeur LR06 + alim + cordon allume-cigare + cordon USB
- Prise allume-cigare en T
- Adaptateur USB Allume-cigare
- 18 Accus LR06
- Lecteur carte mémoire
- Téléphone portable + chargeur
- PDA + chargeur + housse + batterie + minichargeur + prise allume-cigare + carte Bluetooth
- Multiprise
- Chaussures de marche
- Tennis
- Sandales
- Maillot de bain
- 3 Slips
- 3 Tee-shirt
- 3 Paires de chaussettes
- 2 Shorts
- Pantalon toile
- Jean + ceinture
- Chemise bucheron
- Veste polaire
- Cape de pluie
- Sac à viande
- Casquette
- Mallarone
- Pharmacie
- Pastille eau
- Carnet de vaccination
- Crème solaire
- Brosse à dent/dentifrice
- Savon + Petite serviette
- Double lunettes
- Lunettes de soleil
- Rasoirs jetables + mousse à raser
- PQ
- DistoX + housse
- Piles salines LR03
- Carnet de note (x 3) + stylo
- Papier + Marker pour les carrefours
- Gants travaux légers
- Casque
- Sac à dos
- Sac spéléo
- Petit sac à dos
- Douche solaire
- Tente
- Duvet léger + Matelas autogonflant
- Lampe frontale Tika
- Gourde à tuyau
- Opinel
- Ficelle
- Pincettes à linge
- Tomme de Savoie
- Lait en poudre
- Céréales petit-déjeuner

Tout ça pour 27 kg en soute à l'embarquement de l'avion plus le petit sac à dos avec le matériel photo en cabine.

En matériel collectif, le second participant a aussi amené:

- Panneau solaire
- Chargeur LR06
- Télémètre LASER Hilti
- Compas
- Clinomètre

Courses à Madagascar

Voici la liste des courses effectuées à Madagascar avant de partir sur le terrain. La majorité des courses a été réalisée dans un supermarché à Antananarivo. Les compléments, en particulier les produits frais, ont été achetés sur les marchés.

Supermarché à Antananarivo

- Pâtes
- Purée
- Huile Rhum
- Pain / Pain de mie
- Fromage
- Biscuit pour le petit-déjeuner
- Nescafé
- Infusions
- Soupes chinoises
- Sel Poivre
- Épices
- Bouillon cube
- Saucisson
- Charcuterie
- Sardines
- Pâté
- Chocolat
- Barres de céréale
- Fruits au sirop
- Papier toilette

- Éponge à récurer
- Briquet
- Fruits secs
- Cacahuètes et biscuits apéritif

Marchés à Antananarivo

- Carbure
- Bidon
- Miel

Marchés à Mahajanga

- Pommes de terre
- Carottes
- Citrons
- Ficelle
- Oignons
- Sucre
- Beazy
- Sceau
- Ail
- Marmites
- Lessive
- Orange
- Kapoaka (gros gobelet)
- Panier
- Lampe frontale

Journée type

Les journées sur le terrain s'organisent toutes plus ou moins suivant le même modèle. La nuit tropicale profonde et qui tombe rapidement, tend à figer ce programme. Voici une journée type :

- Réveil 6 h 30
- Petit déjeuner
- Préparation du casse-croûte

- Préparation de l'eau à boire (pastille)
- Remplissage de la douche solaire
- Vaquer à la grosse commission
- Mettre ses chaussures en vérifiant l'absence de bestioles à l'intérieur
- Marche d'approche
- Exploration/topographie
- Pique-nique dans un coin de lumière

- Exploration/topographie
- Retour au camp
- Sandales
- Douche
- Lessive
- Apéritif
- Comptage de la première du jour

- Repas
- Tisane
- Coucher
- Compte rendu de la journée sur le PDA
- Transfert des données du DistoX sur le PDA
- Dormir

Menu type du soir

- Rhum citron
- Cacahuètes
- Soupe chinoise
- Pâte ou purée

- Viande séchée ou poulet
- Fromage
- Dessert en boîte
- Tisane

Carnet de route

Mercredi 22 juillet :

Départ vers midi de Grenoble en TGV. À Paris, transfert de la Gare de Lyon à Orly. Enregistrement avec 4 heures d'avance. Petit retard administratif au décollage pour cause de tampon pas dans la bonne case. Vol de nuit. Film OSS 117 puis OS 117 et enfin OS 117.

Jeudi 23 juillet :

Escale à Nosy Be. Ce qui devait être une escale express pour essayer de combler le retard au décollage se rallonge bien. En effet, l'opérateur au sol qui devait guider l'avion devant l'aérogare n'avait pas prévu la bonne envergure. Aussi, l'aileron gauche de l'aile a accroché un câble en manœuvrant. Et maintenant, l'aileron présente une bosse. Le technicien du vol fait des photos des dégâts, puis les envoie au siège à Paris qui fait suivre à Airbus. Après analyse, il apparaît que la structure de l'aile n'est pas déformée et nous sommes autorisés à repartir après deux heures de poses. Une heure plus tard, nous voilà à Tana.

Direction le Relais des Pistards comme d'habitude. La météo est médiocre avec des passages de bruine. Nicolas est déjà arrivé de Tuléar. Dans l'après-midi, nous allons acheter du carburant et réserver le taxi-brousse pour Mahajanga. La circulation est toujours aussi dense et polluante dans Tana. De retour à l'hôtel, Florent est là. Nous discutons un bon moment en arrosant le tout au Pastis. Le soir,

nous allons au restaurant, un peu cher mais c'est pour fêter mon retour à Mada.

Vendredi 24 juillet :

Nous commençons la matinée en allant retirer nos autorisations à *Madagascar National Parks*. Le soleil est de retour avec des températures bien plus élevées que la veille. Après un retour à l'hôtel pour faire du change, nous partons faire quelques petites courses à Analakely. Nous mangeons en ville avant d'aller acheter des bidons pour l'eau au marché d'Isotry. Nous terminons les courses avec le gros des vivres au Jumbo. Le soir, nous hésitons entre deux restaurants. Ce qui est sûr, c'est que celui que nous choisissons ne connaît pas la crise. Il est presque complet.



Illustration 17: Marché d'Analakely à Antananarivo

Samedi 25 juillet :

Direction le stationnement de taxi-brousse où nous arrivons à l'heure prévue, soit 7 h 30. Par contre, il y a un autre passager qui lui est en retard et qu'on attend. Finalement, départ vers 9 h. On fait encore deux petites pauses, une pour l'essence et l'autre pour la pression des pneus. Nos bronches ne sont pas mécontentes de quitter Tana. Nous roulons sous un ciel chargé ce qui n'empêche pas la chaleur d'être pesante dès que nous quittons les hauts plateaux. Parcours sans encombres même si le fait de ne pouvoir déplier les jambes reste dur pour les genoux. Le chauffeur soudoie la maréchaussée avec les journaux du jour en provenance de la capitale. Nous arrivons à Mahajanga à 8 heures du soir. Nous nous installons au même hôtel que l'année précédente, le 5/5. Nous allons manger rapidement une pizza avant d'aller faire un gros dodo bien mérité.

Dimanche 26 juillet :

Après une bonne nuit de sommeil, réveil tranquille. Nous allons compléter nos courses dans différents marchés de la ville. Pour le pain, nous avons plus de difficultés et nous renonçons à trouver du pain de campagne le dimanche. La chaleur est vive dès la fin de matinée à Mahajanga. À midi, nous avons quelques difficultés à trouver un endroit pour boire et manger dans la zone touristique car tout est fermé. Finalement, en remontant dans la zone plus locale, nous avons plus de succès. L'après-midi, nous faisons la sieste en attendant que la chaleur se calme. Brochettes le soir.

Lundi 27 juillet :

Réveil matinal pour aller au port. Nous essayons de trouver du pain de campagne dans deux boulangeries en chemin mais c'est peine perdue. Nous repartons seulement avec du pain de mie fort cher. Pour la traversée, on nous propose un frêle esquif sensé être plus rapide mais nous préférons assurer la sécurité et nous optons pour le petit bac au même tarif, surtout qu'en face, les taxis-brousse ne vont pas partir avant l'arrivée du bac. Départ de Mahajanga à 7 h 30 précise, comme annoncé.

Après une traversée sans problème, nous débarquons à Katsepy. Nous trouvons sans

difficulté un taxi-brousse pour Andranomavo. En effet, cette année, nous voulons tenter un accès du parc par le sud pour voir si ça va mieux que par le nord. Le véhicule n'est pas de première jeunesse et les paris sont ouverts quant à nos chances d'arriver à bon port. Pendant le chargement, il y a un troupeau de *karana* qui arrive en moto trial pour prendre le bac dans l'autre sens. À 9 h 30, nous nous mettons en route. Il y a un passager sur le capot avant, quatre sur la première banquette, chauffeur compris, cinq sur la nôtre et cinq dans le coffre sur les bagages sans compter le mètre de bagages sur la galerie. Nous ramassons pas mal de latérite dans l'habitacle. Cette sensation de coller avec un mélange de sueur et de poussière est excellente.



Illustration 18: Le taxi-brousse

Ça roule correctement jusqu'à Mitsinjo où nous faisons la pause repas. Pendant que nous mangeons, ils commencent à bricoler sur les suspensions arrière du taxi-brousse. À la fin du repas, le remontage du véhicule est presque terminé. Nous allons pouvoir repartir. Erreur, ils l'ont juste remonté pour aller au garage. L'attente commence. La ville est un peu léthargique. On nous installe un banc pour que nous puissions nous asseoir à l'ombre. Il fait 31°C dans la dite ombre. Au bout d'un moment, nous allons faire un tour au garage. Le pont arrière de la voiture est complètement démontée et ils attendent 16 h que la Jirama envoie l'électricité pour pouvoir souder à l'arc. L'électricité arrive à l'heure. C'est aussi à ce moment là que la ville s'anime un peu. Nous allons nous boire une bière en regardant de la

variété malgache. Le temps de souder et tout remonter, nous reprenons la route à 20 h 30. On nous annonce une arrivée vers minuit. Nous quittons la piste principale pour celle d'Andranomavo. Ça roule déjà moins vite mais avec toujours autant de poussière. Les bagages chatouillent la canopée. À minuit, nous sommes loin du compte.

Mardi 28 juillet :

Nous nous arrêtons dans un village au bord de la piste. Nous dormons quelques heures sur des nattes à même le sol. C'est un peu dur mais c'est quand même de bon cœur que nous nous reposons. À 4 h du matin, nous reprenons la route. Nous traversons plusieurs fois la même rivière avant d'attaquer une chaîne collines avec de bonnes côtes. Enfin, à 7 h 30, nous arrivons à Andranomavo dans un état de crasse assez avancé. Nous avons mis 22 heures pour faire moins de 200 km. Ce n'est vraiment pas une performance. Mais nous ne sommes pas là pour faire du tourisme et nous voulons repartir.

Nous nous renseignons pour un transport spécial. La seule proposition est avec le véhicule qui nous a amené jusqu'ici. Le tarif proposé est astronomique. En fait, le chauffeur n'a visiblement pas envie de repartir. À défaut, nous nous orientons vers une charrette à zébu qui veut bien nous emmener jusqu'à Vilanandro en pleine journée mais pas au-delà. À 10 heures moins le quart, nous sommes de nouveau sur la route. Nous avons en fait deux charrettes et nous cheminons à côté pour une meilleure dose de latérite. Cuisson à point au soleil. Par moment, des tourbillons de poussière viennent nous tenir compagnie. Il y a aussi quelques rares nuages qui viennent de temps à autre masquer le soleil. Sur la fin du parcours, je monte sur une charrette. C'est plus de poussière mais moins de fatigue et de chaleur.



