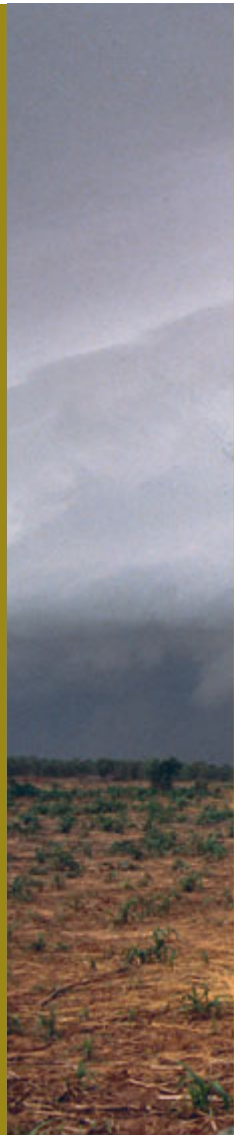




Étude des paléoclimats au Pérou

# Des Programmes de recherche pour le Sud





Mousson africaine

- Programme 1** Risques naturels, climats et ressources non renouvelables
- Programme 2** Gestion durable des écosystèmes du Sud
- Programme 3** Eaux continentales et côtières
- Programme 4** Sécurité alimentaire dans le Sud
- Programme 5** Sécurité sanitaire et politiques de santé
- Programme 6** Développement et mondialisation



## Risques naturels, climats et ressources non renouvelables : impacts pour l'environnement et les populations du Sud

### **Stratégies d'adaptation au changement climatique**

Les recherches ont pour objectif d'aquérir des connaissances fondamentales sur les effets des changements climatiques afin de mettre en œuvre des stratégies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation qui permettent d'affronter, dans les meilleures conditions, les impacts liés au changement climatique. L'action est menée sur la base des recommandations du groupe d'experts sur l'évolution du climat, dans le cadre du programme des Nations unies sur les changements climatiques.

### **Prévention et maîtrise des risques naturels et environnementaux**

L'aléa est aussi bien géologique, climatique que lié à l'action de l'homme. Il s'agit de comprendre les aléas, en particulier géologiques (sismicité, volcanisme), climatiques (sécheresse, désertification) et d'origine humaine (pollution atmosphérique, pollution environnementale) et de proposer des solutions permettant d'anticiper, de réduire et de maîtriser les risques.

## Programme I

### Modélisation du tsunami en Thaïlande



Peu après la survenue du tsunami dévastateur dans l'Océan Indien, le 26 décembre 2004, l'Université Chulalongkorn de Bangkok a engagé une collaboration avec des chercheurs de l'IRD afin de réaliser conjointement des simulations numériques et établir une cartographie du risque de tsunami en Thaïlande, sévèrement touchée.

Ce tsunami, consécutif à un séisme au large de l'île de Sumatra, d'une magnitude proche de 9,2 sur l'échelle de Richter, figure parmi les fortes priorités du programme « Ondes de surface et tsunamis » de l'unité mixte *Géosciences Azur*, dont l'un des grands objectifs est d'étudier le lien étroit qui existe entre séisme ou glissement sous-marin et tsunami, en particulier près des zones de subduction ou de fortes instabilités gravitaires.

La propagation d'une onde tsunami fluctuant selon la profondeur des océans et la topographie côtière, les chercheurs ont rassemblé les données hydrodynamiques disponibles dans le golfe du Bengale : marégrammes (variations du niveau de la mer) et mesures satellitaires d'anomalies du niveau de la mer. Pour modéliser la propagation de l'onde, ils ont ensuite confronté leur modèle avec ces données et celles disponibles sur la source sismique.

Les chercheurs ont obtenu, en mode pronostique, les variations des niveaux maximum d'élévation de la vague tout au long de la côte de la mer d'Andaman. Ces données reproduisent, avec une

corrélation de 94%, les variations réellement enregistrées sur le terrain. De plus, l'erreur sur les amplitudes de vagues est inférieure à 4%. La fiabilité de cette modélisation confirme l'intérêt de confronter des données sismiques à des données hydrodynamiques et révèle ainsi l'importance de développer des réseaux de mesures hydrographiques dans ces régions pour mieux appréhender l'aléa sismique.

La cartographie du risque de tsunami obtenue - véritable photographie instantanée de l'événement - permet non seulement d'identifier les zones vulnérables en Thaïlande, mais aussi celles n'appelant pas de mise en œuvre de système d'alerte.

Enfin, grâce à l'identification de processus physiques, les chercheurs expliquent certains modes de propagation du tsunami le long des côtes thaïlandaises. Ainsi, la région de Khao Lak a subi des vagues de 10 à 15 mètres, du fait d'un changement d'orientation et d'une focalisation de la vague à l'arrivée sur la côte, s'expliquant par la bathymétrie de la zone. A Patong, sur l'île de Phuket, la profondeur de la baie a piégé la vague qui a été amplifiée par les réflexions locales. Enfin, pour l'île Phi Phi, les simulations reproduisent bien la traversée de l'isthme reliant les deux blocs rocheux.

Si nul ne connaît précisément les périodes de récurrence d'un tel événement, la cartographie peut néanmoins contribuer à une meilleure gestion à long terme du littoral, en particulier pour l'élaboration des plans d'urbanisation des zones côtières et le maintien ou la réimplantation des protections naturelles : mangroves, forêts.

L'IRD étendra ce travail aux autres côtes du golfe du Bengale : Inde, Sri Lanka, Indonésie, touchées par le tsunami. A cet effet, une collaboration débute avec l'Université de Madras.

**Contact :** Mansour Ioualalen - [mansour.ioualalen@geoazur.obs-vlfr.fr](mailto:mansour.ioualalen@geoazur.obs-vlfr.fr)

#### POINT DE VUE D'UN PARTENAIRE

**Chidchanok Lursinsap**, directeur du Département de Mathématiques, Université de Chulalongkorn, Thaïlande

Le travail collaboratif mené entre notre département de mathématiques et l'IRD sur les simulations numériques du tsunami du 26 décembre 2004 a été très efficace et s'avère prometteur. Les résultats obtenus sur l'impact du tsunami le long de la côte Andaman ont été largement diffusés à la communauté scientifique ainsi qu'aux communautés touchées par l'événement. Ils sont intéressants à la fois pour le développement futur de la côte Andaman et pour l'élaboration de plans d'évaluation du risque de tsunami.

L'implication de l'IRD dans le programme de Master de notre département constitue un autre indicateur clé du succès de cette collaboration scientifique. Désormais, les éléments numériques et méthodologiques résultant de ce travail conjoint sont implantés dans notre département. Ils seront mis à profit pour approfondir les études et protocoles sur les systèmes d'alerte au tsunami basés sur de futures simulations.

## Programme I

### Changements climatiques et formation des récifs coralliens



Le devenir des récifs coralliens suscite des interrogations majeures pour les états insulaires des régions tropicales. Constituant une grande partie de ces territoires, ces récifs assurent à la fois une protection contre la houle et les tempêtes mais aussi une ressource halieutique et touristique très importante. Quel est l'impact des changements climatiques globaux sur la croissance de ces récifs ? C'est une question majeure à laquelle s'intéresse l'unité de recherche *Paléotropique* qui analyse notamment les modes de variabilité climatique en zone tropicale au cours du Quaternaire et en évalue les impacts sur les environnements tropicaux terrestres et marins, notamment sur les récifs coralliens.

