

sur un ordinateur de bureau. Pour l'instant, Zara est un robot virtuel, représenté sur un écran par un personnage de dessin animé.

Au début de toute conversation, elle demande toujours : « Patientez s'il vous plaît pendant que j'analyse votre visage. » Les algorithmes de Zara exploitent en effet les images prises par une caméra afin de déterminer le sexe et l'origine ethnique de son interlocuteur. Elle tente d'en déduire sa langue (Zara comprend l'anglais et le mandarin, et apprend le français) afin de l'interroger dans celle-ci : « Quel est votre plus ancien souvenir ? Parlez-moi de votre mère. Comment se sont passées vos dernières vacances ? Racontez-moi une histoire mettant en scène une femme, un chien et un arbre. » Exploitant les expressions du visage de son interlocuteur, les caractéristiques acoustiques de sa voix et le contenu de ses réponses, Zara évolue ainsi vers une forme d'empathie artificielle à l'égard de son interlocuteur.

Après cinq minutes de conversation, elle jauge à sa manière la personnalité de son interlocuteur, qu'elle interroge ensuite sur son attitude envers les machines empathiques.

Zara n'est qu'un prototype, mais comme elle est constituée d'algorithmes d'apprentissage automatique, elle ne peut que devenir plus « intelligente » et donc plus empathique à mesure que ses interactions avec de plus en plus de personnes l'entraîneront. Pour l'heure, sa « connaissance » des humains découle du seul entraînement que représentent ses interactions avec les étudiants de troisième cycle de mon laboratoire. Cette année, nous prévoyons de donner un corps à Zara en l'installant dans un robot humanoïde.

Il serait prématuré de dire que nous entrons dans l'ère des robots empathiques. Même quand les premiers descendants de Zara seront sur le marché, ils seront loin d'être parfaits. Du reste, j'en suis venue à penser que se concentrer sur la fabrication de machines parfaites nous éloignerait du but. L'important est de rendre nos robots plus humains, même s'ils sont imparfaits, ce qui, après tout, est très humain ! Si nous y parvenons, les robots empathiques ne deviendront pas les machines dominatrices que certains redoutent. Ils seront au contraire nos soignants, nos enseignants et une nouvelle sorte d'amis. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

D. Su, P. Fung et N. Auguin, **Multimodal music emotion classification using Adaboost with decision stumps**, présentation à la conférence ICASSP 2013 (International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing), Vancouver, 26 au 31 mai 2013.

X. Zuo, T. Li et P. Fung, **A multilingual database of natural stress emotion**, présentation à LREC 2012 (8th International Conference on Language Resources and Evaluation), Istanbul, 21 au 27 mai 2012.

M. Anderson et S. Leigh Anderson, **Robot be good**, *Scientific American*, n° 303, octobre 2010.

Dans l'interêt de la science

mathieu vidard | la tête au carré
14:05-15:00

france inter
franceinter.fr

Madagascar au secours de ses grenouilles

Franco Andreone, Angelica Crottini et Herilala Randriamahazo

L'île de Madagascar abrite de nombreuses espèces d'amphibiens menacées d'extinction.

Comment sauver ce trésor naturel ? Un projet international regroupant institutions, scientifiques et populations locales relève le défi.

Dans certaines régions du globe, l'évolution du monde vivant a donné le meilleur d'elle-même, en engendrant une profusion d'espèces de plantes et d'animaux endémiques, c'est-à-dire que l'on ne trouve nulle part ailleurs. Il s'agit souvent de régions isolées, comme l'Australie et les Galápagos. Il en est ainsi de Madagascar, la quatrième plus grande île au monde. Elle occupe une place particulière dans le cœur des naturalistes : c'est un territoire unique en son genre en raison de la variété d'espèces endémiques qu'elle abrite – lémuriens, baobabs, orchidées, reptiles et... grenouilles.

