

Éditorial

Le changement climatique en Méditerranée

Jean-Paul MOATTI

PDG de l'IRD

Stéphanie THIÉBAULT

Directrice de l'INEE / CNRS

Le Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), dont les travaux ont joué un rôle-clé dans l'accord « historique » obtenu à Paris, en décembre 2015, lors de la 21^e Conférence des Parties de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (COP 21), a démontré que le bassin méditerranéen est une des zones de notre planète les plus exposées au changement climatique. En amont de la COP 22, qui se tient du 7 au 18 novembre 2016 à Marrakech, le Maroc a bien voulu accueillir, les 18 et 19 juillet à Tanger, la MEDCOP CLIMAT, le forum méditerranéen pour le climat de tous les acteurs gouvernementaux et non étatiques, qui s'est inscrit dans la continuité de travaux initiés l'année précédente lors de la MEDCOP 21 de Marseille. Dans son message d'introduction à cette MEDCOP 22, Son Altesse Royale Mohamed VI, roi du Maroc, a notamment insisté sur le devoir d'exemplarité de la Méditerranée, dans la construction d'un nouveau mode de consommation et de production et dans l'innovation en matière de lutte contre le changement climatique.

Répondant à une sollicitation des autorités marocaines, notamment de madame Hakima El Haité, ministre chargée de l'Environnement, les 28 organismes membres de l'Alliance pour l'environnement (ALLENVI) publient, à l'occasion de la COP 22, un ouvrage de synthèse exceptionnel*. Ce livre s'efforce en effet de présenter un état des lieux de la recherche scientifique de haut niveau sur l'évolution du climat, les conséquences de son dérèglement et les solutions d'atténuation et d'adaptation dans le contexte particulier de la Méditerranée. Il témoigne de la remarquable mobilisation des scientifiques, chercheurs et universitaires, des deux rives de la Méditerranée, pour comprendre les mécanismes du changement climatique sur l'actuel comme sur la longue durée : les impacts du dérèglement climatique sur l'environnement, l'économie, la santé, les sociétés ; mais aussi pour suggérer et recommander des réponses, fondées sur l'« évidence scientifique » avec les adaptations, les résiliences, la conservation des ressources ou la prévention des risques. Cet ouvrage rassemble une large communauté scientifique, qui s'est mobilisée depuis plusieurs années afin de rendre compte de toute la complexité de l'objet Méditerranée, de créer les conditions d'une meilleure connaissance réciproque au croisement de questionnements scientifiques à définir étape par étape, dans une perspective de décloisonnement disciplinaire.

* Ce passage est extrait de l'introduction de l'ouvrage « La Méditerranée face au changement climatique », publié à l'occasion de la COP 22 par l'ALLENVI (cf p.14)

Le coût exorbitant des insectes envahissants

Une étude scientifique¹ fait pour la première fois le point sur l'impact économique des insectes invasifs.

Basée sur les connaissances existantes, elle révèle à la fois l'ampleur insoupçonnée du problème et le déficit actuel de données fiables sur le sujet.

Termes, moustiques, fourmis ou frelons, nombreux sont les insectes à sortir de leur aire initiale de répartition. Liée aux activités humaines, cette conquête territoriale prend l'allure d'une véritable invasion, faute de prédateurs compétents dans les biotopes investis. Son impact économique semble important mais reste très incertain, tant il y a de facteurs à prendre en compte. « L'étude la plus fréquemment citée en ce domaine - celle de l'équipe américaine de David Pimentel - est très lacunaire, car fondée sur des extrapolations arithmétiques à partir de travaux localisés ou peu vérifiés », explique l'écologue Franck Courchamp. Pour y voir plus clair, nous avons mené une revue exhaustive des innombrables études existantes sur le sujet, pour dégager le bon grain de l'ivraie. Ainsi, les scientifiques mobilisés à son initiative, écologues, entomologistes et économistes, ont épluché plus de 700 articles, livres et rapports. Parmi eux, ils ont distingué les résultats solides, reproductibles scientifiquement, et écarté ceux qui ne le sont pas. Puis ils ont converti l'ensemble des données économiques retenues en une même monnaie comparable². Enfin, ils ont additionné toutes les dépenses connues, celles relatives aux dégâts directement imputables aux insectes envahissants mais aussi celles engagées pour s'en prémunir. « Au total, les coûts engendrés par les dix espèces invasives les plus ravageuses ou les mieux

