

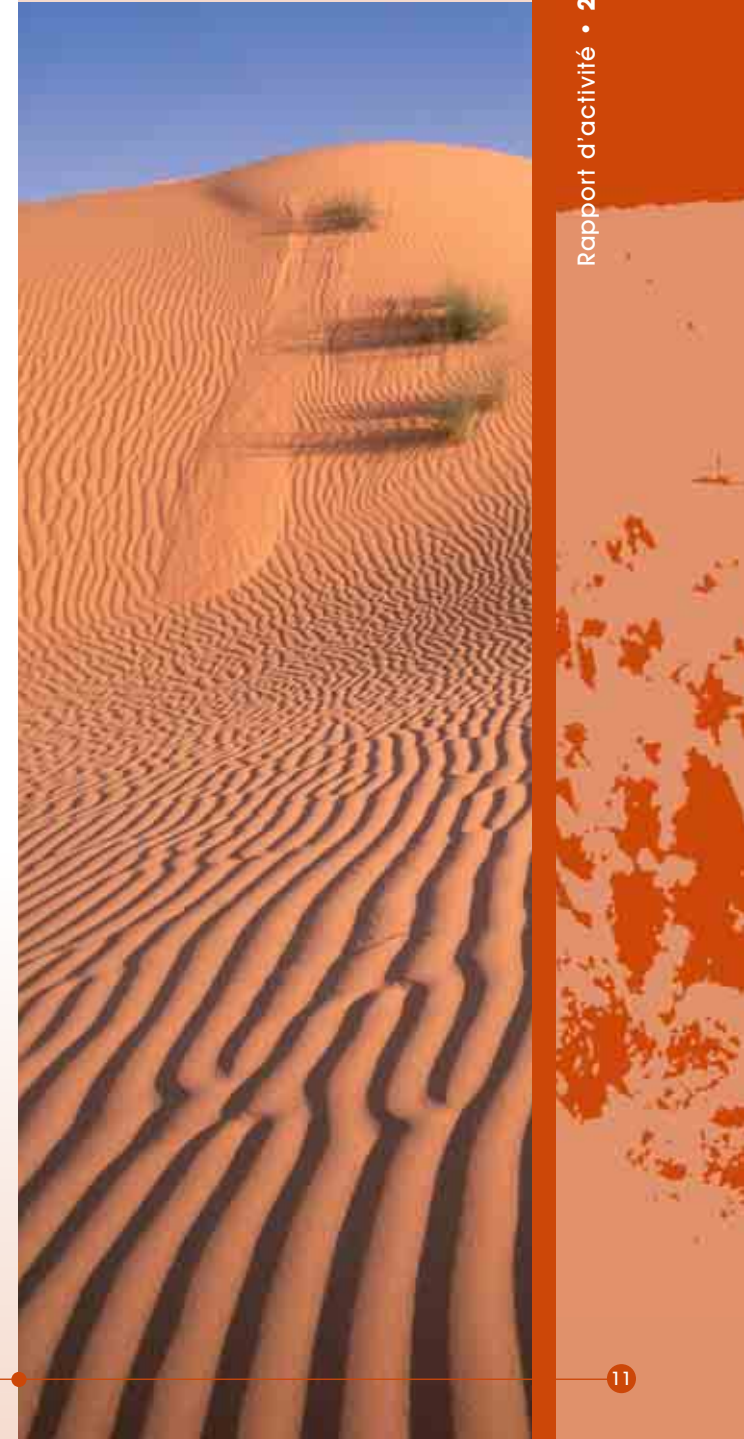
# ⋮ Des recherches pour le Sud





Les recherches de l'Institut, centrées autour des grands enjeux du développement, se déclinent autour de six axes majeurs : les risques et le climat, les écosystèmes, l'accès à l'eau, la sécurité alimentaire, la santé, la mondialisation. Elles ont abouti, cette année encore, à des résultats importants publiés pour une bonne part dans des revues internationales. La sélection de résultats présentés ici couvre l'ensemble des champs d'investigation de l'IRD et témoigne d'une recherche pour le développement menée en partenariat dans un contexte multidisciplinaire et international. Cette année, l'activité de recherche a mobilisé 115 millions d'euros, dont 95 M€ pour les personnels.

- ... **Des programmes prioritaires**
- ... **Des pratiques guidées par l'éthique et la qualité**
- ... **Évaluation, publications et formation**



# Risques naturels et climats

63  
chercheurs

10,5  
millions d'euros

77  
publications  
scientifiques

## ●●● Comprendre pour s'adapter au changement climatique

Le réchauffement de la planète, aujourd'hui indéniable, résulte en grande partie des activités humaines, plus particulièrement de l'émission croissante des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les répercussions seront majeures pour les populations du Sud, particulièrement vulnérables et dépendantes de l'environnement. Il devient urgent, outre de réduire les émissions de gaz, de mettre en œuvre des stratégies permettant aux populations de s'adapter et d'affronter ce changement climatique.

En améliorant les connaissances, la recherche joue un rôle de premier plan dans la maîtrise des risques et la diminution de la vulnérabilité des populations. Les recherches de l'IRD, menées sur la base des recommandations du programme des Nations unies sur les changements climatiques, visent à mieux observer et analyser les changements climatiques actuels et passés et à étudier leur impact sur la planète, notamment sur le devenir des ressources en eau, sur les espèces animales et végétales, sur divers écosystèmes tropicaux (forêts, récifs coralliens, lagunes et lacs, déserts...) et sur la santé des populations.

## ●●● Prévenir et maîtriser les risques naturels et environnementaux

Séismes, éruptions volcaniques, glissements de terrain, tsunamis, crues : les pays du Sud sont exposés à des risques naturels qui menacent de façon récurrente, et souvent aléatoire, les populations et l'environnement. Ces risques sont amenés à s'intensifier à l'avenir. A cela s'ajoutent des risques liés aux activités humaines, tels que la pollution atmosphérique ou environnementale. Afin d'en atténuer l'impact sur l'homme, l'IRD mène des recherches pour comprendre les mécanismes à l'origine des risques, participe à la mise en place de réseaux d'observation et d'alerte mais aussi à l'éducation des populations. Ces recherches se concentrent sur les forts séismes, la dynamique éruptive des volcans proches des grandes villes, les impacts potentiels des changements climatiques et les mécanismes de la désertification.

## ••• Tungurahua : la recherche pour protéger les populations

L'Équateur, traversé par une chaîne de plus de quarante grands volcans, constitue un site d'étude volcanologique unique au monde. Depuis plus de dix ans, l'IRD y mène un ambitieux programme de recherche, en étroite collaboration avec l'Institut de géophysique de l'école polytechnique nationale (IG-EPN) de Quito. Ce partenariat exemplaire a révélé toute sa portée au cours de l'été 2006 lors de l'éruption violente de l'un des volcans les plus actifs et dangereux du pays, le Tungurahua. Les volcanologues ont su détecter l'imminence de l'éruption permettant une évacuation rapide de la population.



Volcan Tungurahua, Équateur.

En 1999, après plus de quatre-vingt années de sommeil, le Tungurahua s'est réveillé. Depuis, des phases éruptives plus ou moins importantes et des périodes d'accalmie se succèdent. Face à cette situation inquiétante, les chercheurs du *Laboratoire Magmas et Volcans* ont renforcé les recherches sur les mécanismes éruptifs et se sont intéressés à la gestion du risque volcanique et à l'amélioration de la prévention vers les populations locales. Ainsi, l'IRD et l'IG-EPN ont conjugué leurs efforts avec des ONG pour développer des moyens d'information et d'alerte et élaborer des schémas d'évacuation. Parallèlement, l'institut de géophysique s'est doté d'un observatoire pour suivre en temps réel l'activité du Tungurahua (activité sismique, déformation, flux de gaz, émission de matières solides...).

Les chercheurs se sont attelés à la reconstitution de l'histoire éruptive de ce volcan au cours des 3 000 dernières années par l'analyse de la distribution géographique et de la nature géochimique des dépôts éruptifs émis par le passé et par la datation au carbone 14 de ces dépôts. Ils ont ainsi identifié plusieurs cycles d'activité d'une durée de

quelques siècles avec, au sein d'un même cycle, une éruption par siècle en moyenne. La fréquence des éruptions violentes s'avère particulièrement élevée. La modélisation de la dynamique de ces éruptions passées a permis de définir le tracé de probables futures nuées ardentes et d'établir ainsi une carte des zones à risque, publiée par les deux instituts.

Forts de cet historique éruptif et de la carte des menaces, les chercheurs ont permis d'éviter le pire au cours de l'été 2006. Le 14 juillet, une colonne de gaz et de cendres de 13 km s'est élevée au-dessus du Tungurahua. En donnant l'alerte, 1 500 personnes ont pu être évacuées des zones à risque peu avant l'effondrement de la colonne sur les flancs du volcan. Le 16 août, face à l'amplitude exceptionnellement forte du signal sismique, une seconde alerte a été déclenchée : 3 000 personnes ont pu quitter les lieux en quelques heures. Six personnes demeurées en zone à haut risque ont été les seules victimes. Les écoulements de cendres et les dépôts de projections volcaniques, atteignant par endroits plus de 10 mètres d'épaisseur, ont dévasté la région jusqu'à 10 km autour du cratère détruisant la végétation, les cultures et une partie de l'habitat. Les cendres et les dépôts feront l'objet d'analyses permettant d'affiner la modélisation de la dynamique du volcan.