On dénombre actuellement sur la planète plus de 7500 espèces d'amphibiens, dont plus de 6600 grenouilles et crapauds. À Madagascar, seul le groupe des grenouilles et crapauds est représenté. L'île compte plus de 300 espèces observées (dont plus de 99 % sont endémiques), un nombre déjà tout à fait respectable – par exemple, la France métropolitaine, qui est de superficie équivalente, n'a que 43 espèces d'amphibiens. Mais la taxinomie intégrée, méthode qui intègre une variété d'outils et de méthodologies, dont la morphologie, la génétique, le comportement et l'écologie, a mis en évidence au moins 200 espèces supplémentaires qu'il reste à décrire... et à préserver.

Dans l'imaginaire collectif, Madagascar est un territoire couvert de forêts. En réalité, cette île de l'océan





L'ESSENTIEL

- Madagascar est riche en espèces de grenouilles endémiques, c'est-à-dire qui ne se trouvent nulle part ailleurs.
- Cette diversité est menacée par la destruction des habitats, due à la déforestation, et par le commerce d'animaux.
- Un champignon microscopique pathogène ainsi qu'un crapaud venu d'Asie constituent des dangers supplémentaires.
- Un projet international vise à protéger les grenouilles malgaches et à s'ériger en exemple pour les autres projets de protection de la nature.

UNE GRENOUILLE ENDÉMIQUE des forêts humides de la partie orientale de Madagascar : *Boophis tasymena*. Les mâles de cette espèce mesurent entre 21 et 23 millimètres, les femelles environ 32 millimètres. Cette espèce n'est pour l'instant pas en danger d'extinction, mais la poursuite de la destruction de ses habitats par les activités humaines constitue une menace.

© Durrell-wildlife-conservation-trust

Protéger des animaux sans valeur économique évidente dans ce pays très pauvre est justifié, la nature étant l'une des rares ressources de Madagascar

■ LES AUTEURS



Franco ANDREONE est biologiste de la conservation et zoologiste au Musée régional des sciences naturelles de Turin, en Italie. Coprésident du Groupe spécialiste des amphibiens de Madagascar à l'UICN, il a conçu et promu l'initiative ACSAM.



Angelica CROTTINI est chercheuse au centre de recherche CIBIO-InBIO situé dans les murs de l'université de Porto, au Portugal.



Herilala RANDRIAMHAZO est ancien coprésident du Groupe spécialiste des amphibiens de Madagascar à l'UICN.

Indien est l'un des lieux les plus durement frappés par la déforestation.

Depuis l'arrivée de l'homme sur l'île à la suite de migrations originaires de l'Indonésie et de l'Afrique, il y a environ 2000 ans, les forêts primaires ont commencé à laisser la place aux cultures et à l'élevage des zébus. Ce processus s'est accéléré dans les récentes décennies et bien peu de zones forestières ont survécu. Malheureusement, la fragilité du terrain tropical et des écosystèmes malgaches fait que, une fois déforestés, ils ne permettent plus une croissance immédiate des forêts originelles. Celles-ci sont devenues de plus en plus petites et fragmentées, avec un impact évident sur la diversité de leur flore et de leur faune.

Les amphibiens, en particulier, ont été frappés de plein fouet par cette altération, car ils comptent parmi les vertébrés les plus sensibles au monde. Les raisons de cette sensibilité sont bien connues. Citons notamment le double cycle de vie qui les lie tant à l'eau qu'à la terre (puisque, de têtards aquatiques, ils deviennent des adultes terrestres). Cette caractéristique explique que le tiers environ des espèces connues dans le monde est de plus en plus menacé d'extinction.

On peut également évoquer la sensibilité à la modification des habitats, aux polluants et aux divers prédateurs introduits. Plus récemment, une maladie « émergente » au niveau mondial, due au champignon microscopique *Batrachochytrium dendrobatidis*, la chytridiomycose, a provoqué le déclin rapide, et dans certains cas l'extinction, de populations et d'espèces d'amphibiens à travers le monde – à l'exception, pour l'instant, de Madagascar.