L'étude des récifs coralliens du Pacifique - Nouvelle-Calédonie, Vanuatu, Wallis et Polynésie française - apporte aujourd'hui des informations essentielles sur les variations de paramètres environnementaux et sur les modalités de croissance de ces récifs. Ainsi, l'analyse, à une résolution mensuelle, de la composition des coraux massifs en éléments traces comme l'uranium, le strontium et le baryum, ainsi qu'en isotopes stables (oxygène et carbone), permet de reconstituer les variations de température et de salinité de surface de la mer, ou encore les fluctuations en apports de nutriments sur plusieurs dizaines d'années en continu. Par ailleurs, l'analyse dans le temps de la succession des associations algaires et coralliennes informe sur la croissance des récifs et les modifications du milieu.

Ces études, effectuées dans le cadre de programmes nationaux ou internationaux, sont réalisées avec de nombreux partenaires français et locaux. Des collaborations ont été tissées avec l'Australian National University de Canberra, en Australie, et l'Université de Tucson, en Arizona (USA).

En Nouvelle-Calédonie, l'analyse géochimique des carottes de coraux, récents et fossiles, révèle que la variation de composition en nutriments de l'environnement des récifs coralliens au cours des 6 000 dernières années joue un rôle important dans leur croissance, un excès de nutriments pouvant par exemple ralentir leur extension. Par ailleurs, les chercheurs montrent que le récif de la barrière de Nouvelle-Calédonie s'est formé par empilement successif de récifs édifiés lors des dernières périodes interglaciaires, périodes géologiques de réchauffement survenant tous les 100 000 ans, associées à de hauts niveaux marins. Ce mode d'édification des récifs est similaire à celui retrouvé en Australie. Enfin, autre résultat important : le dernier épisode interglaciaire, remontant à 125 000 ans, présente les plus fortes similitudes climatiques avec notre époque mais il se révèle très productif en carbonate : cette période s'avère ainsi une des plus marquantes dans la constitution du récif.

Plus spécifiquement, l'étude des récifs édifiés lors de la dernière remontée du niveau marin, ces 20 000 dernières années, devrait fournir des éléments de réponse essentiels sur les perturbations de croissance liées aux changements climatiques rapides durant cette période. A cet effet, de nouvelles opérations internationales de carottages seront nécessaires.

Contact : Guy Cabioch - [guy.cabioch@ird.nc](mailto:guy.cabioch@ird.nc)

#### POINT DE VUE D'UN PARTENAIRE

Pr Heitor Evangelista, université de l'Etat de Rio de Janeiro

La côte brésilienne présente la plus grande biodiversité des formations coralliennes de l'océan Atlantique Sud. L'université de l'Etat de Rio de Janeiro a trouvé, dans la coopération scientifique avec l'équipe *Paléotropique* de l'IRD, une opportunité unique pour reconstituer les mécanismes de la variabilité climatique régionale et globale à partir de l'étude de ces coraux. Cela, grâce à son expérience et sa reconnaissance internationale dans ce domaine. Cette coopération bilatérale, à travers les projets CNPq/IRD et ceux menés avec le Laboratoire Mixte de Recherche en Environnements (LAMIRE), sera bénéfique à la fois aux professeurs, jeunes doctorants et étudiants de notre université. Cette coopération aboutira sans aucun doute à l'émergence d'une équipe spécialisée sur les coraux, qui viendra renforcer à l'échelle nationale les équipes multidisciplinaires dans l'étude des paléoclimats.



## Gestion durable des écosystèmes du Sud

### **Biodiversité et gestion des ressources vivantes**

La surexploitation des écosystèmes traditionnellement utilisés, la déforestation à des fins commerciales, agricoles ou d'urbanisation et la mise en culture de zones marginales très fragiles contribuent à l'érosion de la biodiversité. Dans ce contexte, il est nécessaire d'inventorier et de décrire dans toute leur complexité et leurs interactions, la biodiversité et la dynamique des écosystèmes continentaux et marins.

### **Informations spatiales et gestion durable de l'environnement**

Les surfaces océaniques et continentales sont maintenant considérées comme un enjeu de recherche opérationnelle mettant en première place l'homme et ses impacts sur l'environnement. Les océans tropicaux et équatoriaux étudiés sont le lieu principal des échanges d'énergie ; la quantité d'eau disponible dans les sols dépend directement de ce cycle.

Les recherches permettent de comprendre par l'analyse physique, chimique et pédologique, le fonctionnement de ces écosystèmes afin d'en assurer une gestion durable. Des technologies adaptées sont proposées dans le but d'une appropriation rapide par le Sud des démarches d'acquisition de données et de gestion durable des environnements concernés. Ces questions interpellent les politiques d'environnement et les pratiques locales confrontées au défi d'un développement durable.

## Programme 2

### Pour une gestion rationnelle des ressources en eau au Maroc



Marquée par un climat semi-aride, la région marocaine de Marrakech Tensift-El Haouz doit faire face à des besoins en eau toujours plus importants, en raison de la croissance démographique, du développement économique et de l'essor des infrastructures touristiques. L'eau disponible, provenant en grande partie des neiges de l'Atlas, est déjà entièrement mobilisée, notamment pour l'irrigation des cultures. Seule une gestion rationnelle et rigoureuse de l'eau permettra à cette région de se développer tout en veillant à la durabilité de cette ressource.

Le programme de recherche franco-marocain *Sudmed* mené par le Centre d'études spatiales de la biosphère (CESBIO) de Toulouse, en collaboration avec des institutions marocaines - l'Université Cadi-Ayad, les services de l'État et la Direction de la Météorologie Nationale - porte sur l'étude intégrée des ressources en eau de cette région. L'objectif est de mieux connaître l'état actuel de des réserves ainsi que leur possible évolution afin de concevoir des outils de gestion efficace et durable.

Dans ce but, les chercheurs ont développé des méthodes originales couplant des informations de terrain, des données satellitaires et des modèles de processus. Grâce à la télédétection spatiale, les scientifiques recueillent des informations sur la fonte du manteau neigeux de l'Atlas et, par là même, sur les réserves d'eau, mais aussi sur le développement des cultures au cours du temps. Elles sont ensuite traitées et combinées à des données micro-météorologiques : température,

humidité et turbulence de l'air, vitesse et direction du vent..., pour être intégrées dans des modèles physiques qui permettent de calculer avec précision la consommation réelle d'eau par les cultures, dans le temps et dans l'espace.

Suite à ces travaux, les chercheurs ont mis au point un outil d'aide à la décision pour l'irrigation de la plaine du Haouz. Développé en partenariat avec l'Office régional de mise en valeur agricole de la région de Haouz (ORMVAH), en charge de la gestion et de la distribution de l'eau, ce logiciel produit en temps quasi-réel des cartes de besoin et de consommation des cultures et permet ainsi de passer d'une gestion de l'offre à une gestion de la demande et aussi de mettre en œuvre les meilleures stratégies en termes de pilotage de l'irrigation. D'ores et déjà, l'équipe du CESBIO, en collaboration avec l'ORMVAH, a pu démontrer qu'un apport d'eau, au moment même de la croissance du blé, permet d'augmenter le rendement de 40 % de la culture pour une même quantité d'eau globale.