••• **Contact** : lepenne@ird.fr

••• **Publication** : Journal of Volcanology and geothermal research

### Point de vue du partenaire

**Pablo Samaniego**, responsable de la Jeune équipe associée IRD, IG-EPN, Quito



Chargé de la surveillance des volcans et de l'évaluation des risques, l'IG-EPN améliore en permanence les cartes de menaces existantes et veille à appliquer toute nouvelle méthode, en particulier pour quantifier les phénomènes volcaniques. Les dernières techniques reposent sur les avancées de la recherche, notamment sur la compréhension des écoulements pyroclastiques, *via* leur modélisation. La coopération engagée depuis 1995 avec l'IRD est essentielle

et fera encore progresser la connaissance du volcanisme équatorien. La jeune équipe, créée en 2004, partage cet objectif ambitieux en reliant connaissance fondamentale et suivi des menaces pour plusieurs volcans, dont le Tungurahua. Dans ce cadre, les recherches menées en collaboration ont permis de connaître au mieux l'activité explosive de ce volcan au cours des trois derniers millénaires, notamment grâce à de longs travaux de terrain et de nombreuses datations par radiocarbone. Ces recherches ont été essentielles pour comprendre et prévoir les événements des 14 juillet et 16 août 2006.

## ●●● La mousson africaine sous auscultation

Depuis 2000, un vaste programme international et pluridisciplinaire a été lancé par des chercheurs français pour mieux comprendre la mousson africaine et ses variations. En 2006, des moyens exceptionnels ont été déployés dans le cadre de campagnes de terrain d'envergure. Financé par cinq grands organismes français, la communauté européenne, le conseil britannique de recherche sur l'environnement naturel et la NASA, AMMA est soutenu par les grandes instances internationales du Programme mondial de recherches sur le climat.



Arrivée de la mousson

Depuis bientôt 40 ans, la mousson d'Afrique de l'Ouest subit de très fortes perturbations, provoquant une sécheresse d'une ampleur et d'une durée sans précédent, tout particulièrement dans les pays du Sahel. Ces modifications résultent-elles de facteurs régionaux – déforestation, activités humaines – ou préfigurent-elles des modifications profondes du système climatique mondial? Lancé en 2000, le programme AMMA – *Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine* – vise à apporter des connaissances nouvelles et indispensables sur la dynamique de la mousson pour améliorer les modèles de prévisions météorologiques, mieux cerner l'évolution future du climat et déterminer l'impact de la variabilité de la mousson sur les ressources en eau, la productivité agricole et la santé des populations.

La clé de la mousson réside dans les interactions complexes existant entre l'atmosphère, les surfaces continentales et les océans. Elles gouvernent, en effet, la dynamique et la variabilité de la mousson africaine et, plus globalement, jouent un rôle critique dans le climat terrestre. C'est pourquoi le programme AMMA est centré sur des campagnes de mesures approfondies de ces grands systèmes, combinées à des études de modélisation. Des océanographes, hydrologues, spécialistes de l'atmosphère, météorologistes et climatologistes de cinq organismes de recherche français – CNES, CNRS, Ifremer, IRD et Météo France – vont ainsi se mobiliser jusqu'en 2010 aux côtés de 40 institutions européennes afin d'étudier les variabilités de la mousson à l'échelle

journalière, saisonnière et interannuelle. Des comités de participation au programme existent en Afrique, Allemagne, Grande-Bretagne et États-Unis.

L'année 2006, année phare du programme, a été celle d'observations intensives de la mousson, suivie plusieurs mois en continu. Des instruments puissants ont été déployés pour analyser l'océan, l'atmosphère et les surfaces continentales à grande échelle : six avions de recherche ont permis d'évaluer la dynamique et la chimie atmosphérique pendant et après le passage des lignes de grains. Pour la première fois au monde, quatre types de ballons ont été utilisés conjointement, permettant de naviguer dans les différentes couches de l'atmosphère et de compléter ainsi les mesures. Trois navires océanographiques ont été mobilisés dans le golfe de Guinée pour explorer les flux atmosphériques et mesurer la température, la salinité des eaux et les courants marins. Enfin, des plates-formes instrumentées, au sol, ont relevé la pluviométrie, les paramètres hydrologiques, les aérosols et les émissions de gaz.

L'ensemble de ces observations, leur pérennisation sur une dizaine d'années et la qualité des modélisations et des prévisions qui en résulteront constitueront le socle du projet Fonds de solidarité prioritaire Ripiecsa, lancé fin 2006, pour examiner les impacts du changement climatique sur les sociétés de l'Afrique de l'Ouest.

●●● **Contact** : [thierry.lebel@ird.fr](mailto:thierry.lebel@ird.fr)

●●● **Publication** : Bulletin of the American meteorological society

### Un réseau africain, partenaire du programme AMMA



Lancer de ballons stratosphériques.

Afin de créer un véritable pôle africain de compétences sur la variabilité climatique et ses impacts en Afrique de l'Ouest, le programme AMMA repose sur le réseau AMMA-NET qui regroupe plus de 200 chercheurs africains. En coordination avec l'IRD, il favorise les collaborations intra-africaines et les échanges Nord-Sud. Il implique largement les universités et les cinq grands centres régionaux – le Centre de recherche médicale et sanitaire (Cermes, Niger), le Centre africain des applications de la météorologie pour le développement (AcmaD, Niger), le Centre agro-hydro-météorologique (Agryhmet, Niger), l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar (Asecna) et l'Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement (EIIE, Burkina Faso) – ainsi que les services météo et directions de l'hydrologie de quatorze pays de l'Afrique de l'Ouest. L'objectif est de promouvoir en Afrique une recherche tournée vers les applications et des actions de formation associées. En ce sens, les bourses de thèses et de formation continue de l'IRD jouent un rôle déterminant dans les programmes de formation à la recherche mis en œuvre.

# Gestion durable des écosystèmes du Sud

144  
chercheurs

21,15  
millions d'euros

183  
publications  
scientifiques

Culture de quinoa en Bolivie.

Les nombreux écosystèmes de la ceinture intertropicale – déserts, forêts humides, grands fleuves, océans, savanes, montagnes – abritent la plus grande partie de la biodiversité mondiale. La surexploitation de leurs ressources (par intensification de la pêche, par exemple), la déforestation à des fins commerciales ou agricoles, la mise en culture de zones marginales très fragiles, l'urbanisation mal maîtrisée ainsi que les changements climatiques menacent cette biodiversité. Il est essentiel de s'interroger sur l'importance et la valeur patrimoniale de celle-ci afin d'en assurer une gestion durable.

Les chercheurs de l'IRD participent, aux côtés de leurs partenaires du Nord comme du Sud, à l'inventaire de la biodiversité. Ils étudient l'organisation et le fonctionnement complexe des écosystèmes tropicaux continentaux, terrestres, aquatiques et marins. Enfin, pour permettre aux chercheurs du Sud de s'approprier rapidement les démarches d'acquisition de données et de gestion durable de leurs environnements, l'IRD leur propose des technologies adaptées : outils de modélisation, outils satellitaires, équipements océanographiques légers, techniques d'acoustique marine, laboratoires d'analyses physico-chimiques adaptés aux conditions locales... Ces questions interpellent les politiques et les pratiques locales confrontées au défi du développement durable.

Tant sur le plan de l'observation que de l'expérimentation, l'IRD s'intéresse aux propriétés physico-chimiques des nanoparticules présentes dans l'environnement actuel et passé (sols et latérites, feux de forêt, lagons...).

## ●●● La forêt amazonienne se dévoile

Un collectif international de botanistes et d'écologues, dont une équipe de l'unité *Botanique et bioinformatique de l'architecture des plantes (AMAP)*, s'est penché sur la structuration de la forêt amazonienne, très menacée par la déforestation et les changements climatiques. Les travaux, publiés dans *Nature*, démontrent l'existence d'une organisation de l'espace forestier selon deux axes majeurs.



La forêt amazonienne, plus grand massif forestier tropical humide du monde, constitue un formidable réservoir de biodiversité, de jour en jour plus menacé. Sous une apparente uniformité, l'« océan vert » cache en réalité une grande variabilité de structure et de composition floristique. À l'heure où la conversion agricole, l'exploitation et la fragmentation de ces forêts s'intensifient, il est indispensable d'analyser cette variabilité pour pouvoir l'interpréter en termes de disponibilité et de renouvellement des ressources, et également en termes de stabilité et de résilience\* de l'écosystème sous l'effet des changements tant globaux que locaux.

Jusqu'à présent, les connaissances restaient fragmentaires car les données étaient recueillies sur des parcelles de petite taille (1 hectare), très inégalement réparties sur l'ensemble de l'Amazonie. Sous l'impulsion d'un botaniste hollandais de l'université d'Utrecht, la plupart des équipes qui réalisent ces inventaires se sont regroupées dans le réseau *Amazon Tree Diversity Network*, pour aborder l'échelle globale du « continent forestier ». Ce réseau a proposé un modèle de variation de la diversité spécifique locale des arbres sur l'ensemble guyano-amazonien. Plus récemment, il a rassemblé les données de grands inventaires forestiers nationaux, moins précis botaniquement mais

beaucoup plus étendus. Ce jeu exceptionnel de données a permis une analyse des principales caractéristiques floristiques et structurales de la forêt à l'échelle du massif guyano-amazonien.

Ces résultats révèlent une structuration de l'espace forestier selon deux axes majeurs (Sud-Ouest – Nord-Est et Nord-Ouest – Sud-Est) qui semblent correspondre aux variations des conditions environnementales actuelles et passées : le premier suit le principal gradient de fertilité des sols tandis que le second paraît lié aux variations de durée de la saison sèche. Cette structuration est conforme à celle obtenue pour la diversité spécifique locale : au nord-est (les Guyanes), où cette diversité est relativement faible, la dominance des arbres à bois dur et dense et à grosses graines peu disséminées signe une forêt peu perturbée (rythme de régénération lent). A l'opposé, dans l'Ouest amazonien où le régime de perturbations naturelles est plus intense, la forêt est dominée par des arbres à graines plus petites, disséminées sur de plus grandes distances et nécessitant des conditions idéales pour germer. Ici la diversité spécifique locale est plus élevée.

Ces résultats confirment à l'échelle globale le lien, déjà démontré à l'échelle locale par les chercheurs d'AMAP, entre dynamique de régénération et diversité spécifique.

