



# TIMARCHA À MADAGASCAR



© Jeffrey George

**Juin-juillet 2012**

*Ainazo Andriamanantena  
Lucie Bauret  
Théophile Cabaret  
Clara Carrayrou  
Laetitia Carrive*

*Mathilde Delaunay  
Adrien Demilly  
Jeffrey George  
Catherine Reeb  
Christian Totondrabesa*



## Présentation

Il y a six ans, la dernière mission de Timarcha à Madagascar avait permis un recensement des fougères de la réserve de Vohimana (voir le journal de l'association n°14, spécial "Mission fougères à Madagascar" de décembre 2007). En 2012, une bande de joyeux naturalistes est repartie à la découverte de la forêt tropicale de ce superbe pays :



**Adrien**, en première année de licence de Sciences du Vivant à l'université Paris Diderot (Paris 7)



**Clara et Jeffrey**, en deuxième année de licence de Sciences du Vivant à l'université Pierre et Marie Curie (UPMC, Paris 6)



**Laetitia et Lucie**, en troisième année de licence de Sciences du Vivant à l'UPMC

**Mathilde**, en première année de master "Ecologie Biodiversité Evolution" à l'UPMC



La mission de ces Timarchiens très motivés ? Aider pendant trois semaines deux doctorants malgaches, Ainazo et Christian, à effectuer le travail de terrain nécessaire à leur thèse, au cœur de la forêt tropicale humide de l'est de Madagascar. Ce projet a été initié par Catherine Reeb, chercheuse en botanique

au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, enseignante à l'UPMC et présidente d'honneur et fondatrice de Timarcha. Elle a déjà effectué plusieurs missions scientifiques à Madagascar. Catherine a également permis à son neveu Théophile de se joindre à la troupe afin de profiter de cette expérience unique.



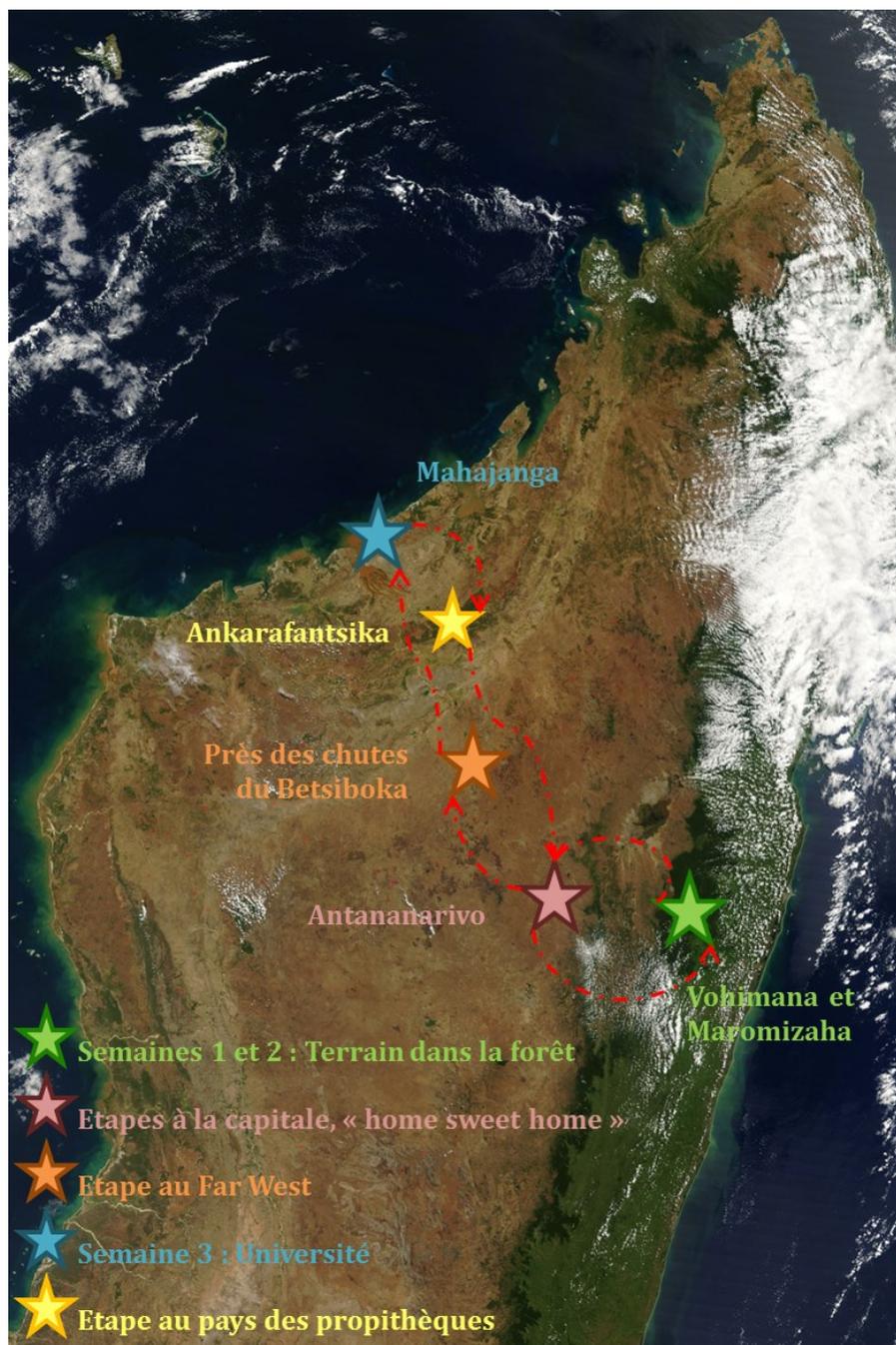
La mission a consisté en une étude des végétaux de la forêt tropicale à l'est de la capitale malgache (Antananarivo). Etude de leur diversité grâce à un inventaire des espèces et de leur écologie (leurs préférences d'habitat, leurs interactions avec les autres êtres vivants). L'objectif à long terme est d'**estimer l'impact de la déforestation** sur la biodiversité et le fonctionnement global des écosystèmes malgaches. Les connaissances accumulées serviront de base aux scientifiques et aux décideurs politiques pour **mettre en place des politiques de gestion durable de l'environnement** plus adaptées aux réalités écologique, économique et sociale du pays.