Face à ces résultats, les chercheurs ont été invités à participer au programme européen PLEIADeS avec les partenaires du Maroc et du Mexique afin de développer un système de gestion complet, incluant la structure des systèmes agricoles et la participation des agriculteurs au processus. A terme, l'idée est de leur délivrer directement les informations sur les besoins en eau, champ par champ.

**Contact :** Richard Escadafal - [richard.escadafal@cesbio.cnes.fr](mailto:richard.escadafal@cesbio.cnes.fr)  
Ghani Chehbouni - [ghani.chehbouni@cesbio.cnes.fr](mailto:ghani.chehbouni@cesbio.cnes.fr)

### JEUNE ÉQUIPE ASSOCIÉE IRD (JEAI)

Centre de Recherche sur l'Eau en Milieu Aride et Semi aride (CREMAS)  
Pr Lahoucine HANICH, directeur.

Face à la demande pressante de la société marocaine en matière de formation et d'expertise sur l'eau, des chercheurs de l'Université Cadi Ayyad à Marrakech ont créé le CREMAS pour développer les bases scientifiques d'une gestion raisonnée des ressources en eau de la région. Nos recherches portent sur l'étude du château d'eau que constituent les montagnes enneigées de l'Atlas marocain, la recharge de la nappe phréatique de la plaine et aussi sur la consommation d'eau des cultures irriguées.

Notre jeune équipe, soutenue par l'IRD, s'appuie sur le partenariat scientifique entre le CESBIO et notre université depuis 2001. Les bases d'une culture scientifique commune ont été établies grâce à la formation par la recherche de nos doctorants, aux expérimentations menées ensemble sur le terrain, et aux missions entre Marrakech et la France. Notre jeune équipe est maintenant à même de se lancer dans de nouvelles expérimentations, par exemple sur l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation. Le partenariat établi avec nos collègues du CESBIO permet d'inscrire nos recherches dans des projets européens.

[hanich@fstg-marrakech.ac.ma](mailto:hanich@fstg-marrakech.ac.ma)

## Programme 2

### Poissons et pêcheurs en Amérique du Sud : un jeu de cache-cache



La plus grande pêcherie monospécifique du monde repose sur un poisson de moins de vingt centimètres, l'anchois du Pérou. Les captures annuelles, très variables, ont oscillé entre 0,1 et 15 millions de tonnes depuis les années 60. Les pêches journalières peuvent atteindre 170 000 tonnes, contre 600 000 tonnes annuelles en France, toutes espèces confondues. A la suite d'un effondrement catastrophique dans les années 70, ce stock est aujourd'hui surveillé de près par les scientifiques. L'effort de pêche est contrôlé au jour le jour, entre autres grâce au suivi en temps réel de la position de l'ensemble des navires par satellite.

Des chercheurs de l'IRD et de l'Institut de la mer du Pérou (IMARPE) ont montré que les mouvements des bateaux de pêcheurs sont un bon indicateur du mode d'organisation spatiale des agrégations de poissons et informent en temps réel sur la vulnérabilité des stocks d'anchois. Ainsi, ces mouvements peuvent alerter sur une situation critique et conduire les autorités à prendre rapidement des mesures pour éviter des niveaux de capture trop importants. D'autres résultats suggèrent que l'amplitude des ondes de Kelvin équatoriales, naissant au milieu de l'océan Pacifique et associées aux épisodes *El Nino*, serait corrélée avec la sinuosité des trajectoires des bateaux de pêche sur la

côte péruvienne, six mois plus tard. Ces ondes influenceraient en cascade les différents maillons de l'écosystème jusqu'au comportement des pêcheurs. En conséquence, si ces résultats se confirment, l'observation de ces ondes pourrait permettre de prédire des mois à l'avance l'organisation spatiale des ressources en poissons. Enfin, des modèles de l'océan côtier en trois dimensions, couplés à des modèles de vie larvaire des anchois, permettent de mieux comprendre la distribution spatiale des reproducteurs, en fonction des probabilités de survie des larves. Ces résultats, fruit d'une collaboration entre plusieurs départements et unités de l'IRD ouvrent des perspectives immédiates en termes de gestion de la pêcherie.

Par ailleurs, les chercheurs s'intéressent au chinchard océanique, espèce très exploitée au Pérou et plus encore au Chili, dont les captures annuelles, très variables, dépassent parfois le million de tonnes. Bien que généralement dispersé dans l'ensemble du Pacifique sud, ce poisson peut curieusement se concentrer et devenir accessible aux pêcheurs dans des zones côtières confinées. Les chercheurs montrent que cette accessibilité résulte d'un comportement collectif de ces poissons qui développent une stratégie atypique pour attaquer leurs proies. Durant le jour, le chinchard migre verticalement vers les eaux profondes peu hospitalières, car froides et peu oxygénées, où il se met au repos, en état de léthargie. Au crépuscule, lorsque les proies remontent en nombre vers la surface, les chinchards s'agrègent rapidement pour les attaquer. Cette stratégie leur permet d'exploiter une ressource abondante dans l'océan mondial, inaccessible aux autres prédateurs, mais elle les expose aussi et les rend vulnérables aux flottilles de pêche.

**Contact :** Sophie Bertrand - [sophie.bertrand@ird.fr](mailto:sophie.bertrand@ird.fr)

Arnaud Bertrand - [arnaud.bertrand@ird.fr](mailto:arnaud.bertrand@ird.fr)

Pierre Fréon - [pierre.freon@ird.fr](mailto:pierre.freon@ird.fr)

#### POINT DE VUE D'UN PARTENAIRE

Renato Guevara, Directeur Scientifique de l'IMARPE

Organisme d'État en charge de la recherche sur les ressources hydrobiologiques du Pérou, l'IMARPE a pour mission d'accroître les connaissances et de développer les outils nécessaires pour appréhender dans sa globalité l'écosystème d'upwelling du Pérou. L'objectif est de conseiller le gouvernement pour la mise en œuvre d'une exploitation rationnelle des ressources de la pêche et la préservation de l'écosystème marin. Doté d'une longue tradition de coopération internationale, fondée en priorité sur l'échange scientifique et la formation des chercheurs, ingénieurs et techniciens, l'IMARPE développe une coopération fructueuse avec l'IRD. Plusieurs projets de recherches conjoints ont été définis, avec la participation notamment de scientifiques péruviens et français, pour les quatre années à venir. Ces projets appuient les actions de l'IMARPE pour une approche écosystémique de la gestion des pêcheries nationales.



## Eaux continentales et côtières : ressources et usages au Sud

### Gestion intégrée des ressources en eau

Un milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et deux milliards et demi n'ont aucun moyen d'assainissement. La mise en évidence de réserves, leurs conditions d'accessibilité et les problèmes de leur gestion sont l'une des clés du développement. L'accès à l'eau repose sur une chaîne complexe d'intervenants et implique souvent de bouleverser des équilibres sociaux millénaires. L'approche par une gestion intégrée des ressources en eau, fondée sur une solide connaissance du cycle de l'eau, permet de répondre à la problématique de l'accès à l'eau à diverses échelles pertinentes, du village au bassin versant en passant par le territoire.

### Développement durable des environnements côtiers

Les recherches portent sur les écosystèmes coralliens, littoraux (estuaires, lagons, mangroves, etc.) et continentaux fortement anthropisés et visent à réduire l'impact de l'intensification des dégradations (prélèvements, pollutions, etc.) sur les ressources naturelles aquatiques. Il s'agit d'étudier les répercussions des changements induits par les activités humaines sur ces écosystèmes et leurs ressources biologiques en vue de les préserver et de les exploiter durablement.