\* Capacité à retourner à l'état initial (d'avant la perturbation).

●●● **Contacts** : [daniel.sabatier@ird.fr](mailto:daniel.sabatier@ird.fr) et [jean-francois.molino@ird.fr](mailto:jean-francois.molino@ird.fr)

●●● **Publication** : *Nature*

### Des insectes fossiles dans l'ambre amazonien

Depuis des années, les chercheurs de l'IRD, au sein d'une équipe internationale de paléontologues et de géologues, tentent de comprendre l'évolution de la biodiversité amazonienne sous l'effet des transformations géologiques des 20 derniers millions d'années. À la recherche de témoins paléo-environnementaux et bio-stratigraphiques (fossiles de vertébrés et végétaux), ils ont mis à jour, au nord du Pérou, plusieurs gisements paléontologiques dans des environnements géologiques très différents de ceux d'aujourd'hui. De façon inattendue, l'équipe a découvert des blocs d'ambre renfermant des fossiles d'insectes et d'acariens, datés du Miocène moyen. La résine fossile a piégé plusieurs mouches et insectes, des guêpes, un acarien englué sur un fil d'araignée... Cette découverte, la première du genre en Amazonie occidentale, prouve l'existence précoce de sa grande biodiversité terrestre. On sait désormais, qu'il y a 12 à 15 millions d'années, cette région constituait un delta ouvert sur une mer intérieure bordée de forêts denses, sous un climat déjà très chaud et très humide.

●●●●● **Contact** : [patrice.baby@ird.fr](mailto:patrice.baby@ird.fr)

## ●●● Arrêter la dégradation des terres en Afrique subsaharienne

Pour arrêter la dégradation des terres en Afrique subsaharienne et permettre une production agricole durable, l'IRD s'est engagé dans le programme international des zones en marge du désert (DMP), soutenu par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement et le Fonds mondial pour l'Environnement.



Préparation d'un champ de zai, Burkina Faso.

Dans les pays d'Afrique subsaharienne situés en bordure de désert, plus de 120 millions de personnes dépendent étroitement de l'agriculture, de l'élevage du bétail et des ressources naturelles pour leur survie. Pourtant, la faible pluviosité, les sécheresses récurrentes et le développement des cultures extensives ont eu pour conséquences la destruction du couvert végétal et l'érosion des sols. Débuté en 2003, le programme des zones en marge du désert a pour objectif d'aider ces populations à restaurer les terres dégradées, par des recherches actives en partenariat, et à renforcer leurs capacités dans la gestion des écosystèmes fragiles.

Les chercheurs, en collaboration avec les instituts nationaux au Sénégal et au Burkina Faso, ont étudié les techniques de restauration des sols dégradés utilisées par les paysans du Sahel, notamment le système zai qui consiste à semer dans des poquets creusés pour concentrer l'eau et les nutriments. Une typologie comparative des exploitations, selon les techniques de réhabilitation des sols utilisées, la disponibilité en matière organique et la nature du sol, a été réalisée.

Ils ont testé les pratiques de fabrication du compost et les déterminants de sa qualité agronomique afin d'augmenter durablement la production agricole, en enrichissant la teneur du sol en matière organique. Ensuite, la fertilité des différents composts a été évaluée lors d'essais en serre avec des plantes usuelles (maïs, sorgho, mil, niébé). Il ressort que la maîtrise de l'humidité au cours du compostage est nécessaire et que

l'adjonction de phosphate naturel tricalcique, disponible localement, pourrait également augmenter la performance du compost produit, tout en améliorant le statut phosphaté des sols. Des restitutions ont été faites dans les villages pour aider les paysans à améliorer leurs pratiques de compostage et d'utilisation des engrais.

Pour une meilleure gestion écologique des sols dégradés, les chercheurs ont étudié la possibilité de mieux intégrer l'arbre aux cultures en suivant, avec des paysans, un système de zai forestier obtenu à partir d'un sol nu et en étudiant la valorisation des produits issus de cette forêt (plantes médicinales, apports nutritionnels).

Enfin, ce projet a montré que l'apport d'extraits de terres remaniées par les termites accroissait significativement la symbiose entre les espèces ligneuses et les champignons, augmentant la croissance et la résistance des plantes. Cet effet positif a aussi été testé avec succès en culture maraîchère (brevet déposé par l'IRD).

Aujourd'hui, les pratiques innovantes, telles que les aménagements anti-érosifs des parcelles, associés à de nouvelles pratiques culturales, ont entraîné une augmentation de la couverture arborée et herbacée dans certaines zones du Sahel, nuanciant ainsi le tableau pessimiste généralement dressé d'une dégradation continue des écosystèmes arides.

●●● **Contact** : michel.lepage@ird.bf

●●● **Publication** : Science of the total environment et Geoderma

### Point de vue du partenaire

**Souleymane Ouédraogo**, coordonnateur national du programme DMP, Institut de l'environnement et de recherches agricoles (Inera)

Membre du comité de pilotage au Burkina, l'IRD a assuré la mise en œuvre des activités pour la caractérisation des sites et l'étude des technologies de lutte contre la désertification dans les régions Nord et Sahel du pays. Les recherches ont porté essentiellement sur l'amélioration des techniques de zai en vue d'accroître les rendements et de valoriser les terres marginales, et sur l'identification des mécanismes de dégradation de la biodiversité.

L'IRD a encadré plusieurs étudiants burkinabés et a apporté son expertise pour des formations visant à favoriser le transfert de technologies. Par les collaborations nouées avec ses partenaires, notamment avec l'Inera, ce travail a abouti à une meilleure cohérence dans les activités de recherche, à la mise en œuvre des technologies dans les domaines de la lutte contre la désertification et à une meilleure compréhension des interactions entre le climat, la végétation et les actions anthropiques.

# Ressources en eau et accès à l'eau



133  
chercheurs

23  
millions d'euros

137  
publications  
scientifiques

## ● ● ● Gestion intégrée des ressources en eau

L'approvisionnement en eau potable des pays du Sud est l'un des grands défis du 21<sup>ème</sup> siècle. Aujourd'hui encore, un milliard de personnes n'a pas accès à l'eau potable et deux milliards et demi ne disposent d'aucun moyen d'assainissement. Cette situation pourrait s'aggraver dans un futur proche en raison des besoins croissants en eau de la population mondiale. Localiser les réserves d'eau, garantir leur accès aux populations tout en assurant une gestion durable de cette ressource vitale sont des clés du développement. Une gestion intégrée des ressources, fondée sur une solide connaissance du cycle de l'eau, permet de répondre au besoin crucial de l'accès à l'eau que ce soit à l'échelle du village, du territoire ou du bassin versant. C'est le sens des recherches menées à l'IRD.

## ● ● ● Développement durable des environnements côtiers

Afin de préserver et d'exploiter durablement les écosystèmes aquatiques, coralliens, littoraux (estuaires, lagons, mangroves...) et continentaux, il est essentiel de comprendre leur fonctionnement, étudier les répercussions des changements induits par les activités humaines sur ces écosystèmes et leurs ressources biologiques. Il s'agit également de réduire l'impact de l'intensification des dégradations (prélèvements, pollutions...) sur les milieux exploités. Par ailleurs, la connaissance de la biologie des poissons et de leurs peuplements est à la base du développement d'une aquaculture raisonnée.

## ●●● Protéger les récifs coralliens

Afin de protéger la biodiversité des récifs coralliens, les organisations internationales ont entrepris de mettre en œuvre des stratégies de conservation à l'échelle planétaire, notamment par la constitution d'aires marines protégées (AMP). Une équipe internationale à laquelle participe l'IRD a montré leur inefficacité actuelle à l'échelle globale et tire une sonnette d'alarme pour la mise en place urgente d'un réseau mondial adapté.



Fonds marins à Madagascar.

Protéger 20 à 30 % des récifs coralliens mondiaux d'ici 2012 : tel est l'un des objectifs énoncés lors du sommet mondial sur le développement durable en 2002. Un objectif auquel doit contribuer la mise en place des AMP qui visent à diminuer l'influence des activités humaines menaçant les récifs (surpêche, pollution...). Si l'efficacité des AMP a été maintes fois étudiée à une échelle locale, elle n'a en revanche jamais été quantifiée au niveau mondial. C'est pourquoi le centre IRD de Nouvelle-Calédonie a participé, aux côtés de l'université d'Auckland en Nouvelle-Zélande et de plusieurs institutions internationales à une évaluation globale. Les chercheurs ont construit une base de données regroupant, pour chaque pays, l'étendue des récifs coralliens, leur couverture par des aires protégées et l'efficacité de ces dernières. L'unité *Biocomplexité des écosystèmes coralliens de l'Indo-Pacifique* à Nouméa était responsable de l'activité de cartographie mondiale des récifs réalisée à partir d'images satellitaires.

Au final, 980 aires marines protégées couvrant 98 650 km<sup>2</sup> de récifs coralliens ont été identifiées et répertoriées, soit 18,7 % de la surface récifale mondiale. Toutefois, il ressort de cette étude que la création d'une AMP est rarement suivie d'une mise en application

effective des règles de gestion. Ainsi, moins de 0,1 % des récifs mondiaux où la pêche est théoriquement interdite sont réellement protégés contre toute activité de braconnage. L'efficacité des mesures de gestion varie d'un pays à l'autre mais elle est particulièrement faible pour les zones à forte diversité corallienne comme la région Indo-Pacifique ou les Caraïbes. Par ailleurs, alors que les AMP visent à limiter l'impact des activités humaines, 85 % des récifs coralliens au sein des réserves sont exposés à des menaces locales telles que la pollution, le développement côtier ou la surpêche. Enfin, environ 40 % des AMP, du fait de leur superficie inférieure à 1 ou 2 km<sup>2</sup>, ne peuvent exercer un rôle de protection suffisant pour les nombreuses populations de poissons qui ne font que transiter dans la réserve et s'exposent ailleurs au risque de pêche.

