

# sciences au sud

n° 40 - juin/juillet/août 2007  
3,81 €  
bimestriel

Le journal de l'IRD

Éditorial

## Développement durable et responsable

par Michel Laurent  
directeur général de l'IRD

**P**réservation ou gestion de la biodiversité, prévention des aléas climatiques, sécurité alimentaire, gestion de la ressource en eau... les sociétés du Nord et du Sud ont en partage ces grandes questions à l'échelle planétaire. Les attentes des populations n'ont jamais été aussi fortes envers les décideurs publics et les communautés scientifiques. Aux premières de définir les grands choix et les règles communes permettant la meilleure cohabitation possible, aux secondes d'éclairer par leurs recherches ces options pour le futur où les impacts de court, moyen et long terme doivent être pris en compte.

Pour répondre à ces questions majeures, le monde de la recherche adopte de nouvelles stratégies qui intègrent les changements conceptuels de cette dernière décennie que sont les notions de complexité et d'interactions multiéchelles. Ces stratégies se développent dans un cadre partenarial national et international, à l'instar des grandes missions multi disciplinaires comme Santo 2006 dans le domaine de la biodiversité, qui a mobilisé près de 150 scientifiques.

Les programmes internationaux qui se développent sur plusieurs années représentent d'autres formes de coopérations scientifiques pour et avec les partenaires du Sud : Amma, Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine en est une belle illustration.

L'expérience acquise par l'IRD dans la coordination de programmes associant acteurs du Nord et du Sud autour d'une large diversité de disciplines est un atout que l'Institut met à profit, non seulement pour accompagner d'ambitieux opérations d'exploration de la planète, mais aussi pour gérer et participer à de nombreuses structures comme les observatoires dans des domaines de l'environnement ou de la santé ou des plates-formes technologiques à vocation internationale.

Dans ce contexte où la dimension planétaire – continuum Nord/Sud – marque la production des nouvelles connaissances, l'articulation recherche-expertise doit être l'objet de toute notre attention. L'impact de nos actions, productions et avis sur l'environnement et la place que les hommes y occupent exige désormais la mise en place rapide de principes et codes en matière d'éthique et de déontologie que nous devons faire partager et qui soient en rapport avec la nature des enjeux et les attentes légitimes des populations. Il en va de notre crédibilité.



© IRD/O. Dargouge

Symbiose plante - bactérie

## Dialogue moléculaire inédit

**Une équipe de l'IRD met au jour un mécanisme original qui ouvre des perspectives pour la maîtrise de la symbiose fixatrice d'azote.**

**L**es légumineuses tiennent une place centrale tant dans l'alimentation humaine (pois, soja, arachides...) qu'animale (luzerne, trèfle, sainfoin). Ces plantes possèdent l'aptitude de pousser sur des sols pauvres en azote grâce à leur association symbiotique avec des bactéries de type rhizobium capables de fixer l'azote de l'air. Le Laboratoire des Symbioses tropicales et méditerranéennes (LSTM) et leurs partenaires<sup>1</sup> cherchent à déterminer quels sont les gènes engagés dans le dialogue moléculaire entre une légumineuse aquatique, *Aeschynomene*, et une bactérie photosynthétique, *Bradyrhizobium*. Ce modèle de symbiose est original pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la bactérie possède des propriétés photo-

synthétiques qui sont uniques chez les rhizobiums. Cette caractéristique confère au micro-organisme la possibilité de créer des nodules non seulement sur les racines de la plante, mais aussi sur sa tige. *Aeschynomene* acquiert ainsi une capacité fixatrice d'azote exceptionnelle.

En étudiant le génome de *Bradyrhizobium*, les chercheurs ont découvert que cette bactérie ne possédait pas les gènes *nod* indispensables aux mécanismes de nodulation chez tous les rhizobiums. Ces derniers utilisent un facteur *Nod*, issu du gène *nod*, comme molécule signal leur permettant de pénétrer à l'intérieur de la plante au niveau de poils racinaires et de former les nodules. Ce processus était considéré comme universel jusqu'à la publication du LSTM.

L'équipe de chercheurs oriente donc ses travaux sur la molécule signal remplissant la même fonction que le facteur *Nod*. Elle compte ainsi mettre à jour la voie de signalisation originale permettant le dialogue moléculaire

entre les deux organismes. Leurs résultats actuels les conduisent à soupçonner fortement une phytohormone, la cytokinine, d'intervenir dans le processus de formation des nodules.

« De nombreux végétaux vivent en symbiose avec des bactéries, indique Eric Giraud, mais nous sommes loin de connaître tous les mécanismes en jeu. La découverte chez les rhizobiums de nouvelles voies alternatives relance l'espoir d'étendre l'association de ces bactéries à d'autres plantes que des légumineuses. Il deviendrait alors envisageable d'accroître le rendement de la production agricole pour un nombre plus important de végétaux tropicaux, tout en limitant l'utilisation d'engrais. »

### Contact

Eric Giraud  
giraud@mpl.ird.fr

*Legumes Symbioses : Absence of Nod Genes in Photosynthetic Bradyrhizobia*, Science, 1<sup>er</sup> juin 2007.



En haut : Mise en évidence de l'importance de la photosynthèse bactérienne lors de la symbiose de tige *Aeschynomene/Bradyrhizobia*. (Puf : inoculation avec des bactéries ne réalisant plus la photosynthèse ; ORS278 : inoculation avec une souche sauvage de bactéries.)

En bas : Détection de l'activité photosynthétique bactérienne grâce à un gène rapporteur (coloration bleue) sur une section transversale d'un nodule de tige d'*Aeschynomene sensitiva*.



## Et l'énergie thermique des mers ?

**Michel Gauthier, océanographe, membre du club des Argonautes, dresse un plaidoyer pour l'utilisation de l'énergie thermique des mers.**

**L**es écarts de température entre eau de surface et eau profonde dans les océans permettent la production d'énergie. Particulièrement marqués en zone tropicale, ils pourraient devenir une source très abondante d'énergie renouvelable. Les conditions environnementales et économiques justifient aujourd'hui pleinement de réinvestir ce

domaine de recherche, dominé jadis par des équipes françaises.

L'idée d'exploiter l'énergie produite par le soleil et accumulée dans les mers n'est pas récente. Les hommes utilisent depuis l'Antiquité les vents et les courants marins pour mouvoir leurs navires et entraîner leurs moulins. Mais ce n'est que dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle que l'océanographie physique et la thermodynamique ont permis d'envisager les potentialités de l'énergie thermique des mers. À savoir qu'il existe, dans l'océan intertropical, un gradient de température pouvant dépasser 20 °C entre l'eau chaude de surface et l'eau froide à quelques centaines de mètres de profondeur sous la thermocline (couche de transition

thermique rapide entre eaux superficielles et eaux profondes) et qu'il est – par principe – possible d'exploiter ce gradient pour produire de l'énergie mécanique.

### Un avenir énergétique pour le Sud

Le développement de grandes concentrations humaines dans le Sud conduit au déplacement, vers les mégapoles des régions intertropicales, d'une partie des gros besoins en énergie. La large disponibilité en énergie thermique marine qu'offrent les océans tropicaux pourrait être un élément de solution à cette nouvelle donne.

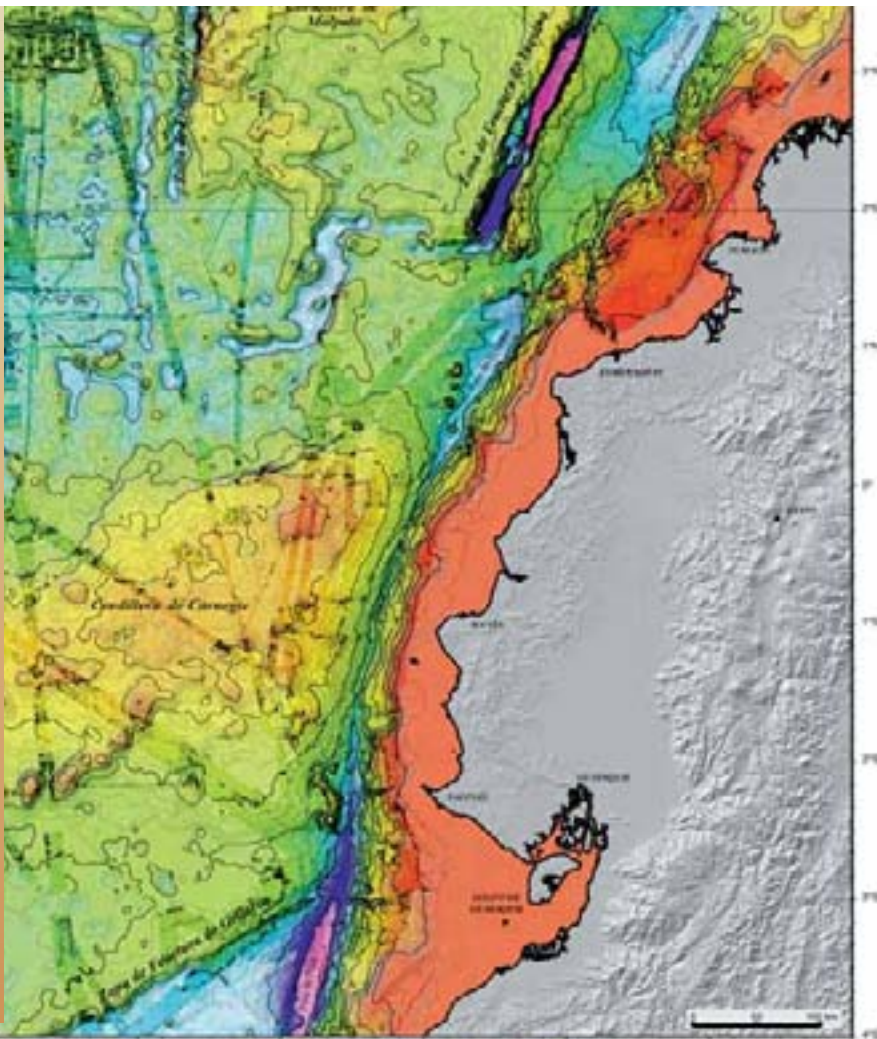
(suite page 15)

### Dans ce numéro

#### Destination biodiversité

D'août à décembre dernier a eu lieu, sur l'île d'Espiritu Santo, au nord de Vanuatu, l'une des expéditions d'exploration de la biodiversité les plus ambitieuses jamais réalisées : Santo 2006.

Une dizaine de chercheurs de l'IRD ont participé à cette aventure scientifique, que l'Institut de recherche pour le développement a organisée conjointement avec le MNHN et l'ONG française Pro-natura International. p. 7 à 10



REPÚBLICA DEL ECUADOR  
Batimetria y Relieve Continental

## Coopération internationale et cartographie bathymétrique

L'IRD vient d'élaborer, en coopération avec l'Institut océanographique de la marine équatorienne<sup>1</sup> et l'Institut de géophysique de l'École polytechnique nationale de Quito<sup>2</sup>, les premières cartes bathymétriques fines du domaine marin de l'Équateur.

Ces quatre cartes<sup>3</sup> présentent une synthèse de la couverture bathymétrique de la marge continentale de l'Équateur, du domaine marin équatorien s'étendant depuis le continent sud-américain jusqu'aux îles Galapagos, ainsi que de la bathymétrie détaillée des secteurs nord et sud de la marge de l'Équateur. Ces deux dernières cartes sont accompagnées de représentations des fonds

marins en trois dimensions et d'éléments de la géologie sous-marine de ce pays.

Cette synthèse cartographique repose sur la compilation de très nombreuses données bathymétriques, obtenues lors de sondages acoustiques multifaisceaux par des institutions allemandes, nord-américaines, espagnoles et françaises dans les eaux de l'Équateur. La mobilisation de l'IRD, et notamment les récentes campagnes de géophysique marine menées en Équateur par l'unité mixte de recherche Géosciences Azur, UR082 (voir *sciences* au sud n° 29, page 12), a suscité ce concours entre organismes et le regroupement des relevés épars.

Les données de bathymétrie haute résolution, superposées à la carte des fonds marins obtenue par altimétrie spatiale (voir *sciences* au sud n° 37) ont permis de découvrir et de mettre en relief de nombreuses structures jusque-là inconnues dans leurs détails. Leur exploitation per-

mettra d'avancer les recherches sur les séismes de subduction, les transferts sédimentaires continent-océan et les processus géologiques qui façonnent les fonds marins.

Cette synthèse contribue également à la connaissance de la zone économique exclusive de l'Équateur, et fournit une aide à l'orientation des explorations futures dans le cadre de l'extension potentielle de la plateforme continentale et de l'adhésion de l'Équateur à la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (Convemar).

1. Inocar.
2. IG-EPN.
3. Publiées par Inocar.

### Contact

Jean-Yves Collot  
collot@uio.satnet.net

## Vers une gestion durable de la pêche aux bénitiers



La pêche aux bénitiers en Polynésie est une activité familiale, de petite intensité. Réalisée dans les parties peu profondes des lagons elle pourrait cependant avoir des conséquences néfastes si elle s'accroît ne serait-ce que légèrement.

sion de pêche. Leurs travaux devraient servir de base à une exploitation raisonnée et une gestion durable de la ressource.

Tout est valorisable dans le bénitier, le coquillage qui est très apprécié des touristes comme ornement, mais aussi la chair qui constitue un mets fort prisé à Tahiti. Exploité localement, avec 50 tonnes de chair vendues chaque année, le bénitier représente un apport financier non négligeable. L'accroissement de la population polynésienne et le développement des possibilités d'exportation augmentent la pression sur les populations de bénitiers. Ces dernières apparaissent d'autant plus menacées que la taille des lagons exploités est restreinte. Le

Service de la pêche de Polynésie française a confié à l'IRD l'établissement d'un bilan de la ressource, préalable nécessaire à des mesures de gestion sur le long terme.

Les chercheurs ont utilisé la télédétection haute résolution pour réaliser des inventaires qualitatifs et quantitatifs des stocks de bénitiers sur cinq atolls de l'archipel des Tuamotu (Fangatau, Tatakoto, Napuka, Reao et Pukarua) et deux îles hautes de l'archipel des Australes (Raivavae et Tubuai). Ils ont confirmé la présence de populations de taille exceptionnelle, et révélé des densités 100 à 10 000 fois supérieures à celles que l'on rencontre dans d'autres parties du monde.

Les quantités de bénitiers prélevées par les pêcheurs ne constituent pas, aujourd'hui, une menace immédiate pour les stocks des îles polynésiennes étudiées. Néanmoins, le maintien du stock total dépend beaucoup des zones où les densités et le succès reproductif sont importants. Or, l'effort de pêche se focalise précisément sur ces zones peu profondes des lagons, les

pêcheurs ciblant involontairement les individus qui ont le plus de chance de se reproduire.

Pour assurer la survie des populations de bénitiers, tout en permettant aux pêcheurs locaux de poursuivre l'exploitation, les spécialistes préconisent la mise en place de refuges de reproduction et l'établissement de quotas de prélèvement. Dans un second temps, des indicateurs décrivant l'état de l'écosystème et de la pêcherie devraient permettre d'adapter les mesures de gestion au contexte de chaque lagon.

### Contacts

Serge Andrefouet (IRD Nouméa)  
serge.andrefouet@noumea.ird.nc  
Antoine Gilbert (IRD Tahiti)  
antoine.gilbert@ird.pf  
Georges Remoissenet  
Arsène Stein  
(Service de la pêche de Polynésie française)  
georges.remoissenet@peche.gov.pf  
arsene.stein@peche.gov.pf

Étude des populations de bénitiers dans les zones peu profondes des lagons où l'effort de pêche se focalise.

Les bénitiers de l'espèce *Tridacna maxima*, des coquillages en voie d'extinction dans de nombreuses régions du Pacifique, abondent encore et sont exploités dans quelques îles et atolls de Polynésie française. Des spécialistes de l'IRD ont travaillé en partenariat avec le Service de la pêche de Polynésie française (SPE) pour étudier la répartition de ces stocks de bénitiers, leur taux de reproduction, le renouvellement des populations et l'évolution de la pres-



♣ Bénitier, *Tridacna maxima*. Considérée en voie d'extinction, l'espèce est encore abondante en Polynésie française.

### sciences au sud

Sciences.au.sud@paris.ird.fr  
IRD - 213, rue La Fayette -  
F - 75480 Paris cedex 10  
Tél. : 33 (0)1 48 03 77 77  
Fax : 33 (0)1 48 03 08 29  
http://www.ird.fr

Directeur de la publication  
Michel Laurent

Directrice de la rédaction  
Marie-Noëlle Favier

Rédacteur en chef  
Olivier Dargouge (dargouge@paris.ird.fr)

Comité éditorial  
Roger Bambuck, Jacques Boulégué,  
Jacques Charmes, Nathalie Duszeau,  
Éva Giesen, Alain Leplaideur, Daniel  
Lefort, Christian Marion, Jacques Merle,  
Georges de Noni, Gérard Winter

Rédacteurs  
Fabienne Beurel-Doumenge  
(Fabienne.Doumenge@mpl.ird.fr),  
Olivier Blot (blot@rio.net)

Ont participé à ce numéro  
Ouidir Benabderrahmane  
Stéphane Sapolin  
Marie Lescroart

Correspondants  
Jacqueline Thomas (Dakar)  
Mina Vilayleck (Nouméa)

Photos IRD - Indigo Base  
Claire Lissalde  
Danièle Cavanna

Photogravure, Impression  
IME, 3, rue de l'Industrie,  
25112 Baume-les-Dames  
Tél. : 03 81 84 11 78

ISSN : 1297-2258  
Commission paritaire : 0909B05335  
Dépôt légal : juillet 2007

Journal réalisé sur papier recyclé.



Le campement au sommet du mont San Valentin.

# Patagonie chilienne Conditions extrêmes pour le premier forage complet du San Valentin

Une mission est parvenue récemment à effectuer un sondage complet de la calotte sommitale d'un glacier patagonien, le San Valentin, à 3 900 mètres d'altitude. La calotte patagonienne n'avait encore jamais fourni de glace de bonne qualité sur la totalité de son profil. Les conditions climatiques et techniques de cette première scientifique étaient à la hauteur du défi.



Installation du matériel de forage.

Le carottage d'un glacier d'altitude aux confins de la Patagonie n'est pas une promenade de santé. Surtout lorsque les éléments s'en mêlent. Les membres de l'expédition franco-chilienne qui se sont maintenus douze jours durant au sommet du San Valentin, du 21 avril au 3 mai, en ont fait l'expérience. Neuf rotations d'hélicoptère avaient permis d'installer, pendant que la météo l'autorisait encore, le chantier de forage et un camp de vie sur le glacier. Mais ensuite, le temps s'est gâté, avec un vent établi certains jours à plus de 50 nœuds, et bien sûr en altitude du froid et de la neige, beaucoup de neige et beaucoup de froid. Si l'on ajoute à cela les mille

petits tracas techniques que doit affronter le matériel soumis à de telles conditions, on mesure la difficulté exceptionnelle de cette mission. Mais l'ingéniosité des scientifiques et la dextérité du pilote ont permis de surmonter tous ces problèmes. Et l'équipe est parvenue à extraire et rapporter intactes plusieurs carottes, dont une couvrant la totalité de l'épaisseur du glacier, soit 122 m. La mission, qui s'est achevée le 6 mai en Patagonie, a permis au total de prélever et conserver 1,7 tonne de glace, représentant environ 7 m<sup>3</sup>. Jusqu'à présent, aucun forage mené dans la calotte patagonienne n'avait permis d'échantillonner la totalité de son profil avec de la glace de bonne qualité, non polluée par des percolations d'eau de fonte, ce qui laissait une importante lacune géographique dans les données glaciaires relatives à la troisième calotte d'eau douce mondiale. Ce nouveau forage est donc « le maillon manquant » entre les régions tropicales de l'Amérique du Sud et l'Antarctique. Il devrait ainsi permettre d'étudier finement les mécanismes climatiques de téléconnexions entre ces

différentes régions, toutes deux fortement vulnérables au changement climatique actuel, et le reste du monde. Les carottes prélevées sur le San Valentin devraient fournir des informations précises sur le climat des 1 000 dernières années, avec une résolution saisonnière sur les derniers siècles, ainsi que l'enregistrement de la dernière transition glaciaire/interglaciaire, voire le Dernier Maximum Glaciaire (DMG), à comparer aux résultats obtenus sur les forages andins et antarctiques. Depuis plusieurs décennies, l'étude de la variabilité climatique passée s'est largement développée grâce à l'exploitation de l'archive « carotte de glace ». De nombreux résultats ont déjà été tirés de l'analyse des carottes polaires et ce n'est que plus récemment que l'étude des carottes de glace tropicales s'est développée dans les Andes centrales.

## Contacts

Françoise Vimeux  
vimeux@cea.fr  
Bernard Pouyaud  
bernard.pouyaud@paris.ird.fr  
Patrick Giroton  
patrick.giroton@ird.fr

## La preuve par les acariens...

Faute de traces écrites, les chercheurs ont fait preuve d'ingéniosité pour analyser et dater les changements socio-économiques dans les sociétés andines avant la conquête espagnole intervenue vers 1530. Une publication<sup>1</sup> associant le Centre de bio-archéologie et d'écologie de Montpellier, l'UR Great Ice<sup>2</sup> de l'IRD, l'université du Sussex (Grande-Bretagne) et l'université d'Illinois à Chicago, fait le point sur cette période.