À travers ce journal, nous vous proposons un **Apéritif voyage naturaliste** sur la Grande Ile. Vous découvrirez, entre autres, certaines particularités du pays et de son environnement naturel, les protocoles scientifiques que nous avons suivis sur le terrain, l'incroyable accueil qui nous a été réservé lorsque nous avons visité l'université de Mahajanga, et même un petit quiz largement inspiré de nos diverses aventures malgaches. **Très bonne lecture !**





## Sommaire



© Laetitia Carrive

- 1** La biodiversité de Madagascar
- 2-4** Madagascar face à la destruction de son patrimoine naturel
- 5-6** La faune de Madagascar
- 7-8** Les bryophytes
- 9** Visite à Mahajanga
- 10-11** Les protocoles de relevés écologiques
- 12** L'association MMM
- 13** L'awalé malgache
- 14** Références bibliographiques
- 15** Trombinoscope
- 16-18** Quiz

*Coordination et mise en page du journal :*

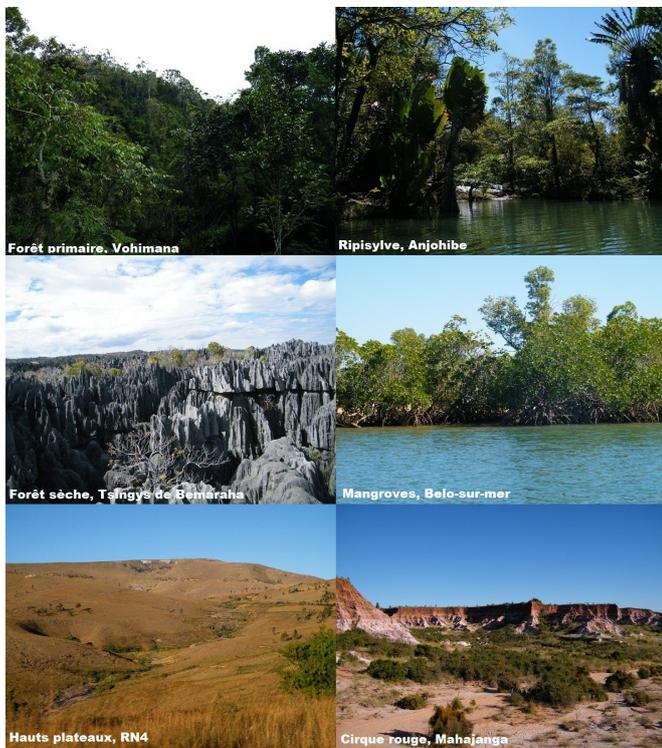
*Mathilde Delaunay, Jeoffrey George et Catherine Reeb*



## La biodiversité de Madagascar

Madagascar est une île fascinante pour les voyageurs, les chercheurs et les étudiants que nous sommes du fait de son patrimoine naturel et, en particulier, son endémisme et sa biodiversité. La **biodiversité**, c'est la diversité des écosystèmes, des espèces ou des génomes. Par exemple, le nombre d'espèces présentes en un lieu donné. L'**endémisme**, c'est le fait qu'une partie de la biodiversité d'un endroit ne se trouve que là. Et pour ces deux concepts, Madagascar est dans le haut du classement.

Quant à l'endémisme, difficile de trouver plus paradisiaque pour le naturaliste. Près d'une espèce de plante sur dix vivant à Madagascar, n'est présente que sur cette île. Cinq familles sont totalement endémiques, et certains genres y sont majoritairement représentés : par exemple sept espèces de baobabs sont reconnues à Madagascar (contre une seule en Afrique continentale). La **flore** comprend aussi des **plantes à fort intérêt horticole, cosmétique ou encore thérapeutique**, comme la pervenche de Madagascar qui produit des anti-tumoraux.



© Laetitia Carrive

© Laetitia Carrive

Quelques chiffres : le nombre d'espèces de plantes vasculaires est estimé à 12 000 (contre 6 000 pour la flore de France métropolitaine, territoire seulement légèrement plus petit) ; il y a également trois fois plus d'espèces de papillons que chez nous, au moins 100 000 espèces d'animaux "non-vertébrés", et 300 espèces d'amphibiens pour une quarantaine en métropole. **Cette diversité s'explique par la géographie de l'île Rouge et la variété de ses climats.** Hauts plateaux steppiques au centre, déserts et zones arides au Sud, forêt tropicale humide à l'Est et au Nord, forêt sèche à l'Ouest, mangroves le long des côtes. Chaque paysage héberge une partie de cette biodiversité.

Côté **faune**, les célèbres **lémuriens** sont un exemple visible – et bruyant ! – de famille endémique de mammifères. Toujours chez les vertébrés, on trouve une centaine d'espèces d'oiseaux cantonnées à l'île, une famille de carnivores très étranges, les Eupleridae (dont nous reparlerons), moult grenouilles et 92% des 370 espèces connues de "reptiles".

**Laetitia Carrive**



© Laetitia Carrive



## Madagascar face à la destruction de son patrimoine naturel

**A**u cours des différents trajets que nous avons effectués vers l'est d'Antananarivo, puis en remontant sur plus de 500 km vers le nord de la capitale, nous avons été frappés par le contraste saisissant entre les paysages des rares forêts conservées de l'Est, les immenses étendues de plantations d'eucalyptus et celles à perte de vue des savanes sur latérite des hauts plateaux, jusqu'à la plaine de Mahajanga. Omniprésents, le feu et les fumées qui grimpent vers le ciel semblant nées de nulle part.

Quelles que soient les hypothèses proposées pour évaluer les surfaces forestières originales de Madagascar, un fait est certain : depuis 20 ans, la forêt diminue chaque année un peu plus sur la Grande Ile, laissant place à des savanes ou à des friches qui se ravinent aux premières pluies.

### Les causes de la déforestation

**C**e phénomène s'inscrit à Madagascar dans un contexte national. Le feu – lié à la culture sur brûlis, à la fabrication de charbon ou à l'élevage – et l'exploitation forestière sont les principaux facteurs de la destruction de la forêt. Nous



© Lucie Bauret

verrons plus loin les conséquences de la déforestation aux échelles locale et planétaire.

La **culture sur brûlis**, considérée comme la principale cause de la disparition des forêts, est une pratique traditionnelle permettant la fertilisation du

sol par le feu. Appelée également "tavy", elle est utilisée systématiquement lorsqu'un cultivateur souhaite mettre une nouvelle terre en culture. La forêt est brûlée pour créer un champ et l'humus forestier, riche en matières minérales, est ensemençé ; malheureusement sous ces cli-



© Laetitia Carrive

mats, il s'épuise au bout de 3 ou 4 ans et la parcelle doit être abandonnée au profit d'une nouvelle. La forêt met naturellement 20 ans (voire plus dans le cas de forêts primaires) pour reprendre ses droits. Mais avec la pression démographique, le rythme des rotations de brûlis s'est accéléré, et souvent moins de dix ans après le passage du feu, une parcelle peut à nouveau être incendiée. A chaque cycle, le sol s'appauvrit un peu plus, et devient de plus en plus sensible à l'érosion, notamment lors des pluies. La culture du riz elle-même, qui est à la base de l'alimentation à Madagascar, se base sur ce mode d'exploitation.

On estime que chaque année, entre 200 000 et 300 000 hectares de forêts naturelles sont défrichés à cause de cette pratique. Or malgré son interdiction, cette technique fait aujourd'hui toujours partie intégrante des systèmes de production des agriculteurs. De plus la situation économique précaire, la pression démographique et la faible action gouvernementale conduisent bien souvent à une surexploitation.

Certains feux ne sont pas directement liés



à la culture : ils peuvent être déclenchés pour fournir du **charbon de bois**. Le charbon représente pour les populations locales la seule source d'énergie pour la cuisson alimentaire et le chauffage, notamment car d'autres énergies telles que le gaz coûtent beaucoup trop cher pour un ménage malgache moyen. Le charbon est au cœur de la problématique de la déforestation puisque cela touche directement le ravitaillement du pays tout en détruisant une immense superficie de forêt chaque année.

