

SPELEOLOGIE SOUS

LES TSINGY DE NAMOROKA MADAGASCAR

DOCUMENT N°9

«MALAGASY 2016»

EXPÉDITION FFS N°11/2016
DU 23 JUILLET AU 12 AOÛT 2016

ÉRIC SIBERT
FABIEN DARNE
MARYSE GUEGUEN
VINCENT LACOMBE
CAROLE DOUILLET

ASSOCIATION DRABONS ET CHIÈURES
SPÉLÉO CLUB DE SAVOIE / SPÉLÉO GROUPE DE LA TRONCHE
CLAN DES TRITONS / CESAME / GS DOLOMITES
ADEK MADAGASCAR
COMITÉ DÉPARTEMENTAL DE SPÉLÉOLOGIE DE L'ISÈRE
FÉDÉRATION FRANÇAISE DE SPÉLÉOLOGIE



**spéléologie sous
les
tsingy de NAMOROKA
madagascar**

document n°9

«MALAGASY 2016»

**EXPÉDITION FFS N°11/2016
du 23 juillet au 12 août 2016**

**texte , topographies
& photos:**

**Eric SIBERT
Fabien DARNE
Maryse GUEGUEN
VINCENT LACOMBE
CAROLE DOUILLET**



juillet 2017

**ADEK MADAGASCAR
Siège social: "LE RELAIS DES PISTARDS"
BP: 3550 ANTANANARIVO 101
MADAGASCAR
TEL: (00 261) 24 97 58 197/FAX: 22 629 56
pistards@simicro.mg**

**A.D.C.
ASSOCIATION DRABONS ET CHIEURES
Le lavoir 38112 MEAUDRE
france
tel: (00 33) 688 357 175
drabons.et.chieures@wanadoo.fr**

Table des matières

Remerciements.....	4
Géographie de Madagascar.....	5
Localisation.....	5
Relief.....	5
Climat.....	5
Cartographie, compas et GPS.....	5
Aperçu géologique.....	7
Formation de l'île.....	7
Structure générale des roches sédimentaires.....	7
Formations géologiques abritant des grottes.....	7
Logistique.....	9
Accès depuis l'étranger.....	9
Réseaux de transports locaux.....	9
Électricité.....	9
Monnaie.....	10
Santé.....	10
Visa.....	11
Le massif de Namoroka.....	12
Situation.....	12
Climat.....	12
Géologie des Tsingy de Namoroka.....	12
Végétation.....	13
Population.....	13
Accès.....	13
Formalités.....	13
Secours.....	14
Les précédentes explorations.....	14
L'expédition.....	15
Historique et objectifs 2016.....	15
Cartes et photos.....	16
Les explorateurs.....	17
Carnet de route.....	18
Méthode topographique.....	25
L'énergie.....	26
Les résultats.....	27
Hydrologie.....	29
Budget réalisé.....	31
Bilan et perspectives.....	32
Bibliographie.....	33

Remerciements

À Monsieur Guy Suzon RAMANGASON, Directeur Général de MNP,

À Monsieur Dimby RAHARINJANAHARY, Chargé base de données, suivi biodiversité et recherche,

À Monsieur Hiarinirina RANDRIANIZAHANA, responsable de la Recherche à la Direction Générale des Forêts,

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

À Naby MARINA DELY AULIN et Ladezy ENGELIN, pisteurs, et José LAHINIRIKO, Agent du Parc, qui nous ont efficacement secondés sur le terrain,

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

Au Comité Départemental de Spéléologie de l'Isère pour le prêt des capteurs ReefNet,

Au club CÉSAME pour l'achat du pluviomètre et le prêt du DistoX et du conductimètre.

Géographie de Madagascar

Localisation

Madagascar qui est une île de l'Océan Indien appartenant au continent africain, est aussi nommée "la Grande Île" ou "l'Île Rouge" en raison de la couleur de son sol (latérite). Elle est située dans l'hémisphère Sud, de part et d'autre du Tropique du Capricorne. Avec une superficie de 587.000 km², elle est plus étendue que la France et le Benelux réunis. Son extension nord-sud est de 1580 km alors que sa plus grande largeur atteint 560 km.

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 sur les hauts plateaux, dont la capitale Antananarivo (1250 m), Antsirabe (1500 m) et Fianarantsoa (1100 m). Sur la côte Est, l'altitude s'effondre rapidement jusqu'à la mer. On y trouve deux ports importants Toamasina (Tamatave) et Antsiranana (Diégo-Suarez) au Nord. Au contraire, sur la côte Ouest l'altitude décline doucement formant une plaine côtière précédée de massifs calcaires peu élevés. On a aussi deux ports importants, Mahajanga (Majunga) au Nord-ouest et Toliara (Tuléar) au Sud-ouest.

Climat

Le climat s'articule autour de trois 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, voire 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 veste polaire. La côte Est est beaucoup plus humide et, même à la saison fraîche, est très arrosée. Les précipitations sont de 6000 mm/an vers *Maroantsetra*. Vers le Nord, en s'approchant de l'équateur, les températures sont plus élevées. Tandis que vers le Sud, on tend vers un climat semi-aride avec des précipitations moins régulières.

Cartographie, compas 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 km 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. Dans la brousse, le renouvellement de l'habitat est très rapide du fait que les murs en bois et en terre sont mangés par les termites (durée de vie inférieure à 5 ans) ainsi que par la mobilité des gens qui se déplacent au gré des opportunités de culture, du commerce ou de l'insécurité. On construit ainsi facilement une nouvelle maison sur son lieu de vie en délaissant la précédente. Il en résulte un déplacement significatif des villages au cours de périodes assez courtes.

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. 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.

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 a une couverture 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 topographiques 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 un modèle avec un équilibrage spécial auprès du fabricant. Les délais de fabrication peuvent être longs. Les compas électroniques ne sont pas concernés.

Aperçu géologique

Formation de l'île

Madagascar qui était au centre du Gondwana (super-continent de la moitié sud de la Pangée formé il y a 600 millions d'années) s'est séparé de l'Afrique, en glissant vers le Sud, il y a environ 160 millions d'années (Dogger, Jurassique Moyen). Elle était encore accompagnée de l'Inde qui, il y a 90 millions d'années, s'en est détaché pour remonter vers sa situation actuelle, loin au Nord, formant entre les deux l'Océan Indien. L'île, formée d'un socle cristallin, présentait déjà sa structure actuelle, c'est-à-dire des plaines à l'Ouest s'élevant progressivement vers l'Est avant de plonger brutalement dans la mer. Cette descente brusque à l'Est correspond à une importante faille qui explique aussi l'aspect rectiligne de la côte Est.

Structure générale des roches sédimentaires

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. 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. Pour les organismes vivants, il ne reste plus que leurs squelettes carbonatés qui forment alors le calcaire. Leurs 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. Les roches sont alors soumises à l'érosion aérienne et en particulier à celle des précipitations. Les grès sont plus rapidement érodés. On retrouve alors une bande de roches sédimentaires calcaires courant sur tout le pays du Nord au Sud à proximité de la côte Ouest.

Les trois massifs de *tsingy* de Madagascar (*Bemaraha*, *Ankarana* et *Namoroka*) se développent dans cette structure. Les grès ne subsistent qu'en quelques endroits comme dans les massifs de *l'Isalo* et du *Makay*. Comme les grès sont situés plus en amont, après disparition de ces derniers, les calcaires forment 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'époque 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* 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, seules les évaporites (ou roches évaporitiques) telles que le sel gemme ou le gypse sont concernées. 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 la 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 autres, 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 rigides et cassants, d'où une importante fracturation lors des mouvements tectoniques. Cette fracturation pourra être ultérieurement exploitée pour la formation des réseaux souterrains ou de 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*. Les deux grottes le long de la piste *Katsepy-Soalala*, près de *Mitsinjo*, font partie 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*.

Logistique

Accès depuis l'étranger

Il existe trois compagnies qui desservent Madagascar directement depuis la France métropolitaine : Air France, Air Madagascar et Corsair. D'autres compagnies le propose avec correspondance : Air Austral, Air Mauritius, Kenya Airways, Turkish Airlines... Les tarifs varient de 800 à 1500 euros AR, selon la période et la date de réservation, les vacances scolaires en France étant la période la plus chère. Les vols internationaux arrivent principalement à la capitale Antananarivo et, pour certains, à Nosy Be, Toamasina ou Mahajanga.

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 borbier 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 de la classe des Sprinter avec des horaires de départ fixes et où il vaut mieux réserver à l'avance. On trouve aussi des services de qualité supérieure, comme Cotisse Transport, toujours en Sprinter, ou Malagasycar en monospace. 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 maximum par porteur).

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 fréquents. 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 variations 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 disponibles 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 (MGA). 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 Euro = 3.400 Ar. Le change est relativement volatile à cours terme et baisse généralement en juillet-août.

On trouve des billets s'échelonnant de 100 Ar à 10 000 Ar. Sachant que la plus grosse coupure correspond à 3 euro, 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 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 mieux acceptée que la Mastercard. Les sommes qu'on peut retirer sont quand même limitées, souvent 200.000 Ar, des fois 300.000 Ar. 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 directement en euros dans les grands hôtels ou pour Air Madagascar. 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.

À noter aussi le développement du paiement par téléphone portable.

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 ; à commencer 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 turista. 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. Un traitement préventif est recommandé. On peut acheter aussi sur place des moustiquaires imprégnées de répulsif anti-moustique. Les hôtels en 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 35-40 euros. 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 est plus cher. Les visas ne sont pas reconductibles sur place pour plus de 3 mois au total.

Le massif de Namoroka

Situation

Le massif de *Namoroka* est situé au Nord-ouest de Madagascar. Il est l'un des trois principaux massifs de *tsingy* de Madagascar avec *le Bemaraha* et *l'Ankarana*. Le massif lui-même, qui était classé Réserve Naturelle Intégrale entre 1966 et 2002, est redevenu Parc National, ce qui permet l'accès aux 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

Le climat est de type tropical sec avec une saison sèche de 7 mois (avril à octobre) et une saison humide de 5 mois (novembre à mars). La température moyenne est de 27,8°C. Durant la saison sèche, et donc lors de notre présence, les températures minimales oscillent entre 15°C et 18°C alors que les maximales approchent les 30°C. Les pluies sont quasi-inexistantes bien que l'on observe de petits passages de 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 à celui du massif de *Bemaraha*, un peu plus au Sud.

Géologie des Tsingy de Namoroka

Ce massif n'a fait l'objet que de rares études, tant scientifiques que spéléologique. Il se trouve au sein d'une vaste région calcaire du jurassique moyen. Il se présente sous la forme d'une dalle calcaire approximativement horizontale et circulaire d'une quinzaine de kilomètres de diamètre. C'est du calcaire du Dogger du Jurassique moyen, de haute pureté, rigide et cassant, favorisant sa fracturation.

Actuellement, on ne connaît pas encore bien la structure karstique du massif. Les rares témoignages de personnes ayant survolé le massif parlent de pics et de lames calcaires très acérées avec des hauteurs sans doute les plus grandes des trois massifs de *tsingy*. Par contre, comme dans *Bemaraha*, la couche de calcaire ne semble pas très épaisse, souvent d'une vingtaine de mètres, parfois jusqu'à 50 mètres.