Fouille archéologique d'un ancien habitat à quelque 100 m du petit lac de Maracocha et de son pâturage riverain visibles à droite. Juste au-dessus, le versant est entaillé par le grand chemin caravanier des Incas qui le longe.

Les scientifiques ont eu l'idée d'utiliser comme indicateur de l'occupation du milieu un acarien qui colonise les zones de pâturage, l'oribate. Ce dernier se nourrit essentiellement d'excréments du bétail. Son occupation du terrain est donc proportionnelle au nombre de têtes de cheptel qui peut alors être mesurée par comptage des cuticules (squelette externe) accumulées dans les sols. La méthode a été testée sur le site d'un petit lac, à Maracocha (3 350 m, Pérou), qui a le double intérêt d'être entouré d'un vaste pâturage et de se trouver à proximité d'un grand chemin qu'empruntaient déjà les caravanes de lamas avant

l'Empire inca. Les carottages dans les couches de sédiments lacustres ont autorisé la reconstruction d'une séquence continue de plusieurs milliers d'années. La partie la plus superficielle a livré des indications sur quatre périodes récentes qui correspondent à des changements sociaux et économiques des empires inca et espagnol attestés par des documents d'archives. La Première période correspond à l'apogée de l'Empire inca, du début du xv<sup>e</sup> siècle à l'arrivée des Espagnols, comme en témoigne l'abondance d'acariens liée à l'utilisation intensive des lamas notamment pour le trafic caravanier. Le climat était alors tempéré, propice à la colonisation de

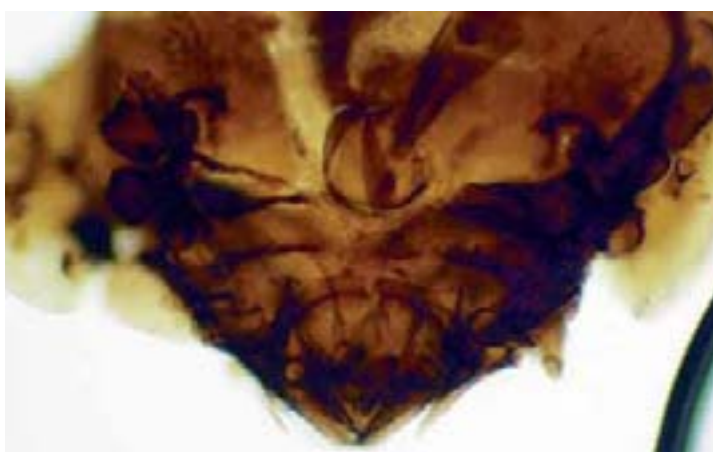
terres en altitude. La deuxième période débute avec la conquête espagnole et son cortège d'épidémies provoquant le décès de 90 % de la population indienne et la quasi-disparition des lamas, eux-mêmes décimés par des maladies cutanées. À partir des années 1600, s'étend la Troisième période pendant laquelle les Espagnols diffusent largement le bétail européen. La Quatrième période, autour de la fin du xvii<sup>e</sup> et le début du xviii<sup>e</sup> siècles, voit s'installer un climat plus froid (le Petit âge de glace) ; une épidémie frappe la grande ville de Cuzco, décimant en une seule journée 600 personnes. Les bergers de la région

du lac de Maracocha disparaissent et les pâturages sont abandonnés. Au-delà de la reconstruction de l'évolution de la civilisation inca, cette méthode pourra désormais être utilisée dans d'autres zones du globe, par exemple pour comprendre les conséquences de l'introduction des maladies sur le cheptel et les animaux sauvages et analyser les étapes de l'épanouissement et du déclin de certaines civilisations.

1. Evaluating socio-economic changes in the Andes using oribatid mites abundances as indicators of domestic animal densities, Alex Chepstow-Lusty, Alain Gioda (IRD, Montpellier), Michael Frogley (Université du Sussex, Angleterre), Brian Bauer (Université de Chicago, États-Unis) et collaborateurs. *Journal of Archaeological Science*, 34 (7), 1178-1186. 2007.
2. UR032 Glaciers et ressources en eau d'altitude - Indicateurs climatiques et environnementaux.

## Contact

Alain Gioda  
gioda\_ird@yahoo.com



Vue agrandie d'un acarien oribate piégé il y a plusieurs siècles par la boue du lac de Maracocha. Sa taille est d'environ 0,5 mm et sa bouche est située tout en bas, l'exemplaire étant photographié tête-bêche.

## Les insectes ne naissent plus dans les choux

Protéger efficacement les cultures maraîchères des insectes aux abords des grandes villes africaines tout en limitant l'utilisation de pesticides : voilà le défi que se sont lancés l'UR016 de l'IRD et ses partenaires du Cirad et de l'Inrab. Leurs travaux portent sur des plantations de choux autour de Cotonou au Bénin. Les chercheurs ont eu l'idée originale d'utiliser des moustiquaires imprégnées d'insecticides, habituellement destinés aux humains, pour protéger les jeunes pousses en pépinières puis les plants repiqués en extérieur. La pose des moustiquaires ne s'effectue que la nuit, ce qui, d'une part, préserve le filet et l'insecticide des UV et, d'autre part, facilite les travaux d'entretien et d'arrosage. Le choix de cette période est aussi lié à la chaleur et à l'ombrage excessifs sous les filets de protection pendant la journée, préjudiciables à la croissance des plants. Les résultats sont tout à fait satisfaisants puisque la plupart des insectes nuisibles ont été repoussés, notamment le lépidoptère *Plutella xylostella* et le puceron *Lipaphis erysimi* qui font partie des plus importants ravageurs de crucifères. Ce procédé présente plusieurs intérêts par rapport à la pulvérisation foliaire de pesticides sur les plants tout en répondant aux contraintes locales. Un avantage écologique d'abord, puisque le pesticide, fixé sur la moustiquaire, ne dérive pas aux abords des cultures comme c'est le cas lors des pulvérisations. Cela réduit donc l'excès de pesticide dans les eaux de ruissellement, dangereux pour les populations, et améliore la qualité des produits agricoles.



Le deuxième avantage de cette méthode est économique car le matériel est réutilisable plusieurs années. Par ailleurs, sa plus grande efficacité permet d'accroître la production de choux sains, donc commercialisables sur les marchés. Les agriculteurs voient ainsi leurs bénéfices augmenter : 247 \$US avec les moustiquaires pour 100 m<sup>2</sup> de culture contre 149 \$US en utilisant des pesticides. Enfin, cette technique utilise des outils existants déjà sur place, les tissus des moustiquaires et le fer à béton utilisé pour les arceaux étant disponibles sur les marchés locaux. La mise en place de moustiquaires traitées se révèle donc un moyen de protection facile à utiliser et bien adapté aux petites cultures maraîchères dans les zones périurbaines des pays africains. Il nécessite toutefois le développement d'un nouveau secteur économique. « Il reste désormais à encourager l'expérimentation de cette méthode auprès des maraîchers grâce aux appuis financiers des ONG locales », conclut Jean-Marc Hougard.

*J. Econ. Entomol.* 99(2) : 450-454 (2006).

## Contacts

Thibaud Martin  
thibaud.martin@ird.fr  
Jean-Marc Hougard  
Jean-Marc.Hougard@ird.fr  
Fabrice Chandre  
Fabrice.chandre@ird.fr

## Bergers d'ici et de là-bas...

**Plusieurs** membres de l'association *Une Mémoire pour Demain*, qui fédère la plupart des bergers transhumants des Cévennes, sont allés au Maroc pour rencontrer des bergers transhumants de la tribu Aït Zekri, dans la province de Ouarzazate, dans le Haut-Atlas. Ce premier contact leur a permis de jeter les bases d'un projet de partenariat dédié à l'Appui de la transhumance pour un développement durable dans le Haut-Atlas marocain. Le territoire des Aït Zekri – membres du clan des Imghranes – abrite une population d'environ 10 000 habitants. Elle est particulièrement touchée par la sécheresse et la pauvreté. Une soixantaine de troupeaux d'ovins et caprins effectue continuellement une transhumance au sein du territoire sur un transect Nord/Sud. Mais un grand nombre de têtes de bétail est sédentaire. Le partenariat avec l'association cévenole vise à maintenir la mobilité et le développement de la transhumance ovine par l'entraide entre bergers du Nord et du Sud (aide matérielle et technique), des échanges culturels et la professionnalisation du métier de berger (valorisation, appuis à la formation, reconnaissance économique et sociale).



© IRDO - Barrière

L'ouverture procurée sera propice à une réflexion sur les changements sociaux et économiques qui affectent le métier de berger ainsi que sur les inévitables adaptations entraînées. Cette opération est associée à la démarche scientifique d'Olivier Barrière, juriste de l'environnement à l'IRD, portant sur la gouvernance de la biodiversité et conduite en partenariat avec l'Office régional de mise en valeur agricole de Ouarzazate – université Rabat / École nationale forestière d'ingénieurs. Il s'agit d'élaborer puis de mettre en place une charte de territoire agro-sylvo-pastorale. Les règles et les procédures formulées dans la charte visent à harmoniser entre elles les différentes activités présentes sur le territoire, ici, la mobilité des troupeaux et la sédentarité des agriculteurs, et à les rendre compatibles avec le respect environnemental pour assurer un développement durable.

### Contact

Olivier Barrière, US140, Espace  
Olivier.barriere@mpl.ird.fr

## Ethnologie et documentation en Thaïlande

**L'IRD apporte son concours à la mise en place, par l'université de Chang Mai en Thaïlande, d'un centre documentaire sur l'ethnicité, le développement et le changement social en Asie du Sud-Est. Cet outil devrait permettre une analyse plus réaliste des composantes ethniques des sociétés, dans cette région soumise à de profondes mutations sociales.**

**C**onscription, éducation, modalités nouvelles d'accès aux ressources naturelles, les régions du nord de la péninsule indochinoise ont connu au cours des dernières décennies un encadrement plus strict des États, en même temps qu'une réouverture des frontières (à l'exception de la Birmanie) avec un accroissement des flux humains et commerciaux, nationaux ou transnationaux. Ces deux influences ont pu s'exercer différemment selon les pays, mais elles ont partout contribué à une transformation profonde des relations sociales et du rapport au territoire. Dans ce contexte, la valeur accordée aujourd'hui à la problématique de l'ethnicité dans cette région mérite d'être réexaminée. Comment les identités des groupes dits « ethniques » sont-elles transformées et perpétuées, et avec quelles conséquences ?

Une compréhension fine des enjeux contemporains de l'ethnicité demande que l'on dépasse l'image de « mosaïque ethnique », cliché particulièrement rebattu en ce qui concerne l'Asie du Sud-Est, et que l'on montre comment les classifications locales ou nationales se sont élaborées, modifiées et comment

elles sont utilisées. En d'autres termes, l'intelligence des dynamiques sociales dans cette région suppose de déconstruire les « catalogues ethniques », en considérant que l'on a affaire moins à des groupes *stricto sensu* qu'à des contextes relationnels locaux. Dès lors, une démarche comparative s'impose, à la fois dans le temps et dans l'espace, ce qui nécessite un accès à des terrains différents mais également à des sources d'information souvent dispersées et mal identifiées.

Le développement et la modernisation des ressources documentaires du *Centre of Ethnic Studies and Development* (CESD, un des départements du *Social Research Institute* de l'université de Chiang Mai), auxquels participe depuis 2005 Olivier Evrard, anthropologue à l'UR107, *Constructions identitaires et mondialisation*, devraient fournir les ressources nécessaires à de tels travaux. Depuis la disparition du *Tribal Research Institute*, avec lequel plusieurs anthropologues de l'Orstom avaient travaillé au cours des années soixante-dix et quatre-vingt, il n'existait en effet plus en Thaïlande de centre de référence pour la recherche sur l'ethnicité et le changement social.



© IRD / S. Carrière

**Au temple de Doï Su Tep, une femme originaire des montagnes vient se recueillir avec ses enfants.**

### Regrouper, préserver, valoriser

L'objectif de cette optimisation des fonds du CESD est de mettre à disposition des étudiants, chercheurs ou communautés locales un ensemble de ressources bibliographiques et iconographiques, auparavant dispersées et difficiles d'accès, concernant l'ethnicité au nord de la Thaïlande, mais aussi au Laos, au Viêt-nam, en Birmanie et au Yunnan. Il s'agit également de former le personnel à l'identification, la préservation et la valorisation des documents, et de permettre ainsi la constitution de nouveaux outils et méthodes pour la recherche en sciences sociales dans cette région.

La banque de données du CESD, consultable sur place dans les locaux du *Social Research Institute* et via un site Internet, est conçue pour rassembler livres, articles scientifiques, articles de presse, photos et films. Au cours des 16 premiers mois, l'équipe franco-thaïe a bâti l'architecture générale du site Internet et commencé à rassembler et indexer l'ensemble des références bibliographiques présentes, soit plus d'un millier de livres et d'articles scientifiques. Une collaboration avec le centre documentaire de l'École française d'Extrême-Orient et le *Tribal Museum* a permis de recueillir environ 1 200 références supplémentaires toujours en langue anglaise et thaïe. De nombreuses références en langue française ont aussi été identifiées,

mais leur traitement pose pour l'instant des problèmes d'ordre linguistique et technique.

Un travail similaire est en cours pour les articles de journaux traitant de l'ethnicité, dont un millier, couvrant la période de 1990 à nos jours, est d'ores et déjà disponible. Grâce au partenariat avec le *Tribal Museum*, plusieurs autres milliers pour la période 1960-1990 seront bientôt en ligne. L'équipe du CESD assure par ailleurs un suivi quotidien de l'actualité et insère régulièrement de nouveaux articles dans la banque de donnée. Le fonds iconographique, déjà riche de 1 300 photos sur la Thaïlande et le Laos, devrait s'étoffer dans les prochains mois grâce à de nouveaux documents, notamment des archives photographiques d'anthropologues et de missionnaires. Cette entreprise, qui bénéficie du soutien matériel de l'université de Chiang Mai et de l'IRD, pourrait accueillir de nouveaux partenaires, comme le *Centre d'anthropologie Sirindhorn* à Bangkok, afin de garantir la pérennité financière et technique du projet.

### Contact

Olivier Evrard  
evrard@bondy.ird.fr / olivier.ev@free.fr



www.sri.cmu.ac.th/~ethnic/en

## Antilles

# Sauver la forêt marécageuse

**La forêt marécageuse à *Pterocarpus officinalis*, un écosystème remarquable des Caraïbes, est menacée par la forte pression anthropique en milieu insulaire. Des scientifiques de l'université Antilles-Guyane, de l'IRD, du Cirad et de l'Inra étudient *Pterocarpus officinalis* et les micro-organismes symbiotiques qui lui sont associés. Ces travaux ouvrent d'intéressantes perspectives de conservation et régénération de cet environnement spécifique.**

**S**ituation d'urgence pour *Pterocarpus officinalis* : dans le Galion, à la Martinique, il ne reste plus qu'une centaine de ces arbres, et avec eux risquent de dispa-

raître un habitat de choix pour des espèces végétales rares des Petites Antilles ainsi qu'un refuge pour des oiseaux endémiques, poissons et crustacés qui s'y reproduisent. De plus, la

qualité des sols de cette forêt, caractérisée par une importante diversité en micro-organismes associés à *Pterocarpus officinalis*, comme les champignons mycorhiziens à arbuscules et les bactéries fixatrices d'azote, pourrait subir une forte dégradation.

Les travaux d'une équipe d'enseignants-chercheurs de l'UAG<sup>1</sup> sur la diversité infraspécifique de *P. officinalis* et de ses micro-organismes associés dans la région Caraïbes tentent de comprendre leurs adaptations dans des sols marécageux.

L'étude génétique a révélé une moindre diversité des populations insulaires de *P. officinalis*, dont la consanguinité est probablement liée à la petite taille et au faible taux de migration des populations.

Ces recherches ont en outre permis d'inventorier la ressource et de repérer les populations isolées et menacées d'extinction au sein des deux îles, Guadeloupe et Martinique. Un tel travail est important pour définir les stratégies futures de conservation de la biodiversité de l'espèce.

La solution, pour préserver et restaurer les forêts marécageuses des Antilles françaises, pourrait venir de la réintroduction des populations de *P. officinalis* avec des micro-organismes symbiotiques dans les sites dégradés. Les résultats des expériences destinées à sélectionner les organismes associés les



© Amadou Bâ

**Fragmentation de la forêt marécageuse du Galion en Martinique.**

plus efficaces sont encourageants. Des effets très positifs sur la nutrition minérale et la croissance de *P. officinalis*, inoculés aussi bien avec des bactéries fixatrices d'azote qu'avec des champignons mycorhiziens à arbuscules, ont été observés en milieu inondé. Ainsi, une collaboration avec l'ONF pour l'inoculation contrôlée de *P. officinalis*, dans une optique de restauration des forêts marécageuses en Guadeloupe et Martinique, devient techniquement envisageable.

1. Amadou Bâ et Félix Muller, enseignants-chercheurs de l'université des Antilles et de la Guyane, attachés à l'UR040, *Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes* (LSTM), unité mixte université de Montpellier 2/IRD/Cirad/Inra/ENSA-M, et leurs collègues, Bernard Dreyfus du LSTM, Gilles Béna de l'IRD et, Jean-Marc Bouvet et Yves Prin du Cirad.

### Contact

Amadou Bâ  
amadou.ba@univ-ag.fr



▲ **Nodules fixateurs d'azote à la base des contreforts.**

▲ ***Pterocarpus officinalis* avec ses contreforts remarquables en forêt marécageuse inondée.**



Alignement des cônes d'éjection de plus d'une dizaine de galeries drainantes dans la région de Tafilalet (Maroc).

# Au fond de la khettara Lahloua

**De loin, seul l'alignement de petits cônes de terre sur plusieurs kilomètres permet de repérer l'existence de « galeries drainantes », ces galeries souterraines de captage creusées par l'homme. Cette technique ancestrale que l'on retrouve sous différentes appellations de la Chine à l'Espagne, bien adaptée aux pays arides ou semi-arides où les écoulements de surface sont très limités et surtout non pérennes, est encore utilisée au Maroc au sud de la région de Meknès.**

**A**u cours d'une mission de formation à la recherche, Thierry Ruf (IRD, UR168, professeur associé de la formation *Gestion sociale de l'eau* de l'IRC-Supagro) et les partenaires marocains des associations de défense des khettaras de Jorf sont descendus dans une galerie en cours de réfection avec les villageois fiers de leur faire partager ce patrimoine façonné au cours des siècles. Descendre, sans lumière, dans l'un des 270 puits d'accès très étroits, juste tracté par une corde pendant 18 longs mètres, demande une grande confiance mais l'émotion est au rendez-vous en bas. L'eau de la nappe souterraine arrive aux cuisses, les parois du sol marneux orangé juste éclairées par une bougie procurent une ambiance mystérieuse, les hommes progressent lentement de biais, l'oxygène est compté dans la khettara Lahloua (galerie drainante affectueusement baptisée « la sucrée »). C'est l'une des 250 khettaras encore en activité sur les 450 qui ont été recensées dans la Province du Tafilalet (région de Meknès, Maroc). Effectif depuis 2005, le partenariat entre, d'une part, l'IRD (équipe *Gestion sociale de l'eau* de l'UR168, *Dynamiques environnementales entre forêt, agriculture et biodiversité*) et l'IRC-Supagro et, d'autre part, l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan-II (Ahmed Bouaziz, directeur du département d'agronomie) et l'université de Marrakech (Mohammed El Faiz, directeur de l'UFR *Analyse économique et développement*) a été renforcé en 2007 par le soutien du projet *Oasis du Tafilalet* financé par le Programme des Nations unies pour le développement et animé sur place par Erik Mahé. Pour renouveler profondément l'approche de la gestion des eaux dans le contexte oasien, une recherche sur les innovations locales est engagée sur la base de travaux de terrain en sciences humaines et en science agronomique. Pour les zones irriguées à partir des galeries drainantes, l'équipe s'appuie sur l'Association de lutte contre la désertification de Jorf (Lhassan Lamrani) et les diverses associations locales de gestion des khettaras. Il s'agit de comprendre comment la construction s'est mise en place dans le

temps et dans l'espace. Face à la pénurie d'eau de surface et à l'intense évapotranspiration, les habitants de ces régions ont astucieusement inventé le captage des eaux souterraines pour développer des oasis avec une certaine maîtrise des techniques mais aussi de l'organisation collective et du développement agricole. Le principe de construction consiste à intercepter la nappe phréatique qui affleure au piémont d'un relief, en creusant une galerie presque horizontale de l'aval vers l'amont – jusqu'au « puits mère » – avec une pente inférieure à celle de la topographie (voir schéma) afin d'amener par gravité l'eau des nappes souterraines à la surface pour irriguer vergers et jardins maraîchers. Les puits successifs d'évacuation des déblais sont les seuls signes visibles de ces ouvrages ayant exigé des travaux considérables impliquant toute une collectivité. Ces puits servent ensuite d'accès pour l'entretien des galeries. Dans la zone oasienne de Tafilalet, les galeries font de 5 à 10 kilomètres de long et les puits, distants de 30 m environ, ont des profondeurs allant de 2 à 18 mètres. La galerie elle-même fait 2 à 4 m de haut et moins de 50 cm de large. Le dernier puits creusé, dit puits de la source, est appelé le *Jbaa*. Chaque khettara a un chef, responsable du partage de l'eau. À Jorf, l'enquête autour de plusieurs khettaras, dont la gestion se base sur la tradition orale et sur des droits et règles écrites, tend à montrer que les plus anciennes auraient été creusées à la fin du XVIII<sup>e</sup> ou au début du XIX<sup>e</sup> siècle, bien que la présence humaine en ces lieux soit attestée depuis 2 000 ans. Sur l'ensemble du Maroc, on sait que la technique était connue bien avant (à Marrakech, les premières khettaras sont mises en place au XI<sup>e</sup> siècle) et que des khettaras ont été encore creusées jusqu'en 1950. Mais, dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, la modernisation de l'hydraulique publique et l'essor de forages privés ont fragilisé les khettaras et un grand nombre de galeries sont aujourd'hui hors service. Or, c'est précisément dans le Tafilalet que les oasiens ont le mieux conservé ces ouvrages.