documentées s'élèvent à 69 milliards d'euros par an ! », note l'économiste Jean-Michel Salles. De l'aveu des scientifiques eux-mêmes, cette estimation sous-évalue forcément les dégâts et leur coût, tant les données et les études étayées manquent, et particulièrement pour les régions du Sud. « Au-delà des dommages encore mal évalués causés aux infrastructures, aux cultures, aux stocks agricoles et à la santé des hommes et du bétail, le préjudice sur l'environnement et sur les services écosystémiques reste quasiment inconnu », indique ainsi le chercheur. De fait, cette revue des connaissances est le prélude à un projet scientifique plus vaste, pour éclairer toutes les zones d'ombres persistant sur la question des insectes envahissants, baptisé InvaCost et comportant plus d'une dizaine de thématiques de recherche. Selon l'étude, la dengue est la maladie dont le poids économique est le plus lourd. « Les virus de cette maladie sont transmis par des moustiques invasifs³ et elle est bien mieux documentée que des affections plus récentes comme chikungunya ou Zika. Et puis les coûts importants liés au paludisme ou aux trypanosomiasis africaines et américaines n'ont pas été inclus, puisque ces affections, également transmises par des insectes, sont endémiques », précise l'entomologiste médical Frédéric Simard. Selon lui, il reste aussi beaucoup à découvrir sur le sujet en santé humaine. « Nous ignorons par exemple le poids de



© N. Rahola



© M. Pennington



© J.N. Dell

Moustique *Aedes albopictus*, fourmi *Solenopsis invicta*, teigne du chou *Plutella xylostella*.

la prévention sur le budget des familles, les coûts sociaux de la mortalité et de la morbidité associées à ces affections, ou encore les impacts des problèmes de nutrition liées à l'action des ravageurs invasifs sur les cultures », conclut-il.

1. Corey J.A et al, Nature Communications 2016.
2. En l'occurrence, le dollar à parité de 2014.

3. *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*.

Contacts

franck.courchamp@u-psud.fr
UMR ESE (CNRS, Université Paris sud – Paris-Saclay et Agro Paris Tech)
jean-michel.salles@supagro.inra.fr
UMR LAMETA (CNRS, Inra, SupAgro et Université de Montpellier)
frederic.simard@ird.fr
UMR MIVEGEC

Interview de Marie-Monique Rasoazananera, Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique de Madagascar

« Chercheurs du Sud et du Nord doivent innover dans la façon de travailler ensemble »

A quelques semaines du XVI^{ème} sommet de la francophonie¹, Marie-Monique Rasoazananera, Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique expose pour Sciences au Sud les grands axes de la politique malgache en matière de recherche, d'innovation et de formation. Elle réaffirme la nécessité du partenariat scientifique, évoque le rôle de la diaspora dans le développement de l'île et présente les évolutions du système universitaire malgache.



© DR

Sciences au Sud : Madagascar fait face à une situation d'insécurité alimentaire dans le sud du pays. Quelle est votre analyse de la situation ? Comment la recherche peut-elle contribuer à répondre à cette menace ?

M-M.Rasoazananera : Nous faisons face à une situation exceptionnelle notamment dans le sud du pays mais ce n'est pas la première fois ! La question de la sécurité alimentaire fait partie des priorités nationales malgaches et

nous avons une stratégie de recherche en la matière initiée en 2013. Elle a pour ambition d'articuler recherche et développement et donc de valoriser les résultats scientifiques de manière à ce qu'ils répondent aux besoins de la population. Dans le même temps, ces travaux doivent s'inscrire dans la dynamique scientifique internationale.