Un plan d'action concerté

Au vu de la richesse extraordinaire de sa faune d'amphibiens et de l'attention particulière que l'île reçoit des chercheurs, Madagascar est un lieu idéal pour promouvoir la protection des amphibiens. Cette idée peut sembler saugrenue. Imaginer protéger des faunes que l'on a, par le passé, jugées (à tort) « mineures », comme les animaux à sang froid, et sans rentabilité économique évidente peut apparaître comme une provocation dans un pays où le PIB est parmi les

plus bas au monde et où le revenu moyen par habitant avoisine 2 euros par jour.

En même temps, il est clair que la nature représente l'une des rares ressources du pays, et probablement la plus importante. Voilà pourquoi, au cours des dix dernières années, nous avons consacré énormément de temps et d'énergie à soutenir des actions en faveur de la protection des amphibiens à Madagascar.

Nous nous sommes retrouvés personnellement en première ligne d'abord en raison de notre passion, puis parce que nous avons toujours pensé que l'étude des amphibiens méritait une attention particulière. Il était important de décrire les nouvelles espèces, mais, simultanément, il était essentiel d'impliquer l'opinion publique, les hommes politiques et les experts afin de les convaincre que la préservation des amphibiens à Madagascar offrait aux populations locales une piste de développement et afin de projeter ce pays à l'avant-garde de la protection de la biodiversité.

L'occasion d'agir concrètement dans ce sens se présenta à nous lors du lancement de l'*Amphibian Conservation Action Plan*, un grand événement organisé en 2005 à Washington par l'équipe Declining Amphibian Populations Task Force. Dans ce cadre, deux grandes figures de la protection de la nature, Russell Mittermeier, président de l'organisation américaine Conservation International, et le Canadien Claude Gascon, coordinateur du Groupe spécialiste des amphibiens (*Amphibian Specialist Group*) à l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), proposèrent à Angelica Crottini (l'une d'entre nous) de coordonner un ambitieux projet de protection au niveau national. Angelica menait depuis des années des projets de recherche sur les amphibiens malgaches, dans la perspective de leur préservation.

Cette proposition représentait une excellente occasion de braquer les projecteurs sur les amphibiens malgaches. Le lien avec la communauté scientifique locale se fit avec la collaboration de Herilala Randriamahazo, lui aussi passionné et ardent partisan des études herpétologiques à Madagascar.

Ensemble, en 2006, nous avons organisé la première rencontre sur la protection des amphibiens malgaches, un atelier international intitulé ACSAM (*A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar*).

Ces quelques amphibiens de Madagascar sont des représentants des familles et sous-familles autochtones de l'île. Les statuts de conservation correspondants sont indiqués sur une échelle allant de «préoccupation mineure» à «en danger critique d'extinction», en passant par «vulnérable», «quasi menacé» et «en danger».

1. *Heterixalus rutenbergi*, ou grenouille arboricole de Rutenberg, (famille Hyperoliidae), est présente sur le haut plateau central et classée «quasi menacée».

2. *Dyscophus antongilii*, ou grenouille-tomate (famille Microhylidae, sous-famille Dyscophinae), du nord-est de Madagascar est une espèce quasi menacée.

3. *Scaphiophryne gottlebei*, ou grenouille arc-en-ciel (famille Microhylidae, sous-famille Scaphiophryninae), est une espèce semi-fouisseuse et rupicole du massif de l'Isalo classée «en danger».

4. *Anodonthyla vallani*, ou grenouille arboricole de Vallan (famille Microhylidae, sous-famille Cophylinae), vit dans la forêt d'Ambositantely, dans le haut plateau central. Elle est en danger critique d'extinction.