Plus spectaculaire encore a été la réaction de la population de Jorf, face au retour des pluies abondantes et régulières depuis plus d'un an (mai 2006-mai 2007). Certains puits se sont effondrés du fait d'inondations. D'autres, qui avaient été abandonnés, ont vu la nappe à nouveau alimenter la zone amont de captage. Partout ou presque, les habitants ont entamé un travail de réhabilitation des galeries pour rétablir le bon fonctionnement et réinvestir dans l'agriculture oasienne. En fait, l'enquête démontre que les ouvrages hydrauliques ne sont pas figés, ils sont sans cesse en évolution, au gré des baisses de la nappe phréatique au cours des ans. Un chef de khettara explique qu'il a allongé la galerie pendant les trente ans de sa gestion, à raison de segments de trente mètres séparés par des puits (un segment tous les ans ou tous les deux ans). Si l'on considère ce rythme comme représentatif, le premier des 270 puits de la khettara Lahloua aurait été creusé vers 1800... Même si la roche sédimentaire n'est pas très dure, creuser les puits, les galeries et les entretenir représente un travail acharné : 3 à 4 fois par an pendant 2 mois pour 40 personnes ! Ces chantiers sont décidés et financés par les communautés rurales. L'Office régional de mise en valeur agricole du Tafilalet est conscient de l'importance de cette culture particulière de l'eau et il a fourni des aides ponctuelles pour remettre en état des zones de galeries totalement effondrées. Il dispose aussi d'une étude technique et économique très complète de la coopération japonaise (Jica) qui recommande un engagement public important pour renforcer les galeries encore vives.

Ces khettaras sont à la fois un capital précieux, un savoir manifeste et témoignent d'une capacité encore vivace à rassembler les forces autour d'un projet commun. Elles représentent également un modèle d'allocation des ressources en eau qui est enseigné en gestion sociale de l'eau à l'IRC-

Supagro à Montpellier (master de développement agricole tropical).

## Contact

Thierry Ruf,  
thierry.ruf@ird.fr



[www.mpl.ird.fr/ur168/](http://www.mpl.ird.fr/ur168/)



Les villageois entretiennent les khettaras ou galeries drainantes (Tafilalet, Maroc).

Carte des khettaras de Tafilalet sur fond d'image satellite (2006).

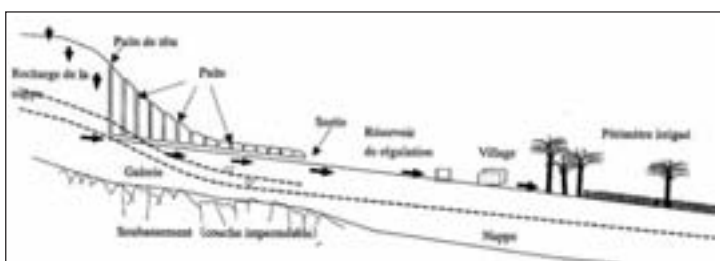
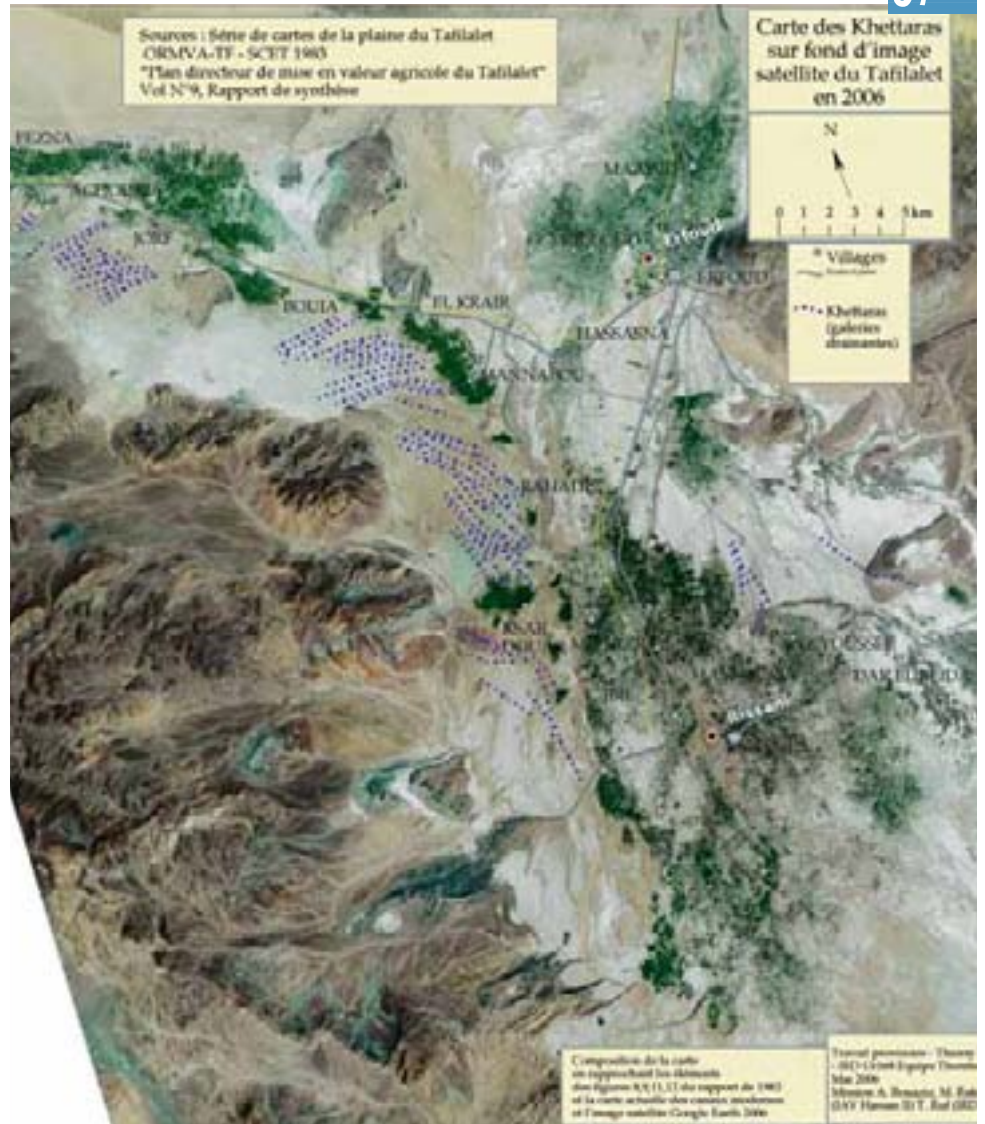


Schéma simplifié d'une khettara

Source : Étude de développement du projet de développement des communautés rurales à travers la réhabilitation des khettaras dans les régions semi-arides de l'est sud-atlasique au royaume du Maroc, rapport final de l'Agence japonaise de coopération internationale, (décembre 2006).

## Autour du monde

La technique ancestrale des galeries drainantes se retrouve sous différentes appellations dans de nombreux pays :

- Au Maroc : khettara (encore vivant)
- En Algérie : foggara
- En Iran : qanât (3 000 à 5 000 ans d'histoire)
- En Égypte (ont fonctionné pendant 7 siècles avant J.-C.)
- Au Yémen : aflaj
- En Chine : karez (encore vivant)
- En Afghanistan : kiraz (encore vivant)
- En Syrie : kanawat
- Au sultanat d'Oman : falaj (encore vivant)
- Au Pérou : vallée du Rio Nazca (encore vivant)
- En France : mines, sous-terres (encore vivant : Ardèche, Drôme, Gard, Hérault, Pyrénées orientales, Vaucluse)
- En Espagne : mina jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle (région de Madrid)

## Un peu d'histoire...

Il paraît admis que les qanâts trouvent leur origine dans une zone sous influence persane (Iran ou péninsule Arabique). Cette technique s'est ensuite propagée vers l'ouest (foggara sahariens) et vers l'est (kâriz centre-asiatiques) puis a suivi l'axe de diffusion de l'Islam (jusqu'en Europe). Son ancienneté toutefois est sujette à débats. Certains rapportent que « l'historien hellénistique Polybe (203-120 av. J.-C.) donne la seule description antique de qanâts, grâce à l'eau desquels l'armée d'Antiochos est parvenue à franchir le désert (en -201). Il souligne que ces qanâts sont dus, non à l'État qui ne mobilisait donc pas pour les construire une foule de travailleurs, mais aux communautés locales... Tandis que pour les autres « ces ouvrages de troisième génération seraient une "invention polygénique", [...] réponse locale au manque d'eau ou à sa raréfaction, en aucun cas antérieure au I<sup>er</sup> millénaire de l'ère chrétienne ». Sur l'état des galeries drainantes, il est précisé qu'en Iran « en 1950, la moitié des terres étaient encore irriguées avec cette technique mise au point voici plus de trois mille ans » et en Syrie « après un long abandon, elles ont servi de base à la remise en valeur des terres à partir du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle et surtout pendant la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle ». En France, ces constructions étaient « issues du travail de toute une communauté rurale » comme c'est encore le cas aujourd'hui au Maroc.

**Pour en savoir Plus :** *Irrigation et drainage dans l'Antiquité, qanâts et canalisations souterraines en Iran, en Égypte et en Grèce*, séminaire tenu au Collège de France sous la direction de Pierre Briant, Persika 2. Paris, Thotm éditions, 2001, 27 € (<http://www.thotm-editions.com>).

## Enseignement à distance

## Action locale, pensée globale

Publier est indissociable du métier de chercheur, transmettre les acquis les plus récents de la recherche aux nouvelles générations devrait l'être au moins autant. Les chercheurs de l'IRD présentent d'ores et déjà leurs résultats au sein des universités partenaires du Sud. Il en est de même pour les unités de recherche travaillant en France et dont les contributions sont organisées le plus souvent sous forme de modules d'enseignement, ces « briques » de l'enseignement supérieur. À l'heure des nouvelles technologies, au moment où les systèmes européens d'enseignement supérieur tendent vers l'harmonisation sous l'impulsion de l'Union européenne à travers la réforme LMD, fallait-il en rester au stade des seules initiatives locales ? Ne fallait-il pas aller plus loin et offrir à un plus grand nombre d'étudiants l'accès à ces ressources de pointe ?

C'est précisément pour prendre toute la mesure de ce nouveau champ d'intervention que le département Soutien et formation des communautés du Sud jetait en 2006 les bases d'un passage progressif de l'enseignement ex cathedra classique à un enseignement à distance. L'adhésion enthousiaste au projet de plusieurs directeurs d'unités de recherche et partenaires a déterminé l'IRD à se rapprocher de l'Agence universitaire de la francophonie (AUF). Son expérience reconnue dans le domaine donnera à l'IRD les moyens de concevoir son mode d'intervention selon les normes internationales, en particulier pour les diplômes de master. Les chercheurs de l'institut et leurs collègues du Sud seront ainsi amenés à concevoir ensemble des modules d'enseignement à distance qui, intégrés comme ressources à plusieurs masters dans les pays partenaires, donneront à ces filières une dimension internationale. ●

## Comment réussir avec maestria

► Obligation pour les enseignants de structurer leur enseignement de manière systématique et standardisée ;

► Diminution du temps de travail en salle et possibilité de dispenser des enseignements plus complets associant cours, analyse de publications, débat en ligne, etc. ;

► Possibilité, dans la mesure où les étudiants ont au préalable connaissance du thème qui y sera abordé, d'enrichir les cours en salle ;

► Possibilité d'utiliser le système depuis n'importe quel lieu via Internet, ce qui facilite la participation des professeurs étrangers ;

► Facilité de téléchargement des cours pour les étudiants, où qu'ils se trouvent ;

► Obligation pour les étudiants de lire les cours et les textes, aspect très important dans le contexte de certains pays du Sud où les étudiants sont peu préparés à la lecture critique des textes ;

► Liberté d'organisation du temps de travail ;

► Progressivité des apprentissages et de l'évaluation ;

► Paradoxalement, meilleure présence de l'enseignant via les outils d'échange et d'interpellation que la plate-forme offre à l'étudiant. ●

A U F

## Une approche convergente

**L'Agence universitaire de la francophonie (AUF) propose depuis quatre ans une offre diversifiée de formations initiales ou continues ouvertes et à distance (FOAD) sur appels à candidatures. Elle s'est récemment donné comme objectif de l'enrichir de partenariats avec des établissements d'enseignement supérieur des pays du Sud et de l'Est.**

À la suite d'un important travail de formation de formateurs en amont, l'AUF présentait dès 2006 cinq diplômes (licence et master), entièrement ou partiellement à distance, proposés par des établissements africains, sénégalais et camerounais. Pour la prochaine rentrée, outre un doctorat du Sénégal, de nouveaux masters sont proposés par des établissements algériens, bulgares, burkinabés et tunisiens.

Chaque appel à candidatures à destination des étudiants se double d'un appel à tuteurs auprès des enseignants. L'objectif de l'agence est d'intégrer, au terme de leur formation de tuteur à distance, des enseignants du Sud et de l'Est dans les équipes pédagogiques des diplômes qu'elle propose en FOAD. Cette formation à la formation devrait très prochainement donner lieu à une certification au tutorat à distance.

Une fois sélectionnés, les candidats peuvent utiliser les campus numériques francophones et les centres d'accès à l'information de l'agence qui leur offre par ce biais, outre les infrastructures

techniques et de réseau nécessaires pour suivre ces formations dans de bonnes conditions, des conseils, des aides, des médiations destinés à faciliter leurs apprentissages. Ces formations virtuelles donnent cependant lieu à des examens bien réels, en salle surveillée, garantissant aux diplômés ainsi obtenus la même valeur académique que les diplômes classiques.

## Soutenir l'excellence où elle se trouve

L'AUF offre des allocations d'études à distance aux meilleurs candidats sélectionnés par les universités, selon des critères définis par son Conseil scientifique, avec une priorité accordée, entre autres, et à qualité scientifique égale, aux candidatures féminines. En 2006, l'agence avait reçu plus de 8 000 candidatures et 920 nouveaux étudiants, allocataires ou bénéficiant d'un tarif réduit, ont été régulièrement inscrits dans les établissements d'enseignement supérieur membres de l'AUF. Plus de 80 % de ces nouveaux inscrits sont originaires d'Afrique sub-saharienne. Pour 2007-2008, près de 700 allocations d'études



à distance sont à nouveau proposées, complétées pour certaines d'entre elles par des prises en charge supplémentaires que certaines ambassades de France ont mis en place à destination des ressortissants africains.

Le rapprochement entre l'AUF et l'IRD, fruit d'une convergence de pratiques et d'objectifs, prévoit d'ores et déjà le montage de deux masters professionnels, l'un en télédétection et systèmes d'information géographique<sup>1</sup>, l'autre en biotechnologie végétale. Le partenariat vise en outre à définir un cahier des charges fixant les modalités d'ouverture, via une plate-forme FOAD, d'une bibliothèque virtuelle de modules en cours de constitution sous l'impulsion de l'IRD. ●

1. Rattaché au master de géomatique de l'université d'Orléans, il débouche sur la délivrance d'un master professionnel en cohabilitation avec les universités et institutions

françaises et africaines impliquées dans le projet. Les titulaires favoriseront la diffusion en Afrique centrale d'une approche durable de la gestion de l'environnement et des territoires ainsi que l'émergence, à terme, d'une expertise locale en cartographie.

## Contact

Pierre-Jean Loiret, chef de projet « Formation à distance et technologies éducatives » à l'AUF  
pierre-jean.loiret@auf.org



www.auf.org

## En savoir plus

Fédération interuniversitaire de l'enseignement à distance (FIED) :  
http://www.fied-univ.fr

## Expérience d'un master en Bolivie

**L'IRD fut à l'initiative en 2005 de la création d'un master en géographie humaine à l'université Mayor de San Andrés (UMSA) de La Paz, en Bolivie. À l'origine du projet : un constat, en dépit d'un besoin récurrent de cadres dans des domaines aussi divers que la planification**

**territoriale, la gestion des parcs nationaux, la gestion du patrimoine ou la médecine épidémiologique, la géographie humaine ne faisait l'objet d'aucun enseignement à ce niveau dans le pays.**



L'équipe responsable du master (université et IRD-UR151/UJMR LPED) a très tôt cherché des solutions pour concilier les 640 heures d'enseignement réglementaires avec les obligations professionnelles des étudiants (les cours ont lieu de 19h à 21h). Adossé à la plate-forme de formation à distance de l'université (Moodle, disponible en open source sur <http://moodle.org/>), le site d'enseignement « virtuel » bénéficie ainsi de sa diffusion auprès d'une large communauté d'utilisateurs à travers le monde. Développé avec l'appui et les ressources du service informatique de

l'UMSA, le site constitue une première en Bolivie et place l'université à l'avant-garde de l'utilisation des TIC à des fins pédagogiques.

En dépit de la contrainte que représente pour ses concepteurs l'accessibilité de la plate-forme à tout utilisateur, quel que soit son niveau en informatique, le nouvel outil offre une large gamme de prestations : mise à disposition de ressources de toute nature, suivi des travaux, mise en ligne d'événements, forums, examens sous forme de QCM, d'enquêtes ou de documents téléchargeables, évaluation interactive et notation en direct.

L'ensemble se décline en 6 services (information, modules d'enseignement, séminaires, conférences, forum et bibliothèque virtuelle), chacun donnant accès à des interfaces interactives de suivi du travail par les étudiants et les enseignants. Les enseignements sont organisés en 13 modules, chacun regroupant en moyenne 5 thèmes sous la responsabilité d'un enseignant.

L'étudiant dispose de 15 jours pour prendre connaissance des cours et des documents en ligne, et rendre les travaux correspondants ; la possibilité lui est offerte de dialoguer avec le professeur responsable via le chat ou la messagerie électronique mis en place à cet effet. Cette phase « virtuelle » est suivie d'une semaine de cours à l'université dont l'objectif est d'approfondir l'enseignement à distance, de corriger les travaux des étudiants, mais aussi de tisser des liens dont l'expérience montre qu'ils perdurent souvent bien au-delà de la validation du module. Malgré le bouleversement induit dans leurs habitudes de travail, enseignants et étudiants ont assez rapidement assimilé les concepts et les méthodes de cette nouvelle forme d'apprentissage, notamment grâce à un accompagnement technique et pédagogique initial adapté.

Du point de vue académique, les avantages sont considérables : les étudiants disposent de documents de toute nature, de bibliothèques virtuelles, d'interfaces de dialogue, etc. En outre, et par sa nature même, cet enseignement à distance remplace le travail personnel de l'étudiant au cœur du processus de transmission des savoirs. Par sa souplesse d'utilisation et sa richesse de contenu, il ouvre par ailleurs de nouvelles perspectives dans les pays du Sud où les infrastructures universitaires demeurent sommaires.

Hormis les frais relatifs à l'implémentation et à l'administration de la plate-forme, ce mode d'enseignement réduit

les coûts, ce qui permet d'impliquer davantage de professeurs étrangers, dont des chercheurs de l'IRD. La mise en réseau de spécialistes de plusieurs pays autour d'un module partagé, l'infrastructure allégée et les procédures simplifiées entre professeurs et étudiants pourraient favoriser l'éclosion de nombreux projets de masters internationaux, tel celui sur le thème de la planification territoriale entre des universités de Bolivie, d'Équateur et de Colombie. Plus immédiats, les effets en matière de gestion sont manifestes : moindre coût horaire de l'enseignement et économies sur la reprographie dégagent autant de fonds supplémentaires pour des ateliers de terrain ou l'achat d'ouvrages. Ainsi, en permettant de repenser les rapports entre les enseignants et les étudiants à travers la formalisation de réseaux effectifs, l'enseignement à distance se révèle un outil pédagogique d'avenir dans le contexte de certains pays du Sud où il remédie, par une ouverture au monde, aux carences budgétaires et au manque d'infrastructures. ●

## Contacts

Louis Arreghini : louis.arreghini@ird.fr  
Hubert Mazurek : h.mazurek@cgjar.org  
Alain Leplaideur : dsf@ird.fr  
Olivier Dionigi : Olivier.Dionigi@ird.fr

Le site est accessible à l'adresse suivante : <http://cv.umsa.bo/geografia/>  
Pour une utilisation plus académique, contacter Miriam Canaza, gestionnaire du site : miriam\_canaza@hotmail.com

# SCIENCES *Les dossiers* au sud

Le journal de l'IRD

## Santo 2006 Destination biodiversité

© IRD/M. Boré



### Santo 2006, pari gagné !

La complémentarité entre l'IRD, le Muséum national d'Histoire naturelle et l'ONG Pro-natura International a permis de déployer une "force de frappe" à la dimension de la biodiversité de cette île tropicale, soit 150 chercheurs, avec un navire océanographique (l'Alis), un "Arboglisneur"...