En réponse aux événements actuels nous avons notamment envoyé des chercheurs travaillant dans le domaine de l'eau qui

Dans ce numéro



Epidémies émergentes : le péril viral

L'arbre et la fourmi



© Morley Read / Alamy Stock

Chez les fourmis dites « mutualistes »¹, chacune possède sa technique pour vivre en harmonie avec sa plante hôte. Au cœur de la forêt amazonienne, *Myrmelachista schumanni* fait table rase autour de l'arbre où elle niche. Elle empoisonne à l'acide formique – un puissant herbicide – tout ce qui ne ressemble pas de près ou de loin à *Duroia hirsuta*. Elle façonne ainsi son propre Eden : des parcelles entièrement constituées de ces petits arbres, les fameux « jardins du Diable » comme les appellent les populations locales, y voyant l'œuvre d'un esprit malin.

Au-delà du gain pour l'insecte, qui s'assure ainsi un logis, cette relation exclusive est à bénéfice partagé, comme vient de le révéler une nouvelle étude². « En retour, le gain pour la plante en échange de son hospitalité est incontestable », affirme Olivier Dangles, co-auteur de ces travaux. « Les plants situés dans les îlots monospécifiques poussent deux fois plus vite que les pieds isolés dans le sous-bois », témoigne l'écologue. Un résultat obtenu grâce à un véritable laboratoire à ciel ouvert, la station scientifique du Parc national Yasuni³. A partir d'une base de données unique au monde, l'équipe de recherche⁴ a pu mesurer sur près de 20 ans, le taux de croissance de plus de 300 pieds de *Duroia hirsuta*. « La fourmi joue un rôle particulièrement important au moment de la mise en place du « jardin », précise le chercheur. Elle élimine la concurrence des autres végétaux et augmente la croissance et la longévité des jeunes plants qui bénéficient de plus de lumière. La fourmi semble également augmenter les chances de survie des arbres, en diminuant la pression des insectes herbivores, contrairement aux résultats de précédentes études, qui suggéraient que les zones de « monoculture » étaient plus vulnérables aux attaques de défoliateurs ».

1. Qui vivent en interaction avec une ou plusieurs espèces – souvent un végétal – qui génère un bénéfice réciproque.
2. Selene Báez et al. *American Naturalist*, 2016.
3. Installée en 1996 par la faculté de biologie de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
4. IRD, PUCE, UTPL, EPN, Yale University.

Contact

olivier.dangles@ird.fr
UMR EGCE
(IRD / CNRS / Université Paris-Sud)

sciences au sud

Sciences.au.sud@ird.fr
Le Sextant – 44, bd de Dunkerque
CS 90009 – 13572 Marseille cedex 02
Tél. : 33 (0)4 91 99 94 89
Fax : 33 (0)4 91 99 92 28

Directeur de la publication
Jean-Paul Moatti

Directrice de la rédaction
Anne-Claire Jucobin

Rédacteur en chef
Manuel Carrard (manuel.carrard@ird.fr)

Rédacteurs
Olivier Blot (olivier.blot@ird.fr)
Delphine Bossy (delphine.bossy@ird.fr)

Ont participé à ce numéro
Gaëlle Courcoux - Afsané Sabouhi

Photos IRD – Indigo Base
Daina Rechner,
Photogravure, Impression
IME by Estimprim, certifié ISO 14001,
25110 Autechaux
ISSN : 1297-2258

Commission paritaire : 0909B05335
Dépôt légal : octobre 2016
Journal réalisé sur papier recyclé.
Tirage : 15 000 exemplaires
Abonnement annuel / 5 numéros : 20 €

Homme et poissons coralliens

Une équipe internationale vient de montrer l'efficacité de certaines solutions permettant à la fois de conserver l'état des récifs coralliens tout en les exploitant. Celles-ci puisent leur réussite dans un important engagement des populations locales dans le processus de gestion de la ressource.



Photo prise dans le cadre de la mission Pristine. Ce programme avait pour but de redéfinir l'état de référence des écosystèmes coralliens en échantillonnant les récifs parmi les plus isolés de la planète.