Végétation

La périphérie du Parc est occupé par la brousse. À l'intérieur du Parc, on va trouver surtout 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 période de chute des feuilles, ce qui rappelle l'automne en France, mais avec des températures bien plus élevées.

Enfin, il faut noter, en particulier à proximité de notre campement, une quantité importante de baobabs et de pachypodium.

Population

La densité de population dans le secteur est inférieure à 4 hab/km². 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 souvent 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 130 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 bourbiers infranchissables en 4x4. En 2014, un opérateur économique local a repris la piste et a (ré)aménagé des déviations sur des passages difficiles pour faire passer ses camions, ce qui nous a facilité l'accès. Même avec ça, le massif est totalement inaccessible en saison humide.

Compte tenu de ces conditions, il n'y a actuellement pas de tourisme significatif dans le Parc. Ce sont aussi les contraintes logistiques, de même que les durées de transports et 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 Antananarivo. 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'expédition 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.

Secours

En cas d'accident ou de problème de santé, il n'y a aucune structure de secours au niveau du Parc. Depuis 2010, Vilanandro, à 10 km de notre camp comporte un Centre de Santé de Base de Niveau 2 avec théoriquement un médecin ainsi qu'une radio BLU avec laquelle nous pourrions contacter le siège du Parc pour qu'ils nous affrètent un 4x4 en cas de nécessité de rapatriement sanitaire jusqu'à Mahajanga. Le téléphone portable passe aussi à certains endroits, dans Vilanandro et en allant vers la source de Mandevy.

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

Les précédentes explorations

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

Une première expédition a eu lieu en 1952. Si plusieurs grottes sont mentionnées dont Anjohy Ambovomby, les informations spéléologiques restent limitées, avec de vagues descriptions d'accès des entrées 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. Il semble aussi que John et Valérie Middleton soient passés dans le secteur mais sans découverte de nouvelles cavités. Christian Boucher a effectué une reconnaissance en solitaire en novembre 2004 avant deux expéditions plus importantes avec Sandrine Deblois en octobre-novembre 2005 puis mai 2007. Ils ont travaillé sur l'Ouest du massif, à proximité du village de Namroka. Ils ont trouvés plusieurs petites cavités ne dépassant pas le kilomètre de développement.

Nous avons nous-même réalisé sept 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. En 2008, nous avons installé le camp plus au Nord de la plaine avec l'exploration d'un seul réseau de 10 km. En 2009, nous avons exploré une nouvelle cavité dans le même secteur sans jonctionner avec celle de 2008. En 2010, nous avons poursuivi les explorations dans cette dernière cavité. Ceci nous a permis de la raccorder avec le réseau de 2008. En 2011, nous avons prolongé le réseau de plus de 15 km, pour un total de 55 km. En 2012, nous avons encore prolongé le réseau de presque 16 km, pour un total de 69 km. En 2014, l'exploration d'un départ vers le sud a non seulement ouvert de nouvelles perspectives avec 10 km explorés dans un nouveau secteur mais a aussi permis une jonction avec une grotte explorée en 2006 portant le développement du réseau à 79,5 km. L'expédition de 2015 s'est poursuivie dans le même secteur, portant le réseau à un peu plus de 90 km.

L'expédition

Historique et objectifs 2016

Il s'agit de notre neuvième expédition dans ce massif depuis la reconnaissance de 2006. Le réseau interconnecté est de 90 500 m. L'expédition de 2014 avait mis en lumière un nouveau secteur à fort potentiel se caractérisant par une séparation bien plus importante entre la surface des *tsingy* et les réseaux spéléologiques. La morphologie des galeries évolue aussi. L'intérêt du secteur a été confirmé en 2015. L'objectif en 2016 est de continuer l'exploration de cette zone.

En 2016, nous allons établir notre camp toujours au bord du même plan d'eau. Notre premier objectif est de continuer l'exploration du réseau, principalement au Sud. En particulier, nous voulons terminer tous les départs restants à l'intérieur de boucles explorées les années précédentes. En particulier, il y a un gros carré blanc à remplir. Ensuite, nous voulons continuer vers l'intérieur du massif, le long des galeries déjà connues à l'ouest.

Cartes et photos



Illustration 1: Préparation de notre véhicule pour la piste. ES

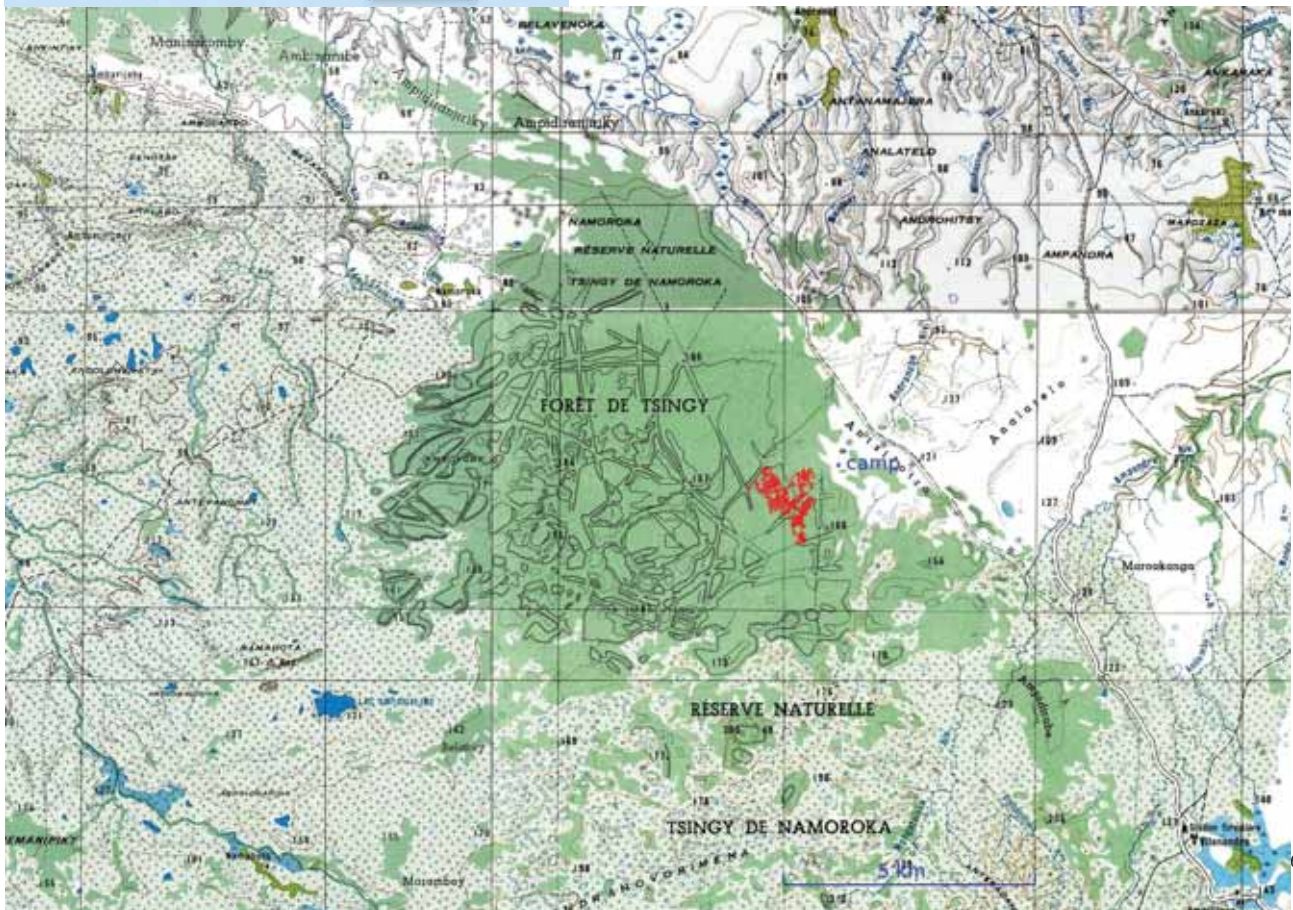


Illustration 2: Extrait carte topographique au 1/100,000 (FTM). Réseau en rouge

Les explorateurs



Illustration 3: De gauche à droite: Vincent Lacombe, Maryse Gueguen, Éric Sibert, Fabien Darne, Ledesy, José, Naby, Carole Douillet

Éric Sibert, 45 ans. Spéléologue. Spécialités : photographie, systèmes d'information géographiques. Membre du Spéléo-Groupe la Tronche (38), du Spéléo-Club de Savoie (73), de l'ADEK Madagascar et de la FFS.

Expés : Tsingy de Bemaraha 2002 à 2004, Tsingy de Namoroka 2006, 2008 à 2012, 2014, 2015.

Maryse Gueguen, 56 ans. Spéléo libertaire. Spécialité : vidéo.

Expés : Kilimandjaro 2014, Kirghistan 2011, Tsingy de Namoroka 2015.

Fabien Darne, 48 ans. Spécialités : topographie, photographie. Membre du Clan des Tritons (69), du CESAME (42), de l'ARSIP et de la FFS.

Expés : Tsingy de Namoroka 2015, Kilimandjaro 2014, Pierre-Saint-Martin de 1993 à 2013, Cuba - Cuevas cubanas 2004, 2006, 2008, Algérie - Djurdjura 2005, Maroc - Beni Mellal 2000, Chine - Guizhou 1998, Maroc - Win tindouine 1998, Norvège - Ragge javr' Rajgge 1996, Indonésie - Irian Jaya 1995, Liban 1992, 1998, 2002, Espagne – Picos de Europa 1991, 1993.

Carole Douillet, 45 ans. Spéléologue . Membre du groupe Spéléologique les DOLOMITES (69) et du CESAME (42) et de la FFS.

Expés : Bolivie 1998.

Vincent Lacombe 44 ans. Spéléologue . Membre du groupe Spéléologique les DOLOMITES (69) et du CESAME (42) et de la FFS.

Expés : Bolivie 1998, Autriche 1988, 1990.

Carnet de route

En fait, on fait toujours le récit du voyage mais on oublie souvent la préparation et avant de préparer une expédition, il faut déjà terminer la précédente, à savoir faire le précieux rapport que nous allons remettre aux autorités locales pour obtenir les autorisations de notre nouvelle expédition. Comme on ne travaille bien que dans l'urgence, forcément ça traîne jusqu'au départ suivant. C'est surtout la topographie avec l'habillage du plan plus que le rapport lui-même qui constitue le plat de résistance mais trois jours avant le départ, tout est imprimé. Puis comme on prévoit d'être six, on va pouvoir constituer trois équipes topographiques, à condition d'avoir trois équipements correspondants. Pas de problème pour les distoX mais un peu plus pour les PDA (assistants personnels) qui servent à enregistrer les données. Ce sont des modèles anciens (~ 8 ans) qu'il faut chercher d'occasion sur internet. On finit par en attraper un aux enchères en Angleterre. Le petit détail, c'est qu'il est anglais et qu'il n'est pas prévu qu'on puisse changer la langue. Sur le coup, on se dit que ce n'est pas grave mais, deux jours avant le départ, au moment de charger les anciennes topos dans le PDA, on se rend compte que le clavier anglais avec la complétion automatique en anglais, ça ne va pas être pratique. Alors on cherche sur internet des méthodes officieuses pour changer la langue mais on tombe sur beaucoup de liens rompus depuis le temps. Finalement après avoir récupéré tous les fichiers nécessaires et installé sur un PC hôte les logiciels qui vont bien, on tente le changement de langue. Ça aboutit à un blocage complet du PDA dans un mode "Firmware update". Les suggestions sur internet pour débloquer sont d'utiliser Windows XP: c'est cela oui!!! La veille du départ, recherche avec succès d'un PC sous XP. Déblocage réussi du PDA et vu qu'on est joueur, on retente aussi la conversion vers le français, avec succès cette fois.