Illustration 19: Nos bagages en charrettes à zébu

À 13 h 30, nous sommes à Vilanandro. La distance réelle est de 17 km et non pas de 25 comme annoncés. Nous trouvons un premier agent du parc, François. Personne n'est au courant de notre venue. Assez rapidement, nous retrouvons Tantely, l'agent du parc de l'année précédente. Il nous offre le repas pendant que nous discutons organisation. Il n'y a pas de guide disponible, Môrila semblant avoir été attiré par les lumières de la ville et Justin étant déjà sur le terrain avec un groupe d'américains. Haja, la chef de secteur n'est pas non plus là. Néanmoins, Tantely nous organise notre départ avec lui-même et François qui jouera le rôle de gardien de camp.

À 4 heures moins 10, nous partons avec une charrette avec des pneus à la place de roues métalliques. Cette fois, c'est Nicolas qui commence le parcours dessus. Nous faisons quelques haltes en sortant du village pour acheter des poulets, le tout agrémenté de courses poursuites. Nous quittons la piste et abordons la plaine d'Antsifotra à la nuit tombante. Heureusement, la lune permet d'y voir un peu et de guider la charrette. Nous faisons l'approche jusqu'au lac au GPS. Sur place, le niveau de l'eau est plus bas, peut-être seulement 30 cm, mais ça ne facilite pas le travail pour aller chercher l'eau. Il semble aussi que cette année, les zébus fréquentent le plan d'eau. Nous nous installons. Nous dérangeons quelques scorpions en déplaçant des pierres. Il y a aussi pas mal de petites grenouilles. D'ailleurs, je partagerai ma nuit avec l'une d'entre elles

mais elle ne se transformera pas en prince charmant. Enfin, je dis ça mais je n'y tenais pas particulièrement. Nous n'avons jamais été aussi sales à l'arrivée. Cependant, nous ne nous sommes pas trop cassé le derrière dans des charrettes et nous avons gagné un jour sur le temps d'approche.

Mercredi 29 juillet :

Nous terminons l'installation du camp. Il faut reprendre les bonnes habitudes : vérifier les chaussures avant de les enfiler, suspendre la nourriture pour ne pas se la faire manger, lutter contre les fourmis, faire attention que les petits bobos ne s'infectent pas... Nous allons tous ensemble voir la rivière à côté de Kapiloza qui doit nous servir de source d'eau potable. Nous trouvons facilement la rivière et en la remontant, nous trouvons une zone où elle coule claire. Après avoir nettoyé et rempli les bidons, nous nous lavons au bord sans néanmoins se baigner, la présence de crocodiles étant probable.

De retour au camp, nous partons pour la spéléo avec Tantely. Nous avons du mal à retrouver le chemin de l'année précédente dans les taillis. Une partie de nos floquettes se sont désagrégées et nous les retrouvons au sol en morceaux. De plus, faute de guide, nous n'avons pas de *mesobe* (coupe-coupe) pour retailler le chemin. Nous parvenons quand même aux anciennes entrées. De là, nous attaquons au sud-ouest en restant plus ou moins à flanc de parois pour essayer d'avancer dans le canyon repéré sur la vue aérienne. Nous finissons par trouver une entrée à une soixantaine de mètres des précédentes (NA 40). Comme il est une heure passé, nous commençons par casser la croûte à l'intérieur de la grotte avant d'attaquer la topographie. Nous démarrons par le plus évident. Nous laissons plusieurs départs latéraux. Nous effectuons aussi une sortie dans le canyon (NA 42). Enfin, l'heure passe et nous décidons de ressortir. Sur le chemin du retour, dans la forêt, Nicolas se fait attaquer par un nid de guêpes. Tantely part dans la nuit pour Vilanandro car il a des obligations sur place de bon matin.



Illustration 20: Plafond anasthomosé

Jeudi 30 juillet :

Départ un peu poussiéux le matin. Cette fois, nous sommes tous seuls. Nous essayons de nouveau d'améliorer le chemin avec nos faibles moyens. Nicolas casse son couteau-scie en taillant des branches. Nous croisons aussi une bande de sifaka qui passe sur les arbres au-dessus de nous. Dans la grotte, nous décidons d'écumer les départs de manière plus systématique. Comme nous partons toujours sur la gauche, nous ressortons régulièrement dans le canyon (NA 41 et NA 43). Lors de la pause repas, nous mesurons une température de 24°C dans la grotte. Nous levons une colonie de chauves-souris. Il y en a aussi d'autres qui vivent isolées comme une que nous avons observée suspendue au bout d'une stalactite. Dans le coin, elles n'ont pas trop l'air de chercher les anfractuosités à l'abri du courant d'air. Nous découvrons aussi une zone avec une interstrate en hauteur qui est presque complètement érodée. On se demande comment les masses calcaires supérieures font pour tenir.

En fin de journée, à l'occasion d'une dernière sortie (NA 44), nous pouvons accéder au toit des *tsingy* (TOIT 1), par-dessus les zones que nous explorons. Il y a non seulement des zones importantes de *tsingy* mais aussi des îlots de végétation sur les *tsingy* avec entre autre des baobabs. Lorsque nous reprenons la topographie sous ces zones, il ne fait pas de doute que ça correspond aux importants concrétionnements que nous rencontrons.

Nous arrêtons la séance du jour sur une zone avec de multiples départs.

Nous rentrons au camp à la nuit tombante. Un peu après arrivent, Tantely, Justin et José. Ce dernier va remplacer François comme gardien du camp et cuisinier. Dans la journée, deux poules ont rompu leurs ficelles et se sont enfuies dans les *tsingy* mais, bonnes filles, elles sont revenues au campement en fin de journée. Elles se sont juste installées sur des branches en hauteur. François attend simplement l'obscurité pour qu'elles soient endormies. Il les chatouille alors avec un bâton, ce qui a pour effet de les faire tomber par terre.

Vendredi 31 juillet :

Petite pluie dans la nuit. Finalement, Tantely va rentrer à Vilanandro pour préparer les JME (Journées Mondiales de l'Environnement). François reste à la garde du camp alors que Justin et José viennent avec nous sur le terrain. Nous améliorons de nouveau le sentier d'accès mais cette fois, ce n'est plus avec un coupe-ongles. Nous continuons dans l'écumage des départs sur notre gauche. Ça redonne souvent dans des sorties en bordures des *tsingy*. Néanmoins, à part une (NA 45), nous ne cherchons plus systématiquement à les atteindre, ce d'autant plus qu'elles présentent des éboulements à leurs entrées.

À midi, nous effectuons la pause repas dans une zone où il y a des chauves-souris bien plus grandes que la veille. Ensuite, nous arrêtons la progression gauche-toute pour tenter de faire du rebouclage, ce que nous réussissons assez bien. Nous parcourons au passage d'importantes zones concrétionnées. Il semblerait que ceci corresponde aux zones couvertes des *tsingy* vues la veille et en particulier à l'aplomb des baobabs. Nous observons même ponctuellement des concrétions actives avec circulation d'eau. Retour au camp sans difficultés. Alors que François était au camp, une personne a essayé d'attaquer une de nos poules avec une flèche tirée par une sarbacane. Il semblerait qu'il s'agisse d'un gardien de zébu qui a l'habitude de chasser dans le coin en marge de son boulot.

Dans le doute, pour limiter les pertes, nous sacrifions un premier poulet le soir.

Samedi 1er août :

Nous commençons à être un peu plus rodés le matin. Nous continuons vers la gauche comme les jours précédents. Les sorties vers l'extérieur paraissent être de plus en plus à l'intérieur des *tsingy* et de moins en moins dans un canyon arboré. La puissance du calcaire se rapproche des 30 mètres. C'est aussi la journée des méga-chiroptères. Ce sont les mêmes que la veille mais en plus nombreux. Ils font bien 50 cm d'envergure en vol et quand ils en posent une, ce n'est pas du pipi de chat, c'est de l'étron, du vrai. Il y en a plein les parois. Nous accélérons le mouvement lorsque nous faisons la topographie dessous. Au passage, j'attrape une tique au mollet mais elle ne survit pas longtemps.

Dans l'après-midi, nous décidons de quitter la direction gauche et ses trop nombreuses sorties pour essayer de nous enfoncer un peu plus dans le réseau. C'est une réussite et ça devient bien labyrinthique. Nous avons un peu du mal à nous y retrouver dans la topographie malgré les petits bouts de papier que nous posons à chaque carrefour. Néanmoins, nous bouclons une certaine zone. Ensuite, nous décidons de retourner à la sortie en essayant de compléter quelques branches parallèles. Retour à l'extérieur sans problème. Au camp, François et Justin ne restent pas car ils doivent aller se ravitailler en riz. Seul José assure la logistique. Dans la soirée, nous entendons un bruit de sono au loin. À voir la direction, ça vient de Vilanandro à plus de 10 km (en fait, pas tout à fait).

Dimanche 2 août :

Justin est de retour de bon matin, à l'heure dite. Par contre, François n'est pas là car il a une réunion avec Haja, la chef de secteur. Aussi, nous ne partons sur le terrain qu'avec José. Nous décidons de ne pas aller plus en avant dans le réseau mais de compléter une zone intermédiaire. Il y a toujours nos copines les chauves-souris géantes. On espère qu'elles sont toujours frugivores car c'est le modèle qui t'embarque un arbre fruitier en entier et le désosse au nid. Il y a aussi un endroit où elles

restent suspendues au plafond à notre passage, peut-être une nurserie. Globalement, le secteur que nous explorons bute sur des zones d'effondrements à ciel ouvert et des canyons forestiers. Ça permet d'assez bien délimiter notre zone d'exploration et d'en compléter la topographie. Le soir, de retour au camp, François est de nouveau là. Une de nos poules est pondueuse et c'est déjà son troisième œuf. C'est elle que nous mangerons en dernier. En attendant, un deuxième poulet passe à la casserole.

Lundi 3 août :

Aujourd'hui, ce sont Justin et François qui nous accompagnent sur le terrain pendant que José reste au camp. Nous passons dire bonjour aux chauves-souris. L'appellation malgache pour le grand modèle est Fanihy et pour le petit Potipoty. Aussi, nous baptisons la cavité Zohy Potipoty. Nous rattaquons la topographie sur quelques départs laissés la veille. En fait, de fil en aiguille, on avance et ça devient de plus en plus compliqué. Dans certains secteurs, on bute sur des zones avec beaucoup de blocs effondrés et des restes de galeries à ciel ouvert. Dans d'autres directions, ça continue. Nous regrettons de ne pas avoir le PDA qui permet de dessiner la topographie en temps réel.

Alors que l'heure tourne, nous décidons de laisser plusieurs départs dans des zones intéressantes. Sur le chemin du retour, à l'intérieur de la grotte, je m'entaille le genou sur un rocher couvert de fiente de chauve-souris. Il y a un petit vent frais au moment de la douche. Le soir, il y a de nouveau la sono au loin mais moins fort et plus du côté d'Analatelo. Nicolas se taille aussi le pouce en ouvrant une boîte de conserve avec son couteau de combat.