Les feux de brousse visent d'autre part à produire un **pâturage** de meilleure qualité pour le bétail. En effet, un terrain qui a été brûlé offre par la suite de petites pousses vertes très appréciées des zébus.

Enfin, les incendies peuvent également être involontaires lorsqu'il s'agit de l'**expansion non maîtrisée** de feux allumés en vue de cultures sur brûlis.

Quelles que soient leurs causes, les feux de brousse sont actuellement très fréquents mais mal et difficilement réglementés.

Par ailleurs, l'**exploitation forestière** non agricole vise d'une part à commercialiser les **bois précieux**, tels que le bois de rose (*Dalbergia louvelii*, une espèce de palissandre),



d'autre part, à satisfaire la demande en **bois de construction et de chauffage**. Les forêts primaires sont pillées et les grumes précieuses en

sont extraites, souvent sans ménagement, pour alimenter les trafics. De grandes surfaces sont plantées en **bois d'origine étrangère** à croissance rapide, comme les eucalyptus. Malheureusement, ces espèces acidifient les sols, et l'homogénéisation des surfaces entraîne une très forte réduction de la biodiversité des forêts primaires.

Même si 99% de la production de bois est utilisée localement, les besoins en bois de chauffe et de construction sont en perpétuelle augmentation du fait de la **croissance démographique** actuelle. C'est une question très préoccupante pour le pays. Comment gérer les ressources naturelles face à cette croissance exponentielle des naissances ?

### *Les conséquences de la déforestation*

**A** l'échelle mondiale, la forêt a un rôle régulateur de ponction de dioxyde de carbone et d'émission d'oxygène. Elle permet donc de limiter l'effet de serre et le changement climatique.

Cependant, un aspect souvent négligé et pourtant majeur concerne l'**impact de la déforestation sur le cycle de l'eau**. Le sol d'une forêt tropicale retient une immense quantité d'eau de par l'enchevêtrement aéré des racines des arbres qui le constituent. Ainsi, l'eau est emmagasinée pendant la saison des pluies et relarguée progressivement pendant la saison sèche. Or, la disparition des forêts fait que l'écoulement de l'eau n'est plus progressif mais brutal, entraînant l'**ensablement des cours d'eau**, la **diminution de la profondeur des fleuves**, et des **inondations**.

Par ailleurs, l'humidité emmagasinée par la canopée (l'étage supérieur de la forêt) contribue à réguler les échanges en eau. Une diminution du couvert végétal favorise alors l'**évaporation de l'eau** et diminue aussi la capacité du sol à être gorgé d'eau. C'est ce qu'il se passe par exemple sous les couverts aérés des eucalyptus.

A terme, si le rythme de déforestation n'est pas modifié, le cycle de l'eau pourrait se trouver tellement bouleversé que l'approvisionnement en eau du pays deviendrait un problème.



Le phénomène d'isolement insulaire est à l'origine d'un **taux d'endémisme extrêmement élevé** à Madagascar, que ce soit pour la faune ou pour la flore. Suite aux **pressions anthropiques** de déforestation (qui s'ajoutent aux cyclones...), les formations primaires ont donné naissance à des formations secondaires plus ou moins dégradées qui deviennent, à force de brû-



© Jeffrey George

lis successifs, des savanes arborées puis herbeuses. **L'érosion considérable de la biodiversité** spécifique végétale entraîne automatiquement un appauvrissement de la faune, qui n'a pas les moyens de s'adapter aussi rapidement à cet environnement bouleversé. Pour ne donner que cet exemple, les lémuriens, endémiques à Madagascar, sont indissociables de leur environnement naturel qui est la forêt tropicale. La déforestation les menace donc directement.

Dernier point majeur, une altération trop importante de la diversité des espèces et de leur environnement aurait un **impact très négatif sur le tourisme**, qui fait partie intégrante de la dynamique économique du pays. En effet, la grande richesse biologique des parcs naturels et réserves de Madagascar attire des amoureux de la nature du monde entier, représentant une source de revenus non négligeable.

### **Quelles alternatives pour limiter la déforestation ?**

**C**omment alors, sans détruire ce potentiel biologique ni perturber le cycle de l'eau, avoir accès localement à une source de charbon ?

La **plantation d'eucalyptus** est de plus en plus pratiquée pour l'exploitation de son bois tout en évitant la déforestation. Grâce à sa pousse très rapide, l'eucalyptus permet de subvenir en partie aux besoins en bois et en charbon du pays. Cependant comme nous l'avons vu, une forêt d'eucalyptus appauvrit le sol et ne permet pas de retenir l'eau comme le ferait une forêt primaire. Cette alternative ne s'avère donc pas complètement satisfaisante et ne peut être la seule solution.

La forêt tropicale est traditionnellement considérée par les populations locales comme une réserve accessible et exploitable par chacun, sans une conscience collective de l'impact environnemental à long terme. Pour y remédier, de plus en plus, les enfants sont **sensibilisés à ces problématiques environnementales** au sein des écoles, et des actions de **développement**



**durable** basées sur une **exploitation raisonnée de la forêt** sont mises en place, par exemple la collecte de feuilles pour la distillation d'huiles essentielles, pratiquée dans la réserve de Vohimana.

**M**alheureusement, les **tarifs exorbitants** pratiqués par les pays "développés" pour la vente des produits énergétiques, les **trafics mondiaux de bois précieux**, ainsi que l'**immobilisme des dirigeants** malgaches qui ont été jusqu'ici incapables de mettre en place une politique de gestion efficace des ressources naturelles, font que la menace qui pèse sur les milieux naturels du pays et sur la biodiversité qu'ils abritent est aujourd'hui considérable.

*Clara Carrayrou*



## La faune de Madagascar

### Lémuriens

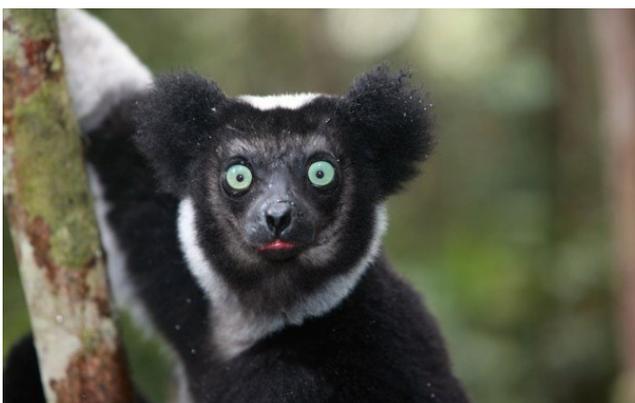
Il n'y a pas de singes à Madagascar... Si : il y a des hommes bien entendu, et des lémuriens. Les lémuriens sont des **primates**, proches des loris. A part une espèce aux Comores, ils vivent tous à Madagascar, où ils ont été isolés et se sont diversifiés après que l'île se soit séparée des autres continents. On connaît **une centaine d'espèces** actuellement, dont la majorité est



Microcèbe (*Microcebus* sp.)

nocturne, comme les adorables **microcèbes**. Certains lémuriens diurnes sont très emblématiques de Madagascar, comme les **makis catta** avec leur queue annelée, les **sifakas** qui font des pas chassés, les **indris** qui chantent comme des sirènes.