Sinon on veut aussi mener quelques études hydrologiques sur le massif alors on cherche et on finit par acheter pour pas trop cher un pluviomètre automatique à installer sur place. On récupère aussi un conductimètre et des capteurs ReefNet (enregistreurs automatiques de température et de pression) à laisser immergés sur place pendant au moins un an.

Pour terminer, Nicolas n'est pas sûr de pouvoir venir mais ce qui est déjà certain, c'est qu'il ne pourra pas passer à Tuléar (à 1000 km) dans le sud pour récupérer une partie du matériel qu'il stocke pour les expés. Le plus gênant, ce sont les panneaux solaires, alors nous en rachetons de nouveaux. Les anciens étaient souples, nous partons sur des modèles rigides afin de pouvoir les orienter plus facilement face au soleil. Après réception, il faut encore s'occuper de la connexion électrique des panneaux, celle-ci n'étant pas fournie.

Quant à Nicolas, il ne peut finalement pas se libérer. Ça va faire une expédition sans son responsable d'expédition.

La préparation et l'approche

Maryse et Fabien résident à Mayotte. Ils sont à Madagascar depuis le 13 juillet pour une visite dans les Tsingy de Bemaraha.

Samedi 23 juillet :

Après une nuit blanche à préparer les sacs, Éric part de Grenoble. Taxi pour la gare routière. Bus pour l'aéroport de Lyon. Vol pour Paris. L'avion effectue deux faux-départs en bout de piste avant de retourner au parking pour résoudre un problème technique. Une heure plus tard, ça part pour de vrai.

Dimanche 24 juillet :

Atterrissage pour Éric à Antananarivo (Tana), à 1 h 30 du matin. Couché à l'hôtel à 4 h 00. Journée récupération.

Lundi 25 juillet :

Nous nous retrouvons, Maryse, Fabien et Éric. Nous partons de bon matin pour récupérer les autorisations auprès de Madagascar National Parks (MNP). Néanmoins, il manque à notre dossier l'autorisation du ministère des eaux et forêts. Aussi nous nous rendons de suite au ministère. Sur place, ça bloque car nous n'avons pas de partenaire universitaire malgache inclus dans notre projet de recherche. Jusqu'à présent, ça passait mais maintenant, ça coince. Après de longues discussions et des aller-retours entre MNP et le ministère, nous parvenons à un accord de principe pour avoir une autorisation exceptionnelle cette année contre une lettre d'engagement à trouver une collaboration pour les années suivantes.

Sinon temps bouché froid avec des petites averses.

Mardi 26 juillet :

De bon matin, courses au supermarché sauf qu'entre temps, Éric a perdu (au ministère ?) la liste de courses alors on improvise. L'après-midi, nous retournons au ministère avec notre lettre d'engagement. Même si l'autorisation n'est pas encore signée, nous avons un accord formel. Nous allons de suite chez MNP pour terminer les formalités.

Nous nous renseignons aussi pour le transport jusqu'à Mahajanga mais tous les services un peu luxe sont complets. Nous partons sur un taxi-brousse spécial, c'est-à-dire réservé juste pour nous.

Carole et Vincent débarquent à l'aéroport dans l'après-midi. Bière en terrasse de l'hôtel en fin d'après-midi: on supporte la veste polaire. Une fois la nuit (tropicale?) tombée, ils distribuent carrément des couvertures aux clients.

Mercredi 27 juillet :

Réveil très matinal. Le taxi-brousse, un Sprinter Mercedes, arrive vers 5 heures du matin devant l'hôtel. À 5 h 30, nous sommes en route. Après 150 km, nous effectuons la pause petit-déjeuner. Un vent froid balaie les hauts plateaux. On ne traîne pas trop à terrain découvert. Ensuite, nous finissons par descendre dans les plaines et il fait bien meilleur. Nous roulons jusqu'à Ambondromamy avant de prendre la pause repas. Nous terminons à Mahajanga à 16 h 30 sous le beau temps.

Jeudi 28 juillet :

Courses le matin au marché. Compléments divers dans la journée.

Nous retrouvons le tour-opérateur *karana* (indo-pakistanaï) qui doit nous emmener en 4x4 à Namoroka. Léger changement de programme, il n'a pas de véhicule disponible en ville mais en a un au départ de Katsepy, de l'autre côté de la baie. Ça lui fait une économie substantielle sur la traversée du bac mais il ne veut pas la répercuter sur le tarif.

Repas au restaurant chez Mme Chabaud le soir : les plats sont excellents mais le service est complètement à la ramasse.

Vendredi 29 juillet :

À 6 h 00, pas de 4x4 pour venir nous chercher à domicile. Après appel téléphonique, le *karana* nous dit qu'il ne retrouve pas la maison malgré les explications de la veille. Les deux 4x4 arrivent finalement à 6 h 30 pour nous emmener à l'embarcadère. Le petit bac étant déjà bien chargé, nous optons pour le grand, quitte à partir plus tard. Traversée sans encombres. À Katsepy, nous retrouvons le 4x4 qui doit nous emmener. En pratique, c'est un taxi-brousse qui nous fait un transport spécial. Nous chargeons les bagages puis nous allons prendre notre petit-déjeuner. Pendant ce temps là, le 4x4 va faire un tour dans le village. Nous le retrouvons en train de changer de batterie. Ça prend bien une heure avant d'avoir une batterie neuve totalement déchargée et incapable de démarrer le véhicule. Après avoir poussé, on part enfin à 10 h 30. La piste a été restaurée et ça

roule bien. On fait un crochet par Namakia pour récupérer un bidon de gazole avant d'aller manger à Mitsinjo. Après Mitsinjo, par contre, la piste n'a pas été entretenue. Ça roule mal sans être une catastrophe. Nous arrivons à Soalala en moins de 4 heures, à la nuit tombante. Nous nous installons à l'hôtel. Il n'y a pas d'électricité dans la ville, faute de carburant pour la centrale. L'hôtel nous offre une demi-heure d'électricité sur groupe électrogène, le temps qu'on se prenne des douches. Après ça nous faisons un tour en ville pour grignoter un coup. Et gros dodo pour tout le monde ensuite.

Samedi 30 juillet :

Réveil vers 5 h 30 pour aller rencontrer le directeur du Parc à 6 h 00. Nous discutons un moment. C'est José, agent du Parc actuellement sur Baie de Baly et autrefois affecté à Namoroka qui vient avec nous. Nous le connaissons déjà. Nous finissons par nous inquiéter du départ du bac. À l'embarcadère, le bac est en train d'appareiller et nous montons à bord *in extremis*. Le bac part puis revient deux fois de suite prendre des motos avant de traverser pour de vrai. En face, nous attendons que José arrive en pirogue avec ses affaires, vu qu'il a été prévenu au dernier moment.

Ensuite, ça roule pas trop mal. Nous passons par la piste classique en fond de vallée, la déviation aménagée l'an passé sur les hauteurs n'étant déjà plus opérationnelle. Au passage, nous achetons une poule à une villageoise qui passait par là. Nous effectuons une pause à Manongarivo pour donner des tirages des photographies prises l'an dernier. Nous rajoutons un coq et un canard à notre liste de courses. Ensuite, ça passe bien dans les collines de sable. À Analatelo, les bourniers de l'année précédente ont disparu et la traversée du village se fait en express. Après discussion, il s'avère que la saison des pluies a été bien déficitaire. Après un passage au pont de la rivière Ampandrano, nous bifurquons pour notre campement. Comme d'habitude, nous terminons la navigation à vue jusqu'au lac terminal où nous parvenons à 13 h 00. Le lac est de nouveau plein de végétation avec des oiseaux. Le 4x4 repart avec José pour leur indiquer le chemin de sortie. Pendant ce temps là, nous installons le camp. La tomme de Savoie a souffert du transport. Carole, Vincent et Éric vont faire un tour à Kapiloza pour chercher de l'eau potable. Les herbes sont hautes dans la brousse cette année ce qui est paradoxal après une saison des pluies faible. La poule nous pond un œuf. Coucher de nouveau avec les poules d'ailleurs.

Le camp et les explorations

Dimanche 31 juillet :

Le coq se manifeste bruyamment à partir de 5 heure du matin. José arrive au camp avec Naby et Ledesy. Nous terminons l'installation du campement. Ensuite, ça nous prend encore du temps pour préparer le matériel spéléo. Naby et José viennent avec nous sous terre. D'après José, un groupe de touristes suisses est venu il y a un mois, d'où un sentier d'accès qui ne nécessite pas de gros travaux de débroussaillage. D'ailleurs, on retrouve leurs traces de pas dans l'entrée de Zohy Fanihy. Nous partons vers une zone à explorer à l'ouest de la Salle Froide, le carré blanc restant au milieu de la topo. Notre cheminement pour y parvenir n'est pas optimal. Nous sommes sur place à 13 h 30 alors nous commençons par manger. Ensuite, nous peignons un peu sur la calibration du distoX. Enfin, nous attaquons la topographie dans une zone où ça part dans tous les sens. Tout le monde s'initie à la topographie au distoX et PDA. On termine la séance avec une petite jonction sur un départ aquatique laissé l'année dernière. Pour le retour, nous trouvons un meilleur cheminement que le matin.

TPST : 6 h

Au camp, Ledesy a vu un crocodile dans le plan d'eau, environ 1,50 m de longueur. La poule pond un second œuf. Quant au coq, nous l'apprécions à sa juste valeur lors du dîner.

Lundi 1^{er} août:

Départ en spéléo un peu plus tôt que la veille mais pas encore très matinal. Toujours une seule équipe avec Naby et José. Nous continuons sur la suite de la veille. Pour la pause casse-croûte, nous jonctionnons vers la Salle Froide. Ensuite nous continuons dans le même secteur dans des conduits globalement pas bien larges. Fabien et Maryse repartent en avance pour faire des photos sur le chemin du retour.

TPST : 7 h

La poule n'a pas pondu aujourd'hui. Ce n'est pas bon pour son avenir. Ledesy a de nouveau vu un crocodile dans la journée. Le soir, une recherche au phare montre qu'il y a trois crocodiles dans le lac.