Vanuatu est un pays bien connu de l'IRD : géologues, botanistes, archéologues ont arpenté ces îles, sans oublier le regretté Joël Bonnemaison, qui nous a fait connaître la culture si attachante des « gens de pirogue et gens de la terre ». Le Fonds Pacifique l'a bien compris, en soutenant la mission.

La pluridisciplinarité qui fait la force de l'IRD a pu se déployer. Biologistes marins, ichthyologues, entomologistes, botanistes, palynologues, mais aussi archéologues, vont décrire la biodiversité, réalisant ainsi une mesure de référence, indispensable pour le suivi de la réponse du vivant au changement global.

Trois traits sont à souligner. Nous avons visé les organismes de petite taille, là où les espèces sont les moins connues : mollusques et crustacés marins, insectes de la canopée, faune du sol, mousses... Nous avons voulu l'approche la plus moderne : collections accessibles à la biologie moléculaire, relevés géographiques avec la précision du GPS, images numériques... Enfin, nous avons intégré l'homme, tant par son impact sur la biodiversité que par les relations fortes établies avec les Ni-vanuatou.

Le développement a été pensé dès le départ : intégration des nationaux – mais aussi de Philippins, Fidjiens, Indonésiens ; restitution des résultats (herbier, collection entomologique, bases de données) ; relations entre des classes de Vanuatu et de France, avec le concours de l'Éducation nationale.

La biodiversité n'est plus maintenant exclusivement une affaire de biologistes, elle doit intégrer d'autres dimensions qui vont de la culture à l'économie, en passant par l'histoire.

D'août à décembre dernier a eu lieu, sur l'île d'Espiritu Santo, au nord de Vanuatu, l'une des expéditions d'exploration de la biodiversité les plus ambitieuses jamais réalisées : Santo 2006. Une dizaine de chercheurs de l'IRD ont participé à cette aventure scientifique, que l'Institut de recherche pour le développement a organisé conjointement avec le Muséum national d'Histoire naturelle et l'ONG française Pro-natura International.

Deux cent trois participants dont 153 scientifiques, 25 nationalités différentes, plus de quatre mois de présence sur le terrain... L'expédition Santo 2006 marquera l'Histoire comme l'une des plus grandes opérations d'inventaire de la biodiversité jamais réalisées. « Nous avons voulu l'inscrire dans la lignée des grands voyages exploratoires entrepris au XVIII<sup>e</sup> siècle par Cook ou par Bougainville. Cependant, elle bénéficie des meilleurs équipements techniques du XXI<sup>e</sup> siècle : localisation par GPS, navire océanographique équipé d'un sondeur multifaisceau et même un nouvel engin d'exploration de la cime des arbres, l'Arboglisneur, conçu par l'équipe du "radeau des cimes" », résume Hervé Le Guyader, directeur de l'UR148, Systématique, adaptation, évolution, unité mixte Paris 6, CNRS, IRD, MNHN et co-directeur scientifique de l'expédition.

Cette mobilisation sans précédent répond à une ambition de taille : dresser un bilan global de la biodiversité de l'île d'Espiritu Santo (plus communément appelée Santo), à Vanuatu, en incluant les groupes d'organismes très diversifiés et relativement ignorés que sont les insectes, en milieu terrestre, et les mollusques et les crustacés, en milieu marin. Cet inventaire permettra notamment d'obtenir une estimation fiable de la magnitude de la biodiversité, dans ses compartiments les plus divers et dans les milieux les plus riches, d'évaluer le poids des espèces rares dans la composition des peuplements et de mieux saisir la dimension spatiale de la biodiversité, afin d'avoir une meilleure idée de la représentativité d'un site à l'échelle régionale. À l'heure de la phylogénie et de la taxonomie moléculaire, il s'agissait aussi de mettre les collections au goût du jour. Ainsi, les échantillons collectés sur Santo ont tous été conditionnés dans l'alcool, ce qui, contrairement au formol, les rend utilisables pour le séquençage de routine. Par ailleurs, plusieurs milliers de mollusques marins ont été directement préparés en vue d'être "bar-codés". « Cette opération consiste à identifier une courte séquence d'ADN dont le rythme des mutations est tel qu'elle peut servir, par la suite, à distinguer les espèces entre-elles, et à les reconnaître », explique Hervé le Guyader.

Aussi vaste que la moitié de la Corse (4 000 km<sup>2</sup>), Santo présente une variété de milieux naturels, en assez bon état de conservation. « On y trouve des forêts tropicales, des grottes karstiques, des récifs coralliens... C'est un peu un modèle réduit de ce qu'il reste à explorer en milieu tropical », résume Philippe

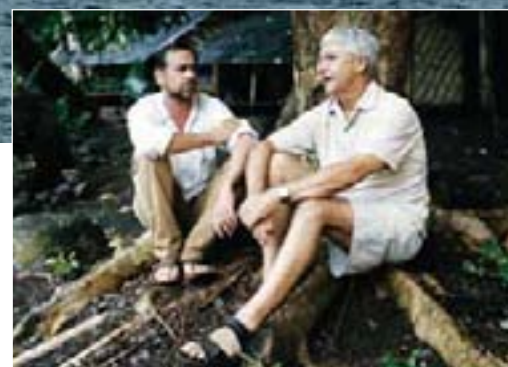
Bouchet, directeur de l'unité Taxonomie et collections du Muséum, et co-directeur scientifique de Santo 2006. L'île est toutefois loin d'être déserte. L'Homme y aurait débarqué il y a quelque 3 000 ans et elle est aujourd'hui peuplée d'environ 30 000 habitants. Le tiers se concentre dans le Sud, à Luganville, tandis que le reste de la population est dispersé dans des villages, principalement situés dans l'est de Santo, et vit d'agriculture traditionnelle.

Côté organisation, cette grande expédition a été structurée en quatre volets, ou modules indépendants. Basé au collège maritime de Luganville, la plus grande ville de l'île, le module Marin (97 participants) s'est concentré dans le sud de

l'île, dans la forêt tropicale désignée par l'acronyme *Ibisca* (pour *Inventaire de la biodiversité des insectes, du sol à la canopée*). Enfin, un module *Friches et Aliens* (onze participants) s'est penché sur l'influence de l'homme sur la biodiversité, en faisant l'inventaire des espèces introduites sur Santo.

Cette opération aura permis de récolter plus de 10 000 espèces. Mais comme le souligne ses organisateurs : l'un de ses principaux résultats est d'avoir permis de démontrer qu'il est possible de « boucher les trous » dans la connaissance de la biodiversité de notre planète, en

collaboration avec l'Institut national de la recherche pédagogique et l'ENS-Lyon, pour favoriser l'intégration des apports de l'expédition dans les enseignements scolaires, dans le cadre des programmes officiels de l'Éducation nationale française.



Olivier Pascal (PNI-Pro-Natura International) et Hervé Le Guyader (IRD), co-directeurs de l'expédition, au camp de Penaorou.

© Claude Rives/Gamma



Vanuatu, archipel de la Mélanésie dans le Pacifique Sud, comprend quatre-vingts îles et îlots dont cinquante déserts et s'étend sur 800 km. Le nombre d'habitants est d'environ 170 000. Sur Santo, la plus grande île, et la ville de Luganville compte quelque 9 000 habitants. Carte extraite de l'Atlas des pêcheries côtières de Vanuatu, Cillauren E., David G., Grandperrin R., Hors collection, IRD 2001.

Santo. Le navire océanographique *Alis* a toutefois effectué des opérations de dragage profond et de chalutage tout autour de l'île, et plus particulièrement à Big Bay, au nord. Le module Karst (une vingtaine de participants) a exploré le milieu souterrain de Santo, en se concentrant dans sa moitié est, où les grottes sont les plus nombreuses et les plus vastes. Le module Forêt, Montagnes, Rivières, auquel participaient 90 personnes, était composé de petits groupes itinérants et d'une équipe "sédentaire". Les premiers ont échantillonné plusieurs zones de Santo, gravi le mont Tabwemasana (1879 mètres), traversé la chaîne des Cumberland (qui culmine à 1 444 mètres)... Quant à la seconde, établie dans un camp de brousse, au-dessus du village de Penaorou (nord-ouest de l'île), elle a mené un programme d'écologie quanti-

inventariant les groupes d'organismes les plus diversifiés. Une importance particulière a été apportée à la collaboration avec la population locale et à la restitution des résultats au grand public, et, en particulier, aux scolaires. Durant toute la mission, diverses actions pédagogiques ont été menées vers des classes de l'archipel. Un site Internet a par ailleurs été mis en place,

### Contact

Hervé Le Guyader  
herve.le-guyader@snv.jussieu.fr

**WEB** <http://santo2006.ens-lyon.fr>

Le coût global de cette expédition (1 100 000 euros) a été couvert grâce au soutien de : la **Fondation Stavros S. Niarchos**, la **Fondation d'entreprise Total**, le Comité pour la recherche et l'exploration de la **National Geographic Society**, la **Fondation Sloan**, la **Fondation Véolia**, **Triballat**, **Universal Sodeho**, **Telecom Vanuatu Limited**, ainsi que de divers fonds publics : le Fonds Pacifique du Ministère des Affaires étrangères, le Programme européen Edit, le CNRS, l'Ambassade de France à Vanuatu, la représentation de l'Union européenne à Vanuatu.

© Claude Rives/Gamma

## Diversité Marine

**Les 97 participants du module Marin se sont déployés de début août à fin octobre, principalement dans le sud de l'île. De la zone intertidale (qui découvre à marée basse) jusqu'à mille mètres de profondeur, ils ont mis en œuvre un éventail de méthodes pour collecter la flore et la faune, avec un effort d'échantillonnage particulier pour les mollusques et les crustacés décapodes (crabes, crevettes, bernard-l'hermite).**

### Une impressionnante récolte



© IRD/J.-M. Boré

**Claude Payri (chercheuse IRD) et Catherine Geoffroy trient les échantillons récoltés. Au total, 250 espèces d'algues, 1103 espèces de crustacés décapodes, 3 000 à 4 000 espèces de mollusques et 486 espèces de poissons.**

La volet *Marin* de Santo 2006 se situe dans la droite ligne des ateliers similaires conduits à Lifou, en Nouvelle-Calédonie, en 2000, à Rapa, dans l'archipel des Australes, en Polynésie française, en

2002, et à Panglao, aux Philippines, en 2004. Il s'agissait de poursuivre ces inventaires menés le long du gradient de biodiversité marine du Pacifique sud, qui s'étend de la zone la plus riche en espèces (Philippines), à la zone la plus pauvre (archipel des Australes). Hormis le bois coulé et le benthos profond (jusqu'à mille mètres), le module a prospecté les plages, les fonds meubles, et les récifs coralliens. Ces derniers ont pu être échantillonnés jusqu'à 150 mètres de profondeur, grâce à la présence de plongeurs hawaïens utilisant la technologie « trimix » (un mélange d'hélium, d'azote et d'oxygène), et grâce à celle de Jo Arbusto, pêcheur de coquillages philippin, qui avait déjà collaboré à l'atelier de Panglao, en 2004, et qui est venu mouiller ses filets, les tangle nets le long de la rive sud de Santo. « Du fait de leurs difficultés d'accès, les récifs profonds de 60 à 150 mètres ont été très peu prospectés par le passé, commente Philippe Bouchet, directeur de l'unité *Taxonomie et collections du Muséum* et coordinateur du module. À Santo, leur exploration a été très fructueuse. »

Les premiers résultats de ce module sont impressionnants : 1 103 espèces de crustacés décapodes, 3 000 à 4 000 espèces de mollusques et 486 espèces de poissons ont été collectées, parmi lesquelles une centaine, un millier et quinze espèces, respectivement,

seraient nouvelles pour la science. Sans oublier quelque 250 espèces d'algues et 7 phanérogames marines récoltées par l'équipe de Claude Payri, professeur à l'université du Pacifique et détachée à l'IRD de Nouméa. Parmi les algues, au moins 9 taxons sont nouveaux pour la science (2 d'entre eux sont décrits et en cours de publication). La flore montre de fortes affinités avec les archipels avoisinants, et certaines espèces, jusque-là signalées comme endémiques aux îles Hawaii, ont été récoltées à Santo.

Pour qui ne se fierait qu'à ces chiffres, Santo serait l'un des sites mondiaux les plus riches en espèces marines, juste après Panglao, aux Philippines. « Toutefois, souligne Philippe Bouchet, certains habitats, comme les herbiers

sous-marins et les sédiments minéraux, étaient peu représentés ou absents de notre site d'étude. De plus, les récifs coralliens de l'île nous ont paru en mauvais état, peut-être à cause des nombreux cyclones qui sont passés dans le secteur, au début des années 1980. Enfin, il s'est avéré que la plupart des espèces avaient un très faible nombre de représentants. Tout cela nous incite à pondérer ces résultats : ils reflètent peut-être davantage la qualité du travail accompli que la biodiversité du site. »

### Contacts

Philippe Bouchet  
pbouchet@mnhn.fr  
Claude Payri  
claud.payri@noumea.ird.nc



© IRD/J.-M. Boré

**Sur le pont du navire océanographique *Alis*, Bertrand Richer de Forges, chercheur à l'IRD examine les échantillons remontés au cours d'un dragage profond au large de Santo.**

### Lever le voile sur la faune des bois coulés



© IRD/J.-M. Boré

**Récupération des organismes sur un bois coulé remonté lors d'un dragage profond au large de l'île de Santo.**

En zone tropicale, le couvert forestier, abondant, est soumis à d'importantes intempéries. Une grande quantité de bois est donc entraîné dans la mer, puis au fond de l'eau. Les alentours de Santo ne font pas exception. Big Bay, en particulier, où s'écoulent de nombreux fleuves dont le cours suit des pentes arborées, est un lieu d'accumulation de débris végétaux. En l'absence de lumière, donc de photosynthèse, ces substrats fournissent aux organismes marins des profondeurs une source supplémentaire de matière organique, qui permet la naissance d'un écosystème complexe, aussi méconnu que captivant au plan scientifique. Comme des campagnes préliminaires l'ont montré, les bois coulés sont colonisés par divers groupes de macro-organismes : mollusques gastéropodes, polyplacophores et bivalves, crustacés décapodes et pécarides,

polychètes, échinodermes. Mais aucune étude intégrée n'a jamais été menée sur cette faune, qui semble, en grande partie, spécifiquement associée à ce substrat.

Hormis l'inventaire et la description de la faune bathyale de Santo, la campagne *Santo Boa*, qui constitue le volet écosystèmes profonds de *Santo 2006*, avait pour objectif l'étude du fonctionnement et de l'origine de l'écosystème associé aux bois coulés. Les organismes qui colonisent ces milieux récupèrent-ils le carbone organique dont ils ont besoin dans les débris planctoniques transmis de la surface à la zone bathyale, ou bien sont-ils capables de faire de la chimiosynthèse ? Le cas échéant, se servent-ils de bactéries symbiotiques ? *Quid* des capacités de dispersion des espèces des bois coulés ? Quelles relations phylogénétiques ont-elles avec les espèces des sources hydrothermales ou des suintements froids ?

À bord de l'*Alis*, navire océanographique de l'IRD venu de Nouméa, une équipe pluridisciplinaire de l'UR148, unité mixte *Systématique, adaptation, évolution*, constituée de deux microbiologistes (Magali Zbinden, de l'Université de Paris 6 et Olivier Gros, de l'Université des Antilles et de la Guyane), d'une généticienne des populations (Sarah Samadi, IRD), d'un spécialiste de la biodiversité des milieux tropicaux profonds (Bertrand Richer de Forges, IRD), et d'un biosédimentologue (Christophe Chevillon (spécialiste de la télédétection acoustique des fonds et des habitats, IRD) et à laquelle s'était

joint un malacologue (Takuma Haga, Université de Tokyo) et une mycologue (Joëlle Dupont, MNHN), a mené durant deux semaines des opérations de chalutage et de dragage profonds autour d'Espiritu Santo. Cette campagne a également permis de récupérer deux filières de cinq et six casiers contenant divers substrats organiques (os de bœuf et de cachalot, os de seiche, plumes de dindon, carapaces de tortue, morceaux de bois de différentes essences...), que l'équipe avait immergé à 500 mètres de profondeur, lors d'une précédente campagne, en septembre 2005. L'étude de la microfaune et de la macrofaune qui les a colonisés devrait être riche d'enseignements.

### Contact

Sarah Samadi  
sarah@mnhn.fr



**Bernard L'hermite vivant dans un bambou, remonté lors d'un dragage profond au large de l'île de Santo.**

## Friches et aliens

**Inventorier les espèces allochtones de l'île de Santo, en se focalisant sur quelques "groupes cibles", étudier leur distribution selon un gradient d'anthropisation des sites et des milieux, et préciser comment les populations locales perçoivent ces espèces, telles étaient les principaux objectifs du module Friches et Aliens, dédié au rôle de l'Homme dans l'évolution locale de la biodiversité. Pour les remplir, onze scientifiques se sont déployés durant tout le mois d'octobre dans la moitié est de l'île, où la présence de l'Homme est actuellement la plus importante.**

**Hervé Jourdan (IRD) recherche sur ce drap blanc les insectes que la lumière attire.**



Marc Pouilly (IRD) pose dans une grotte des pièges à insectes constitués par une fiole contenant de l'eau sucrée qui attire les insectes.

## Vie souterraine

**L'île de Santo présente la plus grande surface de relief karstique de toutes les îles du Pacifique, à l'exception de la Papouasie-Nouvelle-Guinée. Elle est aussi l'une des moins connues pour la faune souterraine. De quoi justifier la présence d'une vingtaine de spécialistes du milieu souterrain. Ils constituaient le module Karst de l'expédition, qui s'est installé sur l'île durant tout le mois de septembre.**

### La faune insolite des entrailles de Santo

Santo est une île d'origine volcanique. Mais, dans toute sa partie est, elle est recouverte d'une épaisse croûte de corail soulevé. C'est ce relief calcaire, dans lequel la pluie a creusé des cavités, que les spécialistes appellent un karst. En plus de topographier les grottes, le module Karst de Santo 2006 a échantillonné la faune de ce milieu particulier, ainsi que celle du sol forestier et de la litière de feuilles mortes.

Si une faune troglobie existe sur cette île, elle est apparemment peu abondante. C'est ainsi que les spécialistes nomment la faune strictement inféodée au milieu souterrain terrestre (par opposition au milieu souterrain aquatique). Comme les troglobies ont évolué isolément de ceux de la surface, ils sont susceptibles de présenter des caractères originaux. « On constate souvent une perte des yeux et de la pigmentation, ainsi qu'un allonge-

ment des pattes et des antennes », précise Louis Deharveng, directeur de l'unité mixte Muséum/CNRS, Origine, structure et évolution de la biodiversité, et coordinateur du module. En revanche, les eaux souterraines de Santo renferment apparemment un assez grand nombre de crustacés stygobies (strictement inféodés au milieu souterrain aquatique), transparents et aveugles. Proviennent-ils de la mer ? Le cas échéant, comment ont-ils réussi à coloniser les eaux souterraines ? Parce que la réponse se trouve peut-être dans les grottes anchialines, qui renferment à la fois de l'eau douce et de l'eau de mer, l'équipe a consacré un effort particulier à leur exploration. Grâce à des dispositifs de piégeage, quelques crabes et crevettes très particuliers y ont été capturés. Ils sont en cours d'étude.

#### Contact

Louis Deharveng  
deharven@mnhn.fr



Frank Brehier (attaché au Muséum) en plongée dans une grotte immergée, a capturé une crevette, probablement d'une nouvelle espèce.

### Sur les traces du passé

Durant le mois de septembre 2006, Jean-Christophe Galipaud et Anne-Marie Sémah, respectivement archéologue au centre IRD de Nouméa et palynologue à l'IRD de Bondy, accompagnés de Denis Wirrmann, sédimentologue IRD en affectation à Nouméa et Antoni Alcover Tomas, paléontologue de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, à Majorque, se sont penchés sur le "remplissage" des grottes peu profondes et des abris sous roches de Santo. Résultat : les vingt sites prospectés, répartis entre le cap Cumberland (nord-ouest de Santo) et l'îlot d'Aoré, face à sa rive sud, renfermaient des restes archéologiques ou paléontologiques. Nulle trace du fameux mégapode, un oiseau terrestre qui aurait pu exister à Santo par le passé (puisqu'on a pu montrer qu'il a disparu il y a seulement 3 000 ans de Nouvelle Calédonie), n'a pu être trouvé. Mais Jean-Christophe Galipaud a eu la bonne surprise de découvrir, presque dans chaque site, des

céramiques estimées à plus de mille ans, ainsi que des traces de foyers, parfois accompagnés d'outils et de fossiles de rats, d'oiseaux, de chauves-souris, de lézards, probablement consommés par les Mélanésiens de l'époque. Des ossements humains ont aussi été découverts, quelquefois associés à des canines de suidés, qui attestent, en principe, du haut statut social de la personne inhumée. Grâce aux sédiments prélevés à l'entrée des grottes et dans diverses zones marécageuses de l'île, Anne-Marie Sémah espère, quant à elle, retracer l'évolution de la composition floristique de cette île du Pacifique Sud au cours des derniers millénaires. « Des changements dans la flore peuvent attester d'événements climatiques majeurs ou de variations inter-annuelles répétitives, comme des épisodes El Niño », précise-t-elle.