Seuls 2 % des récifs coralliens mondiaux se situent dans des aires protégées qui appliquent véritablement la législation. Aussi l'équipe de recherche propose-t-elle la création d'un réseau mondial d'aires marines protégées plus optimal qui comporterait des réserves de 10 km<sup>2</sup> chacune, distante d'une quinzaine de kilomètres, impliquant à cet effet la création de 2 500 nouvelles AMP. Un tel réseau correspondrait à une protection plus efficace de près de 26 000 km<sup>2</sup>, soit 5 % des récifs coralliens dans le monde, ce qui reste toutefois encore loin des objectifs énoncés.

●●● **Contact** : andrefou@noumea.ird.nc

●●● **Publication** : Science

### Vers une gestion durable des bénitiers en Polynésie française



En voie d'extinction dans de nombreuses régions du Pacifique, les bénitiers *Tridacna maxima* abondent encore de façon extraordinaire dans certaines îles de Polynésie française. Très prisés sur le marché de Tahiti, ils sont menacés par la surpêche. Il est difficile de prédire comment ces bénitiers, accumulés dans les parties peu profondes des lagons, réagiront à la sur-exploitation. Pour définir

des mesures d'exploitation durable, le Service de la Pêche de Polynésie française et les équipes IRD de Tahiti et Nouméa ont entrepris une étude des stocks, de la dynamique des peuplements et de la pêche sur plusieurs îles. Dans ces lagons isolés, les chercheurs préconisent la mise en œuvre d'une stratégie de co-gestion adaptative par l'ensemble des acteurs, seule voie réaliste de respect des recommandations. L'idée est de favoriser une répartition spatiale plus homogène de l'effort de pêche, de mettre en place un réseau de refuges de reproduction, d'instaurer un premier quota et de suivre l'état de l'écosystème grâce à une série d'indicateurs. Les actions de gestion évolueront en fonction de ces indicateurs.

## ●●● Alimentation en eau de Mexico

Confrontée à un problème crucial d'approvisionnement en eau, la région urbaine de Mexico est obligée d'exploiter de nouvelles sources situées toujours plus loin. Des chercheurs de l'IRD, avec leurs partenaires mexicains, ont lancé il y a cinq ans un programme d'études sur le bassin de Valle de Bravo pour en étudier le régime et la qualité des eaux.



Pour assurer de façon durable son approvisionnement en eau, Mexico doit faire face à trois défis majeurs. Tout d'abord, répondre à des besoins croissants en eau, en raison d'une démographie soutenue : Mexico compte aujourd'hui près de 20 millions d'habitants et sa population augmente de 3,5 % par an. Ensuite, la ville a épuisé ses propres ressources en eau : sa nappe phréatique surexploitée se renouvelle mal du fait de l'urbanisation qui réduit les surfaces de recharge des aquifères de la vallée. De surcroît, cette exploitation des nappes provoque des affaissements de terrain et des ruptures de canalisations, à l'origine de fuites importantes dans le réseau de distribution d'eau (35 % de pertes). Enfin, les politiques doivent s'interroger sur la durabilité des solutions mises en place qui consistent à aller chercher toujours plus d'eau, plus loin hors de la vallée de Mexico.

Le bassin de Valle de Bravo, situé à une centaine de kilomètres de Mexico, fournit actuellement presque 10 % de l'eau de Mexico. Afin d'étudier l'impact de l'agriculture et du déboisement des versants sur le régime et la qualité des eaux, des chercheurs de l'Institut mexicain des technologies de l'eau, du Colegio de Postgraduados, et de l'unité *Laboratoire d'étude des transferts en hydrologie et environnement*, à Grenoble, ont lancé le programme AMHEX (AManalco Hydrology EXperiment).

Un important travail de collecte de données hydrologiques, pluviométriques, climatiques et de qualité de l'eau, a été réalisé sur le bassin versant élémentaire de la Loma, représentatif de l'environnement et de l'usage des sols du bassin de Valle de Bravo. Leur analyse et la modélisation des processus montrent qu'il existe une grande variabilité spatio-temporelle des composantes du cycle de l'eau. Le ruissellement reste cependant très faible sur ce bassin, limitant les risques d'érosion des sols, de pollution des eaux de surface et d'envasement du barrage de Valle de Bravo. Le drainage des eaux en profondeur et la recharge des aquifères sont les principaux mécanismes de transfert de l'eau. Si les concentrations en engrais, notamment en nitrate, sont importantes dans les eaux sous les parcelles cultivées, elles restent, en revanche, inférieures aux limites admissibles dans les eaux de surface.

Ces résultats confirment que la ressource en eau de cette région est essentiellement souterraine et que l'activité agricole n'a pas encore d'impact marqué sur sa qualité. Aujourd'hui, l'enjeu est à la fois de préserver cette qualité et de résoudre le problème du partage équitable de l'eau de ce bassin entre les populations locales et l'approvisionnement de Mexico.

●●● **Contact** : [michel.esteves@hmg.inpg.fr](mailto:michel.esteves@hmg.inpg.fr)

●●● **Publication** : Communications in soil science and plant analysis

### Contamination du bassin amazonien par le mercure

La contamination des fleuves et des rivières par le mercure constitue un sujet préoccupant dans le bassin amazonien. L'exploitation aurifère et les actions de déforestation contribuent fortement à ce problème en favorisant l'érosion des sols et des sédiments alluviaux riches en mercure. Des chercheurs de l'IRD ont montré que le Rio Beni, en Bolivie, est contaminé jusqu'à 200 km en aval des rivières où l'or alluvial est exploité. Les données révèlent des concentrations élevées de mercure dans les poissons carnivores et les populations indigènes qui les consomment régulièrement. Un phénomène de contamination *in utero* extrêmement préoccupant, du fait de la gravité des effets neurologiques du mercure, a été mis en évidence. Cependant, la dénutrition, la déficience en micronutriments, certaines parasitoses et la santé maternelle sont autant de facteurs qui peuvent également interférer avec le développement neuromoteur de l'enfant. C'est pourquoi une étude approfondie de l'exposition de ces populations a été menée. Elle a montré que les populations dont le mode de vie est très dépendant des ressources du fleuve sont plus exposées que les populations diversifiant leurs ressources. Ces travaux ont été présentés lors du colloque international « Métaux, environnement et santé » organisé par Marc Roulet à La Paz en Bolivie.

●●●●● **Contact** : [maurice@lmtg.obs-mip.fr](mailto:maurice@lmtg.obs-mip.fr)

# Sécurité alimentaire dans le Sud

137  
chercheurs

20  
millions d'euros

182  
publications  
scientifiques



## ● ● ● Productivité des agrosystèmes

Dans de nombreuses régions du Sud, l'insuffisance des rendements agricoles combinée à une croissance démographique rapide a conduit les agriculteurs à cultiver de nouvelles terres peu adaptées à l'agriculture, entraînant ainsi le déboisement et la dégradation de ces terres. Le défi actuel est de poursuivre le développement de la production alimentaire afin de satisfaire aux besoins futurs, sans pour autant dégrader et menacer l'environnement. Les équipes de l'IRD inscrivent leurs recherches les plus fondamentales dans une perspective d'amélioration du rendement des terres cultivées tout en maintenant la fertilité des sols, en minimisant l'érosion et en diminuant les intrants. L'amélioration des connaissances biologiques et physiologiques des plantes et l'identification des mécanismes génétiques responsables des caractéristiques variétales permettront d'accélérer la sélection de plantes adaptées aux conditions particulières du climat et du sol. De même, une meilleure connaissance de la biologie des déprédateurs des cultures est essentielle pour améliorer les rendements agricoles par une meilleure gestion des nuisibles.

## ● ● ● 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. Face aux progrès scientifiques et technologiques rapides, la mise en place de politiques gouvernementales prenant en compte les besoins des agriculteurs, des consommateurs et de l'environnement est devenue essentielle. Les recherches visent à identifier des politiques appropriées, fondées sur la mise en place de mesures incitatives par les décideurs 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.

## ●●● Améliorer la riziculture en Afrique

Première céréale cultivée pour la consommation humaine, le riz représente un enjeu vital pour de nombreux pays du Sud. En Afrique, cependant, le virus de la panachure jaune provoque des pertes considérables dans les récoltes. Des mesures prophylactiques ont été mises en place pour limiter la propagation de la maladie, mais le véritable espoir réside dans l'utilisation de variétés résistantes, obtenues par mobilisation de gènes de résistance naturelle.



Variété traditionnelle de riz, Afrique.

Quelques rares variétés traditionnelles de riz sont résistantes au virus de la panachure jaune et ne présentent aucun dommage après infection. Néanmoins, ces variétés ne possèdent pas les caractéristiques agronomiques recherchées pour la culture irriguée intensive et en milieu inondé, où la maladie est la plus dommageable. Une équipe de l'IRD (UMR CNRS/IRD/université de Perpignan) s'intéresse depuis plusieurs années à l'identification des gènes responsables de ces résistances.

Les chercheurs ont identifié un gène majeur, baptisé *Rymv1*, conférant une résistance totale à la majorité des souches du virus. Dans une plante saine, ce gène est impliqué dans le mécanisme de traduction des protéines. Dans une plante infectée, le virus interagit probablement avec le produit de ce gène et l'utilise pour se multiplier. Les chercheurs ont montré que des petites mutations de ce gène sont responsables de la résistance : elles n'altèrent probablement pas le rôle de la protéine dans ses fonctions premières pour la plante, mais empêchent sans doute son interaction avec le virus qui est alors bloqué dans l'une des étapes du cycle infectieux.

Parallèlement, une équipe de virologues de l'unité *Résistance des plantes aux bioagresseurs* a identifié des souches du virus de la panachure jaune capables de contourner le gène de résistance présent dans la plante. Cette propriété est déterminée par des mutations dans l'une des protéines du virus. Les deux approches convergent maintenant afin de déterminer les mécanismes moléculaires de l'interaction entre la protéine du riz et celle du virus et ainsi de mieux spéculer sur l'exploitation à long terme du gène de résistance.