Mardi 2 août :

On gagne une demi-heure sur le départ du camp le matin. On se sépare en deux équipes. La première avec Fabien, Carole et José repart sur la zone des jours précédents. Ils continuent de descendre le long du côté est du carré blanc. Ils trouvent une sortie sur le toit des tsingy, en bordure de forêt. La seconde équipe avec Éric, Maryse, Vincent et Ledesy vise le terminus de l'année précédente en essayant de compléter quelques morceaux en chemin. Ils ont une surprise en calibrant le distoX. Lors de l'étape contrôle, ils observent une divergence d'une vingtaine de degrés entre les visées de vérification. En utilisant la calibration avec capteurs magnétiques non-linéaires, ça va mieux. En complétant un petit maillon manquant entre deux branches, ça part en développements latéraux qui occupent la matinée. L'après-midi, ils attaquent un autre départ plus loin. Le papier indiquant le numéro du point topo de départ a dérivé d'une vingtaine de mètres suite à des écoulements d'eau. Ce n'est pas la première qu'on constate que des papiers ont été entraînés par l'eau. Les deux équipes se retrouvent sur le chemin de la sortie.

TPST : 8 h.

La poule s'est remise à pondre. Le soir, petite séance de chasse au crocodile autour du plan d'eau.

Mercredi 3 août :

L'équipe Fabien, Carole et José retourne dans le carré central. Après quelques jonctions, la progression devient difficile. Il y a beaucoup de colmatages et il va rester des zones blanches dans le carré.

TPST : 7 h 30

L'équipe Éric, Maryse, Vincent et Ledesy continuent dans la zone de la veille. À force de jonction, ils complètent le secteur. Ils basculent sur un nouveau secteur, celui du squelette de sanglier. C'est pas loin de la zone précédente mais ce n'est plus encadré par des galeries déjà explorées.

TPST : 7 h

Jeudi 4 août :

Naby fait un aller-retour à Vilanandro pour prendre quelques courses.

L'équipe Fabien, Carole et José continue péniblement dans le carré central avec des zones à progression difficile. L'achèvement du carré semble à portée de main même si ce n'est pas pour aujourd'hui.

TPST : 8 h

L'équipe Éric, Maryse et Vincent travaille à la suite de la veille. Le matin, ça enchaîne sur les jonctions avec l'existant. L'après-midi, un départ donne dans une zone difficile avant de retomber dans une grande galerie. Le jeu consiste alors à retrouver une galerie connue dans un temps raisonnable sans devoir repasser la partie difficile, sachant qu'on est dans le grand blanc, c'est-à-dire une partie vierge de la topographie et loin de tout ce qui est connu.

TPST : 7 h 45

Vendredi 5 août :

Journée hydrologie. Nous commençons par aller à Kapiloza, au point où nous prélevons habituellement l'eau à boire. Nous sommes sur place à 9 h. Une première équipe par chercher une section de rivière propice à la mesure de débit par traçage au sel. Vers l'aval, ce n'est pas trop ça avec des zones bien stagnantes. Vers l'amont, ce n'est guère mieux avec beaucoup de végétation dans le lit du ruisseau. Pendant ce temps là, la seconde équipe essaie d'identifier le ou les points d'où sort l'eau, y compris en plongeant avec masque-tuba. C'est en tournant autour de la source que Fabien se fait attaquer par un essaim de guêpes. Nous passons au traçage proprement dit sur une section de 50 m qui est loin de ressembler aux descriptions des manuels. Nous dissolvons nos supposés 3 kg de sel dans les seaux, nous injectons et nous attendons. Carole est à la mesure au conductimètre en aval. Au bout de quelques minutes, la conductivité se met à augmenter. Nous avons réussi. Ensuite, ça se complique quand il faut garder son calme alors qu'un serpent vient participer aux mesures. Après un pic à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au dessus du fond, ça redescend progressivement. Nous décidons d'interrompre quand c'est presque revenu au niveau de base. Nous plions et nous repartons pour Mandevy. Nous avons déjà passé plus de 2 heures sur la première source. Nous marchons en plein soleil quand nous tombons sur un feu de brousse. Nous tentons de le stopper côté parc en tapant sur les flammes avec des branches d'arbuste. À part se faire des ampoules aux mains, nous ne faisons pas grand chose. Nous reprenons notre route et arrivons à Mandevy à 13 h 30. Nous commençons par nous baigner dans l'eau fraîche et ça fait du bien. Ensuite, le masque-tuba révèle que le fond de la rivière est calcaire avec de larges fractures d'où sort violemment l'eau. Plus à l'aval, le fond de la rivière se transforme en canyon avec en latéral un puits que le faisceau de la lampe-torche ne parvient pas à sonder. Pause repas au niveau du gué amont. Après s'être restaurés, nous partons explorer l'amont de la rivière. L'eau sort à quelques dizaines de mètres d'un unique griffon dans le calcaire. Nous y installons un capteur ReefNet. Au delà, la rivière présente un large lit à sec sur le lapiaz. On retrouve de l'eau stagnante au fond des fractures. La progression devient difficile et le lapiaz acéré comme s'il était rarement submergé par l'eau. Nous allons ensuite vers l'aval pour trouver un site pour mesurer le débit. La rivière est large d'une douzaine de mètres et s'écoule paisiblement. L'eau est assez transparente avec un très léger aspect laiteux et une teinte bleutée. On voit nettement le fond à 5 ou 6 mètres de profondeur. Fondamentalement, nous avons l'impression qu'il a eu une remontée du niveau de base. Pour le traçage, c'est mort. En remontant au gué, nous découvrons un nouveau tombant en aval des sorties déjà vues. Nous prenons le chemin du retour avec nos 10 kg de sel. Le feu de brousse a bien avancé le long de la bordure du Parc. Sur une colline où il y a du réseau téléphonique, nous appelons le directeur du Parc pour le prévenir. Arrivée au camp à 17 h 45.

Samedi 6 août :

Reprise des explorations avec changement des équipes.

Éric, Carole et José continuent dans le carré central. Ce n'est toujours pas bien grand mais on remplit bien un rectangle. En fin de journée, on tombe sur des grandes galeries. Pour le retour, la reprise du chemin aller ne semble pas optimale alors on tente un nouveau parcours par la zone de l'autre équipe qu'on rattrape effectivement en route.

Quant à l'autre équipe, donc, constituée de Fabien, Maryse, Vincent et Naby, elle continue sur la zone de l'avant-veille, dans le secteur du sanglier. Ils partent dans de nombreux départs pas commodes. Fabien profite de l'effectif sur-numéraire pour faire de la photo.

TPST : 8 h

Dimanche 7 août :

Éric, Carole et José retournent sur le carré central en essayant un nouvel accès mais ne parviennent pas à éviter toutes les difficultés. Ils terminent tous les départs rentrant dans le carré. Retour assez tôt par le sanglier.

TPST : 7 h 15

Vincent, Maryse et Naby retournent dans le secteur du sanglier. Ils continuent à écumer le secteur et bouclent tant et plus, plutôt en se dirigeant vers le sud.

TPST : 7 h 30

Fabien reste au camp pour réparer ses pieds.

En fin de journée, on installe le pluviomètre sur une dalle de calcaire derrière le camp.

Lundi 8 août :

Éric, Fabien, Maryse et José attaquent un nouveau secteur, au nord-ouest du sanglier. Il y a de la grande galerie et du petit plus bas. Globalement, ça jonctionne dans le grand canyon forestier d'accès et les grottes connues dans le coin.

Vincent, Carole et Naby continuent dans le secteur de la veille, toujours plus au sud. Ils se retrouvent dans de vastes galeries bien effondrées. Ça continue dans tous les sens.

TPST : 8 h 15

Le soir, on entend le bal-poussière à Analatelo (7 km).

Mardi 9 août :

Nous commençons par aller tous ensemble dans la grotte NA 22 pour poser des capteurs. Le niveau de la marmite latérale dans la galerie principale a bien baissé, genre 2 m par rapport à l'année précédente et en 2008. Un sondage avec la lampe torche montre une profondeur d'au moins 5 mètres. Ensuite ça semble continuer en face. Nous allons va voir le plan d'eau en fond de fracture à proximité. Une grosse anguille de 1,5 m de long passe par là. Par contre, l'accès à l'eau est difficile en raison de l'encaissement. Nous en profitons pour sortir sur le toit des tsingy. Nous décidons de placer le capteur dans la marmite et nous ressortons.

TPST : 2 H

Carole, Vincent et José retournent vers le terminus de la veille. Ils rebouclent pas mal à l'est avec de l'ancien et terminent à leur point de départ.

TPST : 7 H 45

Maryse, Fabien et Éric commencent par terminer quelques départs laissés la veille. Ensuite, ils basculent sur les galeries côté sud au même point départ. Beaucoup de petites galeries et autres trucs infâmes en marge de la galerie principale.

TPST : 7 H 30

Le soir, les chiffres tombent. 9930 m de première topographiée. Le réseau dépasse les 100 km. Ça se fête.

Les deux charrettes pour le lendemain sont arrivées au camp dans l'après-midi.

Le Retour

Mercredi 10 août :

Nous plions le camp de bon matin. Nous payons les pisteurs et l'agent, et nous leurs donnons le matériel en trop. Ils rentrent de leur côté à Vilanandro pendant que nous partons pour Soalala. Départ du camp à 9 h 30. Nous nous relayons entre marche à pied et transport sur les charrettes. Nous traversons la plaine sous la chaleur. Nous faisons halte au bord d'un étang quelques kilomètres après avoir rejoint la piste principale. L'arrivée de nuages incite les conducteurs de charrettes à repartir plus tôt que d'habitude. Nous passons les collines sableuses de jour. Nous sommes à Manongarivo à la tombée de la nuit. Nous continuons à travers les zones humides. Carole et Vincent

se portent volontaires pour marcher à côté des charrettes dans cette portion. Nous arrivons à Bekomanga à 20 h 30, sans doute notre meilleure performance sur ce parcours. Après avoir mangé nos dernières réserves, nous essayons de dormir mais un petit vent froid nous en empêche.

Jeudi 11 août :

À cause du froid, nous sommes bien content de repartir à 2 h du matin. Au niveau d'un pont endommagé, nous avons du mal à trouver la bonne déviation. La première charrette s'engage dans un bief trop profond. Ses trois passagers doivent sauter au milieu du gué alors que les zébus se rebellent et que les bagages commencent à se mouiller. Après être sorti de ce mauvais pas, nous terminons à l'embarcadère en face de Soalala à 5 h du matin.

Personne ne nous propose de traverser en pirogue alors nous attendons le bac comme tout le monde. À Soalala, nous commençons par prendre un petit-déjeuner dans une gargote avant d'aller faire une brève restitution de notre campagne au directeur du Parc.

Nous partons de suite avec un taxi-brousse spécial de médiocre qualité. Pause repas à Mitsinjo. Nous arrivons moulu à Katsepy à 16 h 30. Un ultime coup de coque spéciale nous ramène à Mahajanga. Ça doit être seulement la seconde fois qu'on réussit le retour à Mahajanga en 36 heures seulement.

Vendredi 12 août :

Repos à Mahajanga dans une ville gavée de touristes malgaches. Il devient difficile de trouver des chambres d'hôtel.

Samedi 13 août :

Excursion au Cirque Rouge, un vallon créé par l'érosion des grès.

Dimanche 14 août :

Carole et Vincent remontent sur Tana en taxi-brousse de base, tous les services "standing" étant complets.

Maryse et Fabien partent en excursion pour deux jours à la grotte d'Anjohibe, à 70 km de Mahajanga. Sur place, ils commencent par se renseigner sur l'existence d'autres grottes. On leur répond par l'affirmative et ils commencent par en visiter une avec un développement significatif à proximité du lodge.