## Programme 3

### L'eau souterraine accélère les effondrements de terrain autour de la mer morte



Depuis plus de 15 ans, des centaines d'effondrements de terrain se sont produits le long de la mer morte, en Israël, Jordanie et Palestine, mettant en danger des vies humaines et menaçant les infrastructures. Le risque pèse aujourd'hui sur les usines de potasse de la région. La dégradation du sol serait liée à la baisse régulière du niveau de la mer morte - une vingtaine de mètres depuis 1960 - et à l'écoulement des eaux souterraines. Comment ces effondrements de terrain se produisent-ils ? Quels sont les secteurs les plus à risque ? Des chercheurs de l'IRD, en partenariat avec l'Institut de géophysique d'Israël, l'Université Al-Balqa Applied en Jordanie et l'UMR 7619 de l'université Pierre et Marie Curie, tentent de comprendre le processus de dégradation du sol afin de développer une

méthodologie d'évaluation du risque. Ces études sont réalisées dans le cadre du programme *La science pour la paix* de l'OTAN.

Pour étudier la corrélation entre l'écoulement des eaux souterraines et le développement des effondrements de terrain, les chercheurs ont entrepris des mesures géophysiques sur le secteur côtier d'Israël et de Jordanie, grâce à la technique de Résonance Magnétique Protonique (RMP). Cette technique originale permet à la fois de localiser une nappe d'eau souterraine depuis la surface et de déterminer la perméabilité hydraulique de la roche qui l'entoure. Elle repose sur le principe de résonance des protons (noyaux d'hydrogène) contenus dans les molécules d'eau, qui répondent à un signal électromagnétique émis de la surface. La réponse reçue est directement proportionnelle à la quantité d'eau présente dans le sous-sol. Développée initialement en Russie

dans les années 80, cette technique a été améliorée en France dans le cadre d'une collaboration entre l'Académie des sciences de Russie, le BRGM, l'IRD et la société française IRIS-Instruments.

Les scientifiques ont réalisé une série de mesures aux endroits précis où des forages avaient été réalisés en 1999 et 2001, et où des effondrements se sont produits depuis. Là où les forages avaient mis en évidence une couche de sel de 11 mètres d'épaisseur, peu perméable, dans laquelle circulait l'eau souterraine, les mesures RMP révèlent la présence d'une cavité karstique, non détectée par les forages 5 ans auparavant et dans laquelle l'eau souterraine peut circuler avec une vitesse beaucoup plus élevée. Les chercheurs en concluent qu'entre 1999 et 2005, la cavité se serait creusée du fait de la dissolution de la couche de sel par l'écoulement des eaux souterraines.

Plus globalement, ces travaux valident une des hypothèses existantes des mécanismes de dégradation des sols dans cette région : l'eau souterraine qui s'écoule des montagnes vers la mer morte, dissoudrait progressivement la couche de sel présente dans les sous-sols, créant ainsi des cavités qui fragilisent le sol et conduisent à des effondrements de terrain.

En réalisant régulièrement des mesures RMP sur ce même site, les chercheurs devraient pouvoir estimer la vitesse de progression de la formation des cavités souterraines. Ces données seront alors utilisées pour la modélisation numérique du phénomène.

**Contact :** Anatoli Legtchenko - [anatoli.legtchenko@hmg.inpg.fr](mailto:anatoli.legtchenko@hmg.inpg.fr)

#### POINT DE VUE D'UN PARTENAIRE

**Dr. Abdallah Al-Zoubi, Associate Professor of Geophysics**  
Al-Balqa' Applied University, Salt, Jordanie

La compréhension de la formation des effondrements de terrain le long de la mer morte est une étape essentielle pour mettre en oeuvre une politique de gestion du risque. A travers le Programme de l'OTAN, notre université collabore avec l'Institut géophysique d'Israël, l'Université Paris 6 et l'IRD. La méthode de RMP apportée par les chercheurs de l'IRD devrait nous permettre de mieux comprendre le rôle des eaux souterraines dans la survenue de ces effondrements de terrain. Plusieurs ingénieurs et techniciens jordaniens ont été formés à cette technique durant la dernière campagne menée sur le terrain. Les mesures ont donné des résultats impressionnants, tout particulièrement dans le bassin de la mer morte, considéré comme l'une des zones géologiques les plus complexes du Moyen-Orient. Dans un proche avenir, nous souhaitons renforcer cette collaboration pour nous aider à résoudre les problèmes liés à l'eau (insuffisance, environnement), en Jordanie.

## Programme 3

### Pour une aquaculture durable du tilapia



Le développement de l'aquaculture représente un formidable enjeu pour répondre aux besoins alimentaires mondiaux de demain. D'ores et déjà, près de 30% des produits alimentaires d'origine aquatique proviennent de l'aquaculture. Cependant, quand elle est fondée sur l'élevage de poissons carnivores (saumon, turbot...), l'aquaculture entre en contradiction avec la logique de développement durable : les coûts de production sont très élevés, en raison de la faible conversion de l'aliment : 6kg de harengs sont nécessaires pour produire 1 kg de saumon. De plus, les farines de poissons utilisées, fabriquées au Nord, peuvent concentrer des polluants comme la dioxine. Enfin, les piscicultures intensives, fortes consommatrices d'eau, dégradent l'environnement par leurs rejets riches en matières organiques.

D'où l'intérêt de développer la production de poissons omnivores, comme les carpes et les tilapias. Principalement herbivores et détritivores, ils consomment surtout des protéines végétales, moins coûteuses et peu sujettes à l'accumulation de polluants.



Depuis une vingtaine d'années, l'IRD mène des recherches aquacoles en Afrique de l'Ouest sur le tilapia, dont une sous-espèce s'avère prometteuse pour l'élevage : *le Sarotherodon melanotheron heudelotii*. Ressemblant à une daurade et de saveur agréable, il se nourrit de matière organique sédimentaire, d'algues et de phytoplancton, tandis que ses alevins consomment du zooplancton. C'est ce mode d'alimentation qui a

conduit les chercheurs de l'unité UR 167 - CYROCO à concevoir un système d'élevage original en eau saumâtre, sous serres, dit « à recyclage intégral » : un circuit fermé où le phytoplancton, fertilisé par la minéralisation des excréments des poissons et de l'aliment non utilisé, est consommé par du zooplancton herbivore, ce dernier nourrissant les alevins.

Un prototype de ce Système Aquacole à Recyclage Intégral, le SARI, est implanté au centre IRD de Mbour, à 80 km au sud de Dakar. Les conditions climatiques tropicales sont idéales pour maximiser ce type de production en « eau verte », riche en phytoplancton.

Le SARI, protégé par un brevet IRD, présente plusieurs avantages : d'abord, il économise 2/3 d'aliments fournis aux poissons ; ensuite, par son isolement, il évite les rejets, donc la pollution organique de l'environnement, il empêche la contamination de l'élevage par des pathogènes et des compétiteurs, mais aussi la pollution génétique de la biodiversité locale. Enfin, il économise l'eau douce : seul 1% d'apport quotidien est nécessaire, contre 10% en élevage semi-intensif classique. La modélisation dynamique du système intégrant les aspects hydrauliques, physico-chimiques, écologiques et bioénergétiques permettra d'optimiser les protocoles d'élevage.