#### Contact

Anne-Marie Sémah  
Anne-Marie.Semah@ird.fr



Dans une grotte de Salea, région d'Hokua - Nord Cumberland, ossements humains et canines (tusker) de suidés.

### Des rongeurs et des hommes

Spécialistes des rongeurs envahissants à l'Inra de Rennes, Michel Pascal et Olivier Lorvelec ont réalisé un inventaire de ce groupe de mammifères sur Santo. D'après leurs premiers résultats, au moins quatre espèces introduites y sont actuellement présentes : le rat du Pacifique (*Rattus exulans*), le rat noir (*Rattus rattus*), le rat surmulot (*Rattus norvegicus*) et la souris grise (*Mus musculus*). Le grand rat épineux de Nouvelle-Guinée, *Rattus praetor*, qui a été trouvé dans des sites archéologiques des îles de Vanuatu, mais n'a jamais été signalé dans la nature depuis la venue des Européens, est absent des échan-

tilons collectés lors de l'expédition. Seul le rat du Pacifique serait parvenu sur l'île avec les premiers Mélanésiens, qui y ont aussi introduit le porc. Les trois autres rongeurs présents à Santo seraient, quant à eux, arrivés ultérieurement, avec les Européens. Deux nymphes de la tique *Amblyomma cyprinus*, espèce largement répandue dans le sud-est asiatique, ont par ailleurs été collectées sur un rongeur, sans doute un rat du Pacifique, tandis que des adultes du même parasite ont été trouvés en abondance sur deux porcs "marrons". Cette tique aurait-elle été introduite par les premiers Mélanésiens en même temps que le rat du Pacifique et le porc ? Toujours est-il que tous les mammifères actuellement présents dans la nature à Santo, ainsi que leur cortège de parasites et de pathogènes, ont été introduits par l'Homme, à l'exception des chauves-souris.

#### Contact

Michel Pascal  
Michel.Pascal@beaulieu.rennes.inra.fr



Michel Pascal mesure et dissèque un rat sur le site de Vathe à Matantas. À chaque fois, trois zones de piégeages ont été sélectionnées, selon un gradient de modification du milieu par l'homme. Trois espèces ont été trouvées : le rat noir *Rattus rattus*, le rat du Pacifique *Rattus exulans*, le rat surmulot ou rat d'égout *Rattus norvegicus*. Une espèce connue de l'île de Santo, le rat épineux *Rattus praetor*, n'a pas été retrouvée pendant le temps de l'expédition, a-t-elle disparu ?



L'ethnologue Marine Robillard (Muséum) s'entretient avec les habitants du village. Le travail du module friches et aliens a permis de percevoir l'importance des voies de communication dans la propagation des espèces allochtones puisque, d'après les témoignages des villageois, la souris grise est arrivée à Butmas par la piste ouverte en 2000.

### Haro sur la fourmi électrique !

« Les fourmis sont reconnues pour leur rôle structurant dans les écosystèmes tropicaux », explique Hervé Jourdan, de l'IRD de Nouméa, spécialiste de ces insectes. « On considère généralement que si la communauté de fourmis est équilibrée, il y a de bonnes chances pour que l'écosystème soit en bonne santé. » Pour s'en assurer, le chercheur a mené, avec Bruno Gatimel, volontaire civil à l'Aide technique et membre de son équipe, un inventaire de ces hyménoptères sur Santo dans le cadre du module friches et aliens, en explorant le gradient d'anthropisation depuis les abords du port de Luganville jusqu'à la réserve naturelle de Vathé, sur Big Bay. Avant ce travail, 36 espèces de fourmis étaient connues sur l'île. Les deux scientifiques en ont isolé une cinquantaine, dont une quinzaine sont allochtones de façon certaine.

Parmi elles, la redoutable fourmi électrique, *Wasmannia auropunctata*, qui, non seulement, pique les humains, mais décime les communautés d'in-

sectes. Originaire d'Amérique Tropicale, cette espèce de petite taille, qui voyage facilement, est présente un peu partout dans le Pacifique où elle cause de gros dégâts. « Heureusement, précise Hervé Jourdan, sa répartition sur Santo est apparemment limitée à un hectare. Il est donc possible d'envisager son éradication. »

Le chercheur devrait retourner sur place prochainement pour encadrer cette opération, financée sur le budget de Santo 2006.

#### Contact

Hervé Jourdan  
Herve.jourdan@noumea.ird.nc



Hervé Jourdan, entomologiste à l'IRD à Nouméa, fait l'inventaire des différentes espèces de fourmis.

### « Envahissante » pas nécessairement « introduite »

Des 250 espèces de plantes liées aux activités humaines récoltées lors de l'expédition par Marc Pignal, botaniste au Muséum national d'histoire naturelle, la plus énigmatique est peut-être la liane *Merremia peltata*. À Santo, cette espèce se trouve en effet dans son aire de répartition « naturelle », puisqu'elle est considérée comme autochtone aux îles Salomon, Fidji et Samoa, ainsi qu'en Australie. De plus, cette liane possède un nom dans la langue de la commune de Butmas, en plein centre de l'île, ce qui semble indiquer que sa présence est ancienne. Mais, d'un autre côté, *Merremia peltata* est notoirement envahissante à Santo : dans tout espace perturbé par l'homme, elle se propage rapidement et étouffe la végétation. « Deux possibilités : ou il s'agit d'une espèce introduite très anciennement, ou d'une espèce locale dont l'"agressivité" est apparue récemment, peut-être à la suite d'un changement dans les pratiques culturelles », commente le botaniste. « Les analyses du pollen fossile retrouvé dans des sédiments anciens par les chercheurs du module "Karst" pourraient nous aider à trancher entre ces deux hypothèses. »

#### Contact

Marc Pignal - pignal@mnhn.fr

# Forêts, montagnes, rivières

De mi-novembre à mi-décembre, le module « FMR » (90 participants environ) s'est penché sur la biodiversité des forêts anciennes et des eaux douces de surface. Les membres de ce module étaient répartis selon deux modes de fonctionnement : plusieurs petits groupes ont prospecté Santo de manière itinérante, en collectant les espèces en fleurs ou en fruits au passage, tandis qu'un groupe « sédentaire » était basé au-dessus du village de Pénaorou, dans un camp de brousse bâti de main de maître par les villageois.

## Deux grands types de forêts anciennes



Jerome Munzinger (IRD) et Pete Lowry (Missouri Botanical Garden, St Louis, USA) auscultent la canopée à la jumelle, afin de trouver des échantillons fertiles à prélever au sommet des arbres d'une des parcelles à 1 200 mètres d'altitude.

Si l'île de Santo a été choisie pour le bon état de ses milieux naturels, les botanistes de l'expédition ont été frappés par le fort contraste existant entre la forêt quasiment intacte, qui subsiste encore à plus de 600 mètres d'altitude, dans la partie ouest de l'île en particulier, et la végétation "secondarisée", qui prédomine à plus basse altitude. Selon eux, deux grands types de forêts anciennes se distinguent dans l'île : de 600 à 1 100 mètres, la végétation est marquée par la présence d'une espèce de conifère sans aiguilles, proche des araucaria. Il s'agit d'un arbre majestueux, du genre *Agathis*, communément appelé kaori. Émergeant dans la végétation, il se reconnaît facilement à son port massif et à son écorce ocre qui se desquame. De telles forêts de kaoris ne sont répertoriées que sur deux autres îles de Vanuatu, Anatom et Erromango, où ces arbres, dont le bois est très prisé, sont fortement surexplo-

tés. À l'échelle de l'archipel, Santo pourrait donc receler les dernières formations végétales intactes de ce type. À partir de 1 000 mètres apparaît un deuxième type de forêt ancienne, caractérisée par l'abondance et la diversité des hépatiques (végétaux proches des mousses) et par la présence de très grands arbres du genre *Metrosideros*. Tout comme les kaoris à plus basse altitude, ces derniers émergent de la canopée, ce qui les rend particulièrement favorables au développement des épiphytes. La présence de grimpeurs-élagueurs dans l'expédition a permis de procéder à la cueillette de ces dernières, et notamment de nombreuses orchidées. Au total, 300 à 350 taxons de champignons et 700 à 800 espèces de plantes vasculaires ont été récoltés au cours de l'expédition. Déjà des nouveautés ont été identifiées dans les *Araliaceae*, *Alangiaceae*, *Cardiopteridaceae*, ainsi qu'une espèce du genre *Geissois*

(famille des *Cunoniaceae*) selon Yohan Pillon, un membre de l'expédition qui prépare un doctorat sur cette famille au centre IRD de Nouméa. Toutefois, seul un examen approfondi des échantillons, à la lumière des collections de références, permettra d'établir leur nombre avec certitude. Une partie des botanistes de l'expédition a par ailleurs déjà prévu de retourner à Santo courant 2007. « Certaines espèces étaient uniquement présentes à l'état végétatif lors de notre premier passage, explique Jérôme Munzinger, botaniste à l'IRD de Nouméa et coordinateur du volet botanique de Santo 2006. Nous voulons nous donner une seconde chance de les récolter en fleurs ou en fruits. »

### Contact

Jérôme Munzinger  
Jerome.munzinger@noumea.ird.nc



Bruno Corbara ramasse de la litière, pour la tamiser. La litière sera ensuite décantée au camp pour retenir les insectes qui la peuplent. Site de Pénaorou au nord-ouest de l'île de Santo.

des insectes, du sol à la canopée. Ils ont d'abord délimité dans la forêt des surfaces carrées de 20 mètres de côté, et répliqué ces quadrats deux à trois fois à cinq altitudes différentes, de cent à 1 200 mètres. En vue de caractériser la végétation dans chacun de ces répliqués, une équipe coordonnée par Jérôme

L'Arboglisser est un aérostat motorisé servant à la collecte intensive d'échantillons. Une enveloppe torique remplie d'hélium se situe en dessous de la partie "montgolfière", une enveloppe à air chaud. La nacelle permet d'embarquer deux scientifiques. L'autonomie du vol est de 2 heures pour une vitesse maximale de 20 km/h.

## I b i s c a

### De l'effet de l'altitude sur les communautés d'arthropodes

En forêt, et particulièrement dans les régions tropicales, c'est le groupe des arthropodes (insectes, arachnides, collemboles) qui renferme le plus d'espèces animales. Mais à quel "étage" de la végétation ces espèces sont-elles les plus nombreuses ? Et comment la structure de leurs communautés varie-t-elle avec des paramètres telle que l'altitude ? Ces questions qui intéressent les scientifiques ont également des implications en matière de conservation.

Pour tenter d'y répondre, un groupe constitué d'une dizaine d'entomologistes français, belges, allemand, biélorusse, australien ou encore brésilien s'est établi pendant plus d'un mois dans un camp de brousse, au-dessus du village de Pénaorou, sur la côte ouest de Santo. De là, ils ont mis en œuvre leur protocole de recherche, appelé *Ibisca* (Inventaire de la biodiversité des insectes,

du sol à la canopée). Ils ont d'abord délimité dans la forêt des surfaces carrées de 20 mètres de côté, et répliqué ces quadrats deux à trois fois à cinq altitudes différentes, de cent à 1 200 mètres. En vue de caractériser la végétation dans chacun de ces répliqués, une équipe coordonnée par Jérôme Munzinger, botaniste à l'IRD de Nouméa, y a ensuite compté et échantillonné tous les arbres de plus de cinq centimètres DBH (*diameter at breast height* ou diamètre à hauteur de poitrine). Puis les entomologistes ont procédé à un inventaire le plus complet possible des arthropodes de ces parcelles. Pour cela, ils ont utilisé une batterie de méthodes, allant du tamisage de la litière à la cueillette des plus hautes branches grâce à la présence de grimpeurs-élagueurs, en passant par la pulvérisation d'insecticide (rapidement biodégradable) sur l'écorce des arbres. Les échantillons récoltés, conditionnés dans l'alcool, feront l'objet d'un tri et d'une détermination ultérieure. « Ce travail devrait notamment nous permettre d'établir quels sont les arthropodes dont la présence dépend le plus étroitement de l'altitude, précise Bruno Corbara, maître de conférence à l'université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, et coordinateur scientifique du programme *Ibisca*. Ce qui fournirait un bon modèle pour évaluer et anticiper les conséquences du changement climatique. Le travail des botanistes nous aidera à déterminer la part des variations des communautés végétales dans les modifications des communautés animales. Il sera également intéressant de comparer les résultats obtenus à Santo avec ceux des campagnes *Ibisca* précédentes. » Un protocole analogue a en effet été déployé au Panama en 2003 et en Australie, dans l'État du Queensland, en octobre 2006.

### Contact

Bruno Corbara  
corbara@snpsy.univ-bpclermont.fr

## Des pépites dans les rivières

Sous la coordination de Philippe Keith, Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, l'équipe *Rivières* a réalisé l'inventaire des poissons et des crustacés décapodes d'une soixantaine de kilomètres de cours d'eau, autour de trois sites distincts de Santo. « D'après nos résultats, la faune dulçaquicole de Santo est très riche », commente-t-il. À l'issue de la mission, le nombre d'espèces de poissons de rivières sur Santo est porté à 47, et le nombre de crustacés décapodes à 28. « Cela représente une centaine d'espèces de ces deux groupes pour l'archipel de Vanuatu, poursuit le chercheur. Soit autant que pour toute la Nouvelle-Calédonie, pourtant beaucoup plus vaste. » Autre résultat important de la mission : la découverte d'un membre de la famille des *Rhyacichthyidae*, représentée par deux espèces dans le monde. « L'une est présente en Asie, l'autre en Nouvelle-Calédonie, s'enthousiasme le chercheur. Or cette dernière n'est connue que par quatre spécimens ! Ceux que nous avons collectés à Santo nous permettront donc d'en savoir plus sur ces poissons primitifs. »



"Chevrette" pêchée dans la rivière Pénaorou, à 400 mètres d'altitude au nord-ouest de l'île de Santo.

### Contact

Philippe Keith, keith@mnhn.fr

## Une belle moisson d'arachnides

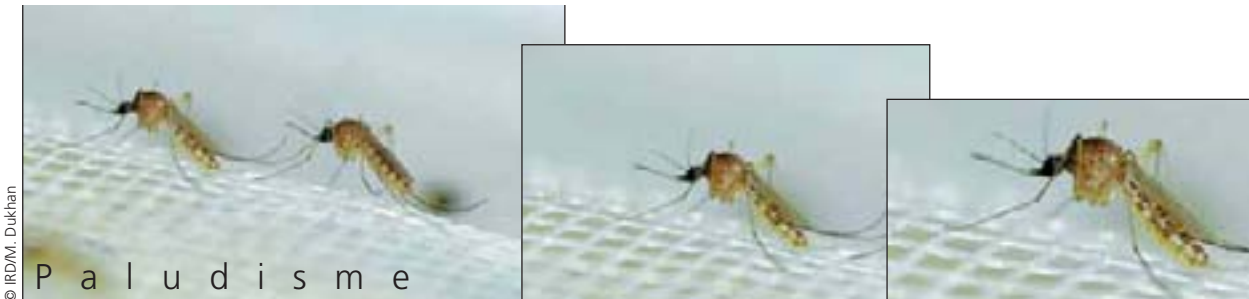
Spécialiste des arachnides au Muséum national d'Histoire naturelle, Christine Rollard a prospecté l'île de Santo pendant un mois, en se concentrant sur quatre zones principales. Elle a échantillonné diverses strates de la végétation : arbustive, herbacée, litière et sol, et récolté plusieurs centaines de spécimens. « À première vue, cela représente cent à deux cents espèces appartenant à 25 familles différentes », estime-t-elle. La biodiversité sur Santo est donc importante. Il est trop tôt pour avancer un nombre d'espèces nouvelles mais déjà, ces résultats représentent une avancée importante dans la connaissance de cette faune sur l'île. « Avant la mission, seules 23 espèces d'araignées, de 10 familles différentes, étaient connues sur cette île. » Les araignées occupent différentes niches écologiques selon le type de chasse qu'elles exercent. « Certaines chassent à l'affût sur des supports végétaux, ou postées à l'entrée de leur terrier, d'autres sont tapies ou courent au sol, d'autres encore tissent leur toile dans la forêt, ou au-dessus des rivières... » Si certaines espèces ont une large répartition sur l'île, un grand nombre semblent très localisées et n'avoir que de rares représentants. La mission a, par ailleurs, permis de récolter des scorpions, opilions et pseudo-scorpions, groupes pour lesquels il n'existait pratiquement aucune donnée sur Santo.

### Contact

Christine Rollard, chroll@mnhn.fr



Christine Rollard, du Muséum national d'Histoire naturelle arachnologue, en train de prélever une araignée. À 800 mètres d'altitude, dans la forêt primaire du centre de la péninsule volcanique du Cumberland, pendant la traversée du cap d'Ouest en Est.



© IRDM, Dukhan

Paludisme

Anopheles gambiae.

# Insecticide – répulsif une synergie : efficace contre les vecteurs

**L'utilisation abusive et inadéquate de certains insecticides, notamment les pyréthrinoides, a provoqué le développement d'une résistance parmi certaines populations de moustiques vecteurs de maladies. Des chercheurs de l'IRD et leurs partenaires ont mis au point une nouvelle stratégie de lutte contre Anopheles gambiae, principal vecteur du paludisme en Afrique, en combinant un insecticide non-pyréthrinoides et un répulsif.**

Les moustiques responsables de la transmission du paludisme à l'homme appartiennent au genre *Anopheles*. L'un des plus connus et des plus étudiés est *Anopheles gambiae*, le principal vecteur du paludisme en Afrique. Afin de protéger les populations menacées par ce fléau, l'OMS recommande l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticides pyréthrinoides, faiblement toxiques pour les mammifères et très actifs contre les moustiques. Malheureusement, l'utilisation excessive et inappropriée de cette famille d'insecticide, notamment par pulvérisation, est à l'origine d'un accroissement inquiétant du nombre d'individus résistants dans les populations d'anophèles. Les moustiquaires imprégnées perdent alors leur efficacité. Il est donc indispensable d'envisager de nouvelles stratégies de gestion des vecteurs de transmission du paludisme résistants à ces insecticides.

Des chercheurs de l'IRD et leurs partenaires au Bénin et au Burkina Faso<sup>1</sup> ont obtenu des résultats encourageants en combinant un insecticide non-pyréthrinoides et un répulsif. Ils se sont appuyés sur des travaux antérieurs qui ont mis en évidence une forte synergie entre ces deux composés, leur association se montrant en effet beaucoup plus efficace que la simple addition de leurs propriétés respectives. Les moustiquaires imprégnées de ce mélange présentent ainsi un pouvoir létal et irritant qui empêche les piqûres de moustique. En outre, les moustiques subissent un puissant effet paralysant, dit effet *knock down*<sup>2</sup>, au contact du mélange. Les taux de mortalité mesurés se révèlent satisfaisants, puisqu'ils égalent ceux obtenus avec la deltaméthrine, un pyréthrinoides de syn-

thèse courant très efficace contre les moustiques.

Les chercheurs ont testé deux mélanges comprenant un insecticide non-pyréthrinoides de la famille des organophosphorés, associé soit à un répulsif standard (le DEET), soit à un répulsif de synthèse de nouvelle génération. Chacun de ces mélanges montre une synergie importante en termes de pouvoir létal et d'effet paralysant sur les anophèles. Cependant, seule l'association entre l'insecticide et le répulsif standard produit un effet synergique capable d'empêcher le moustique de prendre son repas de sang. Cette synergie s'observe également avec la durée d'efficacité qui se voit prolongée de plusieurs mois par rapport à celle qui est obtenue avec les produits appliqués seuls. La propriété

synergique des combinaisons se révèle d'autant plus avantageuse qu'elle permet de diminuer de façon importante les doses efficaces à utiliser sur les moustiquaires (environ 6 fois par rapport à l'insecticide seul), pour une efficacité équivalente à celle de la deltaméthrine.

Les moustiquaires traitées avec les deux mélanges étudiés au laboratoire ont ensuite été testées sur le terrain, dans une zone de culture rizicole située à 40 km au nord de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso. Cette région présente la particularité d'abriter deux formes d'*Anopheles gambiae* différentes. La première apparaît en mai-juin dans les rizières et ne présente pas de résistance aux pyréthrinoides. La seconde émerge en septembre-octobre dans des flaques d'eau issues de la mousson et résiste à ces insecticides. De façon attendue, les moustiquaires usuelles traitées aux pyréthrinoides se sont avérées efficaces uniquement vis-à-vis des moustiques non résistants de la première population. En revanche, les moustiquaires imprégnées des mélanges insecticides non-pyréthrinoides – répulsif se sont révélées d'excellentes protections pour les habitants des villages locaux, quelle

que soit la population de moustiques. Toutefois, leur durée d'efficacité (15 jours environ) en conditions réelles ne s'est pas montrée à la hauteur des espérances des chercheurs. Ceux-ci envisagent par conséquent de collaborer avec une entreprise capable de concevoir un système d'encapsulation du mélange permettant de prolonger l'effet protecteur de la moustiquaire. L'efficacité de ces mélanges à base d'organophosphorés et de répulsifs ouvre donc une nouvelle voie de lutte contre les vecteurs du paludisme résistants aux pyréthrinoides. À terme, les chercheurs envisagent de tester leur méthode sur des moustiques résistants aux deux autres types d'insecticides utilisés contre la transmission du paludisme, les organophosphorés et les carbamates.