Lundi 15 août :

Maryse et Fabien continuent leur excursion avec la grotte principale qu'ils visitent longuement sans vraiment savoir quelle fraction de l'ensemble du réseau ça représente. En particulier, ils parcourent la "rivière", une galerie inférieure humide mais pas vraiment active au premier abord. Ils font demi-tour avant la fin de la "rivière", celle-ci n'étant jamais complètement parcourue par les touristes ni les guides eux-mêmes. La rivière irait jusqu'à la mer (toute proche). Enfin ils jettent un coup d'œil à une dernière grotte à proximité de la piste d'accès. Là encore, il y a du développement. En fait, la principale difficulté dans la perspective d'une étude spéléologique des grottes est qu'il y a une gestion privée de fait de la grotte par le propriétaire du *lodge*. Un projet d'expédition topographique se fait jour, à suivre en 2017...

Mardi 16 août :

Vincent et Carole prennent à Tana l'avion pour Lyon.

Mercredi 17 août :

Maryse et Fabien prennent à Mahajanga l'avion pour Mayotte.

Éric reste sur Mahajanga en famille jusqu'au 1^{er} septembre pour profiter d'une éclipse annulaire de soleil passant sur la ville Ensuite, retour en France via Tana.

Méthode topographique

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 *a 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, la direction (communément appelée 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 restituer les volumes des galeries, ce que nous appelons l'habillage.

Traditionnellement, ces mesures étaient réalisées avec un décimètre, un compas et un clinomètre (ou clisimètre) mécanique. Depuis quelques années, nous avons remplacé le décimètre par un télémètre laser. Depuis l'expédition 2009, nous avons pu disposer d'un nouvel équipement, le DistoX qui permet en une seule mesure d'avoir à la fois la longueur, l'azimuth et la pente. En 2010, nous lui avons adjoint un PDA (un assistant personnel, une sorte de smartphone sans téléphone). Le distoX envoie en temps réel par bluetooth (radio) les données vers le PDA et le logiciel associé PocketTopo. Ceci permet d'abord d'éviter les erreurs de saisie. Ensuite, nous pouvons réaliser des visées supplémentaires pour faciliter l'habillage de la topographie, en ajoutant éventuellement des commentaires. Pour distinguer les visées d'habillage de celles de cheminement, ces dernières sont réalisées en triple. Le logiciel PocketTopo détecte alors qu'il s'agit du cheminement. Enfin, le couplage distoX/PDA permet de visualiser un plan continuellement à jour, les données des expéditions précédentes étant déjà dans le PDA, ce qui est fort pratique dans un réseau très labyrinthique. Toujours sur les aspects pratiques, nous marquons tous les carrefours avec un petit cairn et un morceau de papier si possible imputrescible où nous inscrivons le numéro du carrefour.

Après l'expédition, les données sont transférées sur ordinateur. Plusieurs analyses sont réalisées pour tenter de détecter et corriger les éventuelles erreurs. La principale source d'erreur est la non-détection des visées en triple comme étant une visée de cheminement. En 2011, une attention particulière a été portée sur le terrain afin de corriger de suite ce type d'erreur. Néanmoins, une demi-douzaine de cas sont passés à travers les mailles du filet. De même, la correction a parfois été incomplète, conduisant à des erreurs dans la numérotation des visées suivantes. En 2015, une nouvelle analyse a été mise en place. À chaque jonction, un test est effectué en coupant la connexion et en observant le déplacement résultant. L'étude des plus gros déplacements peut mettre sur la piste d'erreurs sur les lieux de jonction.

Un premier logiciel réalisé par Éric Sibert tente de détecter les numérotations suspectes après les visées de cheminement (erreur de renumérotation sur le terrain). Une seconde analyse est réalisée avec Excel. Elle met en évidence les visées successives ayant des directions similaires mais n'étant pas considérées comme faisant partie d'un cheminement. Enfin, la nouvelle analyse par coupure des jonction est réalisée par un autre nouveau logiciel maison. En 2015, ceci a permis de trouver trois erreurs dont deux critiques en terme de rebouclage. L'analyse rétrospective sur 2014 a aussi mis en évidence trois erreurs mais sans conséquences sur le plan général.

Complémentairement à la dernière analyse, un import dans CyberTopo, autre logiciel d'Éric Sibert, permet de mesurer les contraintes sur les différentes branches suite aux rebouclages. Une fois les erreurs détectées et les corrections remontées dans PocketTopo, un autre logiciel a été développé permettant de convertir les données PocketTopo vers le format SVG (graphique vectoriel) en répartissant les erreurs de rebouclage résiduelles. Le fichier SVG ainsi généré est alors ouvert dans Illustrator où l'habillage (la restitution des volumes) de la topographie est réalisé manuellement. CyberTopo a aussi été utilisé pour convertir les données au format GPX et permettre leur report sur carte ou sur photo aérienne.

Une difficulté rencontrée avec l'habillage dans Illustrator est qu'il n'est pas possible de déformer les dessins précédents pour tenir compte des déformations induites par les nouvelles jonctions. En 2010, le nombre limité de points de jonction entre les précédentes et les nouvelles explorations avait permis de contourner le problème en faisant porter les déformations uniquement sur les nouvelles branches explorées. En 2011, la très forte imbrication entre les différentes explorations a rendu cette solution caduque. Éric Sibert a développé un nouveau logiciel qui déforme l'habillage enregistré sous Illustrator en utilisant les carrefours en commun entre l'ancienne et la nouvelle topographie (méthode classique du morphing en utilisant un réseau irrégulier de triangles). Cette technique est adaptée tant que le réseau ne comporte qu'un seul niveau, ce qui est le cas à Namoroka. Une fois les déformations appliquées, l'habillage classique sous Illustrator a pu reprendre.

En 2014, nous avons acquis une tablette Dell Venue Pro 8. Elle fonctionne avec Windows 8.1 classique pour PC, ce qui permet l'utilisation de logiciels prévus pour PC, PocketTopo et CyberTopo. Au camp, ça nous permet de voir chaque soir le report de la topographie sur un écran plus grand que celui du PDA. En 2015, un nouveau logiciel développé maison permet de plus d'avoir le report sur fond satellite.

L'énergie

La gestion de l'énergie est un point délicat de nos expéditions. Pour rester sur une structure légère et pour des questions de nuisance, nous n'emportons pas de groupe électrogène.

Les principaux postes d'utilisation :

- cuisine : feu de camp avec le bois mort collecté à proximité ;
- éclairages sous terre : un casque à l'acétylène (carbure acheté à Madagascar) et les autres avec des frontales à led utilisant des piles LR06 ;
- 3 PDA avec batterie propriétaire amovible. Charge par USB. Nous avons acheté une batterie supplémentaire de plus grande capacité (2250 mA.h au lieu de 1200 mA.h) qui fait presque la journée de topographie mais avec une excroissance pas très pratique sur l'arrière du PDA. Il faut une bonne partie de la nuit pour charger complètement cette batterie.
- 3 DistoX de générations différentes. L'ancien a besoin de deux piles LR03. Pour éviter de refaire la calibration à chaque changement de pile, nous utilisons des piles salines achetées spécifiquement en France. Nous consommons deux à trois jeux par jour. L'emploi de piles rechargeables (Ni-Cd ou NiMH) est exclu en raison de la perturbation magnétique variable durant la décharge. Le nouveau modèle contient une batterie Li inamovible. Charge par prise USB. Avec deux nouveaux modèles à disposition, nous n'avons pas utilisé l'ancien modèle qui est resté en réserve ;
- tablette avec batterie propriétaire inamovible. Charge par prise USB ;
- appareils photo reflex : batteries propriétaires amovible avec chargeur secteur. Achat de nombreuses batteries de rechange. Forte consommation pour cause de pratique de l'astrophotographie la nuit par Éric ;
- flashes électroniques utilisant des piles LR06 ;
- GPS employant 2 piles LR06. Faible utilisation durant le camp lui-même.

Pour alimenter toute la partie électrique, nous avons recours à :

- trois panneaux solaires rigides : 2 x 10 W et 1 x 20 W. Les panneaux rigides sont bien plus efficaces que les souples car le gardien du camp peut les réorienter face au soleil tout au long de la journée ;
- deux batteries Li tampon de 50 W.h. Elles sont en charge sur les panneaux solaires durant la journée. Charge complète dans la journée s'il n'y pas de nuages. Elles disposent d'une sortie USB et une autre avec tension réglable ;

- un chargeur NX-Ready accueillant aussi 4 piles LR03 ou LR06. Il se branche sur USB (dont la batterie tampon) ou sur prise allume-cigare (12 V). Il n'est pas possible de le brancher sur panneau solaire. Il a montré des signes de faiblesse durant le camp ;
- un chargeur Pixo C-USB Universel pouvant charger 2 piles LR06 ou 1 batterie d'appareil photo. Il se branche USB uniquement (dont la batterie tampon). Il n'est pas possible de le brancher sur panneau solaire ;
- une vingtaine de piles LR06 rechargeables ;
- un bon stock de piles LR06 à usage unique.

Face aux difficultés rencontrées les années précédentes avec un certain manque d'électricité, nous avons adopté la stratégie consistant à avoir un gros stock de piles LR06 et à n'utiliser le solaire que là où on ne peut pas utiliser de piles. Au début, nous utilisons les piles LR06 rechargées en ville. Quand elles sont vides, nous passons aux piles classiques. L'utilisation de panneaux solaires rigides a aussi permis une meilleure recharge des batteries tampon.

Les résultats

En 2016, nous avons exploré et topographié près de 9932 mètres de galeries et diaclases. Ce développement vient s'ajouter au précédent, prolongeant le "Réseau MAROSAKABE" qui était déjà le plus long d'Afrique et qui devient le 24^{ème} mondial en longueur.

Principalement, à partir des explorations de l'année précédente, nous avons étoffé le secteur. Nous avons d'abord complété l'intérieur des boucles que nous n'avions pas entièrement explorées. Ensuite, nous avons avancé méthodiquement vers l'ouest depuis les parties connues. Dans la partie la plus au nord, nous avons rejonctionné canyon exploré en 2012. À partir de ça, nous nous sommes décalé vers le sud en essayant de garder le contact avec les zones déjà connues. Nous n'avons pas foncé plein ouest.

Nous avons topographié 9932 mètres de galerie. Compte tenu de quelques parties retopographiées, le développement total passe à 100392 m de galeries.

Comme depuis 2014, nous progressons dans un réseau avec peu de puits de lumière, contrairement aux premières années. Le réseau est globalement horizontal même s'il comporte par endroits des passages supérieurs. Il présente un maillage important avec de nombreux rebouclages.

Tout au long de notre cheminement quotidien, nous avons essayé d'inventorier les espèces animales, vivantes ou non, que nous avons rencontré ainsi que les traces d'activité humaine. Depuis 2015, la progression loin de la bordure du massif fait que nous n'avons découvert de nouvelles traces d'occupation humaine.