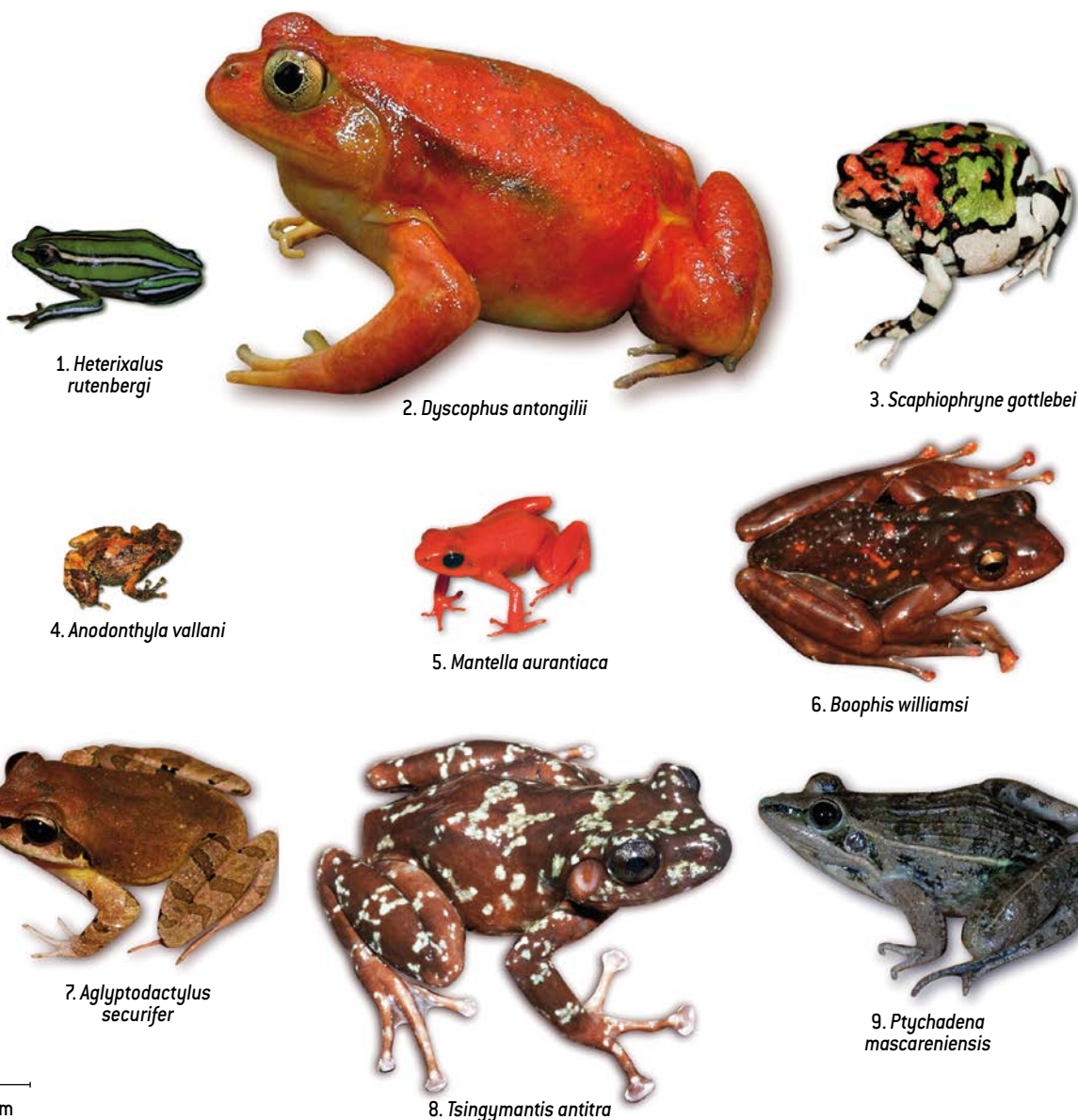
5. *Mantella aurantiaca*, ou grenouille dorée, est une espèce terri- cole présente dans la zone d'Andasibe-Moramanga (famille Mantel- lidae, sous-famille Mantellinae) en danger critique d'extinction.

6. *Boophis williamsi*, grenouille de torrent de Williams (Mantelli- dae, sous-famille Boophinae), espèce endémique du massif de l'An- karatra, est en danger critique d'extinction.

7. *Aglyptodactylus securifer* (Mantellidae, sous-famille Laliostominae), de l'ouest de Madagascar, est classée en «préoccupation mineure».