Les comportements sociaux des lémuriens sont très étudiés, et lors de notre séjour dans la réserve de Maromizaha, nous avons eu la chance de rencontrer une chercheuse néo-zélandaise, **Jody**, Elle étudie les relations entre les mères et



Indri (*Indri indri*)

les petits chez les deux plus grandes espèces de la réserve : l'indri et le **propithèque diadème**. Nous avons appris grâce à elle que les indris vivent en couple et les propithèques en groupes plus grands, qu'il faut des semaines pour les habituer à la présence des chercheurs et qu'ils emportent les bébés partout avec eux, contrairement aux varis qui les laissent dans un nid.

### Amphibiens

On trouve une grande diversité d'anoures (crapauds et grenouilles) à Madagascar, et mais aucun urodèle (tritons et salamandres). Les 300 espèces d'anoures sont presque toutes endémiques. Elles se répartissent en cinq familles dont la plus grande est celle des Mantelliidae. Les espèces sont très difficiles à distinguer les unes des autres à moins de capturer les animaux, mais nous avons pu observer la diversité de formes, de couleurs et de chants nocturnes présente au sein de ce groupe.

### Caméléons

Les caméléons sont des vertébrés apparentés à certains lézards, comme les iguanes ou les agames. Les caractères qui les distinguent sont : une grande langue qui colle, des mains bizarres en forme de pinces, la queue enroulée et les yeux qui leur donnent l'air outré de profil, idiot de face (voir les images). Bien entendu les zoologues ont des termes plus ennuyeux pour décrire tout ça. Ils sont capables de changer rapidement de coloration (les caméléons, pas les zoologues), à des fins de camouflage ou de communication. Madagascar compte trois genres de caméléons, et environ 150 espèces.



© Laetitia Carrive

**Laetitia Carrive**



## Eupleridae

À Madagascar, on ne trouve pas de grands félins, seuls de petits mammifères carnivores de la famille des Eupleridae sont répertoriés. Les eupléridés sont proches des Herpestidae d'Afrique (mangoustes, suricates). Le groupe comportent deux sous-familles :

### • Euplerinae (3 genres, 3 espèces)

Le plus connu des carnivores malgaches, le fossa (*Cryptoprocta ferox*) en fait partie. A ne pas confondre



avec *Fossa fossana*, la civette endémique de Madagascar qui fait

elle-aussi partie de cette sous-famille. Mis à part la tête, cet animal de 70 cm ressemble à un félin. Des traits au niveau de son crâne sont retrouvés chez les félinidés, les herpestidés et les viverridés (certaines mangoustes, civettes, genettes...). Le fossa est le plus grand prédateur de l'île ; il est capable de grimper aux arbres pour chasser les lémurien !

### • Galidiinae (4 genres, 6 espèces)

De nombreuses mangoustes constituent ce groupe, par exemple la mangouste à queue annelée (*Galidia elegans*), rencontrée par quelques membres de notre équipe en forêt sèche.

## Araignées

Dans le catalogue des bizarreries biologiques de Madagascar, on trouve aussi des araignées



Argiope (*Argiope sp.*)

(Arachnida, Aranea) dont les caractéristiques sont parfois hallucinantes.

Dès notre arrivée à Vohimana, un magnifique individu du genre *Argiope* nous attendait sur sa toile. Ces araignées aux rayures noires et jaunes, positionnées en croix sur leur toile, tissent 1 à 4 *stabilimenta*, de la soie condensée rendant la toile très visible. Cette structure éviterait que la toile soit détruite (par des oiseaux ou autre) ou augmenterait la stabilisation.

Autres curiosités que l'on peut confondre avec des papillons, les araignées-crabe développent latéralement deux lobes coniques, de chaque côté de l'animal, leur donnant un look digne de réalisations haute couture.

Les araignées les plus couramment rencontrées lors de notre voyage furent celles des genres *Caerostris* et *Nephila*, stars locales qui tissent au-dessus des rivières des toiles parmi les plus grandes du monde : leur diamètre peut dépasser cinq mètres ! Parmi les néphiles, *Nephila inaurata* possède une soie à la teinte dorée qui fut utilisée dans des essais de tissages à usage textile. Moins connues mais plus présentes, d'autres espèces de néphiles accompagnaient nos nuits en hamac, perchées dans leur toile en cloche au-dessus de nous.



*Caerostris sp.*



Néphile (*Nephila sp.*)

Enfin, les Archaeidae ne cesseront de surprendre par leur façon de porter leur "tête" en-haut d'un "cou". Elles sont appelées "assassin spiders" car elles chassent d'autres araignées et les capturent grâce à des chélicères exceptionnellement longues.



© Lucie Bauret

© Lucie Bauret

© Lucie Bauret



## Les bryophytes

Pendant deux semaines, nous avons effectué des relevés botaniques, répartis en deux équipes : l'une "bryophytes", l'autre "fougères". Si ces dernières ont déjà été évoquées dans le précédent journal de Timarcha (numéro spécial Madagascar 2006), les bryophytes restaient des plantes méconnues de la plupart des participants avant notre voyage. Difficiles à identifier sur le terrain, elles révèlent leur diversité par leur observation à travers une loupe binoculaire ou un microscope, ce qui est malheureusement un frein à la découverte de ces plantes variées et étonnantes, qui nous ont occupés sur quelques mètres carrés pendant plusieurs heures.

### Qu'est-ce que les bryophytes ?

Les bryophytes sont de **petites plantes terrestres** (jamais plus de quelques centimètres) possédant un cycle de vie à deux générations. Elles sont **poïkilohydres**, c'est-à-dire capables de supporter des variations de leur contenu en eau, sans mourir — ce qui n'est



Fig. 1 : *Plagiochlia* sp. Une hépatique à feuille, vue dorsale, montrant sa symétrie bilatérale

© Jeffrey George



Fig. 2 : *Riccardia* sp. Une hépatique à thalle, aux formes évoquant de petites mains, fréquente sur les bois morts en forêt tropicale. Forêt de Vohimana.

pas le cas des plantes à fleurs. Elles appartiennent à trois lignées : les Marchantiophyta (ou **hépatiques**) (Fig. 1 et 2), les Anthocerotophyta (ou **anthocérotes**) (Fig. 3) et les Bryophyta *sensu stricto* (les **mousses** et les **sphaignes**) (Fig. 4, 5 et 6). L'emploi du terme "bryophytes" est donc inapproprié en termes systématique, mais il est conservé dans le langage courant par commodité, pour nommer l'ensemble de ces plantes.

Aucune bryophyte ne possède de lignine, ce qui restreint mécaniquement leur taille, ni



© Jeffrey George

Fig. 3 : *Phaerocecos fusciformis*, une forme thalloïde, anthocérote commune sur les vases tassées le long des cours d'eau à Madagascar. Forêt de Maromizaha.

Fig. 4 : *Fissidens* sp., une mousse à symétrie bilatérale, fréquente sur les rochers et les sols à Madagascar. Forêt de Vohimana.