1. Ces recherches ont été conduites au laboratoire de l'IRD de Cotonou, Bénin, avec la collaboration du Centre de recherches entomologiques de Cotonou (CREC), du Laboratoire de lutte contre les insectes nuisibles (LIN) de l'IRD à Montpellier et de l'Institut de recherche en science de la santé, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
2. Effet *knock down* : effet de paralysie des muscles et du système nerveux des insectes qui précède leur mort. Il est caractéristique des insecticides pyréthrinoides.

## Contacts

Cédric Penetier  
cedric.penetier@ird.fr  
Vincent Corbel  
corbel@mpl.ird.fr  
Jean-Marc Hougard

## Références

Penetier C, Corbel V and Hougard JM. – Combining a non-pyrethrinoid insecticide and a repellent: a new approach for controlling knock down resistant mosquitoes, *Am.J. Trop. Med Hyg.* 2005, 72 (6), 739-744.

Penetier C, Corbel V, Boko P, Odjo A, N'Guessan R, Lapiéd B, Hougard JM. – Synergy between repellents and non-pyrethrinoid insecticides strongly extends the efficacy of treated nets against *Anopheles Gambiae*, *Malaria Journal*, 2007, 6 (1) 38.

## Imprégnation d'une moustiquaire avec une solution d'insecticide.

## Contact

Françoise Nepveu  
nepveu@cict.fr



© IRDC, Ravallec

Observation de prélèvements de sang pour détecter la présence éventuelle de Plasmodium.



© IRDV, Robert

# De l'espoir dans Read Up

**Une série chimique, mise au point par un laboratoire IRD-Université, suscite un projet multipartenaire de lutte contre le paludisme.**

Le paludisme à *Plasmodium falciparum* est une maladie parasitaire, transmise par le moustique anophèle, responsable de plus d'un million de décès chaque année, essentiellement chez les enfants africains de moins de 5 ans. La prévalence de cette affection croît ou reste stable dans la plupart des pays d'endémie, en raison de l'augmentation de la résistance du parasite aux traitements antipaludiques courants, comme la chloroquine, l'amodiaquine et la sulfadoxine-pyriméthamine. Afin de mieux combattre les parasites polychimiorésistants, de nouvelles combinaisons et de nouveaux

médicaments sont nécessaires. En ce sens, une série chimique de synthèse découverte par le laboratoire *Pharmacochimie des substances naturelles et pharmacophores redox*, UR152, unité mixte de recherche associant l'IRD et l'université Paul Sabatier de Toulouse, va faire l'objet de travaux poussés dans le cadre d'un projet multipartenaire soutenu par l'Union européenne.

Le projet de recherche Read Up (*Redox Antimalarial Drug discovery*), avec un budget de 2 millions d'euros sur 3 ans (décembre 2005-novembre 2008), associe une firme pharmaceutique française, une société privée de management, trois

universités européennes, et deux laboratoires de recherche associés à l'IRD. Read Up a pour objectif de réaliser l'optimisation de la série grâce à la modélisation moléculaire, la synthèse chimique et des essais *in vitro* et *in vivo*, respectivement sur le modèle *P. falciparum* et sur le modèle *Plasmodium* de rongeurs. Le projet inclut l'étude des mécanismes d'action et des études pharmacocinétiques. Un ou deux composés parmi les plus actifs seront retenus pour une confirmation de l'activité *in vitro* sur isolats frais de *P. falciparum* (testés immédiatement après le prélèvement sanguin des malades impaludés).

Les résultats préliminaires montrent que cette première série de dérivés présente une forte activité. Les essais *in vivo* chez les souris infectées par *Plasmodium* de rongeurs confirment la haute activité sur les parasites du stade sanguin.



## Brevets Les termites ont la main verte

L'IRD vient de déposer le dernier des trois brevets concernant l'utilisation de poudre de termitière comme bio-fertilisant des cultures maraîchères. Cet aboutissement, indispensable pour assurer la reconversion de résultats de recherche en outils de développement, est le fruit de quatre longues années de travail mené par Robin Duponnois – UR40, *Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes*, UMR LSTM – depuis le Burkina jusqu'au Sénégal. Double effet. La poudre de termitière, via un effet stimulant de la symbiose mycorhizienne, dope la croissance des végétaux et peut donc, avec un coût de production minimum, stimuler les cultures maraîchères et forestières, tout particulièrement en zone sèche de type sahélien. De surcroît, cette affluence positive a également des effets sur les plus importants pathogènes agricoles de ces régions : les nématodes phytoparasites et la plante *Striga hermonthica*. Les brevets ont été transmis au département Expertise et Valorisation, qui a désormais en charge l'avenir professionnel du précieux produit.

## Contact

robin.duponnois@ird.sn



© IRDO, Barrère

Termitière cubiterme.

## Dakar L'industrie rencontre la science

En coopération avec la mission économique de l'ambassade de France à Dakar, les membres du Club des investisseurs français au Sénégal ont été accueillis, le 19 mai dernier, au centre IRD de M'Bour afin de découvrir les activités locales de l'IRD. Sous la houlette des différents chercheurs, ils ont visité chacune des installations scientifiques et techniques du centre durant plus de trois heures. À l'instar du premier conseiller de l'ambassadeur de France au Sénégal, ils se sont montrés particulièrement intéressés par le programme d'élevage du Tilapia, et même passionnés en visitant l'observatoire géophysique de l'US191, *Instrumentation, moyens analytiques, observatoires en géophysique et océanographie (Imago)*.

Synergie. Le but de cette rencontre était de permettre aux grands chefs d'entreprise français, présents sur le sol sénégalais, de mieux appréhender ce que pouvait être un programme de recherche scientifique, afin d'identifier d'éventuels rapprochements entre les milieux industriels et ceux de la recherche. L'institut espère ainsi jeter les bases de futurs financements de programmes, achats de brevets, ou encore partenariats autour de projets écologiques.

## Contact

irdrep@ird.sn

## Étudiants brésiliens à Montpellier

La nouvelle unité mixte qui associe l'université de Montpellier 2, le Cirad et l'IRD autour de la *Résistance des plantes aux bioagresseurs* (UR186, UMR RPB) voit ses relations avec la recherche brésilienne monter en puissance. Le projet proposé par l'équipe *Mécanismes des résistances*, dirigée par Diana Fernandez sur l'*Amélioration génétique du caféier pour une résistance durable aux parasites*, a été retenu par le Comité français d'évaluation de la coopération scientifique et universitaire avec le Brésil (Cofecub) et son partenaire brésilien, la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (Capes).

Le contrat Capes-Cofecub 2007-2010 prévoit le financement de missions de part et d'autre et de bourses (8). Ce dispositif permet d'accueillir cette année à Montpellier deux doctorants brésiliens et une chercheuse de l'*Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária* (Embrapa) dont les travaux sont coencadrés par Diana Fernandez et par des chercheurs des institutions brésiliennes partenaires : Embrapa, Universidade Estadual Paulista (UNESP) et l'Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Tous trois sont inscrits à l'université Montpellier 2, école doctorale *Systèmes intégrés en biologie, agronomie, géosciences, hydrosociences, environnement*. Daniel Ramiro bénéficie déjà d'une bourse de l'IRD. Son doctorat est consacré à la caractérisation moléculaire de gènes impliqués dans la réaction d'hypersensibilité du caféier à la rouille orangée. Avant d'intégrer l'équipe montpelliéraine, il a effectué 10 mois de recherches à l'IAC.

La thèse de Carla Fernanda Barsalobres-Cavallari porte sur l'identification de promoteurs qui contrôlent une expression tissu-spécifique chez *Coffea arabica*. La bourse allouée par la Capes est renforcée par une allocation du *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq).

Quant à Erika Saliba Albuquerque de Barros, bien que déjà chercheuse, elle est également inscrite en thèse et étudie la génomique fonctionnelle de la résistance du caféier aux nématodes à galles. Son institut, l'Embrapa, finance cet accueil.

### Contact

Diana Fernandez  
Diana.Fernandez@mpl.ird.fr



Le vendredi 29 juin, dans le cadre de la célébration des 20 ans du centre IRD de Montpellier, Georges de Noni, directeur du Centre, Michel Laurent, directeur général de l'IRD, Hélène Mandroux, maire de Montpellier, Max Levita, vice-président du conseil régional du Languedoc-Roussillon et Christian Nique, recteur de l'académie de Montpellier, posent la première pierre d'un nouveau bâtiment dédié aux sciences de la plante sur le centre IRD de Montpellier.

Ce nouveau bâtiment de 1 000 m<sup>2</sup>, construit en partenariat avec l'Inra et financé dans le cadre du plan État-Région 2000-2006, accueillera trois unités mixtes de recherche. Elles auront pour objectif de fédérer des recherches sur les plantes méditerranéennes et tropicales telles que caféiers, palmiers, riz, mil, maïs, blé dur, tournesol, ou encore la luzerne ou la vigne.



**Mamadou Badiane nous a quittés ce mois de mars 2007, peu de temps après son départ en retraite. Ses collègues de l'IRD souhaitent lui rendre un hommage appuyé.**

Engagé et formé à l'Orstom Dakar, d'abord en botanique puis en pédologie pendant une trentaine d'années, Mamadou Badiane est emblématique d'une génération de techniciens « locaux », passionnés par leur travail, la mission, et l'institution à laquelle ils ont énormément donné. L'apport de ces autodidactes à la recherche et aux autres missions de l'Institut mérite d'être reconnu et célébré : on ne saurait mieux l'illustrer que par la carrière de notre collègue. Le métier et les hommes n'ont cessé d'évoluer, Mamadou est demeuré compétent et indispensable. Nous sommes nombreux, ses anciens collègues expatriés, à avoir vécu avec lui d'inoubliables



© IRD/J.-P. Montoroï

**Mesure de la densité apparente d'un sol ferrugineux à différentes profondeurs avec un gammadensimètre.**

heures au laboratoire et sur le terrain. Il nous a tous marqués par sa motivation et son immense respect pour la recherche. Nous avons bénéficié de sa bonne humeur, son entrain, sa rigueur et sa droiture. Sa présence généreuse demeure en chacun de nous.

Mamadou Badiane a accompagné les mutations de la pédologie. Avec l'équipe de Jean-Yves Loyer dans les années 1980, les expérimentations sur les sols salés ont pris le pas sur les travaux de cartographie. Les études dans le delta du fleuve Sénégal voient se succéder les « élèves Orstom » (dont D. Brito, E. Braudeau, J.-Y. Le Brusq, B. Mougénot, P. Zante), qui ensuite iront en Casamance (P. Boivin). Chacun sera soutenu et accompagné par Mamadou. Puis le programme « Casamance » met en jeu de nouvelles équipes, en même temps qu'un « durcissement » scientifique de l'Institut s'opère. Ce seront des recherches en géochimie et en physique du sol. Mamadou découvre de nouveaux outils, de nouveaux collègues (D. Brunet, J. Touma), de nouvelles exigences, et laisse à tous le même souvenir de qualité et de disponibilité. Après les élèves, les équipes conduites par Pascal Boivin et Jean-Pierre Montoroï accueillent cette fois des vsn (M. Péraudeau), des doctorants (H. Colleuille, Y. Coquet) et des stagiaires (B. Diawara, L. Eisenlohr, I.S. Bah). Par ailleurs, Mamadou participe aux travaux pédologiques de grands anciens : Bokar Kaloga, Simon Barreteau, Michel Gavaud et d'un thésard sénégalais Syaka Sadio.

Au début des années 1990, apparaissent les unités de recherche et les grands programmes. Mamadou Badiane multiplie

les séjours dans la vallée du fleuve Sénégal, où un projet interdisciplinaire est lancé par Pascal Boivin. Nouvel élargissement d'horizon : enthousiaste, Mamadou donne du temps aux autres disciplines (par exemple la géographie avec A. Lericollais, l'agronomie avec J.-C. Pousin), veille sur des dispositifs de mesure *in situ* toujours plus sophistiqués, épaula une nouvelle génération de doctorants (P. Garnier, F. Favre, L. Mané, B. Diaw, R. Samba, F. Laval), de chercheurs ou ingénieurs (C. Hammecker, L. Barbiero, J.-L. Maeght, J. Delarivière), et une multitude de stagiaires (plus de 40). Aucun ne l'a oublié, nombreux sont ceux, restés en contact, qui s'associent à ce message pour lui rendre cet hommage.

Nous continuons d'échanger les souvenirs de campagnes de mesures parfois épiques, réussies, facilitées ou tout simplement égayées par sa présence. Ainsi la négociation avec les mouvements



© IRD/J.-P. Montoroï



© IRD/J.-P. Montoroï

**Prélèvement d'échantillons de sol à la tarière.**

**Mesure de paramètres physiques du sol, comme l'humidité, la succion et l'infiltration.**

## Quoi de neuf docteur ?

**Jean-Christophe Castella**, chercheur de l'UR168, *Dynamiques environnementales entre forêt, agriculture et biodiversité*, a soutenu une habilitation à diriger des recherches en géographie à l'université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, le 23 avril 2007, sur le thème : *Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est. D'une gestion de projets à une gouvernance de territoires*.

Le territoire, objet de recherche interdisciplinaire, suscite l'émergence de nouveaux cadres théoriques, en particulier pour l'analyse des interrelations entre les pratiques d'exploitation et la dynamique des milieux dans des zones rurales en mutation rapide. Le Viêt-nam contemporain, affecté par des changements politiques, institutionnels et économiques majeurs, est le support d'analyse des transitions agraires qui sont actuellement à l'œuvre en Asie du Sud-Est. Les recompositions territoriales qui leurs sont associées sont riches d'enseignements car elles révèlent les dysfonctionnements et sont source d'initiatives, d'innovations propres à résoudre des problèmes de coordination entre groupes d'acteurs qui gèrent des ressources sur des territoires communs. Dans ce contexte, Jean-Christophe Castella apporte des éléments de méthode pour réconcilier des démarches ascendantes d'analyse des pratiques d'acteurs et de leur impact sur le milieu, avec des démarches descendantes qui s'appuient sur l'analyse de structures territoriales et de leurs



**Voir la description des recherches de Jean-Christophe Castella dans le numéro 33 de sciences au sud, janvier, février 2006.**

dynamiques considérées comme des signatures spatiales des activités humaines. Il propose des pistes de réflexion sur ce qui peut contribuer à structurer des équipes interdisciplinaires travaillant sur ces objets de recherche mais aussi ce qui permet d'établir des relais entre les démarches de connaissance et les démarches d'action.

### Contact

j.castella@ird.fr



www.mpl.ird.fr/ur168/equipe/castella.htm

**Jacques Panfili**, chargé de recherche IRD, UR070 RAP, a soutenu son habilitation à diriger des recherches (école doctorale Sibaghe) le 31 mai 2007 à l'université Montpellier 2 sur le sujet *Les otolithes, intégrateurs de l'histoire individuelle des poissons*.

Biologiste ichthyologue, il est spécialiste de l'estimation de l'âge et de la croissance à partir des marques enregistrées dans les pièces calcifiées (sclérochronologie) et plus particulièrement dans les otolithes (concrétions calcaires situées dans l'oreille interne). Récemment, ses travaux ont associé la connaissance des traits d'histoire de vie (croissance et reproduction) avec la génétique des populations ou la microchimie des otolithes (étude des déplacements). Ses perspectives de recherche s'orientent vers la biologie intégrative associant la sclérochronologie à d'autres disciplines comme la génétique et la physiologie. Elles visent la compréhension des réponses adaptatives des populations de poissons dans les écosystèmes de transition (milieux estuariens). Les terrains d'expérimentation sont situés

dans les estuaires ouest-africains aux caractéristiques contrastées (hypersalinité, pollution) et le choix des espèces cosmopolites, comme le mulot *Mugil cephalus*, permettra à terme de cibler des indicateurs de l'état des populations, mais aussi des écosystèmes.

### Contact

Jacques Panfili  
panfili@ird.fr

**Sébastien Barot** (UR137, *Laboratoire d'écologie des sols tropicaux*) a soutenu sa thèse d'habilitation à diriger des recherches, *Palmiers, morues et vers de terre : essais de va-et-vient entre théorie et données empiriques*, le vendredi 25 mai au centre IRD de Bondy.

« J'ai cherché, en rédigeant ma thèse d'habilitation à diriger des recherches, à présenter à la fois les principaux résultats scientifiques obtenus depuis la fin de ma thèse de doctorat et à décrire la démarche scientifique qui a permis d'aboutir à ces résultats. Ayant travaillé



© IRD

# Rouille du caféier, la piste d'un gène

**La culture du caféier, *Coffea arabica*, souffre des attaques dues à un champignon qui provoque la rouille orangée. La découverte, en Nouvelle-Calédonie, d'hybrides naturels<sup>1</sup> de *Coffea arabica* et *Coffea canephora* (robusta) a permis à Laetitia Mahé de révéler un potentiel inestimable pour l'amélioration de la résistance du caféier à cette maladie et de mettre au point, au cours de sa thèse<sup>2</sup>, de nouveaux outils.**

**E**n Nouvelle-Calédonie, les plantations de café, abandonnées depuis des dizaines d'années, ont évolué librement dans un milieu peu contraignant, d'où l'exceptionnelle diversité de plants issus de croisements naturels entre les arabica et les canephora. Ce trésor végétal offre à la Nouvelle-Calédonie des candidats pour le développement d'une variété locale haut de gamme. Encore faut-il les caractériser et s'assurer qu'ils sont résistants à la rouille. Au sein de l'équipe de Philippe Lasherme (UR186 Résistance des plantes aux bioagresseurs (RPB) UMR IRD/Cirad/UMR2), Laetitia Mahé a travaillé sur environ 50 individus étiquetés en forêt. Dans un premier temps, elle a étudié le mode de formation des hybrides interspécifiques naturels, leur diversité, ainsi que leur comportement vis-à-vis des races de rouille connues. Elle a ainsi montré que les hybrides étaient issus de croisements dans les deux sens : arabica ♂ x canephora ♀ et canephora ♂ x arabica ♀. Parallèlement, elle a estimé leur



**Vue rapprochée d'un symptôme de rouille sur une feuille de *Coffea arabica*.**

niveau d'introgression. Cette donnée génétique se mesure à la quantité d'ADN de canephora que l'on retrouve dans le génome d'arabica. La présence de l'ADN de canephora influence la physiologie de la plante (taux de caféine) et la qualité à la tasse (amertume), mais elle confère la résistance à la rouille. Il faut donc trouver un compromis. L'agent de la rouille (*Hemileia vastatrix*) a une grande capacité de mutation. Or, pour l'instant, un seul hybride – Timor – est la base de tous les essais d'amélioration de la résistance du café à cette maladie ; d'où l'importance d'identifier de nouvelles sources de résistance. Les tests des hybrides de Nouvelle-Calédonie ont été pratiqués par le Centre d'investigation sur la rouille du café (CIRC, Portugal), partenaire de l'IRD. Le CIRC a testé les boutures d'une vingtaine d'individus avec une large palette d'agents de la rouille puisqu'il dispose de la collection des 45 « races » répertoriées. Les hybrides se sont révélés résistants à toutes les races détectées par le CIRC.



**Hybride naturel de caféier (*Coffea arabica* x *C. canephora*) fertile et productif, en Nouvelle-Calédonie.**

Dans un processus de sélection du café, on souhaite ne garder du génome de canephora que la région qui assure la résistance et au contraire éliminer ce qui provoque l'amertume et un fort taux de caféine. Il faut donc disposer d'un marqueur pour la zone intéressante. Or les mécanismes génétiques de la résistance à la rouille ne sont pas connus et aucun marqueur ne permettait d'en détecter la présence chez arabica ou canephora. En revanche, pour l'espèce *Coffea liberica* (ni arabica, ni robusta), on connaît au moins un locus de résistance (SH3), ce qui rend plus facile le suivi de la résistance. Il existe au monde une seule population qui résulte du croisement *C. arabica* x *C. liberica*. Elle est en Inde, pays dont la caféiculture paie un lourd tribut à la rouille. L'IRD travaille en partenariat depuis plusieurs années avec le Central Coffee Research Institute (CCRI). Un chercheur du CCRI, en accueil à l'IRD Montpellier, a développé par la technique AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) un millier de séquences ADN à partir de cette population « ara-

bica x liberica » afin de repérer la région chromosomique correspondant à la résistance ou à la sensibilité à la rouille. Le travail de Laetitia Mahé a permis de développer des marqueurs de la région SH3. Les chercheurs indiens vont maintenant les utiliser dans leur programme d'amélioration génétique. Les chercheurs de l'IRD, quant à eux, les ont localisés chez arabica et canephora, ils disposent donc d'une cartographie physique de la région du génome de l'arabica codant pour la résistance à la rouille. L'ensemble de ces résultats permet d'envisager le clonage d'au moins un gène de résistance à la rouille chez le caféier. La portée de ces travaux va donc bien au-delà de l'assistance à la sélection d'une variété de café calédonien. ●

1. Voir **sciences** au sud n° 18, janvier-février 2003.
2. Thèse de doctorat soutenue le 9 janvier 2007 à SupAgro Montpellier.