8. *Tsingymantis antitra* (famille Mantellidae, sous-famille Mantelli- nae), rencontrée dans la réserve spéciale d'Ankarana, est vulnérable.

9. *Ptychadena mascareniensis*, ou grenouille des Mascareignes (famille Ptychadenidae), présente dans toute l'île, fait l'objet d'une préoccupation mineure.



La capitale Antananarivo vit se réunir les plus importants chercheurs du domaine. Étaient également présents nombre de personnalités politiques et responsables d'organismes publics ou d'associations de protection de la nature.

Cette rencontre a donné naissance au plan d'action national nommé Sahonagasy, mot malgache qui signifie justement «grenouilles de Madagascar». C'est ainsi que furent définies une série d'orientations stratégiques de recherche, de protection et de sensibilisation écologique – de fait, un exemple mondial pour la protection des amphibiens.

Une faune menacée par la déforestation et le trafic d'animaux

Les lignes d'action furent élaborées sur plusieurs fronts. Avant tout, on décida de catégoriser toutes les espèces d'amphibiens, en utilisant les méthodologies de la Liste rouge de l'UICN. On identifia ainsi les espèces en danger critique d'extinction. Les projets de protection se focalisèrent donc plus particulièrement sur ces espèces au cours des années suivantes.

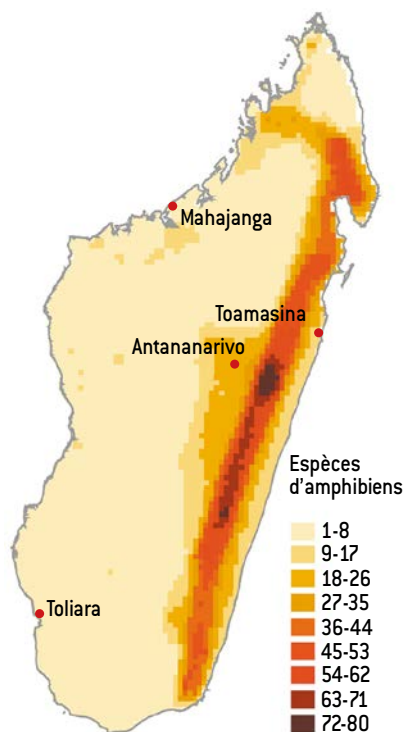
Ces initiatives ont par exemple contribué à protéger l'une des espèces les plus menacées de Madagascar et du monde : *Mantella cowanii*. Cette petite grenouille aux couleurs vives et contrastées, noire et rouge, survit dans quelques rares zones du haut plateau central malgache. Dans ces régions, les forêts tropicales primaires ont disparu depuis longtemps : le bois qui en est extrait a été utilisé pour la construction de maisons et comme combustible, et les prairies montagneuses restantes ont été dévastées par le *tavy*, pratique de culture itinérante sur brûlis d'origine indonésienne qui détruit encore aujourd'hui les milieux naturels malgaches.

Parallèlement, la beauté des couleurs de la grenouille *Mantella cowanii* en avait fait un véritable trésor pour les populations des alentours d'Antoetra, où survivaient les rares noyaux reproducteurs, et où la capture d'exemplaires destinés au marché des animaux de terrarium (trafic international d'animaux) la menaçait fortement d'extinction.

Des recherches minutieuses ont permis de retrouver les dernières populations de cette grenouille et de comprendre que,

par exemple, les habitats naturels avaient disparu dans certaines régions, et que les grenouilles survivaient seulement le long de falaises humides situées à haute altitude. Grâce à une action énergique, le commerce fut interrompu et les populations restantes furent protégées. De plus, à la suite de l'initiative du Groupe spécialiste des amphibiens de l'UICN, les autorités ont protégé la zone qui abritait la plus importante population connue de cette espèce, zone transformée désormais en une sorte de sanctuaire. *Mantella cowanii* est devenue un centre d'intérêt et un animal protégé pour les populations locales elles-mêmes, en particulier dans les communes d'Ivato et d'Antoetra.