L'application de cette recherche est de faciliter l'amélioration de la production rizicole dans les pays touchés par le virus de la panachure jaune. Déjà, l'IRD a transféré par croisement conventionnel le gène de résistance dans quelques variétés agronomiquement importantes et les lignées obtenues ont été données à différentes institutions nationales de recherche (Côte d'Ivoire, Sénégal, Madagascar, Guinée) ou internationales comme le Centre du riz pour l'Afrique. Des expérimentations sont prévues avec ces institutions pour vérifier l'efficacité de ce gène de résistance en conditions réelles et envisager son utilisation à plus grande échelle dans les programmes de sélection variétale grâce à la sélection assistée par marqueurs.

●●● **Contacts :** [laurence.albar@ird.fr](mailto:laurence.albar@ird.fr) et [alain.ghesquiere@ird.fr](mailto:alain.ghesquiere@ird.fr)

●●● **Publication :** The Plant Journal  
Journal general of virology

### Point de vue du partenaire

**Marie-Noëlle Ndjondjop**, responsable du laboratoire de marqueurs moléculaires, Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (Adrao), Cotonou, Bénin

L'Adrao collabore depuis plus de 10 ans avec l'IRD pour identifier des gènes de résistance naturelle au virus de la panachure jaune du riz. L'objectif est de les utiliser pour améliorer les variétés de cette céréale grâce à la sélection assistée par marqueur génétique. L'Adrao développe maintenant cette technique avec les institutions nationales de recherche agronomique de 4 pays – Gambie, Burkina Faso, Guinée, Mali – pour transférer le gène *Rymv1* et accélérer le processus de mise au point de variétés de riz résistantes au virus. Les lignées résistantes seront aussi mises à la disposition du Réseau Ouest et Centre Africain du Riz et d'autres réseaux de sélection du riz en vue d'une évaluation plus complète et de leur incorporation dans les programmes nationaux. En plus de la formation des personnes en charge de la sélection des variétés et de celle d'étudiants aux techniques moléculaires, l'Adrao aide à mettre en place dans chacun de ces quatre pays un laboratoire de marqueurs moléculaires qui permettra au personnel national qualifié de transférer les gènes de résistance au virus ou d'autres gènes d'intérêt dans les variétés élités de riz.

## ••• Diagnostiquer la vulnérabilité nutritionnelle au Burkina Faso

Dans les pays du Sahel, l'identification des populations les plus vulnérables demeure un défi permanent afin de prévenir les crises alimentaires et nutritionnelles. Les recherches menées par l'IRD au Burkina Faso peuvent contribuer à relever ce défi : des nutritionnistes et des épidémiologistes ont montré que l'analyse de la diversité alimentaire, réalisée avant la période de soudure, constitue une méthode simplifiée et efficace d'appréciation de la vulnérabilité nutritionnelle.



Enquête nutritionnelle, Burkina Faso

Au Burkina Faso, en partenariat avec l'Institut de recherche en sciences de la santé et l'université de Ouagadougou, l'unité *Nutrition, alimentation, sociétés* a conduit un programme sur la vulnérabilité nutritionnelle des femmes, notamment sur la diversité de leur alimentation. La malnutrition maternelle mérite une attention particulière car elle conditionne la

croissance et le développement des enfants, entamant ainsi un cycle inter-génération de malnutrition qu'il est nécessaire de rompre.

L'analyse de la diversité alimentaire s'est avérée être un bon indicateur de la qualité du régime alimentaire et de l'état nutritionnel des adultes, notamment des mères de jeunes enfants, en milieu rural pauvre. La diversité peut être mesurée en interrogeant chaque individu sur le nombre de groupes alimentaires différents consommés pendant 24 heures.

Récemment, les chercheurs ont montré que la diversification alimentaire augmente de façon inattendue à la fin de la période dite de soudure alimentaire (mai-septembre), quand les stocks de céréales s'amenuisent. Une augmentation qui s'explique par l'arrivée des pluies, à l'origine de la pousse des pâturages et de végétaux consommables (pois de terre, arachide, légumes, fruits sauvages...). C'est pourquoi les chercheurs préconisent d'étudier le niveau de diversité alimentaire des populations juste avant la période de soudure (mars-avril), lors de l'épuisement des stocks de céréales mais avant l'arrivée des pluies. C'est à cette période que peuvent être repérés, à l'aide d'un simple questionnaire, les groupes de femmes présentant les plus grands risques de carence alimentaire et de malnutrition.

Forts de ces premiers résultats, les chercheurs se sont associés à la Direction de la nutrition et à la Direction générale des prévisions et des statistiques agricoles du Burkina Faso et ont démontré l'intérêt d'une application de cet outil dans le diagnostic de la vulnérabilité alimentaire et nutritionnelle sur l'ensemble de la population.

Ces résultats suscitent l'intérêt d'institutions internationales comme l'International Food Policy Research Institute, l'OMS et la FAO. En effet, la crise alimentaire et nutritionnelle vécue par le Niger en 2005 a remis en cause les systèmes d'information et d'alerte existants, basés principalement sur les productions agricoles et le suivi des prix. Les recherches se poursuivent désormais auprès de neuf pays sahéliens, dans le cadre de l'initiative « Nutrition, sécurité alimentaire et politiques publiques au Sahel » menée conjointement par le Comité permanent inter-états de lutte contre la sécheresse dans le Sahel, le ministère français des Affaires étrangères et l'IRD.

••• **Contact** : [yves.martin-prevel@ird.bf](mailto:yves.martin-prevel@ird.bf)

••• **Publication** : The Journal of Nutrition



Étude nutritionnelle, Burkina Faso

### Point de vue du partenaire

**Dramane Coulibaly et Amadou Mactar Konaté**, secrétariat du Comité permanent inter-états de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS), Ouagadougou

En 2005, alors que le Sahel a vécu une situation alimentaire difficile, les nutritionnistes de l'IRD ont apporté un nouvel éclairage sur les causes de la malnutrition et sur la pertinence des indicateurs utilisés. Dans le cadre du projet « Nutrition, sécurité alimentaire, politiques et santé publique » mis en place par le CILSS, avec l'appui du ministère des Affaires étrangères français, ils ont participé à des missions d'évaluation de la situation nutritionnelle dans les 9 pays sahéliens. A l'avenir, les études d'analyse de la diversité alimentaire pour apprécier la vulnérabilité nutritionnelle des populations et la recherche d'indicateurs de la vulnérabilité alimentaire en milieu urbain permettront d'engager des actions de renforcement des systèmes de prévention et d'information des crises alimentaires. Ainsi, un processus de collaboration pour la surveillance nutritionnelle en Afrique de l'Ouest se met en place.

# Sécurité sanitaire et politiques de santé

114  
chercheurs

19  
millions d'euros

195  
publications  
scientifiques



Centre de santé, Sénégal

L'accès aux soins, domaine prioritaire en sciences sociales de la santé, doit accompagner systématiquement les recherches engagées.

- ● ● **Lutte contre les grandes maladies liées à la pauvreté : sida, paludisme, tuberculose**

Le sida, le paludisme et la tuberculose se concentrent dans les pays les plus pauvres – tout particulièrement en Afrique subsaharienne – et constituent une entrave au développement, mettant en péril l'activité économique de ces pays. Pour lutter contre ces trois fléaux, outre l'amélioration indispensable de l'accessibilité aux traitements existants, il est essentiel d'intensifier la recherche et le développement de nouveaux moyens de diagnostic et de lutte mais aussi d'améliorer la qualité des recherches dans les pays du Sud.

- ● ● **Environnement et maladies émergentes**

Tout changement brusque du milieu naturel (déforestation, travaux d'irrigation, urbanisation...) peut faciliter l'émergence de maladies. La prise en compte de cet impact de l'environnement sur la santé est une préoccupation récente dans les pays en développement qui, confrontés à de profonds bouleversements environnementaux et humains, sont devenus des incubateurs de nouvelles maladies (SRAS, grippe aviaire...), aux répercussions mondiales. Par ailleurs, ces pays ne sont plus à l'abri des maladies de civilisation. La recherche nécessite une approche écosystémique de la santé, proposant des démarches applicables dans les contextes locaux et des solutions viables à long terme.

- ● ● **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. C'est pourquoi la santé de la reproduction, les risques de la transmission mère/enfant du virus du sida, le paludisme chez les femmes enceintes et les facteurs pouvant influencer sur la santé de la mère et de l'enfant constituent des dimensions importantes de la recherche. De même, les rôles et les activités impartis par la société aux femmes – facteurs longtemps négligés, tout comme la question du « genre » et des inégalités liées au sexe, doivent être un axe essentiel des recherches, notamment en termes de répercussions sur la santé.

## ••• À la source du virus du sida

En démontrant que le chimpanzé est le réservoir naturel du virus à l'origine de la pandémie de sida, et en découvrant que le gorille est également porteur d'un virus apparenté au VIH-1, des chercheurs de l'IRD précisent l'origine du virus du sida et confirment la transmission inter-espèces du singe à l'homme. Ces résultats ont été publiés dans *Science* et *Nature*.



Le gorille, porteur d'un virus apparenté au VIH-1

Vingt ans après l'apparition des premiers cas de sida chez l'homme, l'infection par le virus VIH-1 touche aujourd'hui 40 millions de personnes. Où, quand, comment et pourquoi ce virus s'est-il développé ? Pour tenter de répondre, l'unité *VIH/Sida et maladies associées* – associant l'IRD et l'université de Montpellier 1 – a conduit un projet international en partenariat avec le centre de recherche des armées de Yaoundé, les ministères de la Santé et de la Recherche au Cameroun et l'université d'Alabama aux États-Unis.