## Contact

Laetitia Mahé  
mahel@mpl.ird.fr

## Quoi de neuf docteur ?

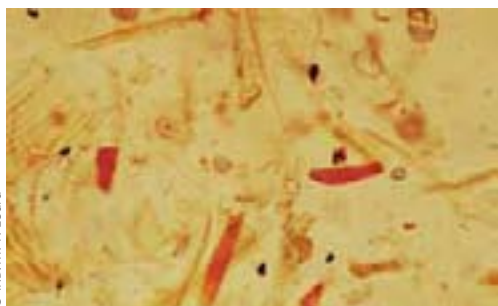
en thèse sur la démographie des plantes, j'ai par la suite travaillé dans le domaine de l'écologie évolutive (stratégie de reproduction de la morue en liaison avec la pêche), de l'écologie des sols (relations sol-plante-faune du sol), le recyclage des nutriments (effets des ingénieurs de l'écosystème sur la production primaire), la dynamique des ingénieurs de l'écosystème, etc. J'ai abordé ces différents sujets soit en participant à la collecte de données, soit en participant à l'analyse de données déjà disponibles, soit en construisant des modèles mathématiques ou informatiques. Je montre dans mon HDR que ces différentes activités visent toutes à faire le lien entre le monde réel (observations de terrain, expérience) et la théorie qui aboutit à une représentation du monde idéalisée mais surtout plus cohérente et plus fonctionnelle pour résoudre des problèmes pratiques. Je montre aussi que faire le lien entre les données empiriques et la théorie n'est pas un processus qui va complètement de soi, qu'il demande des efforts. Je suggère enfin quelques pistes pour améliorer ce processus, c'est-à-dire pour fluidifier la relation entre données et conceptualisation. »

## Contact

Sébastien Barot  
sebastien.barot@bondy.ird.fr

**WEB** <http://millsonia.free.fr/>

Marie-Pierre Ledru, palynologue, a soutenu son habilitation à diriger des recherches le 15 mai 2007 à la Maison des sciences de l'eau (Montpellier) sur le thème **Dynamique quaternaire des écosystèmes tropicaux et des climats en Amérique du Sud.**



**Fond de lame représentant des grains de pollen caractéristiques de la forêt atlantique au Brésil. Les résultats des analyses palynologiques montrent que cette forêt a disparu durant quatre phases climatiques froides et sèches. (voir sciences au sud n°19, mars, avril 2003)**

Définir et comprendre les relations entre la répartition des végétations, la composition floristique des écosystèmes et les paramètres climatiques qui leur sont associés, aujourd'hui et dans le passé, sont des éléments clés pour prévoir la réponse des végétations aux changements climatiques. L'utilisation des grains de pollen déposés dans les sédiments ou les glaces en tant que bio-indicateurs a permis à Marie-Pierre Ledru de décrire : les grandes phases évolutives des forêts tropicales (Amérique du Sud) au cours des 130 000 dernières années, de quelle façon un écosystème tropical a répondu aux variations abruptes du climat et aux cycles astronomiques, comment se faisaient les interactions de la biosphère continentale avec les systèmes océaniques et atmosphériques au cours des cycles glaciaires/interglaciaires. Afin d'améliorer certaines interprétations paléoclimatiques, elle a eu

recours à d'autres indicateurs ou techniques tels que la botanique (définition des espèces caractéristiques du climat et du milieu), la phytosociologie (caractérisation des associations végétales d'un même paysage), la sédimentologie (contrôle des dépôts de pollen), la géochimie (traçage des éléments chimiques qui accompagnent la variation du paysage), la biologie moléculaire (établissement des parentés entre les différentes mosaïques de végétation), la climatologie (analyse de l'influence de certains paramètres climatiques sur la distribution des végétations tropicales). Des synthèses de résultats publiées par les autres équipes internationales lui ont permis de souligner le rôle de l'hémisphère Sud dans la dynamique climatique globale.

## Contact

ledru@msem.univ-montp2.fr

Donatien Beguy, allocataire de l'IRD au sein de l'équipe Jeremi (Jeunes, Éducation, Recompositions familiales, Emploi, Mariage, Inégalités, UR047, Dial) a soutenu le 25 avril 2007 à l'université de Nanterre-Paris X une thèse en démographie, intitulée : **Emploi féminin et fécondité en milieu urbain en Afrique : Dakar et Lomé**, et réalisée sous la direction de Philippe Antoine.

## Contact

Philippe Antoine  
philippe.antoine@ird.fr

Fatoumata Hane a soutenu le 18 avril 2007 à l'EHESS son doctorat d'anthropologie sociale intitulé « **Émergence de la fonction soignante. Reconfigurations professionnelles et politiques publiques autour de la prise en charge de la tuberculose au Sénégal** ». Cette thèse a été dirigée par Laurent Vidal (IRD) et a bénéficié de 2003 à 2006 d'une bourse de l'IRD.

## Contact

Laurent Vidal  
laurent.vidal@ird.fr

**WEB** [www.ur002.ird.fr/](http://www.ur002.ird.fr/)

## Parasites de poissons, la biodiversité cachée des récifs coralliens

Un seul poisson récifal de Nouvelle-Calédonie peut porter jusqu'à vingt-six espèces différentes de vers parasites. Il existe des dizaines de milliers d'espèces de parasites encore méconnues. Les parasites des poissons constituent la face cachée de la biodiversité corallienne.

Hauts lieux de biodiversité, les récifs coralliens sont surtout connus pour le spectacle chatoyant qu'offrent poissons et coquillages. Ceux-ci ne représentent pourtant qu'une partie de la grande richesse de ces écosystèmes. Une partie plus importante encore de la biodiversité récifale reste invisible, celle des dizaines de milliers de petits invertébrés parasites des poissons. Leur inventaire est très loin d'être achevé.

Une étude menée au centre IRD de Nouméa montre que les poissons, acteurs bien visibles de la biodiversité, hébergent une source insoupçonnée de biodiversité supplémentaire, leurs parasites. On a ainsi dénombré, sur les branchies d'un mérou (la « loche grisette » de Nouvelle-Calédonie, *Epinephelus maculatus*), la présence de douze espèces de vers marins, des monogènes, et aussi d'autres parasites. On prend la mesure de ce chiffre si l'on sait que la découverte, lors d'études antérieures, de six espèces de parasites sur un mérou de Méditerranée (*Epinephelus marginatus*), avait été considérée comme exceptionnelle.

Et l'étude a révélé, sur divers mérous, que le nombre de monogènes des branchies varie entre 2 et 12, et le nombre total de parasites répertoriés entre 2 et 26. Parmi les parasites de la loche grisette, au moins 10 sont strictement spécifiques, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent vivre que sur ce poisson. Les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie comptent plus de 1 700 espèces de poissons, on peut donc estimer l'importance numérique de la biodiversité de leurs parasites à plusieurs fois ce chiffre, soit probablement 10 000 espèces de parasites, pour la plupart inconnues. Ce chiffre peut être doublé, voire triplé, si l'on considère tous les récifs coralliens du monde. ●

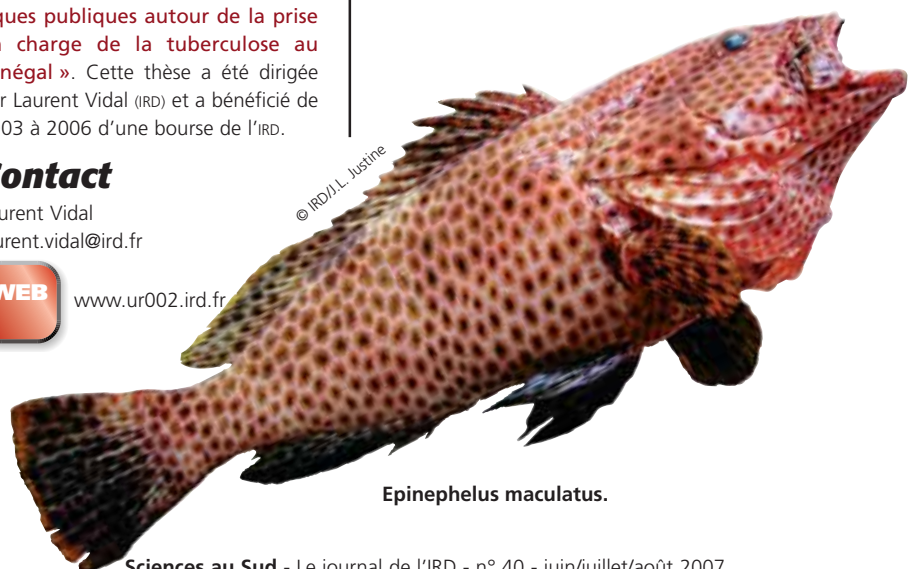
## Contact

Jean-Lou Justine  
justine@ird.nc



© IRD/J.L. Justine

**Trois monogènes d'*Epinephelus maculatus*.**



*Epinephelus maculatus*.

## Distinctions



**Hélène Broutin** est l'une des 13 lauréats du prix Le Monde de la recherche universitaire 2007<sup>1</sup> pour sa thèse *Éco-épidémiologie de deux maladies à prévention vaccinale : dynamique, persistance et diffusion de la coqueluche et de la rougeole ; impact de la vaccination, réalisée à l'IRD sous la responsabilité scientifique conjointe de Jean-François Guégan (UR165, CNRS/IRD, Génétique et évolution des maladies infectieuses) et François Simonon (UR024, Épidémiologie et prévention).*

La démarche originale adoptée conjugue approches écologique et épidémiologique et permet de mieux comprendre, à différentes échelles (de l'individu jusqu'à la population), la dynamique spatio-temporelle des maladies et leur évolution à long terme. Cette compréhension devient primordiale dans l'étude en particulier de la rougeole et de la coqueluche qui, malgré plusieurs décennies de campagnes de vaccination de masse, persistent, voire réémergent, dans les pays du Nord et demeurent des problèmes de santé publique dans les pays du Sud. Hélène Broutin et les équipes qui l'encadraient ont d'abord étudié, à une échelle spatiale très fine, l'impact des vaccinations à long terme dans une communauté rurale du Sénégal (Niakhar). À une plus large échelle, elles ont ensuite mis en évidence pour ces deux maladies des similarités, en termes de périodicité, de persistance, de diffusion et d'impact de la vaccination entre un pays du Nord (Royaume-Uni) et un pays du Sud (Sénégal). L'ensemble de ces résultats, qui appellent d'autres études comparatives, pourrait faciliter un meilleur contrôle des infections dans le temps en permettant d'adapter les stratégies vaccinales à l'évolution de la maladie.

Hélène Broutin est actuellement en post-doctorat au Fogarty International Center des National Institutes of Health (NIH) à Bethesda (Maryland, USA).

1. Ce prix est organisé par *Le Monde de l'éducation*, avec le concours de la Fondation Charles Léopold Mayer, de la Fondation Evens, de l'Office universitaire de presse (OFUP/Firststream) et des Presses universitaires de France, avec le soutien des ministères de la Recherche et de l'Éducation nationale.

## Contact

broutinh@mail.nih.gov

## En savoir plus

<http://gemi.mpl.ird.fr/cepm/edbs/fr/helene.html>

**Marc Lallemand**, directeur de l'unité de recherche internationale *Epidémiologie clinique, santé mère/enfant et VIH en Asie du Sud-Est* (IRD-PHPT), et son épouse **Sophie Le Cœur**, responsable du projet *Impact du VIH/Sida dans les pays en développement* à l'Ined, ont reçu les insignes de chevalier de la Légion d'honneur le 27 avril 2007 des mains de l'ambassadeur de France en Thaïlande, Laurent Aublin, en reconnaissance de la valeur scientifique et de l'impact humanitaire de leur travail sur la transmission mère/enfant du virus VIH à Chiang Maï. Marc Lallemand « a réussi à assurer, et c'est suffisamment rare pour être souligné, une conciliation parfaite entre une recherche de haut niveau, illustrée par des publications dans des revues internationales de premier plan telles que le *Lancet* ou le *London Journal of Medicine*, et une remarquable action de santé publique au bénéfice direct des populations affectées », a notamment souligné Laurent Aublin.

## Le point de vue des parasites

**L'influence du parasitisme sur les organismes libres est telle qu'il est pratiquement impossible d'envisager comment serait le monde en l'absence de parasites.**

**P**our démontrer l'extraordinaire imbrication des relations hôtes-parasites, les auteurs s'appuient sur des exemples piochés dans des thèmes allant des chaînes trophiques à la sélection sexuelle en passant par la régulation des populations. Dépassant l'épidémiologie et la parasitologie, ils ouvrent un nouveau champ, l'immuno-écologie, et donnent enfin aux parasites la place qui leur revient, une place incontournable, à la mesure du rôle que ceux-ci ont joué dans l'évolution du vivant. De la compréhension des interactions des parasites avec leurs hôtes, dont les humains, et les écosystèmes dans lesquels ils évoluent, des enseignements sont à tirer pour l'avenir. Sachant combien les changements climatiques annoncés et les multiples transformations imposées aux écosystèmes par les activités humaines auront de répercussions sur la propagation, la virulence et l'adaptation des parasites,

l'immuno-écologie et l'écologie de la santé peuvent fournir les clés pour prévenir les futurs risques sanitaires. En plus d'un recueil de connaissances, l'ouvrage propose aux étudiants en master et doctorat un lien direct vers le monde de la recherche scientifique grâce à un chapitre présentant les thématiques de recherches des principaux laboratoires d'écologie évolutive et de parasitologie en France.

l'immuno-écologie et l'écologie de la santé peuvent fournir les clés pour prévenir les futurs risques sanitaires. En plus d'un recueil de connaissances, l'ouvrage propose aux étudiants en master et doctorat un lien direct vers le monde de la recherche scientifique grâce à un chapitre présentant les thématiques de recherches des principaux laboratoires d'écologie évolutive et de parasitologie en France.

## Contact

Frédéric Thomas  
frederic.thomas@mpl.ird.fr



**Écologie et évolution des systèmes parasités**  
Frédéric Thomas (CNRS), Jean-François Guégan (IRD), François Renaud (CNRS), Éditions De Boeck, IRD, 428 pages, 45 €

## Turbulences monétaires et sociales L'Amérique latine dans une perspective comparée

Sous la direction de Valéria Hernandez, Pépita Ould-Ahmed, Jean Papail et Pascale Phélinas, éditions L'Harmattan, Collection « Questions contemporaines », 306 pages, 32 €

Le contexte de libéralisation économique et financière qui caractérise la plupart des pays latino-américains depuis les années 1990 conduit à redéfinir les concepts et les représentations du travail et de l'emploi. Les réformes économiques d'inspiration libérale engagées dans ces pays n'ont pas permis de retrouver les taux de croissance élevés des décennies antérieures car elles ont entraîné, le plus souvent, la disparition d'activités économiques non compétitives.

Dans le même temps, la création d'emplois dans les activités compétitives s'est trouvée freinée notamment par des politiques monétaires et de change non adaptées aux nouvelles exigences de production.

Ces réformes ont scellé l'affaiblissement du pouvoir de réglementation de l'État, de sa liberté d'action sur le plan fiscal et de son désengagement des politiques sociales. La conjugaison et l'interaction de ces changements ont eu des conséquences profondes sur le monde du travail. L'intensification des mouvements migratoires internationaux, la stagnation ou la baisse des revenus réels, l'extension de la pauvreté, l'aggravation des inégalités, la croissance du sous-emploi et l'expansion de l'emploi informel traduisent cette fragilisation des populations confrontées aux transformations des économies locales qu'impose leur intégration progressive au marché global.

Pour traiter la transformation des rapports sociaux et les problématiques plus générales qu'ils expriment, ce livre mobilise l'apport de diverses approches disciplinaires et l'étude articulée des différentes dimensions du social et s'inscrit dans une perspective empirique comparative.

## Souffle, Pages d'une jeunesse congolaise, lettres à Henri Lopes.

Victor Nimy, L'Harmattan, 172 pages, 16 €

Que reste-t-il de l'enfance quand on est exilé loin de son pays ? Qu'apporte-t-on de soi dans les terres d'exil ? Ces nouvelles tracent le portrait de l'auteur comme jeune homme. Ce qu'il vit au Burkina Faso le renvoie à son passé : légère nostalgie et espérance, ironie sur soi et peinture amusée d'un quotidien congolais et burkinabé, toujours avec humour et affection. Le livre est dédié à Henri Lopes l'un des grands écrivains congolais. Publié dans la collection Terrain, récits et fictions dirigée par Bernard Lacombe.

## Geology of Gem Deposits

Lee A. Groat, éditeur, université de Colombie Britannique, édité par l'Association minéralogique du Canada, short course volume 37.

Les dépôts de gemmes sont rares parce que, en général, les conditions favorisant leur formation sont très inhabituelles. Au cours des dernières années, les techniques modernes d'analyses ont été appliquées à l'étude des gemmes et la compréhension et la modélisation de leur formation changent

## Globalización y Localidad: Espacios, actores, moviidades e identidades

Margarita Estrada y Pascal Labazee (Coords.), co-édition Ciesas - IRD

Les articles présentés dans ce livre proviennent de recherches de terrain qui explorent, de façon comparative et pluridisciplinaire, quatre aspects fondamentaux des « espaces infranationaux » dans leur relation avec la globalisation : les réorganisations productives des villes et des régions ; les transformations des institutions et des acteurs engagés dans les prises de décisions à l'échelle locale ; les recompositions territoriales et les mobilités spatiales qui les accompagnent ; et les changements touchant aux conditions de vie et aux identités des résidents. L'objectif est de mettre l'accent sur les interdépendances entre ces quatre thèmes, non seulement dans une perspective académique et théorique, mais aussi du point de vue des stratégies et des « logiques pratiques » des acteurs locaux faisant face à l'une des plus importantes mutations de l'histoire du capitalisme. L'ouvrage est organisé en quatre sections : les deux premières rassemblent des articles qui traitent, d'une part, des dynamiques du changement dans les agglomérations productives urbaines et régionales, et d'autre part, de l'apparition de nouveaux acteurs jouant un rôle important dans les transformations productives et dans les politiques publiques économiques. La troisième section traite des adaptations liées à la mobilité des travailleurs locaux. Dans la quatrième section, sont étudiées les évolutions des conditions et des modes de vie des résidents de différentes régions. L'ouvrage explore ces problématiques à partir de travaux menés dans différentes régions du Mexique, et propose d'utiles points de comparaison avec des études réalisées dans d'autres pays d'Amérique latine, d'Asie et d'Afrique.

## Caleidoscópico do desenvolvimento local no Brasil. Diversidade das abordagens e das experiências

sous la direction de Yves-A. Fauré (UR 0231 IRD) et de Lia Hasenclever (Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro), édition E-papers, Rio de Janeiro, 342 pages

Cet ouvrage rassemble les études conduites par sept équipes universitaires autour des questions de développement local et régional. Il propose, sur la base d'une mise en perspective d'expériences réalisées dans huit États fédérés brésiliens, une synthèse analytique et méthodologique sur le sujet.

L'ouvrage est une des productions résultant d'un programme en partenariat entre l'Institut d'économie de l'université fédérale de Rio de Janeiro et l'IRD, placé sous l'égide du CNPq (Brasília) et bénéficiant de l'appui de l'ambassade de France au Brésil. Disponible en version papier ou électronique sur le site Internet : [www.e-papers.com.br](http://www.e-papers.com.br)

## Les aires marines protégées d'Afrique de l'Ouest

Gouvernance et politiques publiques de Jean-Yves Weigel, François Féral, Bertrand Cazalet, Presses universitaires de Perpignan, 207 pages, 20 €

L'expression détaillée des recommandations du Sommet mondial pour le développement durable, qui s'est tenu à Johannesburg en 2002, et de celles du Congrès mondial sur les parcs de Durban, en 2003, souligne l'indispensable association de toutes les parties prenantes aux différentes étapes de la constitution et de la mise en œuvre d'une aire protégée, particulièrement dans le cas des aires protégées gérées principalement à des fins d'utilisation durable des écosystèmes naturels (catégorie VI de l'UICN) ; elles appellent à la reconnaissance et au respect de la propriété coutumière, des droits d'usage et d'accès des populations locales. L'importance de la gouvernance est ainsi explicitement reconnue. Le présent ouvrage a pour objet de présenter une réflexion collective engagée par des chercheurs en sciences sociales sur la gouvernance des aires marines protégées d'Afrique de l'Ouest et les politiques publiques qui lui sont liées. Ce travail se propose d'aborder les modes de gouvernance selon des paradigmes et des méthodes renouvelés. Il met en exergue la difficulté d'atteindre des objectifs de protection dans un contexte de sous-développement et de mondialisation. Sur la base d'observations et d'analyses qui sont présentées, une reconfiguration de la gouvernance des aires marines protégées ouest-africaines et des options de politique publique sont proposées par les chercheurs.

Les résultats de ces recherches débordent les espaces protégés et offrent des éléments d'analyse de la gouvernance environnementale en œuvre dans les pays en développement dont les aires marines protégées apparaissent comme un champ d'expérimentation. Ce livre s'adresse donc à l'ensemble des institutions et personnes intéressées non seulement par le phénomène institutionnel et politique que constituent les aires marines protégées, mais également par les modalités de gouvernance environnementale dans les pays en développement.

## Biotechnologies et qualité des produits de l'olivier dans le bassin méditerranéen

Édité par Mustapha Ismaili-Alaoui, Sevastianos Roussos et Isabelle Perraud-Gaime, Éditions Actes, Rabat, 562 pages

Cet ouvrage réunit les travaux présentés au cours du premier séminaire international sur les biotechnologies et la qualité des produits de l'olivier dans le bassin méditerranéen qui s'est tenu à Errachidia en novembre 2004 (voir *sciences au sud* n° 30, mai, juin, juillet 2005).