Une action similaire est en cours pour les forêts résiduelles et les grenouilles du massif



L'EST DE MADAGASCAR

est la région de l'île la plus riche en amphibiens, comme l'indique la carte de gauche, où le pays est divisé en cellules d'environ 11 kilomètres de côté. Cette région est aussi celle où subsistent des forêts humides (en brun et en vert sur la carte de droite, le brun indiquant les forêts de basse altitude).



de l'Ankaratra, la deuxième plus haute montagne de Madagascar (2100 mètres). Quelques rares sections de forêt de haute altitude y subsistent, entrecoupées de forêts de conifères introduites par les colonisateurs français. En octobre 2010, un violent incendie détruisit une bonne partie des forêts de conifères, épargnant heureusement les fragments de forêts originelles, ce qui a permis la survie de deux espèces de grenouilles que l'on ne trouve que là : *Boophis williamsi* et *Mantidactylus pauliani*. Grâce à un investissement de la Mac Arthur Foundation et à l'engagement de l'association

Carte de gauche : d'après F. Andriane et al., Conservation Biology, vol. 19, pp. 1790-1802, 2005 ; carte de droite : Cristina Girard

locale VIF, la région de l'Ankaratra sera finalement protégée – en espérant que cette heureuse initiative ne viendra pas trop tard pour la conservation de ces espèces, étant donné l'intense déforestation qui sévit dans cette région.

Une autre espèce digne d'attention est la grenouille-tomate, *Dyscophus antongilii*. Caractérisée par sa grande taille et par une coloration vive rouge-orangé, elle survit en nombre à l'intérieur de la ville côtière de Maroantsetra, au nord-est de l'île. Là, elle se reproduit dans les petits étangs construits dans les propriétés privées pour l'élevage de canards et d'oies et dans les canaux d'écoulement. Auparavant très fréquente et admirée par les touristes qui visitaient le parc de Masoala tout proche, la

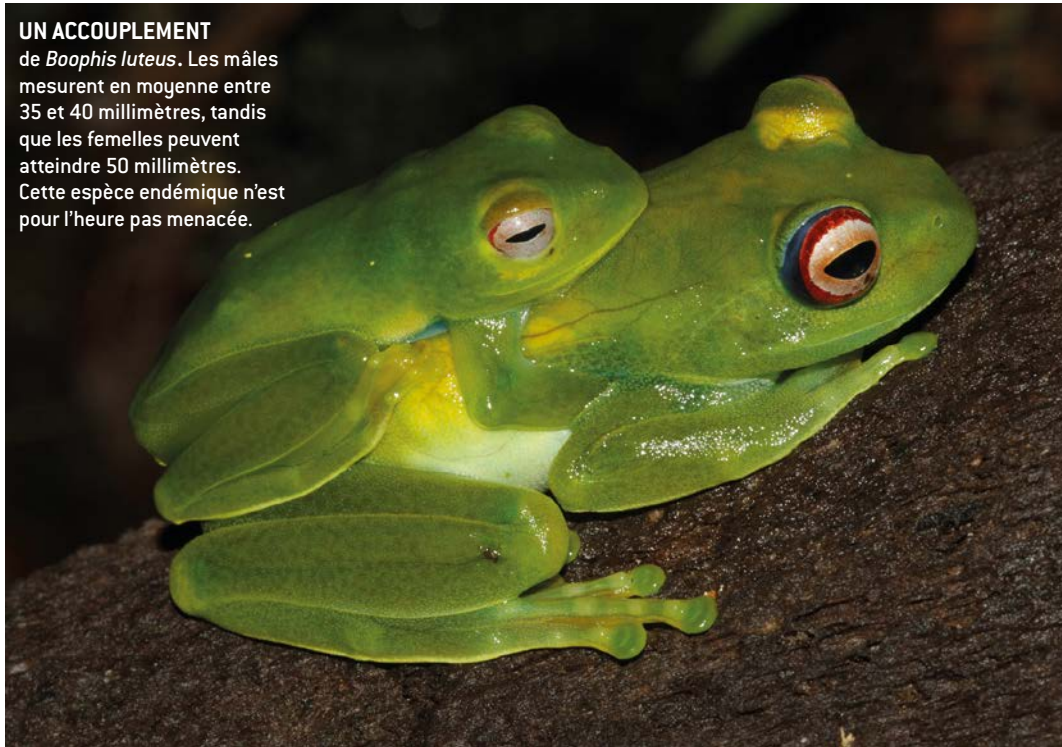
une occasion rêvée de faire comprendre l'importance de ces animaux.