Mardi 4 août :

Le vent frais a soufflé toute la nuit et la petite laine est appréciable au réveil. Justin et François sont toujours de la partie pour venir avec nous. Du sanglier est passé sur notre chemin d'accès. Nous sommes à l'entrée de la grotte à 8 heures du matin. Au début, ça pédale un peu dans la semoule et nous retopographions par erreur certaines sections de

galeries. Ensuite, ça va un peu mieux. En particulier, nous réalisons une jonction par une boucle importante avec la zone de pique-nique du troisième jour. Enfin, nous tournons dans un secteur où nous avons quelques difficultés à avoir une vue d'ensemble. Malgré une sortie tardive, le score du jour n'est pas superlatif. En ressortant, nous découvrons dans la salle d'entrée une poterie que nous n'avions pas repérée lors de la topographie. Nous rentrons au camp au crépuscule avec le clair de lune. Justin et François retournent de suite à Vilanandro, le premier pour se ravitailler en riz, le second pour une réunion le lendemain matin. Ce soir, la sono ambulante est à Vilanandro pour les JME.



Illustration 21: Sortie secondaire dans le canyon d'accès

Mercredi 5 août :

Le coq survivant profite du fait qu'il n'a plus de concurrence pour s'exprimer fortement bien avant l'aurore. Justin n'est pas là de bon matin. Nous avons beau attendre jusqu'à 8 heures passé, il ne pointe pas le bout de son nez. Aussi, nous partons tout seul, José restant à la garde du camp. Nous lui avons donné des pâtes car il n'avait pas non plus de riz pour le petit déjeuner. Nous avons commencé par une petite séance de retopographie. À chaque fois, c'est le même scénario. Nous arrivons par un passage supérieur dans une zone que nous pensons nouvelle mais après quelques visées, il s'avère que nous sommes dans une zone déjà connue.

Ensuite, nous attaquons réellement la topographie. Nous réalisons plusieurs jonctions, ce qui commence à donner de la consistance à l'ensemble du réseau. À midi, nous nous partageons la dernière orange. Les denrées périssables se font rares, ce d'autant plus qu'elles ont souffert du transport initial. Dans l'après-midi, nous travaillons sur un secteur que nous bouclons complètement à l'exception d'un départ prometteur que nous gardons pour plus tard. La barre des 10 km est franchie.

De retour au camp, Justin est là. Il a eu quelques difficultés à trouver du riz blanc. Nous sacrifions le coq pour des matins plus calmes. Il y a toujours la sono. La veille, c'était pour un film sur l'environnement. Aujourd'hui, c'est le bal populaire. Les fourmis mutantes sont de plus en plus envahissantes autour du foyer. Elles résistent même à l'eau bouillante pendant 2 heures.

Jeudi 6 août :

Nous partons avec José vers le fond du réseau avec l'objectif de partir sur la droite et non à gauche comme la veille pour essayer de jonctionner une partie explorée quelques jours auparavant. Et en pratique, nous rebouclons beaucoup plus vite que prévu. Nous commençons à topographier la zone de jonction un peu dans tous les sens avec des petits départs de ci de là. Alors que nous commençons à en avoir marre des petites boucles de rien du tout, un grand départ tout noir nous appelle. Nous fonçons dedans et effectivement, nous alignons les visées de topographie.

Vers midi, nous cherchons une zone avec de la lumière pour manger. C'est alors que certaines diaclases présentent un air de déjà vu. Après un bref arrêt repas, nous repartons en topographiant cette nouvelle jonction que nous n'avions pas prévue. Ensuite, nous revenons un peu en arrière et attaquons les départs laissés à l'aller. Il y a en particulier une zone bien concrétionnée. Le secteur s'étoffe bien et nous n'en venons pas à bout quand nous arrêtons. Le cap des 500 carefours est atteint. Nous avons d'ailleurs épuisé le stock de papiers prédécoupés pour marquer les carefours.

Le retour à l'entrée du réseau devient compliqué et les carnets topographiques sont nécessaires pour s'y retrouver. Nous sortons à la nuit tombante et en plus, le ciel est couvert. François est de retour au camp mais il ira bien vite rejoindre les bras de Morphé suite aux agapes de la veille à Vilanandro. Nous nous cuisinons des œufs brouillés avec du cheddar et des pommes de terre. Merci la poule pondeuse. C'est plus proche de la tartiflette que de l'omelette. Il semble qu'il y ait à la tombée de la nuit un gros vol de chauves-souris (les grandes, Fanihy) du nord vers le sud, qui passent au-dessus de notre campement.

Vendredi 7 août :

C'est l'ultime journée sur le terrain. Justin et François nous accompagnent sous terre. Nous commençons par compléter la topographie dans la zone d'entrée. Même s'il n'y a pas surprise, nous avons quand même laissé plusieurs belles galeries dans le secteur. Ensuite, nous complétons avec quelques sorties à terminer. Enfin, nous retournons sur la zone de la veille. Nous sommes vraiment en bout de course. Nous n'avons plus de carbure pour la lampe de Nicolas et il manque de piles pour l'éclairage à led d'Éric, le panneau solaire pour recharger les accus étant défaillant. À midi, nous mangeons les derniers morceaux de pain de mie moisis.

Nous tournons, retournons et bouclons pas mal la zone. Nous sommes presque à la fin du troisième et dernier carnet topographique. En changeant de secteur, nous manquons de perdre l'équipe malgache. Enfin, nous retournons à l'entrée que nous atteignons en 20 minutes. Le soir, alors que nous totalisons sur le PDA les résultats du jour et de la dizaine, la lune se lève sur le plan d'eau.

Nous arrosons le score du séjour avec 14 km de première. Nous passons la poule pondeuse à la casserole. Ça fait toujours mal de sacrifier l'outil de production. Mais c'est en fait une vieille carne qui résiste longuement à la cuisson. Et même après ce traitement, il faut avoir des crocs bien affûtés pour la manger. Coucher tardif... par rapport aux mœurs locales.



Illustration 22: Sorties latérales

Samedi 8 août :

C'est la fin. Nous plions le camp et partons à pied vers 8 heures. Il y a un bon vent, ce qui nous évite d'avoir trop chaud. À passer nos journées sous terre, nous en avons oublié l'intensité du soleil. En 2 h 30, nous sommes à Vilanandro. Nous retrouvons tout le monde, Tantely, Charles, le seul agent du parc à ne pas avoir été avec nous sur le terrain et enfin Haja. Nous faisons une restitution avec cette dernière. Elle nous offre le verre de l'amitié, en l'espèce du lait accompagné de pâte de banane. Nous allons boire de la bière pas fraîche avec l'équipe que nous payons au passage. Ensuite, Tantely nous invite à manger des spaghettis. Nous vendons les bidons d'eau et offrons le reste du matériel dont nous n'avons plus l'utilité.

Pour le retour, nous avons décidé de passer par Soalala. Tantely nous a déjà réservé une charrette. Elle arrive en début d'après-midi. C'est le bon vieux modèle à roues métalliques sans suspensions avec en plus ici l'option Lamborghini, les axes étant tellement usés que les roues se mettent de travers. Nous chargeons et partons vers 15 h 30. Il n'y a pas de paille au fond de la charrette. Au début, dans le sable sur

la piste principale, ça va encore mais au bout d'un moment, nous nous engageons sur une piste très secondaire et là, ça devient beaucoup plus dur. Nous dépassons un camion qui est en panne depuis plusieurs jours. Ils ont eu le temps d'amener un groupe électrogène et un poste à souder pour le réparer sur place.

Au coucher du soleil, nous faisons une pause ravitaillement. Le fond de la charrette est chargé en paille, ce qui améliorera bien le confort pour la suite. Le charretier prend aussi son repas auprès de la famille vivant dans les deux cases du coin. Pendant ce temps là, nous attendons en nous faisons dévorer par les moustiques. Nous repartons à la nuit noire avec une passagère supplémentaire. Nous rejoignons rapidement la piste principale. C'est alors que la lune se lève et nous éclaire tel un projecteur.



Illustration 23: Camion en panne

Dimanche 9 août :

Après la plaine, nous attaquons la chaîne de colline qui me semble plus longue que la fois précédente. Passe-t-on par le même chemin ? Difficile à savoir car nous voyageons toujours de nuit et à ce stade du voyage, il n'y a plus assez de piles dans le GPS pour enregistrer en continu. Après les collines, le secteur inondé mais qui cette année semble plus court puis une zone vallonnée. Par moment, le chauffeur s'endort et les zébus avancent en automatique mais avec une vitesse tendant vers zéro dans les côtes. C'est alors que le jour se lève. Je décide de continuer à pied devant la charrette. Enfin, un relais téléphonique apparaît au loin sur une colline, signalant l'arrivée à Soalala. Les

premiers rayons du soleil nous atteignent alors que nous traversons la zone d'aquaculture. À 7 heures, nous sommes rendus sur la jetée au bord du fleuve. Celle-ci est rompue en son milieu, ce qui empêche les véhicules d'aller jusqu'au bout vers le bac et coupe l'accès à Namoroka en 4x4 par ce côté là. Accessoirement, ça oblige les pirogues à balancier à manœuvrer à travers la mangrove. Nous en trouvons assez rapidement une pour nous faire traverser avec nos bagages.

À l'ANGAP, Jean-Claude, le directeur, nous reçoit pour une brève restitution. Ensuite, il part à la course au véhicule pour nous ramener à Katsepy. Malheureusement, tous les taxis-brousse sont partis de bon matin. En attendant que la situation s'améliore, nous allons prendre un petit-déjeuner. Nous faisons connaissance avec le boiteux réparateur de téléphone portable. Il est venu s'installer dans la ville pour profiter de ce marché lucratif où il est pour le moment en situation de monopole. Il nous propose de faire une petite balade autour de la ville. Nous montons aux relais téléphoniques au-dessus de la ville. Ensuite, nous allons voir la centrale électrique de la Jirama et ces deux groupes de 50 kW chacun.

Enfin, de retour en ville, nous découvrons qu'il y a un taxi-brousse en attente sur le port. Nous mettons un moment à trouver le chauffeur. Il reste de la place. Il doit partir d'ici une heure, le temps de faire les papiers pour les deux macchabées que nous transportons sur le toit. Nous attendons dans un bar. Quand le chauffeur arrive, nous montons dans le véhicule alors que ce dernier, déjà bourré, se prend une dernière bière (66 cl) au bar. Avec Nicolas, nous partageons une banquette latérale à l'arrière du véhicule, ce qui amplifie bien les chaos de la piste. En face de nous, il y a un adulte, un adolescent, deux gamines et une poule (l'animal, pas la fille...). Et entre tout ça, il y a un gros sac de riz qui non seulement nous interdit d'étendre les jambes mais en plus glisse et nous écrase les pieds quand le véhicule penche.