À l'heure où 90 % des études scientifiques sur le corail se focalisent sur sa dégradation fatalement provoquée par les pressions anthropiques, l'une prend le contrepied ! Récemment publiée dans la revue *Nature*¹, elle montre que des solutions de cohabitation entre l'homme et les récifs existent. « Pour les mettre en évidence, nous avons développé une méthode pour comparer l'état réel d'un récif par rapport aux prévisions des modèles simulant l'effet de l'activité humaine sur les poissons coralliens », explique Laurent Vigliola, écologue marin à l'IRD. « Cela nous a permis d'identifier les sites dans le monde, dits « brillants », où les récifs se portent mieux que prévus et d'en analyser les raisons ». L'équipe a ainsi compilé les données de plus de 2 500 systèmes socio-écologiques coralliens à travers le monde. « La mission Pristine², coordonnée par l'IRD et

l'Université de Montpellier, a notamment contribué à récolter des données dans les endroits les plus isolés de l'homme au monde. Grâce à cela, nous avons obtenu la plus large gamme d'échantillons possible et ainsi pu évaluer pour chaque site l'écart par rapport aux prévisions », explique le spécialiste. Une quinzaine de sites « brillants », donc des déviants positifs par rapport aux prédictions du modèle, ont ainsi été identifiés à travers le monde. « De façon un peu naïve, on pourrait s'attendre à observer ces sites dans les pays les plus développés, où le gouvernement a plus de moyens pour mettre en place des mesures de conservation drastiques pour les récifs », souligne David Mouillot, Professeur à l'Université de Montpellier, également impliqué dans l'étude. Il n'en est rien, ils sont éparpillés dans le monde, au Sud comme au Nord, et quel que soit le niveau de développement du pays ».

Certains ont notamment été observés en Indonésie ou en Papouasie Nouvelle-Guinée. « Dans ce pays, les récifs coralliens sont dans un meilleur état que prévu grâce à une gestion locale intelligente, explique-t-il. Les pêcheurs ont d'eux-mêmes mis en place une cogestion des ressources, limitant le nombre de licences de pêche et interdisant l'accès au villageois voisins ». Plus globalement, tous les sites résultent d'une importante implication des populations locales dans la gestion des ressources.

Parmi les quatre régions françaises ultramarines étudiées, aucune ne figure dans la liste des sites « brillants » ! « En France, il y a une approche de l'Etat très centralisée, qui ne laisse peut-être pas assez de place au développement d'initiatives locales », suggère David Mouillot. Une régulation aussi verticale ne semble pas fonctionner ! ». Seuls les récifs de Nouvelle-Calédonie semblent tirer leur

épingle du jeu. « Ils n'apparaissent pas comme des sites « brillants » car ils ne s'écartent pas assez positivement des prévisions : les modèles les simulent comme des sites en bonne santé, et même dans un état exceptionnel pour les récifs isolés du Parc Naturel Mer de Corail, et c'est effectivement le cas, explique Laurent Vigliola. Pour la suite, il faut désormais appliquer la méthode à l'échelle locale et rendre possible une cohabitation harmonieuse entre l'homme et la Nature ».

1. J. E. Cinner et al., *Nature*, 2016.
2. Pour en savoir plus sur le projet Pristine, consultez <http://pristine.ird.nc>.

Contacts

david.mouillot@univ-montp2.fr
UMR Marbec (CNRS, Ifremer, IRD, UM)
laurent.vigliola@ird.fr
UMR Entropie (CNRS, IRD, Université La Réunion)

Océans de plastique

Des modèles de courants d'une résolution inégalée lèvent le voile sur le phénomène très médiatisé des « continents » de plastique. Les déchets ne sont pas en réalité condamnés à tourbillonner au centre des océans, là où ils convergent et s'accumulent depuis des années.