Les initiatives n'ont pas manqué, notamment l'étude de la faune d'amphibiens présents dans la réserve naturelle de Betampona, l'une des dernières parcelles de la forêt humide de basse altitude, proche de Toamasina (anciennement appelée Tamatave), ville de la côte orientale.

Dans cette petite forêt de 29 kilomètres carrés, on a recensé 80 espèces d'amphibiens, dont un tiers étaient inconnues de la science. Toujours dans les environs de Toamasina, dans le parc d'Ivoloina, une rencontre a été organisée en 2010 à l'intention des chercheurs malgaches pour promouvoir le lancement d'un plan national de surveillance contre le champignon dit

UN ACCOUPLEMENT

de *Boophis luteus*. Les mâles mesurent en moyenne entre 35 et 40 millimètres, tandis que les femelles peuvent atteindre 50 millimètres. Cette espèce endémique n'est pour l'heure pas menacée.



© Franco Andriano

grenouille-tomate est désormais en régression, notamment parce qu'en ville, la nappe phréatique se réduit et le bétonnage excessif élimine les sites reproducteurs historiques. Une contribution de la fondation allemande BioPat a permis d'acquérir des terrains intégrant divers sites de reproduction.

La présence dans une ville d'une grenouille aussi voyante et unique au monde a également rendu possibles de nombreuses initiatives pédagogiques. Peu d'enfants malgaches étaient conscients de la richesse des amphibiens de leur pays : disposer de la grenouille-tomate à portée de main fut

chytride, qui peut provoquer la chytridio-mycose. Ce champignon microscopique est la cause d'une maladie dangereuse pour les amphibiens. Identifiée depuis plusieurs années, la chytridiomycose est apparue comme l'une des principales causes du déclin des amphibiens à travers le monde.

Jusqu'à il y a peu, ce champignon ne semblait pas présent à Madagascar, qui constituait ainsi une région très favorable pour développer un programme de prévention adéquat. Grâce à la collaboration de nombreuses institutions qui ont œuvré sur le terrain et à la coordination

Une espèce invasive de crapaud allochtone, c'est-à-dire ne faisant pas partie de la faune native, a été récemment observée dans les environs de Toamasina, sur la côte orientale de Madagascar: le crapaud *Duttaphrynus melanostictus*. Originaire du Sud-Est asiatique, arrivé à Madagascar probablement avec des matériaux de construction importés, c'est un parent du tristement célèbre crapaud buffle (*Rhinella marina*), responsable de nombreux problèmes écologiques en Australie et dans d'autres régions du monde. *D. melanostictus* est lui aussi une espèce de grande taille (il atteint 15 centimètres) et très féconde (il dépose des œufs par dizaines de milliers). De plus, ce crapaud est toxique et se nourrit pratiquement de toutes les proies à sa portée, s'adaptant bien aux environnements anthropisés. Aussi craint-on que *D. melanostictus* s'étende et nuise gravement à la faune malgache, qui a évolué à l'abri de ses défenses toxiques naturelles. Les autorités malgaches collaborent avec des experts en vue d'élaborer un plan d'éradication destiné à juguler cette nouvelle menace.



© Maminan

BIBLIOGRAPHIE

M. C. Bletz *et al.*, Widespread presence of the pathogenic fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in wild amphibian communities in Madagascar, *Scientific Reports*, vol. 5, article 8633, 2015.

C. Weldon *et al.*, Pre-emptive national monitoring plan for detecting the amphibian chytrid fungus in Madagascar, *EcoHealth*, vol. 10(3), pp. 234-240, 2013.