À 13 h 30, nous partons. À peine sortis de la ville, le chauffeur arrête le véhicule en plein soleil pour aller discuter avec une

personne qui habite là. Il lui réclame de l'argent mais l'autre ne veut pas et convaincre un gars bourré est difficile. Nous repartons après une demi-heure. Puis nous calons. Ils remettent de l'eau dans le circuit de refroidissement et ça repart. Ensuite, la piste secoue toujours bien avec de la caillasse. À 20 km du départ, nouvel arrêt mais à l'ombre cette fois. Le chauffeur ne coupe pas le contact, le temps de larguer les deux gamines et de boire un coup. C'est alors que des passagers se rendent compte que l'axe de transmission au pont arrière traîne par terre et que la suspension avant gauche a sauté, entraînant un décalage de la roue. Ils le signalent au chauffeur qui n'avait rien remarqué. Celui-ci coupe alors le contact et entame une réparation de fortune. Il ramène la roue avant en position à l'aide d'une chaîne et d'un tendeur qu'il laisse en place pour la suite. Nous repartons mais après 2,5 km, ça saute de nouveau. Providentiellement, un autre taxi-brousse arrive en face. Comme ils ne peuvent passer que si nous dégageons la piste, ils aident à la réparation. Une demi-heure de plus et ça repart. Ça tiendra jusqu'à la fin bien qu'on ne puisse pas dire que le conducteur ménage sa monture.

À Mitsinjo, nous effectuons la traditionnelle pause repas. Quand nous repartons, alors que nous ne sommes pas encore sortis de la ville, c'est la panne d'essence. En fait non, il y a erreur de diagnostic. En accélérant trop violemment, il a désamorcé la pompe à gasoil. Il faut maintenant la réamorcer. Le seul moyen est de pousser le véhicule. Nous le secouons un peu dans tous les sens dans une rue sableuse et en pente pour faciliter la tâche. Nouveau départ. À 22 h 30, alors que nous sommes à moins de 30 km de l'arrivée, le chauffeur décide de s'offrir un petit somme. Il plante le véhicule au milieu d'un village et va s'allonger dans un coin. Nicolas reste à dormir sur le sac de riz à l'arrière alors que je cherche un endroit. Je finis par trouver un bout de natte sur un terrain inégal. En plus il y a des moustiques et il fait froid.

Lundi 10 août :

Vers 2 h 30 du matin, le chauffeur considère qu'il a assez dormi. J'ai rayé mes

lunettes de vue en dormant dessus. Nous repartons et sommes à 4 heures à Katsepy. Nous nous installons sous une devanture du marché pour dormir. À 6 heures, les chèvres viennent nous réveiller. De toute façon, le jour se lève et l'activité redémarre. Nous laissons filer la première barque et préférons attendre le bac pour traverser. Quand il arrive, les pendores essaient d'organiser le débarquement. Ils interdisent de monter pendant que les passagers venant de Mahajanga descendent. Il y a une première alerte quand ils autorisent les dockers à monter décharger la marchandise. Enfin, c'est la charge du troupeau de zébu et là, les forces de l'ordre sont submergées. Traversée sans problème. Nous nous installons à l'hôtel. Repos, douche, pressing, repas. Ça fait du bien.

Mardi 11 août :

Mon PDA qui contenait le journal de voyage et la comptabilité tombe en panne. Nous réservons le taxi-brousse pour le lendemain matin. À midi, nous testons le restaurant La Flibuste. En fin d'après-midi, après la sieste, alors que je fais la queue devant le distributeur de billets, je suis pris de violentes douleurs au ventre avec des retours du poisson de midi. Je manque de perdre connaissance. Je dois m'asseoir par terre le temps que ça se calme. Ensuite, j'ai une grosse suée et des fourmis dans les bras. J'arrive quand même à faire mon

retrait. Je rentre à l'hôtel en pousse-pousse où la dysenterie se manifeste. Quand ça va un peu mieux, je me rends compte que j'ai perdu mon téléphone portable.

Mercredi 12 août :

La nuit n'a pas été terrible et en plus, il doit y avoir un trou dans les moustiquaires car j'ai été bouffé par les moustiques. Pour le taxi-brousse, ça commence mal. La compagnie auprès de laquelle nous avons réservé ne fait pas de départ ce matin. Ils nous rebasculent sur un concurrent sauf que nous n'avons plus nos places réservées sur la banquette derrière le chauffeur. Départ à 8 h 30. Le chauffeur a une conduite irrégulière avec des moments où il se traîne et d'autres où il roule et dépasse comme un taré. Il nous fait la pause repas à Ambondromamy, fort tôt, à 11 h. À Maevatanana, nous échangeons quelques passagers. Plus loin sur la route, nous récupérons une boîte à vitesse de fourgonnette et son propriétaire qui l'a cassé. Suite sans histoire. Arrivée à Tana dans les embouteillages à 19 h 30. Direction le Relais des Pistards. Fin de l'expédition.

Conclusion

L'expédition Malagasy 2009 a duré 22 jours qui se décompose en 7 jours d'approche, 10 jours d'exploration et 5 jours pour le retour.

Résultats

Le réseau Zohy Potipoty

L'ensemble des explorations de cette expédition se sont déroulés dans un seul réseau, Zohy Potipoty, du nom malgache de l'espèce de petites chauve-souris que nous avons rencontré la grotte. Nous avons passé nos 10 journées de terrain à explorer et cartographier de manière systématique toutes les galeries que nous avons rencontrées. Ceci nous a pris 85 h en tout. Le développement du réseau est 14.164 m en l'état actuel de nos connaissances, les explorations n'étant pas terminées. C'est d'ores et déjà et le second plus grand réseau spéléologique de Madagascar.

Accès

Le cheminement consiste dans un premier temps à rejoindre les entrées de Zohy Tsongom'Omby explorée en 2008.

Depuis le campement (pt GPS "LAC" $x=285688$; $y=1072995$), situé au bord d'un plan d'eau et à une trentaine de mètres de la forêt, on suit la lisière vers le Sud sur une centaine de mètres jusqu'au point GPS "LISIÈRE1" ($x=285564$; $y=1072858$). À partir de là on rentre dans une forêt très clairsemée, étant directement sur une grande dalle de calcaire formant une sorte de clairière. Au bout de celle-ci, on rentre réellement dans la forêt où il faut alors tailler un passage à travers les broussailles pour avancer en direction des points "KA01" ($x=285435$; $y=1072696$) et "KA02" ($x=285465$; $y=1072757$). Nous poursuivons dans la forêt en continuant de tailler une sente en direction du point NA20 ($x=285318$; $y=1072657$) situé à environ 150 mètres. On est au pied d'une barre rocheuse. En partant à gauche (Sud-Ouest), on trouve l'entrée de NA21 ($x=285289$; $y=1072651$) puis celle de NA30 ($x=285282$; $y=1072650$), NA30bis, NA28 ($x=285279$; $y=1072637$) et NA27 ($x=285277$; $y=1072622$).

De là, il faut poursuivre le long de la barre rocheuse en direction du point "KA06" ($x=285294$; $y=1072568$). On rentre alors

partiellement sous terre pour éviter de progresser dans la forêt difficilement pénétrable. Après un passage bas, on ressort progressivement sur la gauche entre les blocs pour rejoindre la forêt. En continuant une centaine de mètres à proximité de la paroi, on arrive à l'entrée du réseau "NA40" ($x=285197$; $y=1072481$), un diaclase qui s'enfonce perpendiculairement à la barre rocheuse, à un bloc en travers de l'entrée. Bien que les points suivants (NA41 à NA45) soient au pied de la même barre rocheuse, ils ont tous été atteints par l'intérieur.

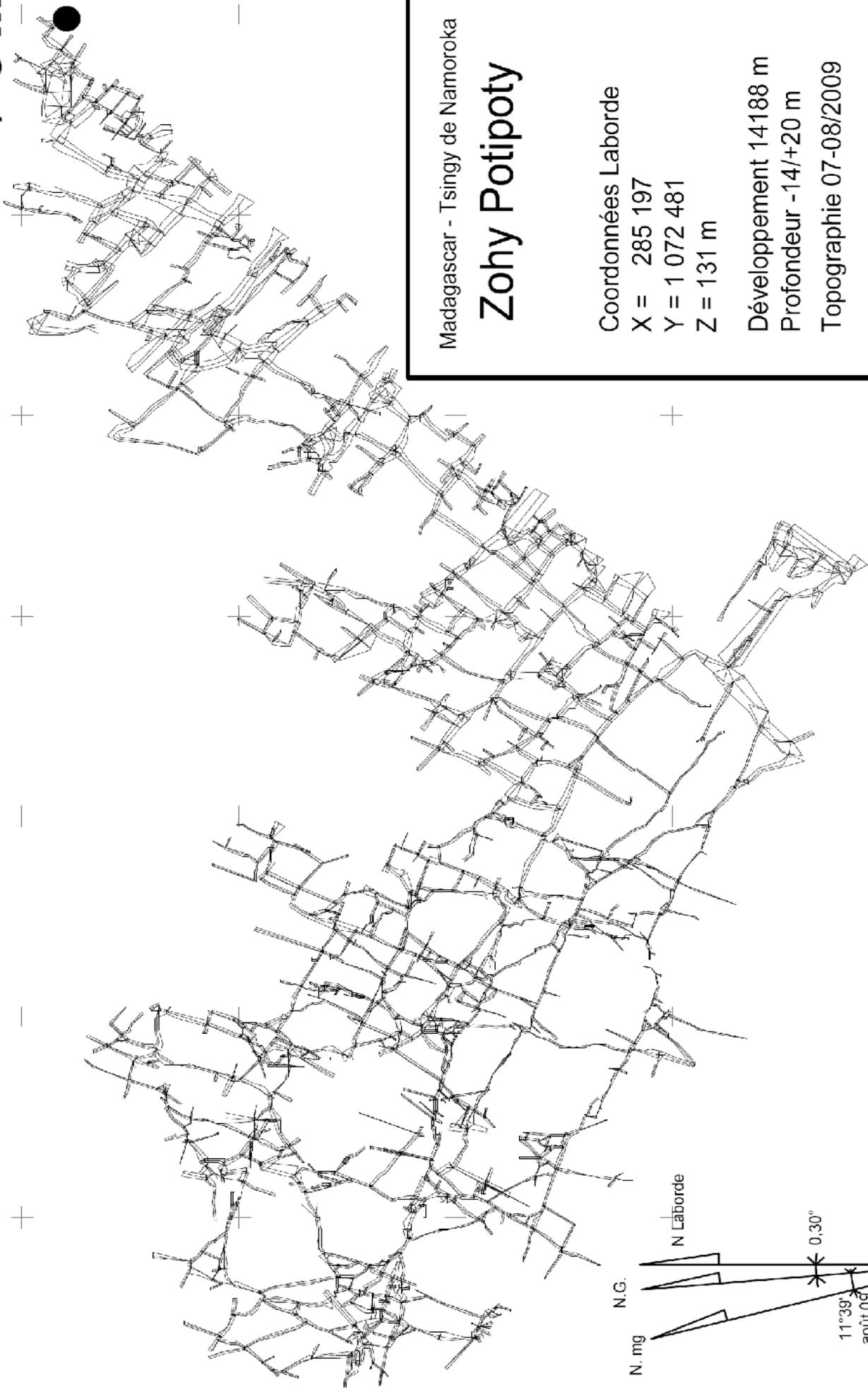
Description

Une vue en plan du squelette de la topographie est présentée sur la page suivante. Le plan complet de la topographie à l'échelle 1:750 et au format A0 est joint en annexe de ce rapport.

Une description systématique de ce réseau hautement labyrinthique n'est pas envisageable. Aussi, nous nous contenterons de donner quelques indications générales.