Le SARI devrait abaisser le coût de production du tilapia en dessous du seuil de 1 €/kg, le rendant ainsi compétitif sur le marché international. Au Sénégal, en l'absence de traditions villageoises piscicoles, l'intérêt pour l'application de cette technique vient des mareyeurs professionnels. Ces premiers développements essaieront par la suite vers des coopératives et des petits producteurs locaux.

**Contact :** Sylvain Gilles - [sylvain.gilles@ird.sn](mailto:sylvain.gilles@ird.sn)  
Xavier Lazzaro - [xavier.lazzaro@ird.sn](mailto:xavier.lazzaro@ird.sn)

#### POINT DE VUE D'UN PARTENAIRE

Papa Doucou Yerim FALL, Directeur Général *La ligne océane*, Dakar

Après avoir eu connaissance des travaux de recherche piscicole menés par l'IRD, notre société *La Ligne Océane*, spécialisée dans la commercialisation des produits de la mer, a décidé de créer une ferme d'élevage du tilapia marin. Cela, avec l'appui de l'IRD, de la Direction des Pêches Continentales et de l'Aquaculture du ministère de l'Economie maritime, et de la FAO. Une unité de production d'une capacité annuelle de 120 tonnes, en mesure d'évoluer à plus de 200 tonnes, est à l'étude.

De décembre à mars, saison relativement froide au Sénégal, la température de l'eau de mer avoisine les 18°C. Grâce au Système Aquacole à Recyclage Intégral (SARI) de l'IRD, la reproduction du tilapia marin pourra être obtenue toute l'année, ainsi que la production des alevins et juvéniles, très sensibles aux basses températures. Par ailleurs, des conditions de croissance optimale seront offertes grâce à la valorisation des effluents d'élevage.



## Sécurité alimentaire dans le Sud

### Productivité des agrosystèmes

Dans de nombreuses régions, l'insuffisance des rendements, combinée à une croissance démographique rapide, a forcé les agriculteurs à cultiver de nouvelles terres peu adaptées à l'agriculture, entraînant le déboisement et la dégradation des sols. Le défi actuel est de continuer le développement de la production alimentaire afin de satisfaire aux besoins futurs sans causer d'effets négatifs sur l'environnement. Intimement liées, les notions de développement durable et de sécurité alimentaire constituent des enjeux majeurs pour les pays du Sud. Les équipes dédiées au domaine agronomique sensu largo situent leurs travaux et inscrivent leurs recherches les plus fondamentales dans une perspective d'amélioration du rendement des terres cultivées dans des conditions durables tout en maintenant la fertilité des sols, en minimisant l'érosion et en diminuant les intrants. L'identification des mécanismes génétiques et les connaissances biologiques et physiologiques permettront d'accélérer la sélection variétale des plantes cultivées.

### Politiques alimentaires

L'élimination de la faim, de l'insécurité alimentaire et de la malnutrition, alliée à une gestion durable des ressources naturelles, est un enjeu majeur du développement.

Les progrès scientifiques et technologiques rapides dans les domaines de la biologie moléculaire, de l'information, de la communication et de l'énergie ont fait surgir la nécessité de mettre en place des politiques gouvernementales qui prennent en compte les besoins des agriculteurs, des consommateurs et de l'environnement. Les recherches portent sur l'identification des politiques appropriées (mesures d'incitation) à mettre en place par les décideurs politiques locaux pour améliorer l'efficacité des systèmes alimentaires et inciter les agriculteurs à augmenter leur productivité tout en appliquant une gestion durable des ressources naturelles.

## Programme 4

### Biologie des populations de rongeurs des zones sahélo-soudaniennes inondables

La lutte contre les rongeurs nuisibles est primordiale pour protéger les cultures et améliorer les rendements agricoles. Pour répondre aux partenaires du Mali et du Sénégal, qui souhaitent mettre en œuvre des stratégies de contrôle efficaces, peu coûteuses et non polluantes, des chercheurs de l'IRD mènent des recherches qui visent à mieux comprendre la distribution et la dynamique des rongeurs à l'échelle régionale de l'Afrique de l'Ouest.

Ces recherches ont permis d'améliorer les connaissances sur la systématique, les inter-relations et la distribution des rongeurs africains, tout particulièrement des espèces à forte pullulation comme *Arvicanthis* et *Mastomys*. L'étude des capacités physiologiques de gestion des besoins en eau des espèces confirme que la résistance à la déshydratation est un des facteurs clés à la fois de la répartition des espèces, notamment des rongeurs *Arvicanthis* au Mali, mais aussi des changements de répartition observés suite à l'aridification du climat dans le Sahel depuis la fin des années 70. Cette résistance est, par exemple, à l'origine de la dominance nouvelle des *Gerbillus* au Sénégal.

Les suivis écologiques menés sur le long terme au Nord du Sénégal, au Burkina Faso et au Mali montrent que les pullulations des espèces résultent souvent de variations inter annuelles du climat : une pluviométrie normale après plusieurs années de sécheresse dans les zones non inondables, ou des crues modérées pendant plusieurs années consécutives dans des zones inondables. Ces variations climatiques, en affectant les chaînes trophiques (ressources alimentaires, prédation..) ont un impact sur les cycles annuels de reproduction, de dispersion et de mortalité des rongeurs.

Dans les zones non inondables, le déclenchement des phases annuelles de reproduction semble corrélé avec l'apparition de signaux saisonniers comme la durée du jour, la température, l'humidité et les ressources alimentaires. Les chercheurs ont modélisé les risques de pullulation selon la typologie des situations pluviométriques atypiques et les particularités reproductives de chaque espèce. Une démarche similaire a été entreprise dans les plaines inondables du Delta Intérieur du fleuve Niger, où les phases annuelles de reproduction et de dispersion des deux espèces majeures *Arvicanthis niloticus* et *Mastomys huberti* sont profondément modifiées lors de crues atypiques.

Les recherches sur *Arvicanthis* révèlent que les mécanismes moléculaires de synchronisation par la lumière de l'horloge circadienne - qui règle les rythmes biologiques de 24 heures - sont similaires chez les mammifères diurnes tropicaux et chez les mammifères nocturnes des régions tempérées. Par ailleurs, les mécanismes qui contrôlent la production cérébrale nocturne de la mélatonine - l'hormone qui régule les rythmes biologiques - sont identiques chez les rongeurs tropicaux et tempérés. Ensuite, les variations de la mélatonine induites par des changements de la

durée du jour modifient de façon très significative le rythme journalier d'activité de cette espèce. Enfin, le suivi sur le terrain de l'activité biosynthétique de la glande pinéale chez *Arvicanthis* montre que les variations saisonnières de la production de mélatonine par cette glande sont influencées non seulement par la photopériode mais aussi par des facteurs, tels que la température, l'humidité et les disponibilités alimentaires, selon des mécanismes encore inconnus.

Ces résultats montrent que l'horloge interne des rongeurs est probablement le relais de transmission des effets des signaux environnementaux associés au déclenchement des phases de reproduction et de dispersion observées dans la nature. Enjeu économique majeur pour l'agriculture, la modélisation des effets de l'enchaînement des crues sur la dynamique des rongeurs ravageurs des zones inondables est un modèle très approprié pour l'étude des mécanismes de survie des espèces dans un habitat soumis à une forte structuration annuelle du climat, tout en présentant d'importantes variations inter annuelles.