## Moustiquaires imprégnées et résistance des moustiques aux insecticides

Frédéric Darriet, IRD, collection Didactiques, 116 pages, 21 €

Les moustiquaires imprégnées de pyréthrinoides constituent l'un des outils préventifs dans la lutte contre le paludisme : leur utilisation est simple et permet une protection individuelle et collective durable et accessible à tous. Cependant *Anopheles gambiae*, le principal vecteur du paludisme en Afrique, devient résistant à de nombreux insecticides. Cette résistance pose des questions d'ordres fondamentaux et opérationnels : le comportement des moustiques s'en trouve-t-il modifié ? Cette résistance s'accompagne-t-elle d'une réduction significative de l'efficacité des moustiquaires imprégnées ? À travers la synthèse de nombreux travaux de recherche, cet ouvrage révèle pourquoi les moustiquaires imprégnées d'insecticides resteront, longtemps encore, une arme indispensable de la lutte contre le paludisme.

## Les facteurs de la contraception en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale au tournant du siècle

Raimi Fassassi, Ceped, collection Regards sur, 78 pages, 15 €

Le présent ouvrage constitue le document de synthèse d'un programme de recherche inter-institutionnel sur les facteurs de la contraception en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale.

Ce programme a été mené par le Groupe international de partenaires population-santé (Grippis), un réseau d'équipes menant des recherches sur des thématiques relatives à la santé de la reproduction et à la transition de la fécondité dans le but de comprendre les processus de changements démographiques en Afrique.

C'est dans cette perspective que le Grippis a entrepris un projet d'analyse comparative consacré à la planification familiale en Afrique.

Il a consisté en plusieurs analyses approfondies de la pratique contraceptive et de ses facteurs dans six pays d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte-d'Ivoire, Sénégal et Togo.

La version cédérom, qui comporte également les rapports des pays, est consultable en ligne sur le site du Ceped : <http://ceped.cirad.fr/>

## Journal des anthropologues, n° 108-109

Association française des Anthropologues, 500 pages, 22 €

Ce numéro double présente trois grands dossiers. Le premier, coordonné par Pascale Absi de l'IRD et Guillaume Huet, s'intitule *Anthropologues à durée déterminée*. Il résulte d'une journée organisée en 2004 par l'Association française des anthropologues consacrée aux pratiques et aux produits de l'anthropologie sous contrat.

Une dizaine d'articles s'interrogent sur les demandes finalisées adressées à l'ethnologue et sur l'instrumentalisation de sa production dans ce qu'elles révèlent du statut de l'anthropologie dans la société.

Les cinq articles du deuxième dossier, coordonné par Annie Benveniste et Louis Moreau de Bellaing, abordent les Peurs collectives.

Enfin, dans le troisième dossier coordonné par Laurent Bazin, Annie Benveniste et Monique Sélim, les auteurs, portent leur Regards sur les banlieues en crise.

Ce dernier dossier résulte du séminaire Actualités de l'anthropologie de l'année 2005-2006.

(suite de la page 1)

## Et l'énergie thermique des mers ?

Certains pays, comme l'Inde, qui coopère sur le sujet avec le Japon, ont pris la mesure de l'enjeu. L'énergie thermique des mers est une ressource stable qui permet de produire de l'énergie primaire de « base », c'est-à-dire répondant à la consommation courante, hors pics ponctuels. Elle est abondante, renouvelable et largement répartie dans toute la ceinture intertropicale. Elle est disponible 24 heures sur 24 et 365 jours par an, et ses coûts d'exploitation pourraient la rendre compétitive à court et moyen termes. Les estimations montrent que son potentiel exploitable, largement supérieur à celui des autres énergies marines, la houle et le vent, est d'un ordre de grandeur commensurable avec les besoins du monde en énergie. Deux approches se profilent quant à la mise en valeur de la ressource. L'une est fondée sur de grosses unités de production, susceptibles de fournir jusqu'à 100 MW<sup>1</sup> et répondant aux besoins des agglomérations. L'autre repose sur de plus petites exploitations,

et combine l'utilisation de l'énergie, de l'eau douce et des qualités nutritives des eaux profondes pour développer l'aquaculture ; ce sont les unités multiproduites de quelques MW électriques particulièrement adaptées aux besoins des communautés insulaires de petite taille. Des combinaisons sont envisagées pour accroître encore l'intérêt de l'énergie thermique marine, notamment par l'utilisation de l'eau froide en sortie de cycle pour faire des économies d'énergie dans les domaines du froid industriel et de la climatisation.

### Une opportunité européenne

L'énergie thermique des mers a un potentiel théorique exploitable estimé à cent fois celui de la marée et cinq à dix fois celui du vent. Une part non négligeable de ce potentiel se situe dans la ZEE française<sup>2</sup> la plus vaste après celle des États-Unis. La ZEE des régions ultrapériphériques de l'Union européenne constitue donc une réserve

d'énergie thermique marine conséquente. Néanmoins, tous les investissements consentis au titre des fonds de recherche de l'Union européenne pour le développement des énergies renouvelables portent sur les ressources dites « indigènes », ce qui exclut implicitement l'énergie thermique des mers dont la ressource se situe dans l'océan tropical. Il est temps que la France reprenne l'initiative dans ce domaine ; il est temps que l'Europe mobilise ses moyens scientifiques et se saisisse de cette opportunité de bien se placer dans le dialogue sur l'énergie et l'environnement de demain.

1. Par comparaison, les centrales nucléaires modernes produisent de 900 à 1 450 MW.
2. Zone économique exclusive, bande maritime s'étendant à 200 miles nautiques des côtes. La France dispose d'une ZEE de plus de 10 millions de km<sup>2</sup>, dont une importante partie en zone tropicale.

### Contact

Michel Gauthier, Club des Argonautes  
michel.gauthier3@wanadoo.fr

### Le club des Argonautes

Le club des Argonautes, qui s'emploie, notamment, à promouvoir l'énergie thermique des mers, réunit des chercheurs retraités spécialistes de la mer, océanographes, physiciens, climatologues, météorologues... C'est un lieu d'échanges et de réflexion sur le rôle des océans dans la genèse des climats, et sur la résolution des problèmes posés par le réchauffement climatique.



[www.clubdesargonautes.org/](http://www.clubdesargonautes.org/)

**André Nizery, polytechnicien, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, fut le premier secrétaire général de l'Office de la recherche scientifique coloniale (la première appellation de ce qui deviendra l'IRD) de 1943 jusqu'à fin 1946. Il était alors responsable de l'énergie thermique des mers au CNRS. André Nizery fut ensuite directeur général de la société d'économie mixte Énergie des Mers. C'est après avoir étudié les travaux conduits sous la direction d'André Nizery que Bryn Beorse construisit les premières centrales expérimentales de l'université de Californie aux États-Unis. André Nizery est notamment l'auteur d'une Étude sur les possibilités d'utilisation de l'énergie thermique des mers et de l'énergie solaire, Bulletin de l'Institut océanographique, 1946.**



**Vue d'artiste de la centrale à énergie thermique des mers (Tahiti) de 5 MW électriques dont l'avant-projet fut étudié par le consortium Ergocean et l'Iframer au début des années 1980. Ergocean rassemblait les compétences des sociétés françaises : Spie Batignoles, Alstom, CG.Doris, Framatome, Jeumont Schneider, SGE-BTP et SGTE. On voit ici la version en cycle ouvert, constituée de deux modules identiques de 2,5 MW électriques. Une version d'un seul module de 5 MW en cycle fermé à l'ammoniac fut aussi étudiée. Le site d'implantation prévu était l'extension est du port de Papeete. Dessin M. Gauthier.**



### Du Nautilus à l'électricité d'Abidjan et de Papeete

Dès sa découverte, l'énergie thermique des mers stimule l'imagination de romanciers, de savants et de techniciens. En 1870, Jules Verne fait dire au capitaine Nemo qu'il aurait pu l'utiliser pour mouvoir le *Nautilus* (Vingt mille lieues sous les mers, chapitre XII ; « Tout par l'électricité »). En 1881, Arsène d'Arsonval suggère de faire circuler un fluide approprié entre un évaporateur chauffé par l'eau de surface et un condenseur refroidi par l'eau profonde pour entraîner une turbine à vapeur. En 1913, l'Américain Campbell suggère que ce fluide soit de l'ammoniac. Enfin, en 1926, Georges Claude et Paul Boucherot inventent le cycle ouvert, en proposant que ce soit tout simplement de l'eau, ce qui simplifie le dispositif et permet de produire de surcroît de l'eau douce. Dès lors, Georges Claude multiplie les expériences, et tente en 1935 de concrétiser commercialement le projet en lançant un bateau usine, *La Tunisie*, censé produire de la glace industrielle qui serait vendue à la ville de Rio de Janeiro pendant l'été austral. Mais l'installation en mer du tuyau de pompage de l'eau profonde est un échec, et il faut attendre 1941 pour que le CNRS relance les travaux sur le sujet. À l'initiative du ministère des Colonies et du CNRS, un comité technique réévalue l'intérêt de la filière pour les colonies françaises. En 1948, la société d'économie mixte « Énergie des Mers » est créée pour étudier une usine électrogène de 7 MW destinée à alimenter Abidjan en Côte-d'Ivoire. Malgré les conclusions favorables de l'étude, le projet est abandonné en 1958. Un projet similaire étudié pour la Guadeloupe subira le même sort en 1959, et un autre, destiné à alimenter Tahiti, est remis dans les cartons en 1986.

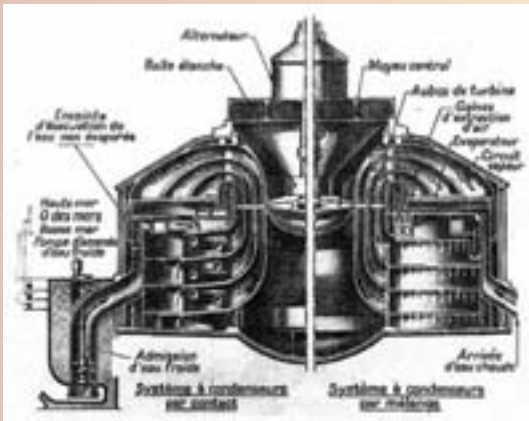
Malgré cette frilosité française, les possibilités de désalinisation de l'eau de mer, offertes par le procédé en cycle ouvert, suscitent l'intérêt des Américains dès le début des années cinquante. Ils investissent dans la recherche, mobilisent sur ce sujet de prestigieux laboratoires tels ceux de l'université de Californie à Berkeley, et fondent même un organisme dédié, le *Saline Water Office*. Après 1960, ils commencent aussi à s'intéresser à la production d'énergie et développent leurs propres concepts avec les travaux du *Massachusetts Institute of Technology*. Avec la première crise pétrolière, les investissements américains s'intensifient encore et le Japon se lance à son tour dans les recherches sur l'énergie thermique des mers. Japon et États-Unis dominent depuis plus de vingt ans la filière, multipliant travaux et expériences.

### Fonctionnement de l'énergie thermique marine

Le procédé industriel est comparable à celui des centrales électriques modernes à combustible fossile ou nucléaire. Le principe consiste à chauffer à sa température d'ébullition un fluide approprié sous sa forme liquide, de sorte qu'il se transforme en vapeur. La vapeur est utilisée pour entraîner une turbine couplée à un alternateur, puis est refroidie dans un condenseur pour réintégrer sa forme liquide.

La chaleur qui chauffe le fluide provient de l'eau de surface, qui peut atteindre 25 ° à 28 ° C dans les régions chaudes du globe. Pour obtenir de la vapeur à ces températures, le fluide chauffé est soit de l'ammoniac, soit de l'eau dont on abaisse le point d'ébullition en diminuant la pression avec une pompe à vide. Le condenseur est refroidi par les eaux pompées en profondeur, sachant qu'en dessous de 700 mètres, elles ne dépassent guère 4 ° C.

Ce qui change, par rapport aux centrales brûlant des combustibles fossiles ou nucléaires, c'est le faible écart de température – de l'ordre de 20 ° C – entre la partie vapeur et la partie condensation, qui rend le procédé ETM moins efficace. Néanmoins, l'énergie nette produite représente jusqu'à cinq fois l'énergie utilisée pour faire fonctionner l'usine : c'est parfaitement rentable sur le plan énergétique.



**Dessin d'un module de 3,5 MW pour la centrale à énergie thermique des mers de 7 MW étudiée pour alimenter Abidjan par la Société Énergie des Mers -EdM. Le projet fut abandonné en 1958. (D'après J.M. Meurville.)**

### Qualité Dakar fête sa première certification

ISO 9001:2000. Le 21 mai dernier, Catherine Barry, conseillère scientifique de la ministre de la Recherche du Sénégal, a officiellement remis à Patricia Moulin, directrice du Laboratoire des Moyens Analytiques Lama (US191-Imago) la première certification qualité obtenue hors métropole.

Dans les jardins du centre IRD de Bel Air, la cérémonie a réuni autour de l'équipe technique, Jacques Boulègue, directeur du département Milieux et Environnement, Eva Giesen, directrice du Département Expertise et Valorisation et Christian Colin, représentant de l'IRD au Sénégal.

Patricia Moulin a fait visiter chacune des installations certifiées à l'ensemble de la délégation avant d'insister longuement sur l'importance du travail en équipe, « indispensable » pour faire face au challenge que représente une démarche qualité. La conseillère scientifique de la ministre de la Recherche s'est félicitée de voir une telle certification aboutir au Sénégal. Elle a appelé de ses vœux la multiplication de ces projets qualité qui, « en fixant l'excellence dans son pays, luttent activement contre la fuite des cerveaux ».



Catherine Barry, conseillère scientifique de la ministre de la Recherche, remet la certification à Patricia Moulin

Partenariat. Plus d'une quinzaine d'IRDiens sénégalais ont déjà obtenu le diplôme universitaire de Management qualité de la recherche de l'université Pierre et Marie Curie-Paris 6. Eva Giesen, à l'origine de cette coopération, a profité de la cérémonie pour réaffirmer son intention de « former ensemble, chercheurs, ingénieurs et techniciens... pourquoi pas à travers la mise en place d'un nouveau diplôme mixte issu d'un partenariat entre Paris 6, l'IRD et le ministère de la Recherche sénégalais ». De son côté, le directeur du DME a renouvelé son engagement auprès de la conseillère en précisant que le Département du Soutien à la Formation « disposait des outils nécessaires à l'organisation d'une formation au Sénégal et qu'il ne restait plus qu'à trouver un accord avec l'US191 » pour finaliser le projet. Un soutien très encourageant, qui fait écho au dynamisme de la démarche qualité à Dakar puisque l'URO09 de Pascal Arduin, le service administratif de la représentation, le service communication et le Laboratoire commun de microbiologie (URO40) viennent également de se lancer dans l'aventure.

### Contact

patricia.moulin@ird.sn



L'équipe du Lama, Eva Giesen, J. Boulègue, Catherine Barry, Christian Colin et Patricia Moulin.

## Punan des villes, Punan des forêts

© IRD/E. Dounias



Punan Tubu  
(Kalimantan  
Est, Indonésie).

© IRD/E. Dounias



Punan Tubu  
(Kalimantan  
Est, Indonésie).

**En adoptant l'agriculture durant la première moitié du xx<sup>e</sup> siècle, les Punan de Bornéo, anciens chasseurs-cueilleurs nomades dorénavant sédentaires, ont dû s'adapter à un mode de vie totalement différent. Deux chercheurs de l'unité de recherche « Dynamiques environnementales entre forêt, agriculture et biodiversité » (UR168), Edmond Dounias (ethnoécologue) et Patrice Levang (agro-économiste), ont étudié l'impact de ces changements sur les Punan, en collaboration avec le Centre international de recherche forestière (Cifor, Indonésie) de 2001 à 2006.**

**L**es Punan Tubu, du nom de la rivière dont ils sont originaires, habitent une zone enclavée du district de Malinau à Kalimantan Est. Pour les rencontrer, il faut compter 3 à 5 jours de pirogue, plus quelques jours de marche pour les villages les plus reculés.

Suite à l'injonction des autorités au début des années 1970, une partie des Punan Tubu a migré vers l'aval et choisi de s'installer à proximité de la ville de Malinau tandis que l'autre a préféré rester en forêt. En 30 ans, une nouvelle génération est née et de nouveaux modes de vie se sont installés. Les chercheurs ont étudié l'évolution des perceptions et des utilisations de la forêt chez ces deux communautés qui autrefois n'en faisaient qu'une. Pour nuancer cette séparation, il faut savoir que des liens subsistent et que les individus circulent d'un groupe à l'autre.

Patrice Levang a étudié la composition des revenus des ménages tandis qu'Edmond Dounias s'est intéressé à leur régime alimentaire et à leur état sanitaire en tant qu'indicateurs de la réponse des Punan à la modification de leur habitat et de leur mode de vie. Il a utilisé deux indices de situation nutritionnelle, l'indice de masse corporelle (BMI) et l'indice de masse grasse. Ces paramètres tiennent compte des variations saisonnières, du niveau d'activité physique des individus, du risque épidémiologique du groupe ainsi que de la disponibilité en ressources alimen-

taires. Les chercheurs ont constaté que les Punan urbanisés, malgré un accès plus aisé aux services et au marché, restaient socialement marginalisés dans leur nouvel environnement. Cette situation a engendré le cortège habituel de malaises sociaux : dépression, alcoolisme, violences conjugales, prostitution... Les Punan enclavés en forêt se sentent également laissés pour compte, mais ils ont su conserver leurs

règles de cohésion sociale, d'entraide et de libre accès aux produits forestiers. Leurs revenus monétaires sont nettement plus faibles, mais leur équilibre alimentaire est bien meilleur que celui de leurs parents urbanisés. Par contre, la sédentarisation les expose à des maladies infectieuses auxquelles ils sont d'autant plus vulnérables qu'ils n'ont pas eu l'occasion de développer de défenses immunitaires.



© IRD/E. Dounias

Patrice Levang et Edmond Dounias ont également mené une enquête d'opinion auprès des deux communautés pour déterminer les avantages et les inconvénients de la vie dans les deux milieux. Les réponses ont été analysées par genre et par classe d'âge. Les ressentis les plus forts exprimés par les Punan urbanisés concernent l'insécurité et la violence rencontrées en ville, ainsi que la nostalgie de la solidarité perdue. Ces valeurs d'entraide, valorisées par le mode de vie en forêt, sont justement les réponses des

Punan de la forêt, au même titre que le libre accès au foncier et aux ressources forestières.

Depuis 2005, en partenariat avec Médecins du Monde, Edmond Dounias intervient auprès des deux communautés pour procurer une aide psychologique (Punan urbanisés) et une prévention en matière de santé publique (Punan en forêt). Les services de santé locaux se sont impliqués dans cette initiative qui prévoit des campagnes de vaccinations et la formation d'agents de santé au sein même de la communauté Punan. Ceux-ci seront capable d'intervenir auprès des membres de leur famille restés en milieu forestier. Jusqu'à présent, la situation enclavée et le relief escarpé de la haute Tubu avaient suffi à protéger ce massif forestier – abritant une biodiversité élevée – des appétits des exploitants forestiers, miniers et agro-industriels (palmier à huile). Mais les zones plus accessibles faisant aujourd'hui défaut, la Tubu est devenue à son tour objet de convoitise. Comment les Punan, peu nombreux, dispersés et inorganisés politiquement, résisteront-ils aux revenus financiers qu'on leur fait miroiter ? D'autant plus que dans leur conception même de la vie, la projection vers le futur n'a pas de réalité.

« Les chercheurs ont un devoir moral de les assister dans leur réflexion » répond Edmond Dounias. « Il nous mises en avant dans les réponses des

Il faut les aider à anticiper l'incidence à long terme de leurs choix actuels, notamment sur les générations à venir. La restitution des résultats de recherche aux communautés est un préalable nécessaire à cette démarche d'accompagnement ».

### En savoir plus

Voir aussi **sciences au sud** n° 22, p. 13, « Punan de Bornéo : Aux portes de la modernité », novembre-décembre 2003).

### Contacts

Edmond Dounias  
edmond.dounias@ird.fr  
Patrice Levang  
patrice.levang@ird.fr



www.mpl.ird.fr/ur168/

	femmes	hommes
Punan en forêt	19,9	20,6
Punan périurbains	19,6	19,9

**La sédentarisation près des villes n'améliore pas l'état sanitaire des Punan comme le montre la régression de l'indice de masse corporelle (un BMI < 18,5 témoigne d'un déficit nutritionnel chronique).**



► **Fidèles à leur collectivisme de chasseurs-cueilleurs nomades d'antan, les Punan Tubu de la forêt partagent toujours la viande de gibier, ici celle d'un sambar de Malaisie (Kalimantan Est, Indonésie).**

↑ **Une Punan achève la cuisson de la féculé du palmier sagou (Arenga undulatifolia). La pâte obtenue a longtemps été la base de l'alimentation des Punan nomades. Avec la sédentarisation, le riz s'est dorénavant imposé (Kalimantan Est, Indonésie).**

© IRD/E. Dounias

Un Punan collecte un tronc de palmier sagou (Arenga undulatifolia) dont on extrait une féculé qui a longtemps constitué la base de l'alimentation de nombreux peuples forestiers d'Asie du Sud-Est (Kalimantan Est, Indonésie). ↓



© IRD/E. Dounias



© IRD/E. Dounias

Visite de Médecins du Monde chez les Punan Tubu (Kalimantan Est, Indonésie).



© IRD/E. Dounias