Lors de nos incursions souterraines, nous étions toujours accompagnés d'un guide local. Nous avons essayé de les sensibiliser à la protection de l'environnement en général et du patrimoine souterrain en particulier ainsi qu'à la venue dans un futur plus ou moins lointain de touristes. Zohy Fanihy, de part ses grands volumes et son accès aisé depuis la prairie, offre un potentiel intéressant pour l'aménagement de circuits écotouristiques.

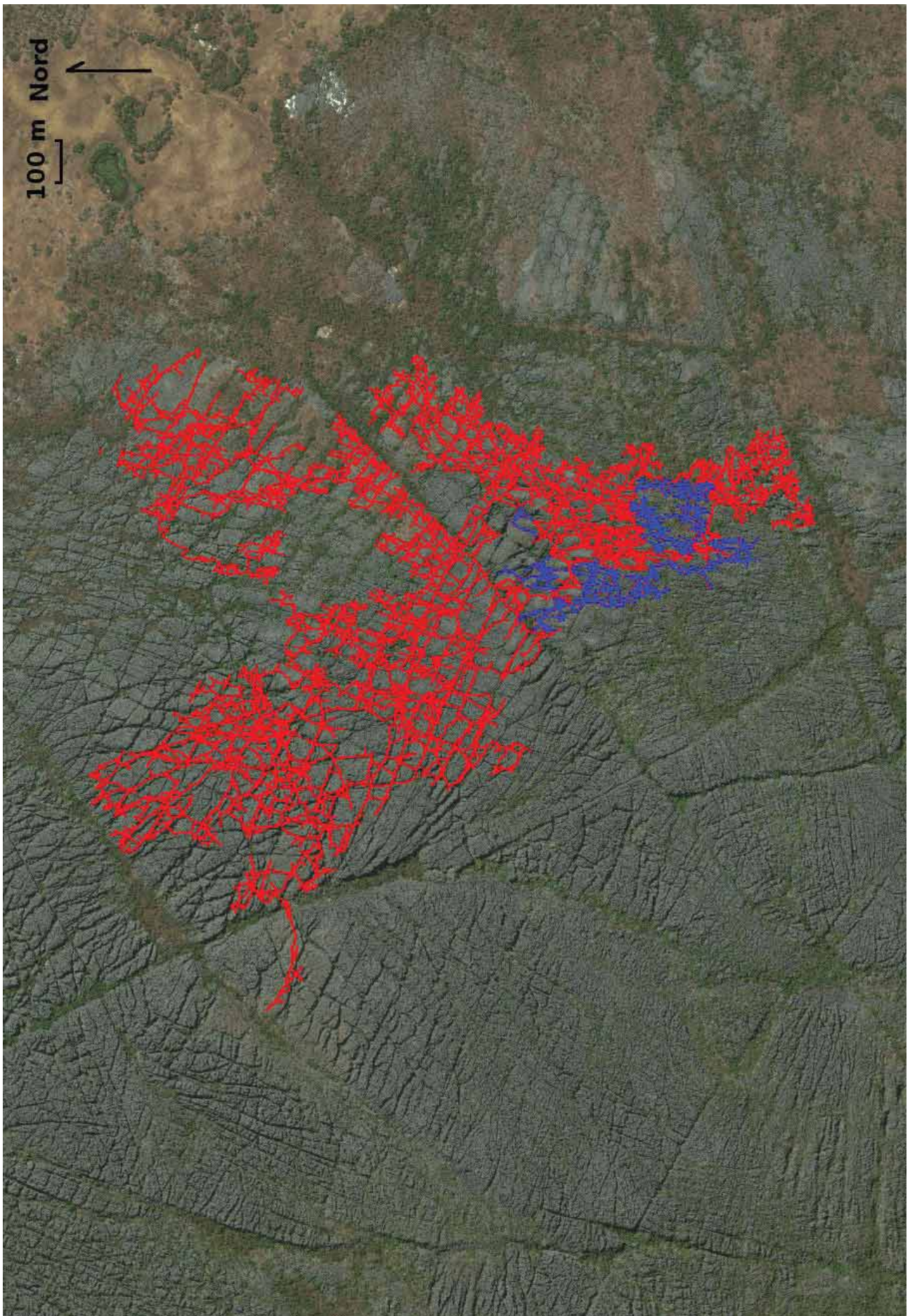


Illustration 4: Réseau Marosakabe. En rouge, parties déjà connues, en bleu, explorations 2016.

Hydrologie

Nous avons continué l'étude préliminaire commencée en 2015 sur l'hydrologie du massif. Nous avons de nouveaux fait nos observations au mois d'août, en saison sèche. Si en 2015, ceci faisait suite à une saison des pluies bien humide avec de nombreux bourbiers dans la plaine, en 2016 la saison des pluies a été déficitaire et toute la région est bien sèche. Le niveau du lac au bord duquel nous campons était 40 cm plus bas que l'année précédente. Sa baisse quotidienne paraît aussi plus marquée, avec 2,5 cm/j contre 1 cm/j en 2015.

Dans une même journée, nous avons visité les émergences de Kapiloza et Mandevy. Un autre jour, nous sommes passés à la marmite-siphon présente dans la grotte NA22.

Kapiloza

Kapiloza est une source située à 1,5 km au nord-est de notre camp et nous sert de point d'eau potable. Nous avons essayé de mieux identifier le ou les points de sortie de l'eau mais la végétation (voir les insectes) rend la tâche difficile. Nous avons voulu estimer le débit de la rivière par conductimétrie. En théorie, dans une rivière bien turbulente façon torrent de montagne, nous injectons du sel en un point et nous mesurons la conductivité de l'eau en aval en fonction du temps. Là, nous sommes plutôt en présence d'un ruisseau assez calme avec de nombreuses plantes aquatiques, les pieds dans l'eau, comme *Typhonodorum lindleyanum*, (appelé également *bananier aquatique*). Nous repérons un premier resserrement pour effectuer l'injection de sel préalablement dilué dans deux seaux d'eau. Nous nous mettons un peu plus loin, environ 50 m en aval, au dernier resserrement avant que le ruisseau ne s'étale pour mesurer la conductivité. Après injection, nous attendons 5 mn avant de voir le signal varier. Il s'élève alors bien au-dessus du niveau de fond de 471 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec un maximum à 570 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 8 m 30 s :

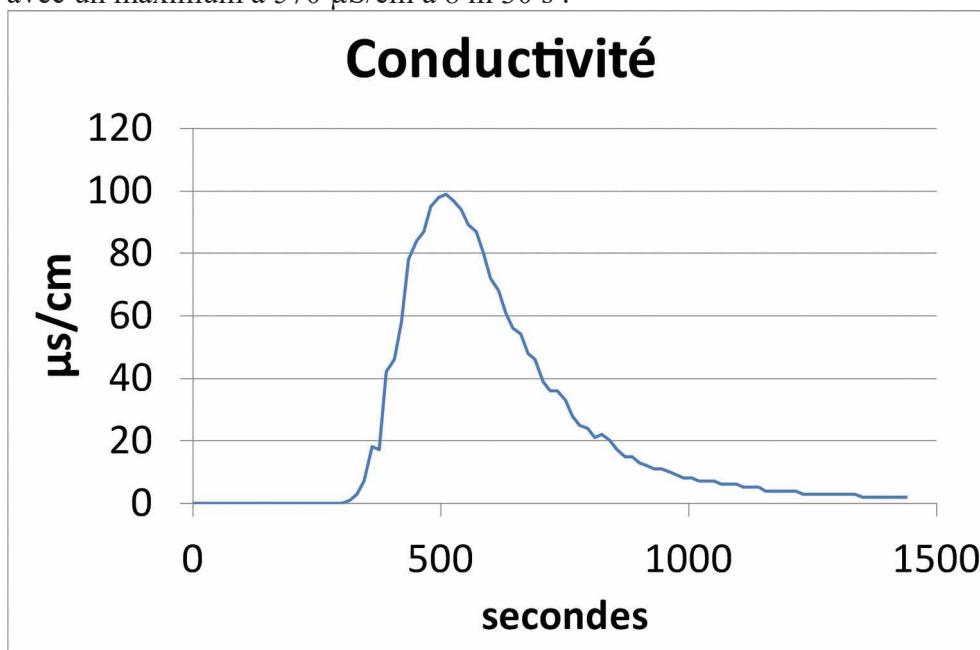


Illustration 5: Restitution du traçage de Kapiloza

À partir de ces données, nous avons évalué le débit entre 150 et 200 l/s, au niveau de la zone de mesure, auquel il faudrait ajouter celui des griffons aval. En tout état de cause, c'est déjà un débit important pour une source annexe à l'échelle du massif.

Mandevy

Mandevy est une source importante située à 6 km à vol d'oiseau au nord de notre camp. Elle se présente sous forme d'un grand bassin naturel d'une dizaine de mètres de large. Un petit ruisseau l'alimente en amont. Le ruisseau lui-même sort d'une fracture calcaire, 30 m en amont. Nous y avons installé un capteur ReefNet. Ensuite, un large lit asséché se poursuit à même le calcaire. Nous

l'avons remonté sur 100 m plein sud avant d'être bloqués par une fracture difficile à franchir. La vue satellite suggère que le lit à sec continue sur au moins une centaine de mètres. Néanmoins, plus on remonte et moins semble passer souvent sur les rochers.

Cependant, le ruisseau à l'amont ne semble constituer qu'un faible apport au débit de la rivière. La source principale semble être directement dans le bassin et se manifeste en surface par des bouillonnements, *Mandevy* veut dire bouillonnement en malgache !!! Nous avons effectué une reconnaissance au masque/tuba et lampe torche. L'eau sort sous pression de plusieurs trous, le long d'une fracture sis au fond du bassin et en biais par rapport à l'axe principal. Ça paraît plongeable même si le courant est assez violent à l'amont. Les volumes paraissent plus important vers l'aval mais permettent-ils ensuite de remonter vers l'amont ?

Le large bassin d'eau calme ne permet pas de réaliser des mesures de débit par conductimétrie. Néanmoins, la formation de ce bassin nous interroge. Alors que la majorité des ruisseaux du versant est du massif se développent dans de petits vallons encaissés, nous avons ici l'impression que le niveau de l'eau a remonté, ennoyant tout le vallon. D'après l'équipe malgache, il n'y a pas de barrage artificiel en aval. Y a-t-il un barrage naturel ? Un horst ? Nous essayons d'aller voir en aval. En l'absence de chemin, la végétation nous fait renoncer en moins de 300 m. Le bassin lui-même se poursuit à perte de vue. L'eau, bien transparente, permet de voir le fond à 5 ou 6 m, toujours sur le calcaire à nu.

L'eau présente aussi une teinte bleutée. Elle provient de la diffusion de la lumière par des particules de calcite en suspension. Ces particules se forment typiquement à partir d'une eau saturée en calcaire et qui subit une baisse de pression suite à une remontée.

Dans les perspectives futures, une plongée de reconnaissance paraît très intéressante. Une exploration en bateau de l'aval de la rivière pourrait aussi permettre de mieux comprendre son fonctionnement.

Marmite NA 22

Lors de notre visite, le niveau de l'eau dans la marmite de la grotte NA 22 avait baissé de 2 m depuis l'année précédente. Cette forte variation alors que le niveau à Mandevy est relativement stable suggère qu'il n'y a pas de larges conduits noyés entre la marmite et Mandevy. En attendant, une lampe-torche reliée à une corde a été descendue sur 5 m de profondeur et montre ensuite un départ à l'horizontal. Nous avons aussi installé un capteur ReefNet dans la marmite.