Contact : [sicard@ird.ml](mailto:sicard@ird.ml)

## Programme 4

### Les biotechnologies au secours des palmiers-dattiers du Sahara



Très développée dans les zones arides du Moyen-Orient, en Egypte, au Maghreb et jusqu'en Mauritanie centrale, la culture du palmier-dattier est en revanche, absente des pays semi-arides qui bordent le désert du Sahara. Pourtant, le palmier-dattier constitue une ressource économique importante et l'extension de sa culture représente parfois un enjeu vital dans les politiques nationales de lutte contre la pauvreté, comme en République de Djibouti. Plusieurs écueils biologiques freinent cependant l'essor de cette culture villageoise.

Les caractéristiques variétales du palmier-dattier ne peuvent être conservées que par multiplication végétative. Pour reproduire les plants à l'identique, les paysans utilisent traditionnellement des rejets (ou pousses) de souches, malheureusement trop peu nombreux pour couvrir les besoins nationaux. Par ailleurs, dans les pays du Sahel et à Djibouti, l'extension des cultures est limitée par le manque de variétés adaptées aux conditions particulières de climat et de sol.

Pour contrer ces obstacles biologiques, l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar a initié en 2002 un programme de recherches, en partenariat avec des chercheurs de l'IRD spécialisés dans les biotechnologies applicables aux palmiers. L'objectif principal est d'optimiser des procédés de clonage par embryogenèse somatique du palmier-dattier pour multiplier des plants de choix. Par la suite, l'évaluation des clones obtenus permettra de sélectionner les variétés de palmiers-dattiers les plus adaptées en termes de capacité de production, de cycles de floraison et de fructification ou encore d'aptitudes aux climats locaux.

Pour ce programme, une quarantaine de variétés adaptées aux contraintes environnementales et aux climats locaux, ont été sélectionnées par les partenaires mauritaniens, sénégalais et de Djibouti. Des recherches fondamentales, qui visent à comprendre les différentes étapes qui conduisent de la cellule indifférenciée à l'embryon puis à la plantule, ont alors été menées en partenariat avec les laboratoires de Dakar et d'Alger.

En 2005, le procédé complet d'embryogenèse somatique du palmier-dattier par cultures de cellules en milieu liquide a été validé. Les premiers clones de quelques dizaines de plantes sont en pépinières à Dakar. Des essais de production à plus grande échelle sont en cours en laboratoire. Ces résultats, aboutissement de 5 années de partenariat Sud-Nord, devraient permettre rapidement de produire des plants de dattiers pour contribuer à la réhabilitation des terres dégradées et à la sédentarisation des populations par l'agriculture. C'est l'objectif du tout nouveau laboratoire de biotechnologies végétales du Centre d'Études et de Recherches de Djibouti, créé avec l'expertise de l'IRD et avec lequel l'Institut devrait pérenniser une collaboration scientifique.

Contact : Alain Borgel - [alain.borgel@mpl.ird.fr](mailto:alain.borgel@mpl.ird.fr)

### JEUNE ÉQUIPE ASSOCIÉE IRD (JEAi)

Dr Djibril SANE, responsable de la JEAi « Recherche sur la physiologie du développement de plantes tropicales pérennes », Dakar



Notre collaboration avec l'IRD s'est traduite par la création, en 2003, d'une Jeune Equipe Associée. Notre programme de recherche porte sur la production de clones par culture *in vitro* et l'analyse de la diversité génétique chez le filao et le palmier dattier, deux essences forestières d'une grande importance au Sénégal. Notre équipe s'est appuyée sur l'expertise reconnue de l'Unité de Montpellier en physiologie moléculaire et en physiologie du développement des espèces tropicales pérennes. Depuis, nous avons contribué à une meilleure compréhension du développement des deux espèces et de la base génétique des variétés sélectionnées pour leurs caractères agronomiques. La maîtrise des techniques de clonage développées par cette unité nous permet désormais d'effectuer un transfert de technologie dans notre laboratoire de Biotechnologies végétales de Dakar.

Nos recherches, qui répondent à une préoccupation forte exprimée par les pouvoirs publics sénégalais, devraient permettre à terme de lutter efficacement contre l'érosion et l'ensablement des cuvettes maraichères dans la zone des Niayes et de réduire les importations de dattes au Sénégal grâce à la diffusion de cultivars, sélectionnés bien adaptés aux conditions climatiques du Sahel et producteurs de dattes de qualité.

Contact : [djisane@refer.sn](mailto:djisane@refer.sn)



## Sécurité sanitaire, politiques de santé et accès aux soins

L'accès aux soins est une dimension transversale qui doit accompagner systématiquement les recherches engagées. C'est un domaine prioritaire des recherches en sciences sociales de la santé.

### **Lutte contre les grandes maladies liées à la pauvreté : Sida, paludisme, tuberculose**

Pour lutter contre ces grandes maladies, aux répercussions économiques importantes et dont la morbidité et la mortalité constituent une entrave majeure au développement, il est indispensable de rendre plus accessibles les interventions existantes, d'intensifier la recherche et le développement de nouveaux moyens de diagnostic et de lutte et d'améliorer la qualité des recherches.

### **Environnement et maladies émergentes**

Dans les pays en développement, la prise en considération de l'impact de l'environnement sur la santé est une préoccupation récente des décideurs et des citoyens. L'émergence et la transmission de nombreuses maladies dépendent des milieux et de leurs évolutions. La recherche dans ce domaine nécessite une approche écosystémique de la santé humaine afin de proposer des démarches applicables dans les contextes locaux et évoluant vers des solutions viables à long terme. Les pays en développement ne sont plus à l'abri des maladies de civilisation, mais surtout l'évolution des conditions environnementales et humaines en font des incubateurs de l'émergence de nouvelles maladies - SRAS, grippe aviaire, West Nile... - dont les risques et les répercussions sont mondiaux.

### **Santé de la mère et de l'enfant**

Dans le domaine de la santé, les femmes sont particulièrement vulnérables en raison des risques liés à la maternité. De plus, par les soins qu'elles prodiguent aux enfants, elles sont le garant de la santé des générations futures. Les recherches sur la santé de la reproduction, les risques de la transmission mère/enfants du virus du sida, et les facteurs pouvant influencer sur la santé de la mère et de l'enfant, constituent des dimensions importantes de la recherche. Ainsi les rôles et les activités impartis par la société aux femmes - facteurs longtemps négligés, et la question du genre et des inégalités liées au sexe doivent être une dimension essentielle de la recherche en sciences sociales, en particulier dans le domaine de ses répercussions sur la santé.

## Programme 5

### Traitement préventif intermittent du paludisme : un nouvel espoir pour les enfants



Le paludisme tue de un à trois millions de personnes chaque année dans le monde, majoritairement en Afrique tropicale. En zone sahélienne, il est la première cause de mortalité des enfants, en particulier chez ceux âgés de moins de cinq ans. Cette situation, qui ne cesse de se dégrader en raison du développement de résistances aux médicaments, appelle la mise au point de nouveaux traitements antipaludiques mais aussi le développement de nouvelles approches pour prévenir l'infection.