Le réseau se développe à l'horizontale, dans une couche de calcaire ne dépassant pas la trentaine de mètres d'épaisseur. Dans la zone d'entrée et partant en direction du Sud-Ouest, il y a un ensemble de galeries de section assez circulaires, de plusieurs mètres de large. Cet ensemble se développe non loin de la paroi du canyon d'accès à l'entrée. Ensuite, on a tendance à rentrer plus à l'intérieur de la masse calcaire avec une base de galeries relativement larges (quelques mètres) et assez hautes (plus de 10 mètres) qui se recoupent assez souvent. Ces galeries sont surcreusées. Le surcreusement est généralement bien pénétrable, contrairement au réseau Zohy Tsongom'omby exploré en 2008. Ceci a favorisé la rapidité de notre progression dans le réseau. À ces grandes galeries s'ajoutent des diaclases bien moins larges, de 1 à 2 m mais tout aussi hautes. Elles ne sont pas totalement rectilignes, ni horizontalement, ni

+/- 0 m



Madagascar - Tsingy de Namoroka

Zohy Potipoty

Coordonnées Laborde

X = 285 197

Y = 1 072 481

Z = 131 m

Développement 14188 m

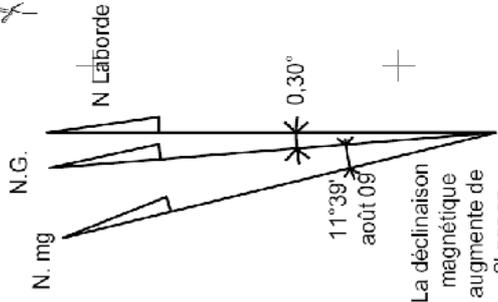
Profondeur -14/+20 m

Topographie 07-08/2009

Topographes :

Jean-Nicolas Delaty

Éric Sibert



100 m

verticalement. Néanmoins, la topographie y est très facile. Enfin, des galeries plus petites nous ont permis plus d'une fois de quitter le niveau de base mais pour presque systématiquement finir en balcon d'une grande galerie. L'ensemble a une organisation très labyrinthique mais s'organise en suivant les grandes directions de fracturation du massif. Enfin, il faut

mentionner par endroit des effondrements de plafond des grandes galeries conduisant à des canyons plus ou moins végétalisés.

Comme nous l'avions déjà noté en 2006 quelques kilomètres au Sud, le plancher des galeries se trouve quelques mètres plus bas que le sol du canyon forestier par lequel nous accédons au réseau.



Illustration 24: Report des réseaux Potipoty (en bas à gauche) et Tsongom'Omby (en haut à droite) sur vue satellite (source Google Map)

Spéléométrie

Voici quelques chiffres sur le réseau issu de la topographie.

Donc, la longueur actuellement topographiée du réseau est de 14.164 m. Pour ceci, nous avons réalisé 2716 visées, soit une longueur moyenne de 5,22 m par visée. Cette valeur, bien qu'en hausse par rapport à 2008 (3,60 m), est relativement faible et n'est pas sans rappeler les valeurs obtenues dans certains massifs alpins comme le Granier en Chartreuse avec 4,78 m. Néanmoins, les causes en sont bien différentes. Si dans les Alpes, l'étroitesse et la sinuosité des conduits empêche de faire de

longues visées, ici c'est la grande densité de carrefours qui oblige à fractionner les grands alignements en plusieurs visées. En effet, nous avons rencontré 568 carrefours. C'est la signature de l'aspect très labyrinthique du réseau exploré, ce que confirme son extension limitée. Le point le plus éloigné de l'entrée est située à environ 700 m de celle-ci à vol d'oiseau (et une petite demi-heure à pied). La surface de terrain sous laquelle se développe est approximativement de 0,14 km². Nous obtenons une densité de galerie de 100 km linéaire par km² de terrain. Cette valeur est

légèrement supérieure à celle observée en 2006 et 2008, entre 70 et 80 km/km². Notre évaluation du taux de cavernement (volume des vides sur volume total de la roche) est par contre bien plus faible, à 4 %, contre 10 % sur les deux expéditions précédentes. Il est possible que nous ayons sous-évalué le taux d'abord en considérant une couche de calcaire d'épaisseur homogène de 30 m alors que cette épaisseur est plus faible dans la zone d'entrée et ensuite en prenant la largeur de certaines galeries à leur base et non à l'élargissement supérieur au-dessus de nos têtes. Néanmoins, même après corrections, on peut supposer que le taux de cavernement reste plus faible qu'en 2008 car la densité de galerie et leurs profils restent similaires alors que l'épaisseur de roche a augmentée.

Sur un aspect plus purement topographique, de manière qualitative, les rebouclages dans le plan sont meilleurs que les années précédentes. L'apport du DistoX est indéniable. En vertical, nous avons par contre rencontré une erreur systématique. Celle-ci est d'environ 6 cm par visée. Elle est dû à une mauvaise visée d'un opérateur sur l'autre, faute d'avoir eu le temps de le tester avant de partir. En effet, quand nous travaillions avec un clinomètre optique, l'étalonnage s'effectuait en mettant les deux opérateurs face à face sur un sol horizontal et en regardant où les yeux de celui qui fait les mesures arrivent sur celui qui sert de mire. Avec le DistoX, nous avons visé de la hanche à la hanche et non des yeux dans les yeux pour éviter de s'éblouir avec le laser. Sauf qu'avec les vêtements et faute de repérage préalable, le point retenu était faux, d'où l'erreur de quelques centimètres à chaque visée.

Découvertes importantes

Toit des Tsingy

Au niveau d'une sortie secondaire (NA 45) du réseau Zohy Potipoty, une plus faible hauteur de la barre rocheuse en bordure du canyon forestier nous a permis de monter sur le toit des *Tsingy*. À notre connaissance, c'est la première incursion sur le toit du massif de Namoroka. On retrouve le modelé de surface déchiqueté typique des *Tsingy* avec une roche érodée en lames tranchantes. Les lames sont néanmoins moins développées que dans le massif de Bemaraha, plus semblables à ce

qu'on observe dans l'Ankarana. On trouve aussi de place en place de grandes fractures en relation avec les réseaux souterrains. Nous avons progressé d'environ 100 mètres sur le toit des *Tsingy*, jusqu'à un îlot de végétation. Cet îlot, qu'on peut évaluer à 5000 m² d'après les vues satellites, a la particularité de comporter des baobabs.



Illustration 25: Toit des Tsingy avec îlot de végétation

Concrétionnement

Nous avons rencontré plusieurs zones au sein du réseau présentant un fort concrétionnement, ce que nous avons peu observé lors de nos deux précédentes explorations dans le massif. Les reports topographiques indiquent que les zones concrétionnées sont sous la couverture végétale, en particulier sous les îlots de végétation que nous avons découverts sur le toit des *Tsingy*. Le mécanisme associé semble être la formation de CO_2 par décomposition des plantes dans le sol, le CO_2 étant ensuite entraîné par l'eau de pluie qui devient plus acide et favorise la dissolution du calcaire dans la roche en place avant de se redéposer sous forme de concrétions quand l'eau arrive dans les galeries.



Illustration 26: Coulée stalagmitique

Dans plusieurs cas, nous avons même observé des écoulements d'eau en goutte à goutte à l'extrémité des concrétions. Nous n'avions jamais observé ce phénomène en saison sèche. Ça semble indiquer la présence de réservoirs d'eau importants. Les baobabs que nous avons observé en surface nous semblent être de bons candidats pour ces réservoirs.



Illustration 27: Stalagmite humidifiée par les gouttes d'eau avec développement de racines



Illustration 28: Salle avec coulées stalagmitiques

Chyoptères

Nous avons observé cette année deux espèces de chauve-souris. Le petit modèle s'appelle *Potipoty* en malgache. Nous l'avons rencontré en petit nombre dans plusieurs zones mais plutôt vers l'entrée. Le grand modèle, *Fanihy* en malgache est plus connu sous le nom de Roussette de Madagascar ou *Pteropus Rufus*. Nous avons trouvé une importante colonie dans la zone sud-ouest du réseau. Leur vol est assez impressionnant et l'odeur de leurs déjections est prenante. Il est à noter que le soir, au dernières lueurs du crépuscules, nous les voyions s'envoler du massif et survoler le camp en direction du Sud. Le matin, elles revenaient aux prémisses de l'aube.



Illustration 29: Chauve-souris Potipoty

Activité humaine

Nous avons trouvé une poterie percée et quelques restes de foyers dans la salle d'entrée. Au-delà, nous n'avons plus trouvé de trace de présence humaine. Ceci contraste avec les deux expéditions précédentes où nous avons observé des restes en de nombreux endroits. Nous pensons que cette disparition de traces est la signature de l'enfoncement du réseau explorer à l'intérieur du massif alors que les deux fois précédentes, nous étions restés en lisière des *tsingy*.



Illustration 30: Poterie trouée

Observations géomorphologiques

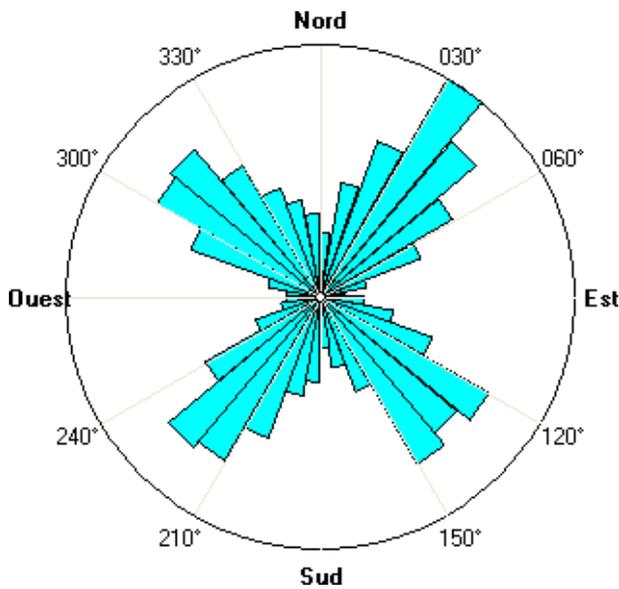
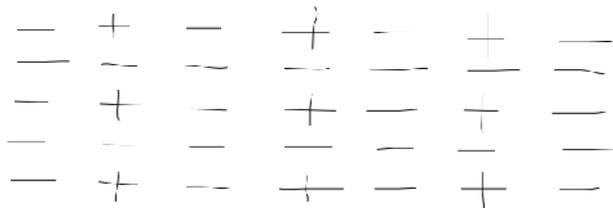


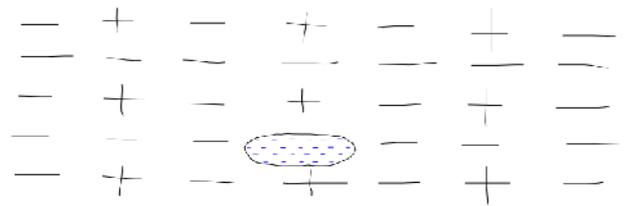
Illustration 31: Répartition de la direction des galeries

La rosace de distribution des directions de galerie montre très clairement deux directions préférentielles, une à 40°-220°, l'autre à 135°-315°. Ceci montre que les galeries se sont développées en suivant une fracturation pré-existante.