© Jeffrey George

de tissu conducteur lignifié. Par contre, Bryophyta et Anthocerotophyta possèdent des **stomates** sur leurs sporophytes, et les Marchantiophyta ont acquis un ensemble de caractères originaux : des **oléocorps**, organites constitués de gouttelettes protéo-lipidiques dont le rôle reste discuté (anti-herbivorie, déchets cellulaires ?), et des **élatères**, cellules en forme de petit ressort, qui ont un rôle dans la projection et la dispersion des spores matures dans le milieu.

### Une multitude de formes

L'individu chlorophyllien et pérenne est **haploïde** et les gamètes s'y forment à partir de mitoses, on le nomme donc **gamétophyte**. Un **sporophyte diploïde** se développe sur le pied femelle. Il est constitué généralement d'un **pédoncule** (ou **soie**) et surmonté par une **capsule** (Fig. 5 et 6) dans laquelle se forment les spores après la méiose. Les spores dispersées dans le milieu germeront et donneront naissance à de nouveaux individus chlorophylliens haploïdes.

Le gamétophyte présente une grande variété de formes. Des **formes feuillées**, chez les mousses et les hépatiques. Chez les mousses, la symétrie est la plupart du temps radiale avec les feuilles réparties autour de la tige, mais chez certaines, communes à Madagascar, la symétrie est bilatérale.

Deux types de croissance se reconnaissent chez les mousses : les mousses à **croissance**



**acrocarpe** (Fig. 5) où les gamétanges (structures contenant les gamètes) sont portés au sommet de la tige feuillée, qui est la plupart du temps dressée, et les mousses à **croissance pleurocarpe** (Fig. 6), où les gamétanges sont portés sur de petites branches disposées le long de la tige, souvent rampante. Enfin les Sphaignes, que nous avons peu rencontrées, ont de petits **rameaux groupés en faisceaux**.

Fig. 5 : *Polytrichum commune*, une mousse à croissance acrocarpe. La tige feuillée est surmontée par le sporophyte



Fig. 6 : une mousse à croissance pleurocarpe (famille des Brachyteciaceae), le sporophyte émerge latéralement



Chez les hépatiques à feuilles, l'architecture est plus complexe et la symétrie toujours bilatérale. Chaque module ou phytomère comporte une portion de tige portant deux

feuilles latérales similaires, parfois elles-mêmes divisées en deux lobes, et une feuille ventrale ou amphigastre (parfois absente).

**Des formes thalloïdes**, chez certaines hépatiques et toutes les anthocérotes : le gamétophyte est constitué d'une lame de tissu rampante, à l'anatomie plus ou moins complexe.

### Localisation en forêt tropicale

Les bryophytes sont omniprésentes en forêt tropicale humide et colonisent tous les supports. Elles peuvent être **épiphytes** (sur végétaux vivants), **épiphyllés** (sur les feuilles), **épilithes** (sur rochers), **humicoles** (sur humus) ou **terricoles** (sur sols nus, latéritiques par exemple) et enfin **saprolignicoles**, sur supports végétaux morts (troncs, branches, litière).

### Quels sont leurs rôles ?

La biomasse épiphyte, saprolignicole et humicole est très importante en forêt tropicale, sur les arbres vivants ou sur les bois morts, sur les micro-sols suspendus (Fig. 7). C'est

par leur présence sur ces supports que les bryophytes prennent toute leur **importance écologique**. Aux alentours de 1000 mètres, altitude peu éloignée de celles où nous avons travaillé à Madagascar, la phytomasse bryophytique est d'environ 2000 kg/ha, soit plus de 2 tonnes, et elle augmente fortement avec l'altitude. L'eau peut s'accumuler dans la plante, qui est capable de l'absorber par toute sa surface mais aussi dans les interstices créés entre les brins et où s'accumule de la matière organique. Les bryophytes épiphytes peuvent stocker jusqu'à 5 fois leur poids sec d'eau. Elles ont donc un rôle de **régulation de la circulation de l'eau**, car elles sont rarement desséchées en forêt et l'eau captée est libérée peu à peu.



Fig. 7 : les bryophytes forment parfois des manchons épais autour des branches, et sont les premiers constituants de sols suspendus sur lesquels des fougères ou des angiospermes (orchidées...) vont s'installer. Forêt de Vohimana.

Elles interviennent aussi dans le **cycle de l'azote**, étant à l'origine d'une partie importante des végétaux morts revenant au sol.

Malheureusement, **leur rôle est trop souvent ignoré** en forêt tropicale : par exemple l'évocation des bryophytes est faible dans les ouvrages naturalistes sur Madagascar. **Aucune flore n'existe à ce jour**, et la première checklist des bryophytes de Madagascar vient d'être publiée (Lovanomenjanahary *et al.* 2012).

Les relevés que nous avons effectués ont pour objectif de **montrer la variation de la diversité des peuplements de bryophytes** sur tous les supports, en fonction des conditions écologiques locales, à la faveur de la topographie, à laquelle sont indirectement corrélés plusieurs facteurs écologiques comme l'éclairement et l'humidité. Dans quelques mois, nous aurons des indications sur la répartition de ces peuplements dans les forêts humides de l'est de Madagascar.



## Visite à Mahajanga



Fig. 1 : La façade du bâtiment abritant les salles de cours de biologie de la faculté des Sciences de Mahajanga



Fig. 5 : les couleurs de l'UPMC représentées à Mahajanga



Fig. 4: Le professeur Antoine Zafera., président de l'université de Mahajanga et ancien ministre de l'enseignement et de la recherche

Grâce au **Professeur Hery Lisy Ranirijaona**, encadrante de Ainazo et Christian, nous avons été reçus à l'**Université de Mahajanga** dans la dernière partie de notre séjour. Nous souhaitons **échanger avec des étudiants malgaches** afin de découvrir leur parcours et leur formation en biologie (Fig. 1). Une **conférence portant sur les problèmes de la déforestation à Madagascar** a été préparée et présentée par tous les étudiants de la récente formation en tourisme de l'université (Fig. 2 et 3.). Elle fut conclue dans la bonne humeur par un **spectacle** balayant toutes les thématiques du sujet, monté et présenté par les étudiants. Tous les cours de

la journée avaient été suspendus pour notre venue, presse et télévision convoquées, et les **couleurs de l'UPMC** furent portées aux côtés de celles de l'université de Mahajanga (Fig. 3 et 5). Nous fûmes même reçus par le professeur Antoine Zafera (Fig. 4), président de l'université de Mahajanga et... ancien étudiant de l'UPMC ! L'après-midi fut consacrée à la visite du **Cirque Rouge** (Fig. 6), l'un des lieux emblématiques de la région. Enfin, le lendemain, ce fut à notre tour de proposer un exposé, sous la forme d'une **conférence sur les bryophytes**, pour tous les étudiants en biologie de Mahajanga, présentée par Catherine.



Fig. 2 : Le grand amphithéâtre de l'université, complet pour la conférence !