En zone sahélienne, la transmission du paludisme est très saisonnière, avec un pic annuel en fin de saison des pluies : plus de 90% de la morbidité et de la mortalité annuelle due au paludisme chez les enfants de moins de cinq ans survient sur une période de trois mois seulement. Pour tenter de prévenir ce pic de morbidité et de mortalité, des chercheurs de l'IRD (UR 77 *Paludologie afrotropicale* et UR 24 *Epidémiologie et prévention*), de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar et de la London School of Hygiene and Tropical Medicine, ont testé l'efficacité d'une nouvelle approche : le traitement antipaludique préventif intermittent saisonnier. Cette approche consiste à administrer aux enfants, par intermittence, des doses thérapeutiques d'anti-paludiques. A la différence d'une chimioprophylaxie classique, déconseillée par l'OMS pour les populations africaines,



car difficile à mettre en œuvre à grande échelle et favorisant la diffusion de souches du parasite résistantes aux médicaments, le nombre de prises de médicament est réduit au strict minimum et leur administration est faite à des dates prédéfinies en fonction des modalités de la transmission. Il s'agit d'intervenir juste avant la survenue de la maladie, avec le meilleur rapport coût-efficacité possible et sans augmenter la sélection des souches résistantes.

L'étude a été réalisée sur 1136 enfants âgés de 2 mois à 5 ans et résidant en zone de transmission saisonnière du paludisme, à Niakhar, région rurale située à 150 kilomètres de Dakar. Au moment du pic annuel, une fois par mois, pendant 3 mois (de septembre à novembre), la moitié des enfants reçoit une association de deux antipaludiques, l'arténusate et la sulfadoxine-pyriméthamine, l'autre moitié recevant un placebo (substance dépourvue de principe actif). Le traitement est administré sans test préalable d'infection paludique. Cette étude randomisée en double aveugle contre placebo a été financée par la fondation Bill et Melinda Gates.

Au cours des 13 semaines de suivi, seuls 39 épisodes de paludisme ont été dénombrés dans le groupe d'enfants traité, contre 222 dans le groupe témoin, soit une diminution de 86% du nombre d'accès palustres. La tolérance du traitement a été excellente.

Les résultats montrent que cette approche nouvelle confère une protection remarquable contre le paludisme chez les jeunes enfants dans l'environnement particulier du Sahel. Ces résultats sont d'autant plus porteurs d'espoir pour les jeunes enfants que le petit nombre de prises de médicaments permet de maintenir un coût d'intervention modeste, malgré l'utilisation d'une combinaison de deux antipaludiques. De même, cela autorise la mise en œuvre de cette stratégie à grande échelle sans risque de sélection rapide de souches chimio-résistantes du parasite. Un projet portant sur 100 000 enfants et visant à évaluer l'efficacité de l'intervention, lorsqu'elle est prise en charge au niveau communautaire, devrait débiter au Sénégal fin 2006.

Contact : [trape@ird.sn](mailto:trape@ird.sn) et [sokhna@ird.sn](mailto:sokhna@ird.sn)

#### UNE UNITÉ AU SERVICE D'UN ESSAI CLINIQUE

Pascal Arduin, directeur de l'US9

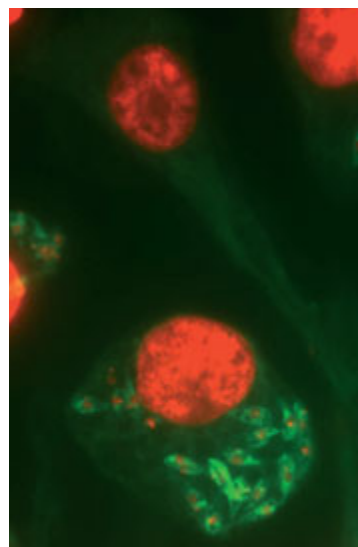
La coordination des différents projets réalisés sur la zone de Niakhar est sous la responsabilité de l'Unité de service US9 « Suivi démographique, épidémiologique et environnemental », à Dakar. Cette unité offre aux équipes de recherche une plate-forme technique et informatique qui apporte une expertise méthodologique et assure un recueil et une structuration de l'information garantissant sa qualité et permettant sa mise à la disposition des chercheurs.

Dans le cadre de cet essai clinique, l'unité a assuré le travail informatique de sélection de la base d'échantillonnage; de répartition au hasard des enfants dans les groupes, traité ou témoin, et développé un dispositif de saisie et d'analyse des questionnaires. L'équipe de terrain de l'unité a participé à l'information des populations et des professionnels de santé de la zone d'étude.

## Programme 5

### Leishmaniose viscérale :

### réussite d'un essai vaccinal sur des chiens



Maladies négligées, les leishmanioses sévissent dans 88 pays répartis sur 4 des 5 continents, principalement dans les pays en voie de développement mais aussi au Brésil, en Inde et en Europe du Sud. Entre 2 et 2,5 millions de nouveaux cas apparaissent chaque année et près de 12 millions d'individus seraient porteurs du parasite dans le monde. Ensemble complexe d'infections parasitaires, les leishmanioses se manifestent par un large spectre de signes cliniques cutanés, muco-cutanés et viscéraux.

La leishmaniose viscérale, forme la plus sévère pour laquelle il n'existe aucun vaccin, s'avère rapidement mortelle en l'absence de traitement. Elle affecte chaque année 500 000 personnes et cause la mort de 59 000 d'entre elles. L'arsenal thérapeutique, extrêmement limité et très ancien, ne propose que des traitements longs, toxiques, onéreux qui s'accompagnent de nombreux cas de rechute. L'apparition d'un nombre croissant de co-infections avec le virus du sida et l'émergence d'une résistance aux traitements rend la situation encore plus préoccupante.

Combattre la maladie à la fois chez l'homme et chez son principal réservoir, le chien, est une stratégie efficace de santé publique pour lutter contre ce fléau. Ainsi, la mise au point d'un vaccin

canin pourrait, en réduisant la population animale infectée, limiter la transmission de la maladie à l'homme. Les différents candidats se sont avérés jusqu'à présent peu efficaces. Des chercheurs de l'unité UR08 *Pathogénie des trypanosomatidés* de Montpellier, en collaboration avec l'entreprise biopharmaceutique Bio Vétro Test, ont mis au point un nouveau type de vaccin chez le chien, composé uniquement de protéines excrétées par le parasite.

Les essais, menés en partenariat avec Bio Vétro Test et en collaboration avec l'École Nationale Vétérinaire de Lyon et un réseau de praticiens, montrent à la fois une très bonne tolérance du vaccin, une absence de toxicité et une excellente protection. Ainsi, il s'est avéré efficace à 100% chez une vingtaine de chiens infectés par le parasite une fois vaccinés. Ensuite, des essais cliniques menés sur plus de 400 chiens vaccinés et soumis à l'infection naturelle, lors de deux saisons de transmission en zones d'endémie du sud de la France, ont révélé un pourcentage d'efficacité proche de 90%.

Ces résultats confortent solidement l'idée que le candidat vaccinal protège le chien contre la leishmaniose viscérale. Outre leur intérêt en médecine vétérinaire, ils laissent présager d'une réduction de la transmission de la maladie à l'homme et constituent une grande opportunité d'accélérer la mise au point d'un vaccin humain. En ce sens, les recherches visent actuellement à définir précisément le ou les facteurs parasitaires contenus dans la préparation vaccinale capable de conférer un niveau élevé de protection dans le modèle canin.

Contact : Jean-Loup Lemesre - [j-loup.lemesre@mpl.ird.fr](mailto:j-loup.lemesre@mpl.ird.fr)

### POINT DE VUE D'UN PARTENAIRE

Gérard Papierok, directeur général de Bio Vétro Test

Spécialisée dans le diagnostic vétérinaire, notre société a débuté sa collaboration avec l'IRD en 1992 pour la mise au point d'un test diagnostique rapide de la leishmaniose viscérale canine. Un contrat de fourniture de matériel biologique a alors été signé pour la production d'un kit diagnostique.