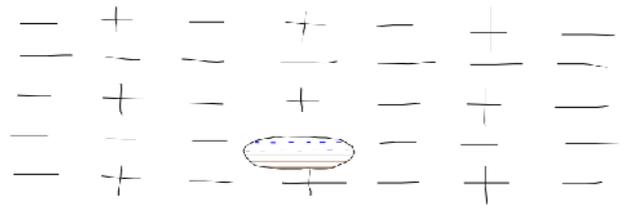
L'analyse de la forme des principales galeries permet de proposer un mécanisme de formation de celles-ci. Au départ, il y a le bloc de calcaire présentant des faiblesses en horizontal au niveau de joints de strate et en vertical suivant la fracturation.



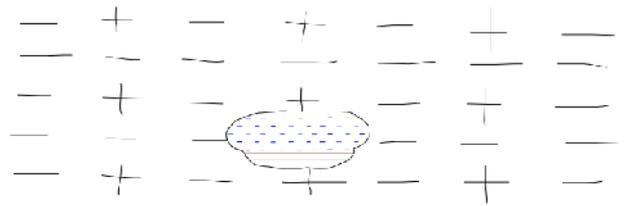
En régime phréatique (tout le calcaire est dans l'eau), l'intersection de ces faiblesses va conduire à la formation d'une première galerie en conduite forcée.



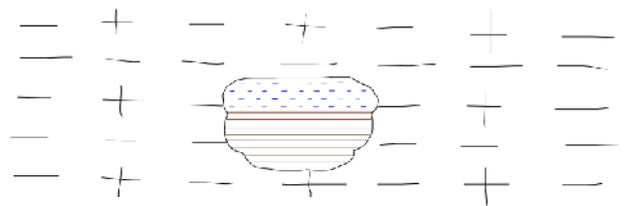
Petit à petit, avec l'élargissement de la galerie, la vitesse d'écoulement de l'eau diminue et permet à l'argile en suspension de se déposer à la base de la galerie.



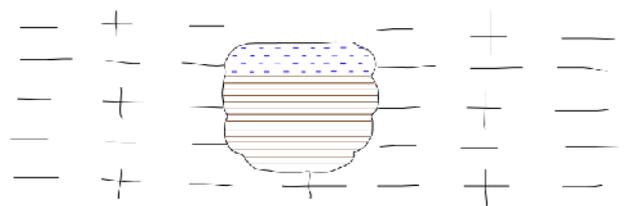
Ceci pousse l'eau à creuser vers le haut.



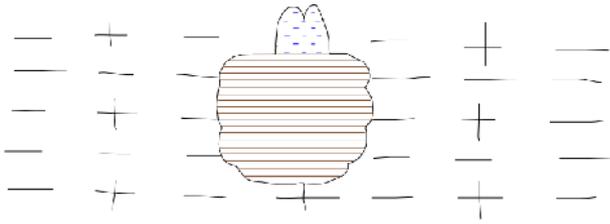
Le processus de remplissage de la base par l'argile puis creusement vers le haut se répète.



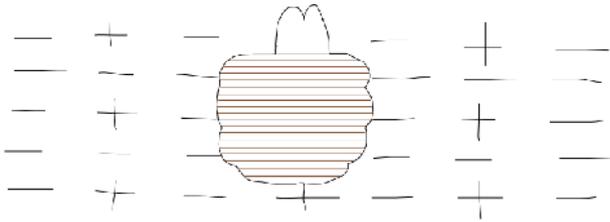
La présence de banquettes limitées en paroi sans relation avec la stratification corrobore cette analyse. Ce processus de creusement du bas vers le haut se poursuit aussi longtemps que le système est en régime phréatique avec un débit suffisant.



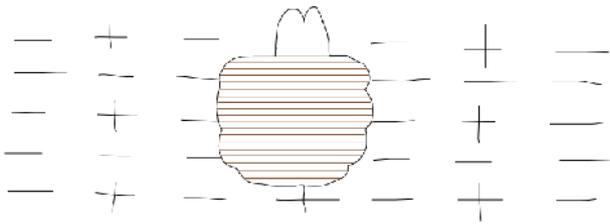
Quand le débit diminue, le creusement ralentit mais demeure sous forme de chenaux de voûte et de pendeloques.



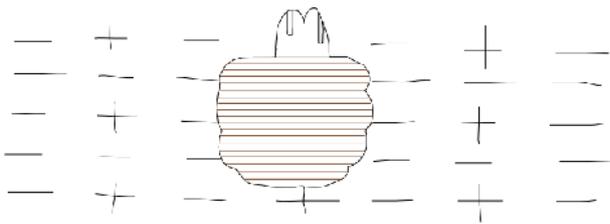
Lorsque enfin le niveau de l'eau baisse, seules les parties hautes sont à l'air libre, le reste étant sous l'argile.



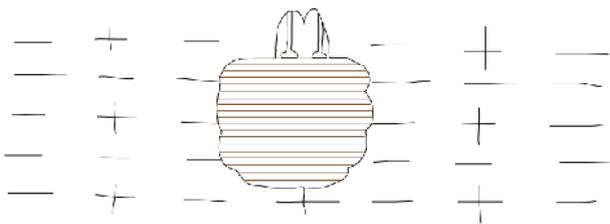
Le concrétionnement peut alors se développer dans cette zone là.



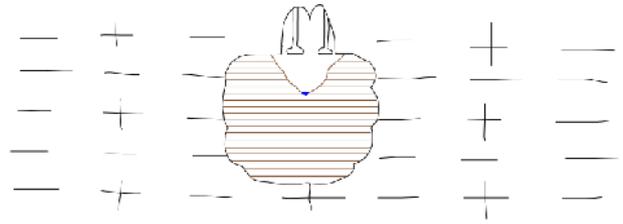
Les stalactites se développent dans l'espace à l'air libre.



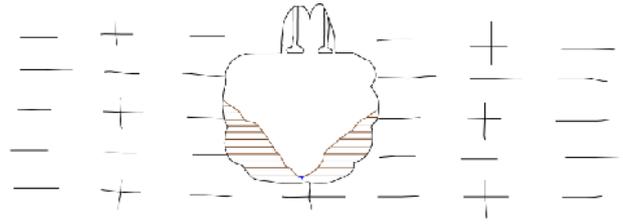
À force de s'allonger, les stalactites arrivent sur le substrat d'argile et leur base s'élargit en pied d'éléphant.



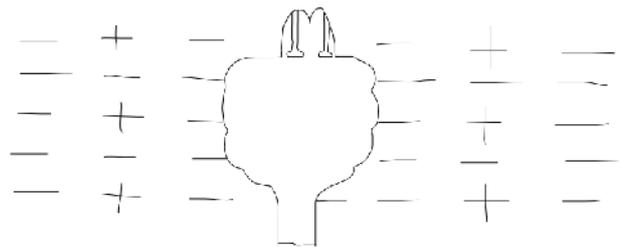
Les passages résiduels d'eau entament le dépôt d'argile, dégageant la base des concrétions.



L'érosion du remplissage d'argile se poursuit.



Enfin, l'eau attaque la base de la galerie et forme un surcreusement.



À partir de ce modèle majoritaire dans le réseau, nous rencontrons de nombreuses variantes. Par exemple, dans la zone d'entrée, nous avons bien une zone large avec des pendeloques au-dessus mais pas de surcreusement en dessous.



Toujours vers l'entrée, nous avons rencontré un secteur relativement étroit mais une dissolution quasi-complète au niveau d'une interstrate. On se demande d'ailleurs comment la partie supérieure du rocher fait pour tenir. Nous avons observé des structures semblables dans Zohy Velanytelo en 2006.



Dans d'autres cas, nous avons simplement des diaclases qui semblent avoir été élargies par l'eau :



Et il reste les inclassables comme cette salle basse à proximité du canyon d'accès :



Compte tenu de la complexité du réseau, une étude systématique des traces laissées par les écoulements d'eau paraît difficile. Néanmoins, lors de la prochaine expédition, nous allons essayer de prêter une attention particulière à d'éventuels coup de gouges qui sont de bons marqueurs de la direction des écoulements passés.

Potentiel écotouristique

Les observations de la présente expédition ne font que confirmer le potentiel écotouristique du massif. Pour rappel, lors de notre visite en 2008, nous avons mis en évidence la possibilité de faire des visites avec pratiquement aucun aménagement en profitant de notre campement actuel en bordure d'un plan d'eau et en visitant une grande galerie de progression facile.

Cette année, nous avons découvert deux éléments importants dans une optique touristique. Le premier est un accès sur le toit des *tsingy*. Ça permet d'avoir une vue des

formes géologiques de surface qui n'étaient jusqu'à présent pas accessibles. Le second est l'existence de plusieurs zones fortement concrétionnées. En plus, pour l'interprétation de la formation des concrétions, la possibilité de voir à la suite les îlots de végétation en surface et le résultat souterrain, est du plus grand intérêt.

Néanmoins, ces éléments sont plus éloignés et plus difficiles d'accès. Leur visite touristique ne peut s'envisager sans une étude spécifique plus approfondie et des aménagements spécifiques.