Fig. 3 : Le début de la conférence



Fig. 6 : La joyeuse troupe entrant dans le Cirque Rouge, zone de sables colorés et érodés

*Catherine Reeb*



## Les protocoles de relevés écologiques

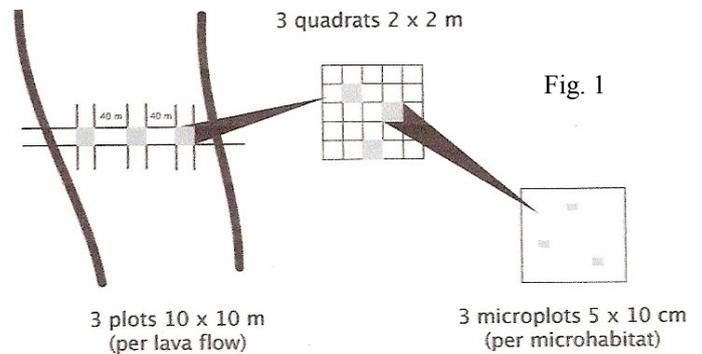
Notre voyage à Madagascar fût l'occasion de prendre part aux thèses d'Anaizo et de Christian. Nous les avons accompagnés sur le terrain pendant un peu plus de deux semaines, nous confrontant à leurs protocoles expérimentaux pour canaliser nos énergies naturalistes. Divisés en deux groupes, nous nous sommes attelés à cette tâche avec vigueur, heureux d'ajouter notre grain de latérite aux horizons malgaches...

### Protocole "mousses"

Pour s'initier à la bryologie il suffit de quelques outils – de bons yeux et un couteau par exemple – mais surtout d'un **protocole** qui permet de faire connaissance avec ce que l'on cherche. Celui d'Anaizo est en partie tiré d'un protocole initié à la Réunion par Claudine Ah-Peng : MOVECLIM (*Montane Vegetation as listening posts for Climate change*), qui a pour objectif d'utiliser les bryophytes le long de gradient altitudinaux comme **indicateurs des changements climatiques globaux**. Le protocole d'Anaizo cherche à répondre à la problématique suivante : "Amélioration des connaissances en écologie et en systématique de la bryoflore malgache".

La méthode est simple : **relever des échantillons** de bryophytes sur des microhabitats présents dans des milieux qui diffèrent par leur altitude, leur orientation ou encore leur topologie. Ainsi les relevés sont définis sur trois échelles : ils appartiennent d'abord à une **zone topographique** (haut de colline, milieu de pente, bas de pente, bord de rivière), puis à un **plot** — surface de 100 mètres carrés dont on relève le degré d'inclinaison de la pente, l'altitude et l'orientation, et enfin à un **quadrat**, surface de 4 mètres carrés contenant les microhabitats qui feront l'objet de relevés (ces échelles sont représentées schématiquement sur la Fig. 1). Un **microhabitat** est un sous-compartiment, caractérisé par exemple par son substrat, au sein d'une zone écologique homogène. Les souches d'arbres ou les stipes de fougères, les bois et feuilles morts, les rochers, l'humus et les

feuilles vivantes sont des microhabitats qui portent une grande partie de la bryoflore. Pour



chaque microhabitat présent dans le quadrat, trois relevés sont effectués. Ces derniers sont identifiés grâce à un **code individuel** indiquant l'altitude du prélèvement, les numéros du plot et du quadrat, le type de microhabitat et enfin le numéro du prélèvement effectué sur ce microhabitat.

**1081 P7 Q2 Li3**

Dans cet exemple, il s'agit du troisième prélèvement effectué sur un microhabitat qui présente des espèces lithophiles, observées sur le deuxième quadrat du plot numéro 7 à une altitude de 1081 mètres.

Tous les échantillons rapportés par notre équipe de bryologues désormais avertis seront ensuite envoyés à Paris pour être identifiés avec précision par Anaizo au **Muséum National d'Histoire Naturelle**. Un travail de titan accordé à ces toutes petites choses ! Ces travaux permettront une connaissance plus complète et plus précise des bryophytes de Madagascar, de leurs stratégies, modes de dissémination, habitat préférentiel, histoire de mettre un peu de beurre dans les hépatiques.

### Protocole "fougères"

Christian quant à lui, a souhaité nous initier à l'étude des **fougères arborescentes**, *Cyathea* étant le seul genre observé à Madagascar. La thèse de Christian vise à mieux **comprendre le rôle des fougères arborescentes**



Fig. 2 : Geoffrey tentant de déplacer le grand "bâton de Gauthier"

dans la régénération des espèces de plantes forestières malgaches. Christian trouve des éléments de réponse en comparant, en fonction de la nature des quadrats et de la présence ou non de *Cyathea*, la présence et le nombre de jeunes pousses

d'Angiospermes sur les stipes (les "troncs") des fougères (ces pousses sont appelées plantes "épiphytes").

En pratique, l'étude de trois quadrats est effectuée dans des milieux fortement **perturbés, peu perturbés et non perturbés par l'homme**. Chaque quadrat fait l'objet d'une prise de données : altitude, pente, orientation et nature des sols, ainsi qu'une étude du sol dans la zone. Le sol est composé de plusieurs couches de matériaux différents, appelées **horizons**, superposées sur quelques mètres. Il est nécessaire de creuser un **trou carré d'un mètre de profondeur et de soixante centimètres de côté** pour pouvoir analyser correctement le sol sur lequel poussent nos petites plantules. A vos bêches ! A ces données s'ajoute, pour chaque milieu comportant trois quadrats, une analyse du recouvrement. Cette analyse se fait selon la "**méthode de Gauthier**" : un bâton de 6 mètres, marqué tous les mètres, est dressé tous les deux mètres le long d'une ligne de 50 mètres tirée au travers d'un des trois quadrats. Ce bâton, que nous nommons amicalement "bâton de Gauthier", indique à quel niveau la végétation touche le bâton, et donc à quelle hauteur elle est présente. Notons qu'il est fort probable que ce fameux Gauthier ait expérimenté la méthode au milieu d'une pâture, ce qui expliquerait qu'il ait

oublié de penser qu'un bâton de 6 mètres en forêt primaire est plutôt encombrant et très difficilement déplaçable (Fig. 2) !

Ces données générales correctement relevées, l'équipe de Christian commence alors le **recensement des plantules présentes sur le stipe** de chaque fougère arborescente (Fig. 3) — auparavant identifiée selon son espèce, sa taille, la présence ou non de sores (fougère fertile ou non). Enfin, on effectue une **identification précise du nombre et des espèces de plantules présentes au sol** sur trois carrés d'un mètre de côté.

Ces prélèvements seront eux aussi analysés en laboratoire pour vérifier l'identification. L'ensemble des données devrait permettre de mieux comprendre le rôle des espèces de *Cyathea* dans la diffusion, la protection et le bon développement des espèces forestières soumises au passage de l'homme ou des intempéries.



Fig. 3 : Lesabotsy (voir son portrait page 15) concentré sur l'identification des plantules

**Adrien Demilly**



## L'association MMM

J'avais rencontré Denis et Nathalie pendant l'automne, alors qu'ils préparaient leur déménagement pour Madagascar où ils allaient prendre en charge la coordination de l'antenne de l'ONG "ATD Quart Monde" à Antananarivo. Impressionnée par leur engagement vrai et sincère au sein de cette ONG, j'avais promis de venir les visiter lors de mon prochain séjour à Madagascar. Ce fut chose faite cet été, pour quelques heures de découverte humaine intense auprès d'eux et de toutes les personnes avec lesquelles ils travaillent.