Le projet de vaccination canine, soutenu par l'Anvar, a été mis en place dès 1997. Il a reposé sur la volonté commune de l'IRD et de Bio Vétro Test de faire progresser les connaissances sur le principal réservoir naturel de la leishmaniose viscérale : le chien. Aucun outil immunologique n'étant disponible à l'époque, il nous a fallu développer de nouveaux tests pour préciser le type de réponse immunitaire impliquée dans la protection par le vaccin. Tout au long de ce projet, alors que nous apportons notre expertise dans la mise en œuvre des essais cliniques et notre collaboration avec un réseau de 18 cliniques vétérinaires du sud de la France, le soutien de l'IRD en matière de recherche expérimentale a été décisif. La réalisation de ces essais témoigne de la bonne synergie qui s'est opérée entre une entreprise privée et un organisme public. Aujourd'hui, les excellents résultats obtenus devraient accélérer le développement d'un vaccin contre la leishmaniose humaine.



## Développement et mondialisation : dynamiques socio-économiques, identitaires et spatiales

### Lutte contre la pauvreté et les inégalités

Axe majeur des politiques de développement et des objectifs que se fixe la communauté internationale, la lutte contre la pauvreté et les inégalités est analysée sous différents aspects : les aspects multidimensionnels de la pauvreté (monétaire, humaine, en temps... ) ; l'accès aux services publics - éducation, santé, eau, transports... ; le fonctionnement du marché du travail ; l'évaluation de l'impact de l'aide publique et privée au développement.

### Migrations internationales et développement

Le processus de mondialisation a accéléré les mouvements des facteurs de production tout en restreignant ceux du travail. L'intensification des mouvements de population aux principaux points de fracture du monde, en particulier là où les écarts de revenus sont les plus considérables (axe Europe/Pays de la rive Sud de la Méditerranée et au delà l'Afrique sub-Saharienne), fait de la question des migrations internationales un enjeu majeur des problématiques du développement contemporain. Les recherches visent à étudier : les déterminants des migrations et les conséquences de ces migrations sur les sociétés et leur environnement ; la mesure et l'impact des mobilités aux échelles urbaine, régionale et nationale, en termes de recompositions territoriales et sociales ; la constitution de réseaux et de diasporas et les reconstructions identitaires que suscitent les mouvements migratoires.

### Une meilleure gouvernance pour un développement durable.

Les recherches se situent à une double interface : entre sociétés et nature d'une part, entre pratiques locales et politiques publiques et internationales en matière de conservation de la biodiversité et de gestion de l'environnement, d'autre part. Elles visent à apporter des éléments de réflexion à la mise en œuvre d'un développement durable, conjuguant développement économique des populations des pays en développement et préservation de l'environnement. Les savoirs locaux et les pratiques locales sont pris en compte et mis à contribution pour définir les dimensions d'une meilleure gouvernance qui soit adaptée, acceptée et efficace. Deux axes sont privilégiés : l'accès aux ressources et leur préservation ; l'accès aux services et l'urbanisation.



## Programme 6

### Dynamique démographique et développement durable à Madagascar



Parmi les pays les plus pauvres du monde, Madagascar connaît aujourd'hui une forte croissance démographique, des difficultés économiques importantes et de graves problèmes d'environnement : déforestation et défrichement, érosion des sols, menace sur la biodiversité. Aussi devient-il urgent de mener des recherches sur le développement durable de ce pays, intégrant la complexité des interactions entre démographie, économie, pratiques culturelles et environnement. C'est l'objectif du programme 4D - *Dynamique Démographique et Développement Durable dans les Hautes terres malgaches*, mené depuis 2003 en collaboration par des institutions malgaches et françaises et coordonné par une équipe de l'unité UR 151 (*Laboratoire Population - Environnement - Développement*) de l'IRD et l'Institut catholique de Madagascar.

Le programme 4D cible ses recherches sur la commune rurale d'Ampitatafika, à 100 kilomètres au sud de la capitale Antananarivo, dont la dynamique préfigure vraisemblablement celle à venir dans le monde rural malgache : forte densité de population, dont une très grande proportion sous le seuil de pauvreté, exigüité des terres cultivées et saturation de l'espace agricole, faible disponibilité en ressources naturelles.

Grâce à un long travail d'enquête sur le terrain et à la collaboration de chercheurs issus de nombreuses disciplines, l'équipe a mis en lumière l'importance de plusieurs variables dans la dynamique socio-économique de cette société malgache et dans ses rapports à l'environnement : le foncier, la localisation spatiale précise des ménages, la difficulté d'accéder au crédit ou encore l'appartenance à des réseaux sociaux jouent ainsi un rôle primordial. Les résultats montrent que l'émigration s'accélère et la fécondité commence à diminuer du fait de l'absence d'opportunités locales agricoles et économiques, consécutives à l'émiettement et à la diminution de la superficie des parcelles au fil des héritages. Par ailleurs, le nombre important d'enfants non inscrits à l'état civil a été mis en évidence, le coût de l'enregistrement et la distance à la mairie étant des facteurs limitants. Un projet de soutien humanitaire a permis d'enregistrer tous ces enfants et d'entreprendre une opération de sensibilisation des couples malgaches à l'importance d'une telle démarche.

De nombreux échanges de points de vue ont permis la rencontre de chercheurs, de décideurs politiques et d'administrateurs des ministères, organisations internationales et ONG. Dans la commune d'Ampitatafika, une procédure locale de délivrance de titres de propriété officiels, assurant une plus grande sécurité foncière aux paysans, a été mise en place à titre expérimental. Des rencontres sur le terrain avec le ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche et les responsables locaux ont été organisées pour faciliter les procédures d'adoption de nouvelles techniques de production agricole : pisciculture, culture de kakis. Les résultats du programme 4D sont d'autant plus importants que Madagascar entre dans une phase de décentralisation politique et économique, offrant une possibilité réelle de pratiquer des politiques de développement local.

**Contact :** Frédéric Sandron - [frederic.sandron@ird.fr](mailto:frederic.sandron@ird.fr)  
Bénédicte Gastineau - [bgastineau@ird.mg](mailto:bgastineau@ird.mg)  
[www.ird.mg/4d](http://www.ird.mg/4d)

#### DES CAPACITÉS DE RECHERCHE RENFORCÉES

La collaboration entre l'Institut Catholique de Madagascar (ICM) et l'IRD a largement dépassé la recherche *stricto sensu* puisqu'un DEA « Population et Développement » a été créé en partenariat cette année. Les deux tiers des enseignements sont assurés par les enseignants-chercheurs malgaches et français du programme 4D. A l'issue de la première promotion, trois étudiants malgaches ont pu s'inscrire en thèse de doctorat dans des universités françaises. Avec l'appui de l'université Paris-V et du Département Soutien Formation de l'IRD, ce partenariat devrait encore se consolider dans les années à venir dans le cadre du passage de l'ICM au système d'enseignement Licence-Master-Doctorat. Cet aspect du renforcement des capacités est important aussi au sein du programme 4D qui inclut neuf doctorants, cinq malgaches, un algérien dans le cadre de la coopération Sud-Sud et trois français.