© IRD / Y. Bettarel

L'existence d'un « 7^e continent » de plastique a été mise sur le devant de la scène médiatique par des campagnes de sensibilisation vers le grand public. Une nouvelle étude² montre que ces agrégations ne seraient toutefois pas immuables. Les déchets plastiques rejetés à la mer (sacs, bouteilles, emballages) s'accumulent depuis les années 1970 au centre des « gyres » océaniques. Ces immenses vortex, formés dans chaque grand bassin océanique à la faveur des vents et

de la rotation de la Terre via la force de Coriolis³, entraînent lentement dans leur sillage tous les objets et débris flottants. Mais les scientifiques ont mis en lumière des « courants de sortie » de ces zones de convergence. « Nos modèles de circulation océanique sont d'une résolution spatiale beaucoup plus fine que celle des modèles habituellement utilisés pour ce type d'études – typiquement des modèles de climat », explique Christophe Maes, chercheur à l'IRD et co-auteur de ces travaux⁴. Nous avons

ainsi simulé les trajectoires de plusieurs millions de particules dans chaque zone de convergence du Pacifique, selon des maillages allant de quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres. Nous avons alors pu mettre en évidence des courants, larges de seulement quelques centaines de kilomètres, qui s'échappent depuis le cœur du gyre subtropical, dans le Sud-Est du bassin Pacifique par exemple, pour faire route vers les côtes sud-américaines », précise l'océanographe. À ces courants s'ajoutent des processus physiques tels que les effets des vagues, non pris en compte dans cet exercice de modélisation, qui peuvent également modifier la trajectoire et le temps de transit des particules et débris et qui nécessiteraient des études complémentaires. « Ce résultat est par ailleurs corroboré par les travaux de nos partenaires chiliens, souligne le chercheur. Ceux-ci observent en effet depuis quelques années une augmentation du nombre de déchets collectés sur leurs littoraux ».

La pollution de l'environnement marin par les déchets plastiques est désormais reconnue comme un problème planétaire, faisant peser une menace sur la biodiversité marine et ayant des conséquences majeures sur la gestion du littoral. Les particules plastiques ont des effets désastreux pour la faune marine. Elles rendent les poissons qui les consomment plus petits, plus lents et plus vulnérables face aux prédateurs

selon une récente étude suédoise publiée dans la revue *Science*⁵. Ou encore elles réduisent la fécondité et la croissance des mollusques d'après les partenaires de l'IRD du Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin dans la revue *PNAS*⁶. Qui plus est, ces « flotteurs » sont autant de moyens de transport pour les virus et bactéries, qu'ils propagent à travers les océans d'un continent à l'autre. De plus amples observations, modélisations et analyses sont nécessaires pour mieux comprendre le lent cheminement des déchets de plastique à la surface des océans et mettre sur pied, à terme, des stratégies de collecte et de recyclage de tous ces débris.

1. Un terme inapproprié au vu des concentrations réelles estimées, mais révélateur de la prise de conscience de l'impact des activités humaines sur les océans.
2. Christophe Maes et al., *Geophysical Research Letters*, 2016, 43.
3. Force qui dévie la trajectoire d'un corps en mouvement – masses d'air et d'eau – à la surface d'un objet en rotation – typiquement la planète Terre. Elle est maximale aux pôles et nulle à l'équateur.
4. En collaboration avec le CNRS.
5. O. M. Lönnstedt, P. Eklöv. *Science*, 2016, Vol. 352.
6. R. Sussarellu et al. *PNAS*, 2016 vol. 113.

Contact

christophe.maes@ird.fr
UMR LPO
(IRD / CNRS / Ifremer / université de Bretagne occidentale)

Le sucre, les moustiques et le paludisme

Des travaux franco-burkinabè¹ mettent en lumière l'influence du régime alimentaire des moustiques, hors sang, sur leur taux d'infection au parasite du paludisme. À terme, ils pourraient ouvrir la voie à une nouvelle approche de lutte contre la maladie.