Dès 1989, la découverte par les chercheurs de l'IRD, au Gabon, d'un chimpanzé domestique porteur d'un virus proche du VIH-1, suggérait que ce singe pourrait être le réservoir naturel de ce virus. Mais, peu de singes contaminés ayant été par la suite retrouvés, le doute subsistait. Pour étudier cette espèce protégée sans la perturber, l'équipe a développé une méthode diagnostique originale, non invasive, à partir de l'analyse des fèces. Pendant quatre ans, les chercheurs ont collecté dans la forêt d'Afrique centrale plus de 1 000 échantillons de fèces de singes et de gorilles. Pour la

première fois, ils ont découvert, chez des chimpanzés sauvages, la présence importante du virus. Plus précisément, seule la sous-espèce *Pan troglodytes troglodytes*, vivant dans le bassin du Congo, est naturellement infectée par deux des trois groupes connus du virus (les groupes M et N). Plus tard, de façon tout à fait surprenante, les chercheurs ont également découvert, chez le gorille, un virus proche du troisième groupe de VIH-1 connu, le groupe O.

Ces résultats confirment l'existence d'une transmission du singe à l'homme. La contamination s'expliquerait par des accidents de chasse ou de consommation de viande de singe, survenus probablement dans les années 1940. De nombreux facteurs interviennent ensuite dans sa propagation. Les bouleversements liés aux migrations, à l'urbanisation massive, aux pratiques de médecine de masse (aiguilles non stériles) sont autant de co-facteurs à l'origine de la diffusion épidémique actuelle.

L'équipe a montré, de plus, qu'une pléthore de rétrovirus simiens existe en Afrique centrale où les contacts hommes/singes n'ont jamais été aussi grands, en raison notamment de la déforestation massive et des mouvements de population qui s'en suivent. Grâce à l'isolement de ces virus, des tests de dépistages ont été développés et sont utilisés actuellement au Cameroun pour exercer une veille sanitaire et anticiper le risque de voir émerger une nouvelle pandémie.

Ces recherches ont reçu le soutien de l'ANRS et du NIH.

••• **Contacts** : eric.delaporte@ird.fr et martine.peeters@ird.fr

••• **Publication** : Science et Nature

### Dengue hémorragique, une première voie thérapeutique

Le virus de la dengue touche environ 60 à 100 millions de personnes dans le monde. La forme la plus grave de la maladie, aujourd'hui en forte augmentation dans les pays tropicaux, provoque une fuite de plasma hors des vaisseaux sanguins pouvant conduire à un choc, associé ou non à des hémorragies fatales. Pour l'heure, aucun traitement spécifique ou vaccin n'existe. La lutte anti-vectorielle demeure le seul moyen de prévention. À Montpellier, des chercheurs de l'unité *Maladies virales émergentes*, en collaboration avec l'université Mahidol (Thaïlande), la société ImmunoClin Ltd, le CNRS et l'Inserm, ont identifié le mécanisme à l'origine de la rupture des vaisseaux et des hémorragies : l'infection virale induit une production accrue des enzymes qui détruisent, au niveau de la paroi vasculaire, le ciment reliant les cellules entre elles. L'action de ces enzymes peut être spécifiquement abolie grâce à des molécules utilisables chez l'homme. Ces résultats originaux ouvrent pour la première fois une voie thérapeutique contre la dengue hémorragique.

••• **Contact** : francisco.veas@ird.fr

••• **Publication** : EMBO reports

## ••• Susceptibilité génétique à la maladie du sommeil

Maladie parasitaire transmise par la piqûre d'une mouche tsé-tsé, la trypanosomiase humaine africaine, sévit en Afrique subsaharienne. Si la recrudescence alarmante enregistrée ces 20 dernières années semble avoir été arrêtée, la maladie menace encore des millions de personnes et certains pays pourraient à nouveau connaître des flambées épidémiques. Des chercheurs ont montré qu'il existe une susceptibilité individuelle à la maladie, ouvrant la voie à l'identification de facteurs génétiques de risque.



Dépistage de la trypanosomiase, Rép. du Congo.

Après piqûre par la mouche tsé-tsé, le trypanosome, parasite responsable de la maladie, se multiplie dans le sang puis infecte le système nerveux central provoquant un état confusionnel, des troubles sensoriels et moteurs et une altération importante du sommeil. Le diagnostic précoce offre les meilleures perspectives de guérison, les traitements actuels étant plus efficaces au tout début de la maladie, avant que le parasite ne franchisse la barrière hémato-encéphalique.

Selon l'espèce de trypanosome, la maladie peut prendre deux formes, l'une dite « chronique » et l'autre dite « aiguë », plus virulente et d'évolution plus rapide. La réalité est cependant plus complexe : certaines personnes infectées par le parasite responsable de la forme chronique manifestent une forme sévère à évolution rapide et d'autres ne présentent aucun symptôme. Cette variabilité des symptômes, qui ne peut s'expliquer par les seuls facteurs environnementaux, laisse présager l'existence d'une sensibilité individuelle à la maladie. Une telle susceptibilité génétique a déjà été montrée chez l'animal : des mutations de gènes impliqués dans le système immunitaire ont un impact sur le développement de la maladie.

Une équipe de l'unité *Santé de la mère et de l'enfant en milieu tropical* a étudié, chez l'homme, l'influence de mutations des gènes codant quatre protéines du système immunitaire (les cytokines) dans l'apparition de la maladie. Deux études ont été réalisées dans deux foyers distincts de la maladie, à Sinfra en Côte d'Ivoire – 502 personnes incluses, dont 190 atteintes – et à Bandundu en République Démocratique du Congo – 353 personnes incluses, dont 135 malades. En comparant chez les individus atteints et sains la fréquence de mutations des gènes, les chercheurs ont montré que deux mutations affectant les gènes de deux cytokines (IL10 et IL6) semblent protéger les individus contre la trypanosomiase, alors que deux autres affectant les gènes de deux autres cytokines (TNF $\alpha$  et IL1 $\alpha$ ) les rendraient plus sensibles à la maladie. Ces travaux ont été menés en partenariat avec les Programmes nationaux de lutte contre la trypanosomiase humaine africaine de Côte d'Ivoire et de République du Congo.

Pour confirmer le lien entre ces mutations et la sensibilité individuelle à la trypanosomiase, des études sont menées en collaboration par deux unités de l'IRD, le Cirde au Burkina Faso et l'université Bordeaux II. Les résultats permettront de mieux comprendre les relations entre l'homme et le parasite et d'envisager, à plus long terme, la mise au point de moyens originaux de lutte contre la maladie, tant thérapeutiques que prophylactiques.

••• **Contacts :** [andre.garcia@ird.fr](mailto:andre.garcia@ird.fr) et [d.courtin@gmail.com](mailto:d.courtin@gmail.com)

••• **Publication :** *Infection, genetics and evolution* et *Trends in parasitology*

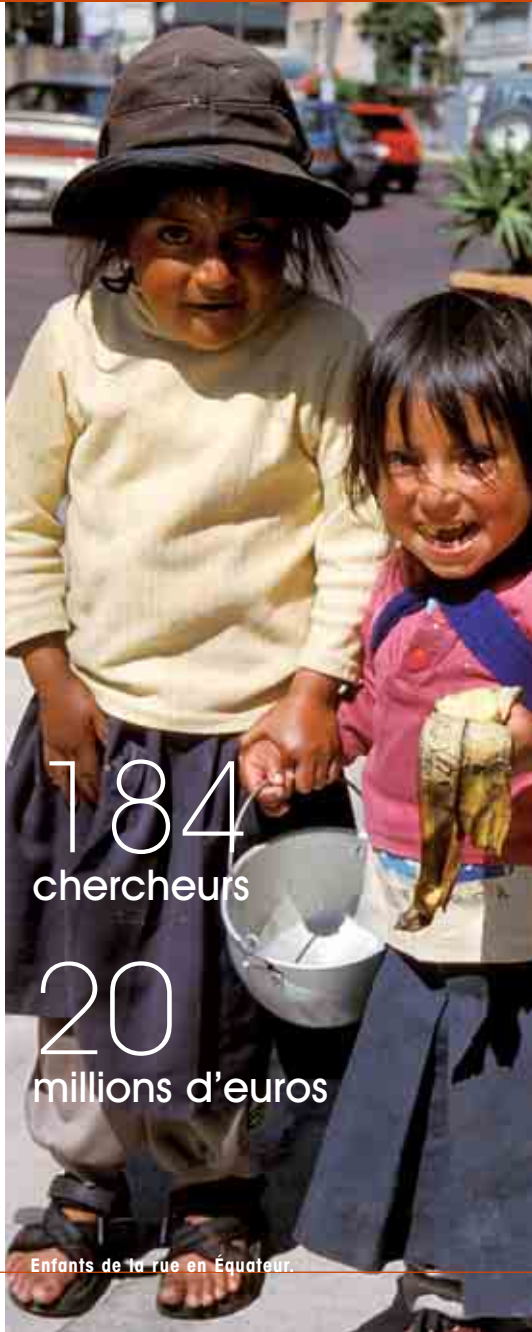
### Jeune équipe associée IRD

**Flobert Njiokou**, responsable de la JEAI Trypanosomose humaine africaine, Cameroun

Quels sont les mécanismes de persistance et de résurgence périodique des foyers de trypanosomose humaine africaine au Cameroun ? Pour répondre à cette question, notre jeune équipe, créée en 2002 et soutenue par l'IRD, s'attache à identifier les réservoirs animaux de la maladie et estimer la fréquence des contacts entre les mouches tsé-tsé et les hôtes vertébrés. Grâce au partenariat avec une unité de l'IRD à Montpellier, nous avons mis au point des techniques nouvelles. À ce jour, nous avons montré que les animaux, aussi bien sauvages que domestiques, hébergent le trypanosome infectant pour l'homme et représentent bien un réservoir pour la maladie. Notre expertise en matière d'analyse moléculaire des repas de sang des mouches a permis de montrer que la glossine transporte le trypanosome de l'homme à l'animal, et inversement, assurant ainsi la pérennité et la résurgence des foyers.