F. Andreone *et al.*, The challenge of conserving amphibian megadiversity in Madagascar, *PLoS Biology*, vol. 6(5), article e118, 2008.

F. Glaw et M. Vences, *A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar* (3^e édition), Vences & Glaw Verlag, 2006.

internationale assurée par le Groupe spécialiste des amphibiens de l'UICN, huit sites ont été surveillés durant trois ans. Les chercheurs y ont prélevé un échantillon de 50 amphibiens deux fois par an, afin de déterminer l'absence ou la présence du pathogène. Les données ont malheureusement confirmé la présence du chytride, même s'il n'est pas encore établi s'il s'agit ou non d'une forme pathogène.

Un défi mondial

En cas d'épidémie de chytridiomycose, il faudra mettre en place un programme d'intervention rapide, coordonné par un groupe de travail spécifique rendant compte au ministère des Eaux et Forêts. C'est justement de cela dont il a été question en novembre 2014 lors de l'atelier ACSAM2 tenu au centre ValBio, dans le cœur de la forêt de Ranomafana, l'un des lieux de Madagascar les plus riches en amphibiens.

Cette rencontre, qui a rassemblé plus de 70 chercheurs, a notamment débouché sur un engagement des participants et des institutions à faire de Madagascar un exemple pour la protection des amphibiens à l'échelle mondiale. Il s'agit de maintenir une surveillance continue du chytride et d'étendre ce suivi à d'autres pathologies émergentes (dont les mortels *Ranavirus*), ainsi que de promouvoir, de la part des ministères compétents, la sensibilisation à l'environnement.

Pour les espèces en voie d'extinction, nous tenterons d'acquérir des zones au sein desquelles nous pourrions promouvoir des

actions de protection, ainsi qu'appliquer des programmes d'élevage *ex situ*. De fait, le transfert en captivité de certaines espèces, en général les plus sensibles, s'est révélé être l'une des rares solutions efficaces en cas de pathogénicité des chytrides ou de disparition soudaine de l'habitat. Malheureusement, nous savons peu de choses sur l'élevage des amphibiens malgaches: parmi les 300 espèces décrites à Madagascar, et les quelque 200 en cours de description, il n'en existe que quelques dizaines pour lesquelles nous disposons de connaissances sur l'élevage en captivité.

La protection des amphibiens malgaches s'est révélée particulièrement importante pour le développement de programmes intégrés, qui comprennent des actions sur le terrain et un engagement de la communauté scientifique internationale. Les nouveaux objectifs de la conservation des amphibiens de Madagascar ont été identifiés: il ne nous reste plus qu'à retrouver nos manches et à convaincre le monde entier que ces animaux méritent d'être préservés pour les générations futures.

Les amphibiens constituent un défi au niveau mondial. Les modifications ou destructions des habitats, la pollution, le commerce et les maladies émergentes ne sont que quelques-uns des dangers qui guettent ces vertébrés. Leur disparition saute sans doute moins aux yeux que celle des grands animaux charismatiques, mais elle n'en est pas moins importante pour l'équilibre mondial. Le plan d'action que nous avons lancé à Madagascar est un banc d'essai important pour la protection d'une faune aussi riche que fragile. ■

explorez MARS



EXPOSITION jusqu'au 28 août 2016

Ⓜ Champs-Élysées Clemenceau et Franklin-Roosevelt

En partenariat avec



L'ESSENTIEL

- On pensait que les bruits intenses ne provoquaient que des bourdonnements d'oreille et des pertes auditives transitoires. En réalité, une partie des atteintes auditives ne sont pas réversibles.
- Des niveaux de bruit élevés peuvent causer des lésions permanentes aux fibres du nerf auditif, qui transmet au cerveau les signaux des cellules sensorielles auditives.
- Une perte auditive cachée en résulte : la personne touchée perçoit les sons, mais sa compréhension de la parole est dégradée.
- Un médicament permettant aux fibres nerveuses de se reconstituer aiderait à résoudre ce problème de santé publique.