Instrumentation

Pour palier le fait que nous venons toujours observer le système à la même période de l'année, nous avons mis en place des capteurs automatiques que nous relèverons lors de la prochaine campagne.

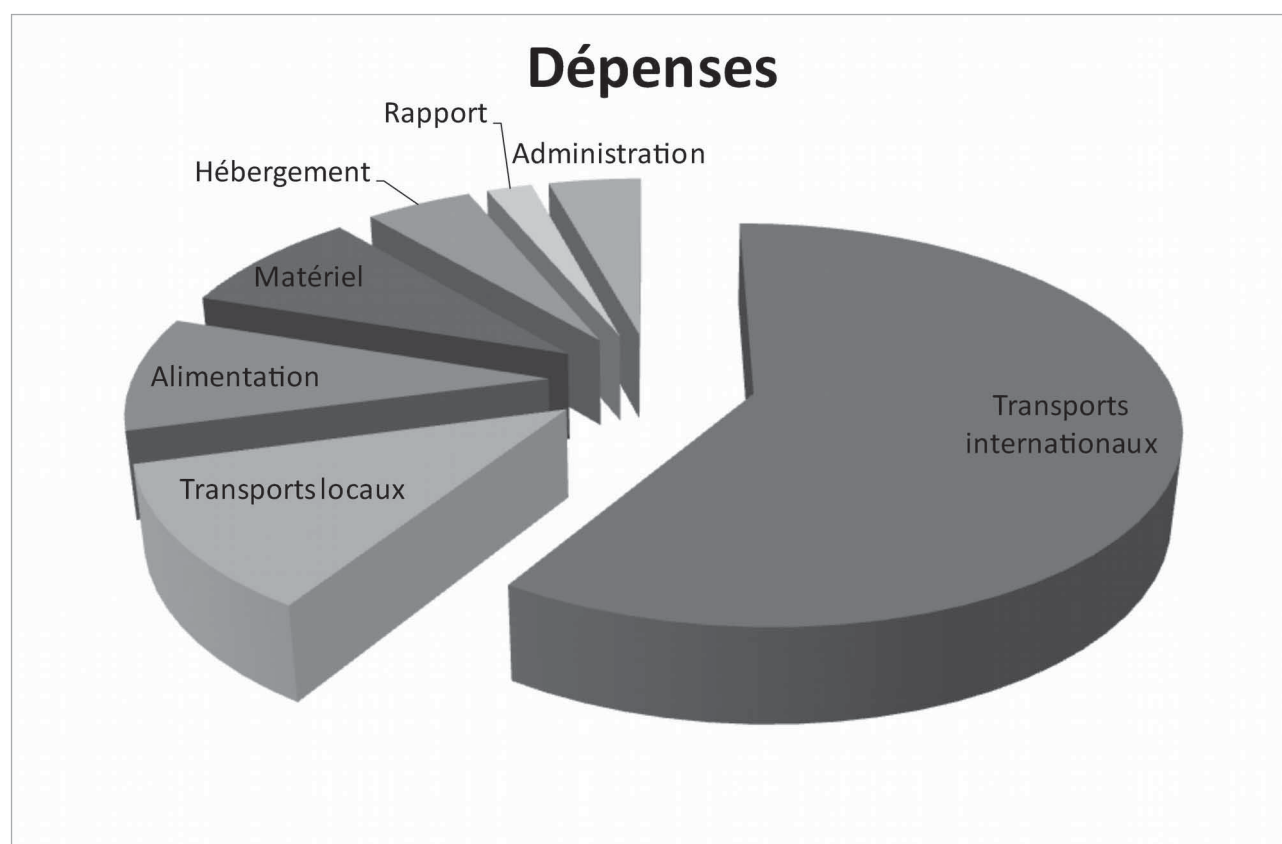
D'une part, nous avons installé des capteurs ReefNet qui enregistrent la pression et la température de l'eau à intervalle régulier. Il y en a un à Mandevy et un dans la marmite de NA 22. Un capteur supplémentaire a été laissé çà l'air libre pour corriger des variations de la pression atmosphérique. D'autre part, nous avons installé un pluviomètre à proximité du camp pour mesurer les précipitations. Il enregistre électroniquement toutes les précipitations avec l'heure de survenue. Notre principale inquiétude est qu'il fonctionne bien pendant un an malgré la faune sauvage (oiseaux qui viendraient chier dedans), le bétail (zébus qui donneraient un coup dessus) ou même les habitants du coin qui le vandaliserait.

Le croisement entre les données des ReefNet et du pluviomètre devrait nous donner des indications sur le fonctionnement hydrologique du système, comme l'importance des parties noyées.

Budget réalisé

Le budget total de l'expédition a été de 7 373 euros. L'avion constitue la part principale avec 1200 euros pour les participants venant de France métropolitaine.

	Dépenses	Recettes
Transports internationaux	4 353 €	
Transports locaux	868 €	
Alimentation	687 €	
Matériel	638 €	
Hébergement	361 €	
Administration	154 €	
Rapport	312 €	
CREI		200 €
Césame		209 €
Apports personnels		6 964 €
Totaux	7 373 €	7 373 €



Bilan et perspectives

Cette expédition a apporté :

- La prolongation du plus grand réseau de Madagascar et d'Afrique avec 100 km de galeries cartographiées, 24^{ème} réseau mondial par sa longueur,
- 9932 mètres de galeries topographiées,
- 460 homme/femme.heures de temps cumulé sous terre,

Pour la prochaine expédition, les principales perspectives se situent toujours à l'Ouest où nous avons laissé de nombreux départs dans des zones assez profondes. Il est difficile d'imaginer quelles sont les limites du réseau.

Nous allons aussi relever nos capteurs pour faire avancer les études dans le domaine de l'hydrologie.

Bibliographie

DECARY, R. (1942) : Les cavités souterraines de Madagascar, leurs merveilles, leurs habitants. Société des amis du Parc botanique et zoologique de Tananarive. 5^{ème} rapport annuel, p. 34-41. (Conférence donnée le 22 février 1941 – p. 38, sept lignes sur le « cause de Namoroka », suite à une reconnaissance avec survol en avion menée fin 1940)

PAULIAN, R., GRJEBINE, A. (1953) : Une campagne spéléologique dans la réserve naturelle de Namoroka. Le Naturaliste malgache, tome V, fasc. 1, p. 19-28. (Récit d'une expédition biospéléologique menée début septembre 1952)

SYNAVE, H. (1953) : Un cixiide troglobie découvert dans les galeries souterraines du système de Namoroka. Le Naturaliste malgache, tome V, fasc. 2, p. 175-179. (Captures effectuées par R. Paulian en 1953)

DE SAINT-OURS, J. (1959) : Les phénomènes karstiques à Madagascar. Annales de spéléologie, tome 14, fasc. 3-4, p. 275-291. (« Namoroka » p. 278 ; 283 ; et 287, douze lignes, citation des données de Paulian et Grjebine de 1953)

DECARY, R., KIENER, A. (1970) : Les cavités souterraines de Madagascar. Annales de spéléologie, tome 25, fasc. 2, p. 409-440. (20 lignes sur Namoroka, p. 417)

DECARY, R., KIENER, A. (1971) : Inventaire schématique des cavités de Madagascar. Annales de spéléologie, tome 26, fasc. 1, p. 31-46. (Secteur de Vilanandro, citation d'**Anjohimisokitra**, **Ambovonaomby**, **Amboanarabe** et **Ambohimirija**, p. 34 - photo de tours calcaires individualisées, p. 36)

REMILLET, M. (1971) : Aperçu de la faune souterraine à Madagascar . Livre du cinquantenaire de l'Institut de Spéologie "EMILE RACOVITZA", Colloque National de spéologie, 2-11 octobre 1971, p. 135-160. (synthèse des différentes connaissances sur la faune cavernicole à Madagascar)

ROSSI, G. (1980) : L'extrême-Nord de Madagascar. Edisud, Aix-en Provence. (p. 311 « Troisième partie : Le karst » ; p. 313, surface, pluviométrie ; p. 349, ensembles géologiques de la région de Namoroka ; p. 350 à 354, Le karst de Namoroka, description, modelé, structure, évolution des formes ; p. 374, dolines ; p. 383 à 412, La karstification en milieu tropical ; p. 387, « **La résurgence du Namoroka** » ; p. 388, courbes de variation des teneurs en carbonate et en CaCO₃ et MgCO₃ ; p. 389, graphiques d'évolution des concentrations en carbonate en fonction du pH ; p. 392, tableau comparatif des teneurs en sulfate des résurgences de l'Ankarana et du Namoroka ; p. 393, tableau comparatif des

valeurs mensuelles de la dissolution entre l'Ankarana et le Namoroka ; p. 395, indice de dissolution ; p. 405, teneurs en CO₂ des conduits souterrains)

LAUMANN, M. (1993) : Report of 1992 speleological expedition to Madagascar (Reserve de Namoroka and karst area of Narinda). (Description et topographie d'**Anjohiambovomby**)

LAUMANN, M., GEBAUER, H. D. (1993): Namoroka 1992. Expedition to the karst of Namoroka and Narinda, Madagascar. *International caver*, 6, p. 30-36.

MIDDLETON, G. (1998) : Narinda and Namoroka karst areas - Madagascar 1997. *Journ. Sydney Speleol. Soc.*, 42 (10), p. 231-243.

RUSHIN-BELL, C. J. (1998) : Caving in Madagascar. *NSS News*, September 1998, p. 260-261.