Notre partenariat avec l'IRD est déterminant dans le montage et le suivi de projets, l'aide à la publication, mais aussi dans le transfert des techniques et la formation d'étudiants en co-direction.

# Développement et mondialisation



184  
chercheurs

20  
millions d'euros

Enfants de la rue en Équateur.

## ● ● ● 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 étudiée sous différents angles : 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 déplacements de population aux principaux points de fracture du monde (axe Europe/Sud Méditerranée et au delà Afrique sub-saharienne), en particulier là où les écarts de revenus sont les plus considérables, fait de la question des migrations internationales un enjeu majeur des problématiques du développement. Les recherches visent à étudier : les déterminants et les conséquences des 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 visent à apporter des éléments de réflexion à la mise en œuvre d'un développement durable conjuguant développement économique des pays en développement et préservation de l'environnement. Elles se situent à une double interface, d'une part entre sociétés et nature et, d'autre part, entre pratiques locales et politiques publiques et internationales en matière de conservation de la biodiversité et de gestion de l'environnement. Les savoirs et les pratiques locaux sont pris en compte et mis à contribution pour définir les dimensions d'une meilleure gouvernance, adaptée, acceptée et efficace. Deux axes sont privilégiés : l'accès aux ressources et leur préservation ; l'accès aux services et l'urbanisation.

## ●●● L'accès à la terre : un enjeu majeur pour les politiques publiques

Le constat d'une pauvreté persistante et d'inégalités croissantes dans les sociétés rurales du Sud, mais aussi la multiplication des conflits enracinés dans la question foncière, dans des milieux confrontés aux phénomènes de mobilité des populations entre villes et campagnes, ont provoqué depuis quelques années un regain d'intérêt pour la question foncière. L'accès à la terre est dorénavant posé comme un élément incontournable de nombreuses politiques de réduction de la pauvreté et la question foncière est redevenue un enjeu majeur pour les politiques publiques, ainsi que pour les institutions internationales et la recherche concernées par le développement durable des pays du Sud.



Paysage agricole des Andes.

L'unité *Régulations foncières, politiques publiques et logiques d'acteurs*, qui rassemble des chercheurs de différentes disciplines de sciences sociales, aborde cette question sous plusieurs angles : quelles sont les conditions d'élaboration et de mise en œuvre des actions publiques ? Quelle est la place des rapports sociaux et des marchés fonciers dans l'accès à la terre ? Quels sont les rapports entre dynamiques foncières et dynamiques productives ? L'approche empirique et théorique retenue privilégie le rapport entre acteurs et institutions (institutions au sens de « règles du jeu » économique et socio-politique).

Les recherches sont menées en Amérique latine et en Afrique, en partenariat avec des institutions nationales : le Centre de recherches et d'études supérieures en anthropologie sociale et l'université latino-américaine des sciences sociales au Mexique, l'université nationale majeure de San Marcos au Pérou, l'Institut d'ethno-sociologie de l'université de Cocody en Côte d'Ivoire et l'université de Ngaoundéré au Cameroun.

Ces travaux, conduits dans une perspective comparative, contribuent à expliquer la distance entre les attentes des politiques de reconnaissance et de sécurisation des droits fonciers, leur mise en œuvre effective et leurs effets non attendus. Ils ont apporté notamment un éclairage original sur l'importance des enjeux intra-familiaux et inter-générationnels dans les situations de blocages, d'involutions, voire de conflits dans la mise en œuvre des politiques foncières, au delà d'une lecture faite généralement en termes de tensions intra- ou inter-communautaires. Le cas ivoirien en fournit un exemple.

En 2006, les chercheurs ont largement contribué à l'organisation du colloque international de Montpellier « Les frontières de la question foncière : enchâssement social des droits et politiques publiques ». Les recherches conduites par l'unité et ses partenaires ont particulièrement contribué au programme de recherche européen « Changes in Land Access, Institutions and Markets in West Africa ». Elles alimentent la réflexion du ministère des Affaires étrangères et de l'Agence française de développement sur les politiques foncières dans les pays du Sud, à travers la participation des chercheurs au projet mobilisateur « Appui à l'élaboration des politiques foncières rurales ».

●●● **Contact** : [colin@supagro.inra.fr](mailto:colin@supagro.inra.fr)

●●● **Publication** : Colloque international « Les frontières de la question foncière » Mai 2006 - Montpellier ([http://www.mpl.ird.fr/colloque\\_foncier](http://www.mpl.ird.fr/colloque_foncier))

### Impacts et limites de la microfinance

Si la microfinance réduit la vulnérabilité à l'échelle individuelle et familiale, en permettant une meilleure gestion de la trésorerie familiale – un résultat positif en soi – son impact en matière de lutte contre la pauvreté et des inégalités reste négligeable. Tels sont les résultats d'un programme de recherches mené en Inde par le *laboratoire Population-Environnement-Développement* (UMR IRD-université de Provence) qui vise à analyser l'impact et les limites de la microfinance à l'échelle individuelle et familiale, ainsi qu'à l'échelle des filières d'activités et des marchés locaux de l'emploi. Pour les chercheurs, la microfinance a un impact insignifiant en termes de création d'emplois. De plus, elle exclut encore les plus pauvres, ses services restent mal adaptés aux besoins très divers et complexes, elle fait intervenir un nombre croissant d'acteurs inexpérimentés, et enfin il n'existe pas suffisamment de coordination et de régulation. Ces enseignements, qui reposent sur de nombreux partenariats, tant au Nord qu'au Sud, avec des organisations et des réseaux de microfinance, des institutions financières publiques et privées, des institutions internationales et des partenaires académiques, devraient aider à mieux penser l'avenir de la microfinance.

●●●●● **Contact** : [isabelle.guerin@ird.fr](mailto:isabelle.guerin@ird.fr)

## ••• Migrations sahariennes : un bilan loin des idées reçues

Depuis plus de 15 ans, les flux migratoires de l'Afrique subsaharienne vers l'Afrique du Nord sont sans précédent. Quels sont les itinéraires des migrants subsahariens ainsi que les modalités de leur installation en Afrique du Nord ? À quelles transformations sociales et spatiales contribuent ces nouvelles implantations ? Quelles sont les répercussions des politiques migratoires aujourd'hui plus restrictives sur les dynamiques migratoires ? Loin des propos souvent alarmistes, des anthropologues, des géographes et des sociologues, sous la coordination d'un chercheur du *laboratoire Population-Environnement-Développement* (IRD/université de Provence) et d'un chercheur du CNRS, dressent un premier bilan.



Migrants égyptiens

La diversification des courants migratoires en Afrique, plus que l'augmentation de leur volume, est sans doute le trait le plus marquant des changements contemporains des migrations. Contre toute idée reçue, seule une minorité de migrants subsahariens poursuit sa route vers l'Europe, la plupart d'entre eux s'installant durablement dans les pays arabes. La migration africaine est donc majoritairement intra-africaine et transfrontalière. Les déplacements dans l'espace saharo-sahélien sont étroitement liés à l'histoire récente de la région. Ainsi, les indépendances des années 1950-1960, les sécheresses des années 1970, les conflits armés des années 1970-1980, ou encore le développement différencié entre les versants maghrébin et sahélien du désert, ont poussé les ressortissants subsahariens vers les régions offrant des opportunités de travail. Le Sahara maghrébin a alors connu un développement urbain important. En 30 ans, 53 villes sont nées, contre seulement 8 dans le Sahara sahélien. Dans cette région du Maghreb, l'arrivée de nouveaux venus est vécue comme un moyen de revitaliser ces zones enclavées. L'Algérie, par exemple, contrôle la circulation des migrants tout en les intégrant au développement de ses villes du Sud où la pénurie de main-d'œuvre est chronique.

Par ailleurs, ce ne sont pas les plus démunis qui migrent, le voyage coûtant cher. Les raisons économiques ne sont pas les seules à motiver le départ ; les raisons d'ordre psychologique, comme le désir de s'émanciper des obligations familiales, sont également importantes. Les profils de migrants sont très variés et la labilité de leur statut professionnel et juridique constitue un trait déterminant de cette forme migratoire. Nous sommes loin du cliché du migrant jeune, analphabète et ressortissant du monde rural.

Au contraire, nombre d'entre eux cumulent les diplômes universitaires ou professionnels et ont d'abord travaillé dans les grandes métropoles d'Afrique de l'Ouest où ils ont grandi.

Enfin, les chercheurs montrent que sous la pression de l'Europe, le durcissement des contrôles migratoires dans les États maghrébins, touche non seulement les migrants qui cherchent à atteindre l'Europe mais aussi, plus largement, ceux qui s'installent au Maghreb. Le risque est grand aujourd'hui de voir les villes sahariennes, autrefois carrefours des grandes routes migratoires, se transformer en impasses.

••• **Contact** : [sylvie.bredeloup@up.univ-mrs.fr](mailto:sylvie.bredeloup@up.univ-mrs.fr)

••• **Publication** : *Autrepart*, revue de sciences sociales au Sud.

### Vers un observatoire des systèmes migratoires



Les pratiques migratoires en Afrique occidentale demeurent méconnues dans leur ensemble et leurs complémentarités, peu de statistiques existant sur les mobilités intra-urbaines, les migrations saisonnières ou encore sur la pratique de la multirésidence. De même, l'importance réelle de la circulation internationale à l'intérieur du continent africain n'est pas mesurée. Face à ce constat, l'unité *Migration, mobilités,*

*dynamique du peuplement et des territoires* a mis au point un protocole d'enquête fondé sur l'expérience accumulée en Amérique latine, Afrique et Asie. L'outil est conçu pour observer de façon continue dans le temps et sur des sites choisis et représentatifs, différentes formes de mobilités, jetant ainsi les bases d'un observatoire statistique des systèmes migratoires. Sa conception facilite son adaptation à divers contextes ou pays, et à des approches géographiques ou socio-anthropologiques. La saisie informatique des questionnaires sur le terrain est testée. À ce jour, le protocole est utilisé à Mexico et à Ouagadougou ; il sera étendu à quelques sites au Niger et au Mali.