Catalogue des phénomènes karstiques

Nom	N°	Type	Secteur	Coord. WGS84	Coord. Laborde	Alt.	Dév topo	Dév estimé	Explos	Observations
Ambohimirija		Gr	SUD						NAT	1953 1h00 au NO du système d'Amboncarabe « quelques faibles galeries »
Amboncarabe		Gr	SUD						NAT	1953 1h00 au NE de la grotte Pierre Saboureau plusieurs systèmes de cavités
Ambovononby		Gr	SUD	-16°26'09.5" 45°20'54"	283 810 1068 736		4630		NAT GER	1953 1992
Ambovononbykely		Gr	SUD	-16°27'51" 45°21'14"	284 400 1069 308		1010		CB	2004 2005
Ampanity		R	VIL	-16°30'29" 45°27'34"	295 604 1064 507		0	0	CB	2004 Temperature eau = 26,2° C le 09/11/04
Ampidiranimafaka n° 1		Gr	NAM	-16°26'02" 45°16'52"	276 610 1072 616		120		CB	2004 2005
Ampidiranimafaka n° 2		Gr	NAM	-16°25'57" 45°17'07"	277 054 1072 773		115		CB	2004 2005
Ampidiranimafaka n° 3		Gr	NAM	-16°26'01" 45°17'12.5"	277 218 1072 651		705		CB	2004 2005
Ampidiranimafaka n° 4		Gr	NAM	-16°26'01" 45°17'12"	277 203 1072 650			75	CB	2004 Deux couloirs parallèles reliés par un boyau
Ampidiranimafaka n° 5		Gr	NAM	-16°26'01" 45°17'12"	277 203 1072 650			55	CB	2004 Couloir unique
Andrefaly		Gr	NAM	-16°26'14" 45°18'03"	278 718 1072 259			900	CB	2004
Andranomalevy		E	NAM	-16°23'58" 45°18'06"	278 784 1078 502		0	0	CB	2005
Andranovorifaly n° 1		Gr	NAM	-16°24'07" 45°18'12.5"	278 979 1076 165		480		CB	2004 2005
Andranovorifaly n° 2		Gr	NAM	-16°24'10" 45°18'14"	279 024 1076 073		62		CB	2004 2005
Andranovorifaly n° 3		Gr	NAM	-16°23'32.5" 45°18'32"	279 552 1077 229		80		CB	2004 2005
Andriabe		E	NAM	-16°24'45" 45°18'53"	280 187 1075 003		0	0	CB	2005
Petites grottes d'Andriabe		Gr	NAM	-16°24'20.5" 45°18'35"	279 649 1075 753		70		CB	2004 2005
Grande grotte d'Andriabe		Gr	NAM	-16°24'31" 45°18'40"	279 799 1075 431		450		CB	2004 2005 Colonie de Pteropus rufus
Antatatsy n° 1		Gr	NAM	-16°24'15" 45°18'06"	278 787 1075 918		90		CB	2004 2005 Grotte sépulcrale
Antatatsy n° 2		Gr	NAM	-16°24'13" 45°18'02.5"	278 683 1075 979		50		CB	2005
Belaka		Gr	SUD	-16°27'50" 45°20'03"	282 284 1069 327		1970		CB	2005
Boriny		E	SUD	-16°28'27" 45°25'15.5"	291 568 1068 237		0	0	CB	2005
Mandevy		E	AND	-16°22'59" 45°20'36.5"	283 240 1078 278		0	0	CB	2005 Température eau = 26,6° C le 14/11/04
Grotte du Vase		Gr	NAM	-16°24'45" 45°18'51"	280 127 1075 003		?		CB	2005 Découverte d'une poterie intacte de grande taille
Grotte Pierre Saboureau		Gr	CEN						NAT	1953 45 mn au NE du système d'Ambovononby
Zohy Antsifotra	NA01	Gr	B6	-16°26.568' 45°22.162'	285 036 1071 697	125	1585		MAL	2006
	NA02	Gr	B6	-16°26.592' 45°22.108'	285 944 1071 654	128			MAL	2006 Entrée secondaire Zohy Antsifotra
	NA06	Gr	B6	-16°26.816' 45°22.178'	286 068 1071 592	128			MAL	2006 Entrée secondaire Zohy Antsifotra
Zohy Omby Antetse	NA19	Gr	B6	-16°26.701' 45°21.696'	285 200 1071 453	135	1000		MAL	2006 Découverte de zébus d'argile
Zohy Mamabe	NA16	Gr	B6	-16°26.831' 45°21.752'	285 308 1071 564	140	77		MAL	2008
Zohy Tsarabe	NA15	Gr	B6	-16°26.891' 45°21.849'	285 494 1071 502	135	1920		MAL	2008
Zohy Velanyelo	NA08	Gr	B6	-16°26.573' 45°22.046'	285 825 1071 682	128	3290		MAL	2006 Découverte de vaisselle et marmites
	NA09	Gr	B6	-16°26.570' 45°22.020'	285 788 1071 676	131			MAL	2006 Autre entrée Z. Velanyelo
Zohy Tsongom'omby	NA22	Gr	ANT	-16°25.987' 45°21.783'	285 347 1072 809	112	10339		MAL	2008 Entrée historique
	NA21	Gr	ANT	-16°26.038' 45°21.758'	285 289 1072 651	118			MAL	2008 Autre entrée Zohy Tsongom'omby
	NA24	Gr	ANT	-16°25.874' 45°21.690'	285 172 1072 970	108			MAL	2008 Entrée intérieure Zohy Tsongom'omby
	NA25	Gr	ANT	-16°25.897' 45°21.621'	285 018 1072 803	120			MAL	2008 Entrée intérieure Zohy Tsongom'omby
	NA26	Gr	ANT	-16°25.974' 45°21.768'	285 317 1072 788	116			MAL	2008 Autre entrée Zohy Tsongom'omby
	NA27	Gr	ANT	-16°26.066' 45°21.745'	285 277 1072 622	120			MAL	2008 Autre entrée Zohy Tsongom'omby
	NA28	Gr	ANT	-16°26.058' 45°21.743'	285 279 1072 637	116			MAL	2008 Autre entrée Zohy Tsongom'omby
	NA28	Gr	ANT	-16°26.037' 45°21.649'	285 108 1072 674	114			MAL	2008 Entrée intérieure Zohy Tsongom'omby au bout canyon n.t.
	NA30	Gr	ANT	-16°26.049' 45°21.747'	285 282 1072 650	114			MAL	2008 Autre entrée Zohy Tsongom'omby
Zohy Potipoty	NA 40	Gr	ANT	-16°26.143' 45°21.698'	285 197 1072 481	131	14164		MAL	2009 Entrée principale
	NA41	Gr	ANT	-16°26.155' 45°21.677'	285 161 1072 460	112 ?			MAL	2009 Autre entrée Zohy Potipoty
	NA42	Gr	ANT	-16°26.191' 45°21.650'	285 113 1072 393	138			MAL	2009 Autre entrée Zohy Potipoty
	NA43	Gr	ANT	-16°26.201' 45°21.640'	285 095 1072 374	140			MAL	2009 Autre entrée Zohy Potipoty
	NA44	Gr	ANT	-16°26.215' 45°21.617'	285 055 1072 347	134			MAL	2009 Autre entrée Zohy Potipoty
	NA45	Gr	ANT	-16°26.225' 45°21.606'	285 035 1072 328	133			MAL	2009 Autre entrée Zohy Potipoty

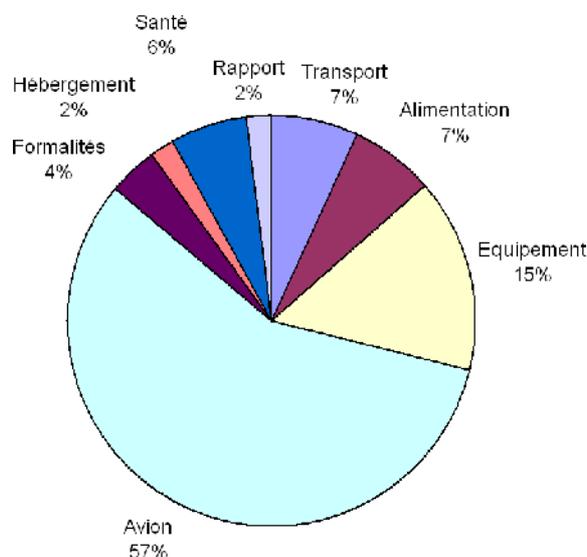
Budget

Le budget total de l'expédition a été de 4910 euros. Cela fait 2455 euros par personne. Le poste principal est occupé par le voyage en avion. La partie matériel est aussi importante, l'aide du CDS 38 nous ayant permis entre autre

d'acquérir le DistoX. En faisant abstraction de ces deux postes ainsi que du rapport, on arrive à une partie terrain de l'expédition de 650 euros par personne.

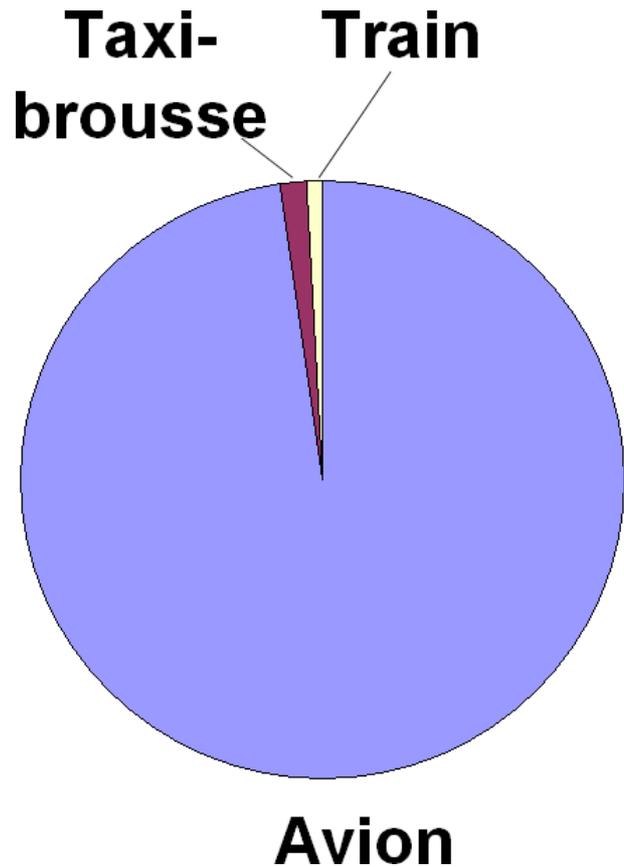
	Recettes	Dépenses
Apports personnels	3 959.80 €	
CREI	450.00 €	
CDS 38	500.00 €	
Avion		2 800.00 €
Matériel		754.17 €
Transport		336.56 €
Alimentation		332.78 €
Formalités		192.96 €
Hébergement		93.33 €
Santé		300.00 €
Rapport		100.00 €
Total	4 909.80 €	4 909.80 €

Dépenses



Bilan carbone

Pour calculer le bilan carbone en équivalent CO₂, nous n'avons pris en compte que les transports. Vu les modes de consommation sur place, on peut supposer que les émissions de CO₂ associées sont négligeables. Pour l'avion, nous avons retenu 5 litres de kérosène par passager pour 100 km. Pour le taxi-brousse minibus, 10 litre aux 100 km à répartir sur les 15 passagers. Pour le taxi-brousse 4x4, 20 litres aux 100 km à répartir sur 15 passagers toujours. Nous avons négligé les émissions de méthane des zébus. Au final, nous arrivons à un bilan de 4000 kg équivalent CO₂ pour l'expédition (moyenne français par an : 8000 kg).



Communications

Les résultats de cette expédition ont fait l'objet de plusieurs communications écrites et orales. Articles :

- Dans la rubrique l'Écho des Profondeurs de la revue fédérale Spelunca n°117
- Scialet n°38 2009 du CDS de l'Isère.

Communications orales :

- Assemblée générale annuelle de la CREI, la Commission Relations et Expéditions Internationales de la Fédération Française de Spéléologie, 23 janvier 2010
- Congrès régional de spéléologie à Autrans, 25 avril 2010

Perspectives

Comme on peut le voir sur la vue d'ensemble du parc, le potentiel du massif est à peine effleuré. La densité de galeries étant elle aussi en hausse, un potentiel de 500 km n'est pas déraisonnable. Néanmoins, au rythme actuel de nos explorations, il faudrait plusieurs décennies pour en venir à bout. À plus court

terme, en 2010, nous espérons pouvoir jonctionner les réseaux Potipoty et Tsongom'Omby, ce qui avec 24 km minimum de développement conduirait au plus grand réseau de Madagascar (18 km actuellement pour Ambatoharanana dans l'Ankarana).