MIDDLETON, John and Valerie (2002) : Karst and caves of Madagascar. *Cave and Karst Science*, vol. 29, n° 1, p. 13-20. (Présentation résumée, en 25 lignes, du massif de Namoroka - carte + photo de remplissage dans **Ambovomby**)

Berliner Höhlenkundliche Berichte (2002) : Atlas of the Great Caves and Karst of Africa, p. 184-196. (Liste des principales cavités de Madagascar, dont **Anjohiambovomby** pour Namoroka)

BOUCHER, C. (2005) : Prospection spéléologique dans le massif de Namoroka, Madagascar. Rapport d'expédition. (croquis d'exploration des cavités visitées)

BOUCHER, C. (2005) : Tsingy de Namoroka. *Spelunca*, 100, décembre 2005, p. 14-15. (Résumé de la mission de reconnaissance menée en novembre 2004)

BOUCHER, C. (2007) : Tsingy de Namoroka. *Spelunca*, 105, mars 2007, p. 7-8. (Résumé de l'expédition menée en octobre et novembre 2005)

SIBERT, E. (2007) : Malagasy 2006; Expédition dans les Tsingy de Namoroka. *Spelunca*, 106, juin 2007, p7. (Résumé de l'expédition spéléologique "Malagasy 2006" menée du 17 juillet au 4 août 2006)

SIBERT, E. (2007) : Malagasy 2006; Madagascar; camps d'exploration. *Bulletin 2000-2006 du Spéléo-club Poitevin*, p. 91-115. (Aperçu des différents massifs malgaches et compte-rendus des expéditions : "Malagasy 2002", "Malagasy 2003", "Malagasy 2004" et "Malagasy 2006")

BOUCHER, C. (2007) : Tsingy de Namoroka. *Spelunca*, 111, septembre 2008 p. 7. (Résumé de l'expédition menée entre avril et juin 2007)

DELATY, J.N., SIBERT, E., (2008): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°1, "Malagasy 2006" , 40p. (Rapport de l'expédition FFS n°18/2006)

- SIBERT, E. (2008) : Malagasy 2008; Expédition dans les Tsingy de Namoroka. Spelunca, 112, décembre 2008, p6. (Résumé de l'expédition spéléologique "Malagasy 2008" menée du 14 juillet au 4 août 2008).
- DELATY,JN., SIBERT,E. (2009): Madagascar, Expédition Malagasy 2008, SCIALET 37-2008, p108-109, (résumé de l'expédition "Malagasy 2008").
- DELATY,JN., SIBERT,E. (2009): Expédition n°25/2008 Malagasy 2008, CREI - Compte rendu d'activité n°17 - 2008, p 84, (résumé de l'expédition "Malagasy 2008").
- DELATY,JN., SIBERT,E.,(2009): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°2, "Malagasy 2008" , 35p. (Rapport de l'expédition FFS n°25/2008)
- DELATY,JN., SIBERT,E. (2010): Madagascar, Expédition Malagasy 2009, SCIALET 38-2009, p161-164, (résumé de l'expédition "Malagasy 2009").
- DELATY,JN., SIBERT,E. (2010): Expédition n°25/2009 Malagasy 2009, CREI - Compte rendu d'activité n°15 - 2009, p 73, (résumé de l'expédition "Malagasy 2009").
- DELATY,JN., SIBERT,E.,(2010): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°3, "Malagasy 2009" , 47 p. (Rapport de l'expédition FFS n°15/2009)
- SIBERT, E. (2010): Échos des profondeurs. Madagascar, Malagasy 2009, expédition dans les tsingy de Namoroka. Spelunca n°118.
- SIBERT, E. (2010): Madagascar, Le plus long réseau d'Afrique : 39 km de développement et de l'art pariétal. Spelunca n°119.
- DELATY,JN., SIBERT,E. (2011): Madagascar, Expédition Malagasy 2010, SCIALET 39-2010, p118-124, (résumé de l'expédition "Malagasy 2010").
- DELATY,JN., SIBERT,E. (2011): Expédition n°21/2010 Malagasy 2010, CREI - Compte rendu d'activité n°21 - 2010, p 91, (résumé de l'expédition "Malagasy 2010").
- DODELIN, Ch. (2011): Compte-rendu de la Délégation UIS - Tsingy de Namoroka p 16.
- SIBERT, E. (2011) : Bulletin n°22 du FLT - Groupe Spéléo La Tronche. Expéditions : Malagasy 2009. p 51-59.
- SIBERT, E. (2011) : Bulletin n°22 du FLT - Groupe Spéléo La Tronche. Expéditions : Malagasy 2010. p 61-66.
- DELATY,JN., SIBERT,E., DODELIN,C., GUDEFIN, C. (2012): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°4, "Malagasy 2010" , 47 p. (Rapport de l'expédition FFS n°21/2010)

DELATY,JN., SIBERT,E. (2012): Madagascar, Expédition Malagasy 2011, SCIALET 40-2011, p139-147, (résumé de l'expédition "Malagasy 2011").

DELATY,JN., SIBERT,E., MORENAS,A. , MONTAGNY,L. (2013): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°5, "Malagasy 2011" , 42 p. (Rapport de l'expédition FFS n°21/2011)

DELATY,JN., SIBERT,E. (2014): Madagascar, Expédition Malagasy 2012, SCIALET 42-2013, p145-149, (résumé de l'expédition "Malagasy 2012").

DELATY,JN., SIBERT,E., COLNEY, F., MORENAS,A. (2014): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°6, "Malagasy 2012" , 33 p. (Rapport de l'expédition FFS n°18/2012)

DELATY,JN., SIBERT,E. (2014): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°5, "Malagasy 2012" , 40 p. (Rapport de l'expédition FFS n°21/2011)

DELATY,JN., SIBERT,E. (2015): Madagascar, Malagasy 2014, SCIALET 43-2014, p123-128, (Expédition dans les tsingy de Namoroka).

DELATY,JN., SIBERT,E. (2015): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°7, "Malagasy 2014" , 35 p. (Rapport de l'expédition FFS n°17/2014)

DELATY,JN., SIBERT,E. (2016): Madagascar, Malagasy 2015, SCIALET 44-2015, p116-119, (Expédition dans les tsingy de Namoroka).

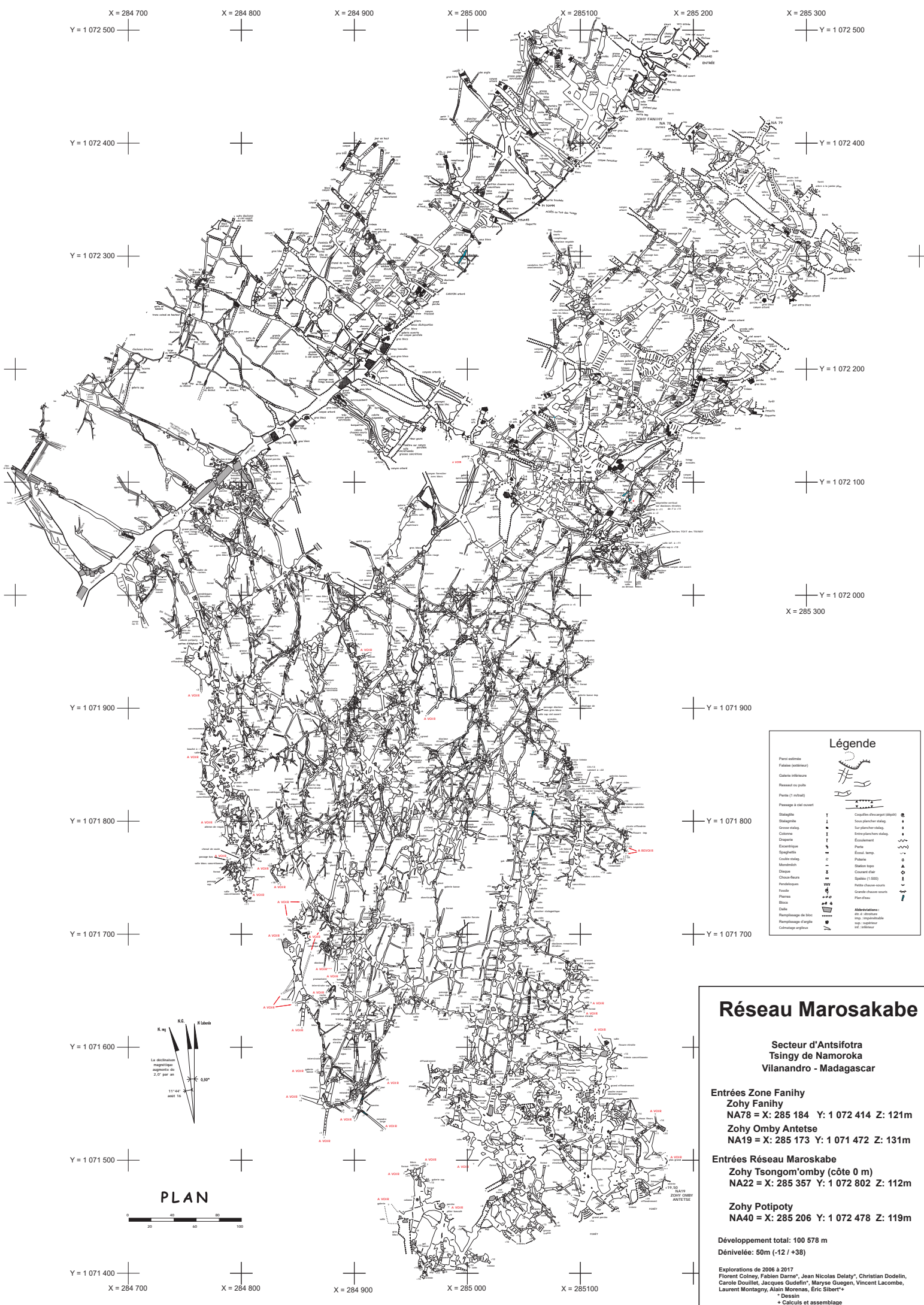
DARNE F., DELATY J.-N., GUEGUEN M. & SIBERT E. (2016) : *Gazette des Tritons spéciale Madagascar 2015*, mars 2016, 10 pages.

http://clan.des.tritons.free.fr/publications/gazettes/GazetteTritons_Speciale_Madagascar.pdf

DELATY,JN., SIBERT,E. (2016): Spéléologie sous les Tsingy de Namoroka, Madagascar, Document n°8, "Malagasy 2015" , 38 p. (Rapport de l'expédition FFS n°12/2015)

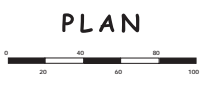
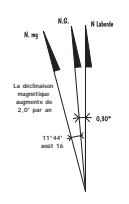


De gauche à droite et de haut en bas: véhicule affrété à l'aller (ES), topographie dans le réseau (ESx2), reconnaissance dans la résurgence de Mandevy (ES), dans le réseau (FD) et le Petit Nuage de Magellan depuis le camp (ES).



Légende

Point isolé		Coquille d'écoulement (égout)	
Faïence (sanitaire)		Sous plancher (égout)	
Colonne sanitaire		Sur plancher (égout)	
Ressaut ou puits		Interplancher (égout)	
Pente (1 mètre)		Écoulement	
Passage à ciel ouvert		Pente	
Stalagmite		Égout, trappe	
Stalagmite		Station tram	
Graviers (égout)		Caniveau (égout)	
Colonne		Poutres (1 500)	
Drainage		Poutres (autre norme)	
Épave/bris		Graviers (autre norme)	
Séparateur		Plan d'eau	
Couille (égout)			
Manchon			
Disque			
Choue-Barra			
Reculé/bris			
Poutres			
Planches			
Stucs			
Dalle			
Remploiage de bloc			
Remploiage de dalle			
Colmatage argileux			



Réseau Marosakabe

**Secteur d'Antsifotra
Tsingy de Namoroka
Vilanandro - Madagascar**

Entrées Zone Fanihy
Zohy Fanihy
 NA78 = X: 285 184 Y: 1 072 414 Z: 121m
Zohy Omby Antetse
 NA19 = X: 285 173 Y: 1 071 472 Z: 131m

Entrées Réseau Marosakabe
Zohy Tsongom'omby (côte 0 m)
 NA22 = X: 285 357 Y: 1 072 802 Z: 112m

Zohy Potipoty
 NA40 = X: 285 206 Y: 1 072 478 Z: 119m

Développement total: 100 578 m
Dénivelée: 50m (-12 / +38)

Explorations de 2006 à 2017
 Florent Coligny, Fabien Darne*, Jean Nicolas Delaty*, Christian Dodelin,
 Carole Douillet, Jacques Gudefin*, Maryse Guegen, Vincent Lacombe,
 Laurent Montagny, Alain Morenas, Eric Sibert*
 * Dessin
 * Calculs et assemblage