Initiée par "ATD Quart Monde", une association nommée MMM ("Miasa, Mianatra, Miarakaka" qui signifie "Travailler, Apprendre, Ensemble") prit racine dans un quartier retiré de Tananarivo à l'initiative de deux Français en 2005. Cette association a créé un établissement permettant aux plus démunis du quartier de Tananarivo d'accéder à l'apprentissage d'une pratique manuelle. L'acquisition de ce savoir-faire a pour but final de donner une chance à ces personnes de réintégrer, au bout de 10 à 12 mois, le marché de l'artisanat.

Ainsi, l'association a mis en place différents ateliers comme la broderie, la fabrication artisanale de sets de table, le tissage (Fig. 1), le modelage du fer à partir de bonbonnes de récupération pour la fabrication d'outils (Fig. 2 et 3),



Fig. 1 : Confection de protège-cahiers et autres objets en raphia tressé

la couture... Les objets sont ensuite vendus sur place à Madagascar, mais aussi exportés vers la France pour être vendus à meilleur prix. L'argent recueilli sert à rémunérer les 26 artisans sous la forme d'un  **salaire décent régulier**  qui leur permet de faire vivre leur famille, de scolariser leurs enfants...

De plus, pour leur permettre une meilleure intégration, des  **cours d'alphabétisation**  et de français y sont dispensés à raison de deux heures par semaine.



Fig. 2 : L'atelier de fer-blanterie : fer martelé et riveté (aucune soudure n'est pratiquée)

La convivialité entre les personnes qui y travaillent et leur reconnaissance envers leurs formateurs donnent beaucoup d'espoir



Fig. 3 : Ustensiles de cuisine issus de l'atelier

quant au potentiel humain et l'aspect constructif d'une telle association.

Retrouvez leur catalogue sur [www.atd-quartmonde.fr/MMM](http://www.atd-quartmonde.fr/MMM)

*Catherine Reeb*



## L'awalé malgache

**F**in d'après midi, après quelques heures de relevés ans la forêt, nous rejoignons les deux filles du gardien de notre case-refuge. Elles passent des heures à jouer à l'awalé malgache, un peu plus complexe que son cousin traditionnel africain. Voici les règles, retranscrites par Théophile. Essayer... c'est l'adopter !

Cela se joue à deux, mais les conseils des uns et des autres font souvent gonfler le nombre de participants (Fig. 1) ! Chaque joueur a deux rangées de six trous contenant chacun trois cailloux (Fig. 2). On choisit un trou de départ et on démarre dans n'importe quel sens, en mettant un caillou par trou. Quand on n'a plus de cailloux, on peut repartir, à condition que le trou



Fig. 1 : Le public nombreux de l'awalé

Fig. 2 : Les 24 cases du jeu d'awalé malgache. On démarre d'où l'on veut et on part dans le sens que l'on choisit. Maria (de face) est une sacré joueuse !



sur lequel on s'est arrêté en contienne ou que la case équivalente chez l'autre joueur en contienne. On peut donc ramasser tous les cailloux qui sont en face de la case où l'on a stoppé et rajouter ceux de notre propre case.

S'il n'y a pas de cailloux en face, on continue avec ceux que l'on a. Si l'on s'arrête sur un trou où il n'y a pas de cailloux, c'est à l'autre joueur de jouer.

Le jeu s'arrête lorsqu'un des deux joueurs n'a plus de cailloux dans ses 12 trous... et cela arrive plus souvent qu'à son tour !

Prêts ? À vos cailloux, PARTEZ !

***Théophile Cabaret et Catherine Reeb***

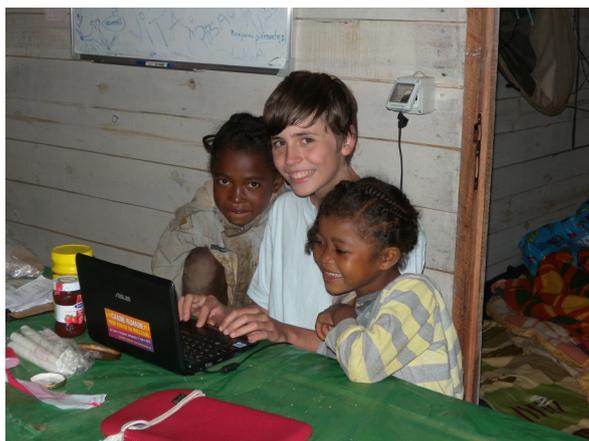


Fig. 3 : Echange de bons procédés... Au soir tombé, les jeux favoris des jeunes Européens font le bonheur de Maria et de sa sœur !



## Références bibliographiques

### *Biodiversité de Madagascar*

- ◇ Glaw F., Vences M. (2007) *A Fieldguide to Amphibians and Reptiles of Madagascar*
- ◇ Schatz G.E. (2001) *Generic Tree Flora of Madagascar*
- ◇ Wikipedia (août 2012),

### *La faune de Madagascar*

- ◇ Glaw F., Vences M. (2007) *A Fieldguide to Amphibians and Reptiles of Madagascar*
- ◇ Wood H.M., Griswold C.E., Spicer G.S. (2007) Phylogenetic relationships within an endemic group of Malagasy 'assassin spiders' (Araneae, Archaeidae): ancestral character reconstruction, convergent evolution and biogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **45**: 612-619
- ◇ Wikipedia (août 2012)
- ◇ <http://www.alltheworldsprimates.org/> (août 2012)
- ◇ <http://thejodyfishjournals.wordpress.com/> (août 2012)

### *Les bryophytes*

- ◇ Lovanomenjanahary M., Lala Andriamiarisoa R., Bardat J., Chuah-Petiot M., Hedderson T.A.J., Reeb C., Strasberg D., Wilding N., Ah-Peng C. (2012) Checklist of the Bryophytes of Madagascar. *Cryptogamie, Bryologie* **33**: 199-255

### *Les protocoles de relevés écologiques*

- ◇ <http://moveclim.blogspot.fr/>

# Trombinoscope



**ANAIZO** : Etudiante émérite de l'Université de Mahajanga, la meilleure parmi les meilleurs ! Se voit souvent demander pourquoi ces si petits bryophytes l'intéressent. Professeure dévouée (cherchant par-delà les rivières des anthocérotes fertiles à montrer à ses étudiants de première année !), marcheuse aguerrie, elle sait trouver l'énergie dont elle a besoin à l'heure du repas. Jamais un mot de trop mais déterminée à faire ce qu'elle entreprend au mieux !

**CHRISTIAN** : Meilleur parmi les meilleurs, c'est également ce qu'on dit de lui. Christian apprécie, même après de nombreuses années, la sagesse des *Cyathea* malgaches, tout autant que la tendresse d'un bon poulet (gasy !). Dévoué à la cause naturaliste, c'est lui aussi un bon camarade. Plus prompt à la boutade que sa consœur, il fût un élément essentiel pour sortir l'expédition de certaines situations embarrassantes !