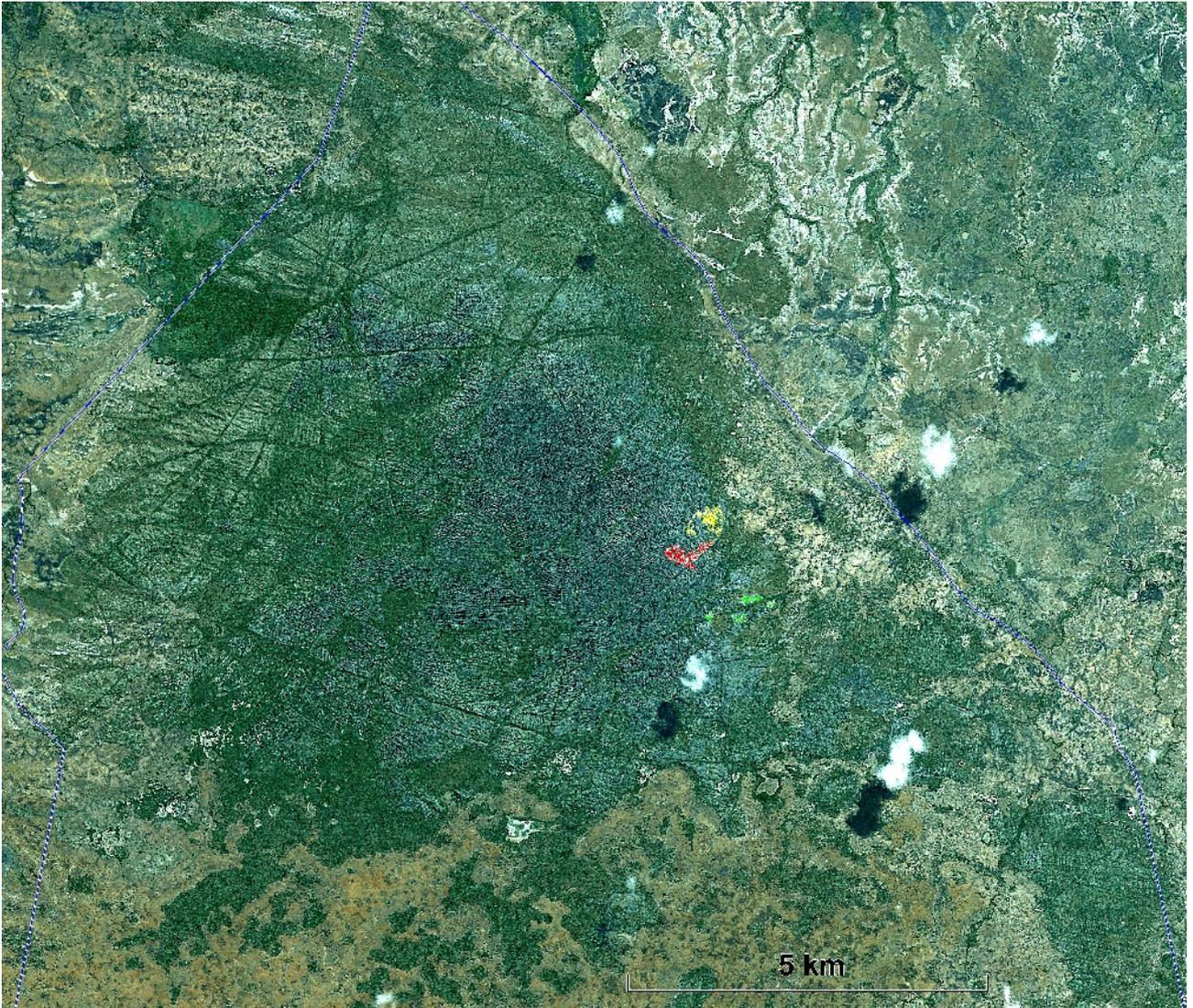
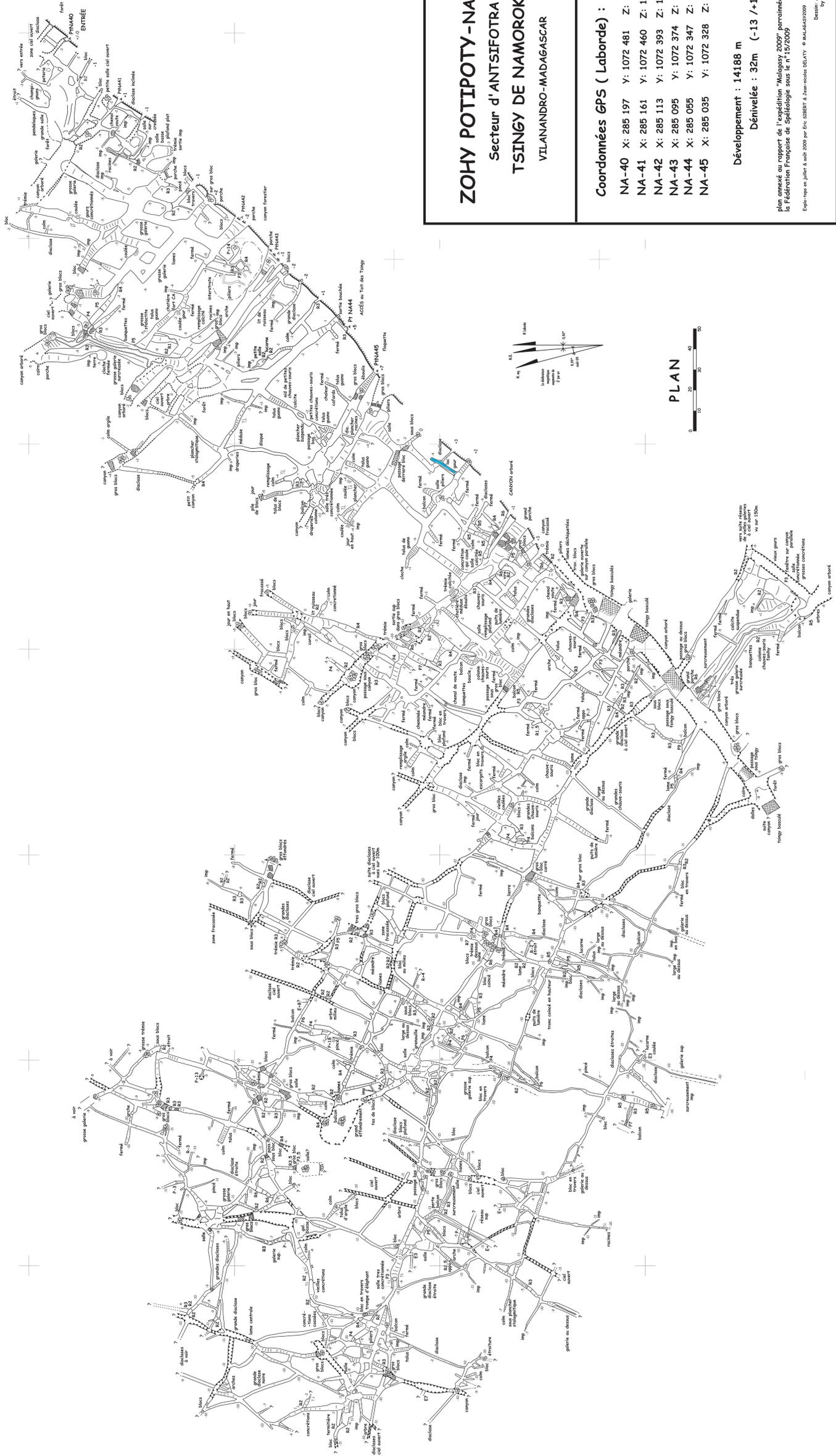


Illustration 33: Vue satellite du massif. En vert : 2006. En jaune : 2008. En rouge : 2009. En bleu : limites du Parc

Bibliographie

- 1 B. H. Warren, D. Strasberg, J. H. Bruggemann, R. P. Prys-Jones, C. Thébaud, **Why does the biota of the Madagascar region have such a strong Asiatic flavour?**, *Cladistics* (doi:10.1111/j.1096-0031.2009.00300.x)
- 2 <http://eric.sibert.fr/article79.html>
- 3 <http://eric.sibert.fr/article80.html>
- 4 <http://www.openstreetmap.org/>
- 5 M. Raunet, **Les ensembles morphopédologiques de Madagascar**, Cirad, 1997
- 6 G. Rossi, **Quelques aspects des rapports karst-structure en milieu tropical**, *Revue de Géographie Alpine*, 66 (1978) p. 337-348
- 7 J. de Saint-Ours, R. Paulian, **Les grottes d'Andranoboka**, *publication de l'Institut de Recherche Scientifique Tananarive-Tsimbazaza* (1953)
- 8 C. Ravalinera, J. Duflos, **Bilan des explorations spéléologiques pour l'année 1964**, *Revue de Géographie*, 6 (1965) p. 117-132
- 9 G. Rossi, **Le karst du Namoroka (Madagascar)**, *Revue de géomorphologie dynamique*, 26 (1977) p. 96-104
- 10 <http://paperless.bheeb.ch/>
- 11 R. Decary, **Les cavités souterraines de Madagascar, leurs merveilles, leurs habitants**. *Société des amis du Parc Botanique et zoologique de Tananarive*. 5^{ème} rapport annuel (1942) p. 34-41
- 12 R. Paulian, A. Grjebine, **Une campagne spéléologique dans la réserve naturelle de Namoroka**. *Le Naturaliste Malgache*, tome V, fasc. 2 (1953) p. 19-28
- 13 M. Laumanns, **Report of 1992 speleological expedition to Madagascar**, 1993
- 14 M. Laumanns, H. D. Gebauer, **Namoroka 1992. Expedition to the karst of Namoroka and Narinda, Madagascar**. *International Caver*, 6 (1993) p. 30-36
- 15 J. & V. Middleton, **Karst and caves of Madagascar**. *Cave and Karst Science*, vol. 29, n°1 (2002) p. 13-20
- 16 C. Boucher, **Prospection spéléologique dans le massif de Namoroka, Madagascar**. *Rapport d'expédition* (2005)
- 17 C. Boucher, **Tsingy de Namoroka**, *Spelunca*, 100 (2005), p. 14-15
- 18 C. Boucher, **Tsingy de Namoroka**, *Spelunca*, 105 (2007) p. 7-8
- 19 C. Boucher, **Tsingy de Namoroka**, *Spelunca*, 111 (2008) p. 7
- 20 E. Sibert, **Malagasy 2006, Expédition dans les Tsingy de Namoroka**, *Spelunca* 106 (2007) p. 7
- 21 E. Sibert, **Malagasy 2006**. *Bulletin 2000-2006 du Spéléo-Club Poitevin*, p. 91-115
- 22 J.-N. Delaty, E. Sibert, **Malagasy 2006, Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka**, *Rapport d'expédition* (2007), 40 p.
- 23 E. Sibert, **Malagasy 2008**, *Spelunca*, 112 (2008) p. 6
- 24 J.-N. Delaty, E. Sibert, **Madagascar, Expédition Malagasy 2006**, *Scialet*, 37 (2008), p. 108-109
- 25 J.-N. Delaty, E. Sibert, **Malagasy 2008, Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka**, *Rapport d'expédition* (2009), 35 p.



ZOHY POTIPTY - NA40
 Secteur d'ANTSIFOTRA
 TSINGY DE NAMOROKA
 VILANANDRO-MADAGASCAR

Coordonnées GPS (Laborde) :

NA-40	X: 285 197	Y: 1072 481	Z: 131m
NA-41	X: 285 161	Y: 1072 460	Z: 132m
NA-42	X: 285 113	Y: 1072 393	Z: 129m
NA-43	X: 285 095	Y: 1072 374	Z: 130m
NA-44	X: 285 055	Y: 1072 347	Z: 136m
NA-45	X: 285 035	Y: 1072 328	Z: 138m

Développement : 14188 m
 Dénivelée : 32m (-13 / +19)

Plan annexé au rapport de l'opération "Mélange 2009" autorisée par la Fédération Française de Spéléologie sous le n°15/2009
 Eplané en juillet 4 août 2009 par Eric GIBERT & Jean-Michel DELATY © M.L.A.S.072009
 Dessin: JN Dubéty
 by topobator