••••• **Contact** : [daniel.delaunay@ird.fr](mailto:daniel.delaunay@ird.fr)

# ⋮ Des pratiques guidées par l'éthique et la qualité

## ⋯⋯ Des pratiques éthiques



Outre l'examen d'une vingtaine de projets de recherche et de questions posées par les personnels de l'IRD, demandes en constante progression depuis 2003, le Comité consultatif de déontologie et d'éthique (CCDE) a entamé une réflexion sur l'éthique de la communication et poursuivi son travail inter-organismes pour aboutir à l'ouverture d'un portail « Éthique et Recherche ».

Le *Guide des bonnes pratiques de la recherche pour le développement*, disponible en français, anglais et espagnol, a été diffusé à tous les personnels de l'Institut et aux partenaires du Sud.

Toutefois, le temps fort de l'année a été le séminaire *Éthique et science dans la globalisation* organisé conjointement par le CCDE, l'Université nationale autonome du Mexique (UNAM) et l'Académie mexicaine des sciences (AMC). Autour de 40 intervenants, il a réuni à Mexico 150 participants dont 50 étudiants, plus de 60 chercheurs et 25 universitaires.

Ce dialogue des cultures entre le Mexique et la France sur les questions d'éthique était une première saluée par les intervenants, le public et la presse mexicaine. La richesse des échanges a permis, à partir d'exemples concrets – expérimentation sur l'homme, protection de la biodiversité, recherche sur les OGM – une réflexion de portée générale et l'esquisse de recommandations.

⋯⋯⋯ Contact : [ccde@ird.fr](mailto:ccde@ird.fr)  
[www.ccde.ird.fr](http://www.ccde.ird.fr)

## Composition du comité d'éthique

**Président :** **Dominique Lecourt**, professeur de philosophie à l'université Denis Diderot (Paris 7)

### Membres :

**Rafael Loyola Diaz**, chercheur Instituto de Investigaciones Sociales, université nationale autonome du Mexique

**Isabelle Ndjole Assouho Tokpanou**, présidente d'honneur « Forum for African Women Educationalist »

**Sandrine Chifflet**, ingénieure de recherche, UR 103, Marseille

**Maurice Lourd**, directeur du centre IRD de Bondy

**François Simondon**, directeur de l'unité *Épidémiologie et prévention*, Montpellier

**Jean-Claude André**, directeur du Centre européen pour la recherche et la formation avancée en calcul scientifique

**Roger Guedj**, professeur, codirecteur du laboratoire de chimie bio-organique, CNRS-université de Nice Sophia Antipolis

**Vladimir de Semir**, professeur associé de journalisme scientifique, université Pompeu Sabra de Barcelone

## ⋯⋯ Une démarche qualité en plein essor

La mise en œuvre d'une démarche qualité à l'IRD, garante de l'usage de bonnes pratiques, prend son essor : 25 laboratoires de recherche, 2 centres IRD (Montpellier et Dakar), 4 représentations et 2 départements centraux ont initié une démarche qualité afin d'optimiser leur organisation, favoriser la traçabilité et la fiabilité des résultats de recherche. Des responsables du management qualité ont été formés à la norme ISO 9001 pour chacun de ces sites tandis qu'une large part des personnels a été sensibilisée à cette démarche.

À la demande, des formations de recherche et d'appui, des séminaires d'information, des formations courtes, des audits et des états des lieux ont été organisés.

Le laboratoire des moyens analytiques (LAMA), à Dakar, unité de service spécialisée dans les analyses minérales, a obtenu la certification ISO 9001 version 2000. C'est le premier laboratoire de l'IRD à obtenir ce label hors du territoire français. Des procédures ont été mises en place, notamment pour la traçabilité des recherches, allant de la réception de l'échantillon à analyser à la remise du résultat final. Cette transparence du mode de fonctionnement du laboratoire a favorisé la confiance des équipes scientifiques partenaires. La labellisation de ce laboratoire s'inscrit dans un contexte de généralisation de la démarche qualité à Dakar et plus largement au Sénégal.

⋯⋯⋯ Contact : [dev@ird.fr](mailto:dev@ird.fr)



## Éthique et Science dans la globalisation

Lors du séminaire *Éthique et Science dans la globalisation*, des recommandations ont été ébauchées. Avant tout, la formation à la réflexion éthique devrait être intégrée ou renforcée dès l'école et l'alphabétisation scientifique de la société est à repenser. Un consensus

s'est dégagé pour affirmer qu'il faut tout mettre en œuvre afin que la société puisse participer activement à un débat qui engage l'avenir de tous. L'évaluation doit inclure elle aussi dans son processus un rôle participatif des composantes sociales.

Les participants mexicains ont conclu par un appel à la création d'un comité national d'éthique, inspiré par le fonctionnement du CCDE, indispensable pour mettre en accord les principes et réalités locales, permettre une large discussion, propice à la résolution des dilemmes et conflits d'intérêts, et ouvrir vers la nécessaire complémentarité Sud-Nord.

# Évaluation, publications et enseignement

Les instances scientifiques ont procédé à l'évaluation des laboratoires et des chercheurs en termes de recrutement, d'activité et de mobilité. Afin de suivre la réalisation de ses engagements au regard de son nouveau contrat d'objectifs et, au-delà, de rendre compte des performances de son dispositif scientifique, l'Institut a fait évoluer ses indicateurs. Les premières données pointent la qualité de la production scientifique de l'Institut et l'augmentation des temps consacrés à l'enseignement et l'encadrement.

## ••• Une évaluation rigoureuse

L'évaluation des structures a permis de dynamiser le dispositif de recherche de l'Institut qui développe son activité désormais à travers 79 unités, dont 29 UMR, 38 unités de recherche et 12 unités de service. Les commissions et le conseil scientifique ont évalué 23 unités, dont 17 demandes de renouvellement ou de création d'unités mixtes de recherche. Au terme de cette procédure, 14 UMR ont été renouvelées pour 4 ans et 2 ont été créées : l'une sur la *Résistance des plantes aux bioagresseurs* avec l'université Montpellier 2 et le Cirad ; l'autre sur la *Diversité et évolution des plantes cultivées* avec l'université Montpellier 2, l'Inra et l'Ensam. Les instances ont également participé aux comités de visite de 13 UMR relevant de la vague quadriennale 2008-2011.

## ••• Une production scientifique de qualité

Les chercheurs de l'IRD font preuve d'une capacité de production scientifique de haute qualité dans les meilleurs standards internationaux. Le nombre de publications référencées dans le *web of science* signées par des chercheurs IRD – environ 800 publications hors sciences humaines et sociales – est en nette progression, estimée à + 8 % par rapport à l'année 2005. Le nombre moyen de publications par chercheur pour l'année est de 1,7. Environ 14 % des articles ont été publiés dans des

revues d'excellence disposant d'un facteur d'impact très élevé dans leur catégorie. Plus de 50 % l'ont été dans des revues classées dans le premier quart de leur catégorie disciplinaire, dans l'ordre des facteurs d'impact.

## ••• Une pratique de copublication très importante

Les chercheurs de l'IRD ont des pratiques de copublication très supérieures à la moyenne française. En effet, 96 % des articles produits par l'Institut sont cosignés avec des partenaires : 70 % le sont avec d'autres organismes français, 64% avec des partenaires internationaux, issus majoritairement des États-Unis, du Royaume-Uni, du Brésil et de l'Italie.

Le taux de copublication avec des chercheurs du Sud est d'environ 43 %, les principaux pays partenaires du Sud étant le Brésil, le Sénégal, la Côte d'Ivoire, le Cameroun et le Mexique. C'est en recherche médicale que le taux de copublication avec les pays du Sud est le plus élevé (65 %).

## ••• Une activité d'enseignement et d'encadrement en augmentation

Les chercheurs et ingénieurs de l'IRD ont donné plus de 6 000 heures d'enseignement, dispensées dans 140 établissements d'enseignement supérieur (universités, écoles ou instituts) répartis dans 34 pays. Les trois quarts de ces cours s'adressent à des étudiants titulaires du baccalauréat et d'au moins 4 années d'études supérieures. La France concentre toujours la majorité de l'activité d'enseignement (51 %), néanmoins la part d'heures dispensées en Afrique/Moyen-Orient croît significativement, passant de 18 % en 2005 à 25 % en 2006.

L'encadrement doctoral est la principale contribution de l'IRD aux activités de formation : plus de 670 doctorants ont été encadrés dans les unités de l'Institut. 44 % des chercheurs et ingénieurs des unités dirigent ou encadrent des doctorants. Cette année, 139 thèses, codirigées ou encadrées par un scientifique de l'IRD, ont été soutenues. 76 d'entre elles ont été soutenues par des doctorants du Sud.

Plus de 300 étudiants, dont 48 % sont originaires d'un pays du Sud, ont soutenu leur mémoire de DESS, DEA ou Master en bénéficiant d'un encadrement au sein d'une unité de l'IRD. Ils proviennent de 95 établissements d'enseignement supérieur répartis dans 24 pays.

Plus de 400 stagiaires ont été accueillis dans les unités de l'IRD, dont 175 en France et 251 à l'étranger.

En termes de formation professionnelle, les scientifiques de l'Institut ont dispensé près de 2 500 heures d'enseignement à destination de décideurs, techniciens et ingénieurs du Sud. Elles concernent notamment la formation à l'utilisation d'outils, de techniques ou de méthodes de mesure, d'analyse ou d'enquête.

••••• **Contact :** [dei@ird.fr](mailto:dei@ird.fr)