**LESABOTSY** : Homme sans âge, il surplombe la forêt malgache de son savoir de botaniste. De la plantule aux immenses *Dracaena*, rien ne résiste à sa diagnose. Homme respecté en tant que chef du village et en tant qu'homme, il peut se permettre d'être parfois moqueur. Il nous fût d'une aide précieuse.

**SERGE** : Un chauffeur qui nous transporta à grands coups de klaxon et de chansons françaises has-been sur les routes sinueuses de l'est du pays.

**BRUNO** : Il fût notre chauffeur pour l'aller-retour Tana-Mahajanga. On retiendra de lui ses plaisanteries diverses et variées, et la bonne humeur qu'il distille (lentement mais sûrement) sur la route.



**NORO** : Patronne de l'hôtel Tanajacaranda à Antananarivo, souriante, joviale et amicale, elle est une digne représentante de l'accueil à la Malgache, aux petits soins pour toute la troupe lors de notre séjour à Tana.



**REGIS** : Notre premier guide, habile dans la détection des faunes diurnes et nocturnes de Madagascar. Nous lui devons notre première rencontre avec des lémuriens.

**JODY ET ALLISTER** : Une fine équipe canado-néo-zélandaise de primatologues dont nous avons croisé la route à Maromizaha.

**THEOPHILE** : Le cadet de la troupe et neveu de Catherine, il s'est initié aux joies de la biologie de terrain autant qu'à celles de la langue malgache, de la vie sous tente ou encore des trajets en minibus qui vous retournent l'estomac ! Un futur naturaliste ?



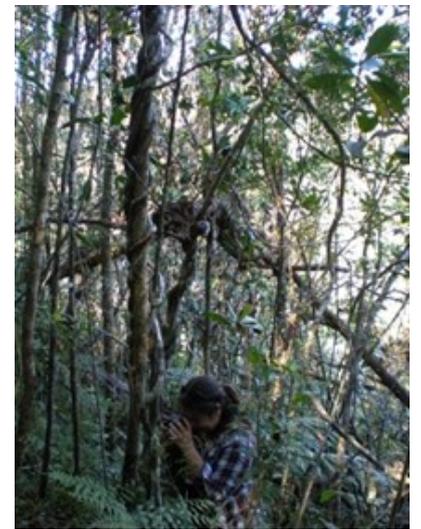


## Quiz

A présent, un peu de détente ! Nous vous proposons ce petit quiz fortement inspiré de nos aventures plus ou moins heureuses au cours du séjour, et des coutumes routières particulières des Malgaches. Les réponses se trouvent en bas de la page. Bonne chance !

### 1. Faire ses quadrats dans la forêt primaire, c'est...

- A. Travailler dans la crainte de rencontrer le terrible fossa
- B. Pouvoir se rattraper facilement en cas de glissade en s'accrochant à la première liane venue
- C. Faire un travail rythmé par le cri des indris et par d'autres découvertes naturalistes époustouflantes
- D. Assister à la danse de la victoire de Catherine quand elle trouve une hépatique à thalle fertile
- E. Voir soudainement disparaître un membre de l'équipe dans un mètre de sol



### 2. Dormir au Research Center de Maromizaha, ça ressemble à...

- A. Une œuvre d'art moderne quand une tente se retrouve plantée à l'intérieur de la chambre du "supervisor"
- B. Un film d'horreur quand cinq cocons géants s'implantent sur les poutres en une nuit
- C. Une nuit dans un hôtel de glace (5°C, 99 % d'humidité)
- D. Un film avec Chaplin quand il s'agit de récupérer une poule qui s'est enfuie

(Indice : les cocons ressemblaient furieusement à des hamacs...)

Réponses :  
1. A : Faux. Le fossa est inoffensif pour l'homme. B : Faux. Rien ne tient vraiment dans cette forêt à part les arbres (et encore !)  
2. Tout est vrai !



### 3. Se déplacer à Madagascar, pour nous c'est...

- A. Prendre les lignes intérieures de Air Madagascar
- B. Se faire prendre en otage par un chauffeur qui tient absolument à nous prendre dans son taxi brousse
- C. Faire 30 km de pirogue sur le canal du Mozambique en 15 heures
- D. Découvrir un 4x4 ensablé avec l'eau jusqu'aux fenêtres là où votre chauffeur voulait traverser à gué
- E. Chanter tout et n'importe quoi pour s'occuper... surtout n'importe quoi...

### 4. Faire des courses de ravitaillement à Moramanga, c'est...

- A. Deux heures de marche à pied et une heure de taxi brousse
- B. Un défilé de police improvisé au milieu des embouteillages
- C. Voir sa vie défilier devant ses yeux plusieurs fois en marchant au bord de la nationale
- D. Trouver son sac de riz ET de sucre dans le même sac puis décider de porter le tout sur la tête à la mode locale



### 5. L'hôtel pas cher au "far-west" malgache, ça donne parfois quelque chose comme ça :

- A. Marcher dans les trous du parquet pourri
- B. Cracher son dentifrice sur ses pieds car le lavabo n'est pas relié à l'égoût
- C. Se laisser bercer toute la nuit par les aboiements des meutes de chiens, les cris des coqs et les pleurs incessants d'un bébé dans la "chambre" voisine
- D. Passer quand même une bonne nuit
- E. Avoir ni eau, ni électricité

*Lucie Bauret et Jeffrey George*

Réponses :  
 3. A : Faux, faut pas exagérer quand même...  
 4. A : Faux. Plutôt 5 heures de marche et quelques auto-stops après avoir attendu pendant deux heures un taxi-brousse qui n'est jamais venu...  
 5. D. Faux, hélas... E : Faux, nous avons eu quelques heures d'électricité en début de nuit, avant qu'elle ne se coupe et nous laisse sans ventilateur



6. **Ma voiture n'a pas son contrôle technique, que fais-je ?**

- A. Je me rends immédiatement au garage le plus proche
- B. Pas grave, j'ai de la ficelle en raphia
- C. En cas de pépin je prendrai la charrette à zébus
- D. Son quoi ???

7. **J'entends un bruit bizarre, pourquoi ?**

- A. J'ai craché dans le réservoir du liquide lave-glace car il n'y en avait plus assez
- B. J'ai mis de l'eau dans mon gazole car il n'y en avait plus assez
- C. J'ai traversé un fleuve à gué
- D. Je me trouve au milieu d'un troupeau de zébus



8. **En circulation, je peux...**

- A. Effectuer un dépassement sans aucune visibilité si je klaxonne avant
- B. Rouler à gauche tant que personne n'arrive en face
- C. Refuser la priorité aux charrettes à zébus
- D. Remplir une facture en conduisant

**Lucie Bauret et Laetitia Carrive**

Réponses :  
6. B, C, D  
7. A, B, C, D  
8. A, B, D. On ne grille surtout pas la priorité aux zébus !!

## L'équipe de choc au grand complet



De gauche à droite et de haut en bas : Adrien, Christian, Lucie, Ainazo, Laetitia, Mathilde, Clara, Catherine, Théophile, Lesabotsy, Jeffrey