La gourmandise du moustique perdra-t-elle le parasite du paludisme...? La question ne se pose pas vraiment encore en ces termes, mais une récente découverte, faite par des chercheurs de l'IRD, du CNRS et de l'IRSS² de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso, pourrait la mettre à l'ordre du jour. « *Nous nous sommes intéressés à l'éventuelle toxicité pour le parasite de certains sucres d'origine végétale consommés par le vecteur* », explique le parasitologue Thierry Lefèvre, spécialiste en écologie évolutive. Les femelles d'*Anopheles coluzzii* – un moustique commun en Afrique tropicale – transmettent la maladie, en propageant *Plasmodium falciparum* entre les différentes victimes de leurs piqûres hématophages. Elles ont en effet besoin de protéines animales issues du sang de vertébrés pour élaborer leurs œufs, en plus de leurs repas sucrés énergétiques, prélevés dans le nectar ou les fruits de plantes locales. « *Un travail avait montré comment les chenilles de papillons monarques ingérant certains végétaux s'étaient progressivement prémunies contre un parasite protozoaire proche du Plasmodium*, raconte le spécialiste. *Nous voulions voir s'il en allait de même avec le vecteur et le parasite du paludisme* ». La suite se passe dans un laboratoire de Bobo-Dioulasso. Des femelles vectrices,

préalablement infectées au *Plasmodium falciparum*, sont nourries avec des sucres naturels tirés de nectars de plantes ornementales³ et de fruits (mangue et raisin sauvage), collectés dans les jardins de la ville. D'autres, formant un groupe témoin, reçoivent à la place une solution glucosée. L'expérience se déroule sur quatorze jours, durée correspondant au développement du parasite dans le moustique. L'analyse microscopique et la modélisation épidémiologique qui suivent, confirment l'intuition des chercheurs. « *La prise de sucres issus de certaines plantes fait augmenter l'infection, tandis que d'autres, au contraire, la restreignent, le tout comparé au groupe de contrôle nourri au glucose* », note le chercheur. Ainsi, l'origine du régime sucré des moustiques pourrait influencer sur leur capacité à transmettre la maladie. S'agissant des mécanismes impliqués dans cette toxicité de certains végétaux sur *Plasmodium falciparum*, les scientifiques n'en sont encore qu'aux hypothèses. Des métabolites secondaires des plantes concernées pourraient être fatals au parasite... Cette découverte suscite avant tout des espoirs nouveaux. Les scientifiques se prennent maintenant à rêver de mettre la main sur une plante extraordinaire, à la fois toxique pour *Plasmodium falciparum* et très



Femelles d'*Anopheles coluzzii* se nourrissant de nectar de fleur.

© IRD - CNRS / Lefèvre

appréciée de son vecteur... Elle pourrait alors être cultivée autour des habitations, pour prémunir les habitants non pas des piqûres de l'agaçant moustique mais des funestes effets du redoutable parasite. ●

1. D. Hien et al, *Plos Pathogens*, 2016
2. Institut de recherche en sciences de la santé.
3. *Barleria lupulina* et *Thevetia nerifolia*.

Contact

thierry.lefevre@ird.fr
UMR Mivegac (IRD, CNRS et université de Montpellier)

Défaunation et déforestation

L'avenir de la forêt d'Afrique centrale est menacé par l'irrépressible engouement des habitants pour le gibier. Celui-ci dépasse largement les qualités gustatives de la viande et revêt une dimension psychoculturelle très prégnante dans la région et auprès des diasporas.



© IRD - Edmond Dounias

Au sud Cameroun, les grands singes qui ravagent les champs des agriculteurs sont alors la cible de chasses expéditionnaires.

L'appétit des populations forestières et de leurs diasporas pour la viande de brousse menace les grandes forêts tropicales. « *De la défaunation à la déforestation, il n'y a qu'un pas, et il est en passe d'être franchi* », explique ainsi l'ethnobiologiste Edmond Dounias. Les animaux sauvages sont des auxiliaires indispensables à la perpétuation des couverts forestiers. Ils participent en effet à la pollinisation des fleurs et à la dissémination et l'activation de la germination des graines des grands arbres. Sans éléphant, plus de moabi, par exemple. Les graines de cette essence majestueuse si recherchée sont ingérées avec les fruits par les pachydermes, puis transportées et déposées au gré des déjections, à une distance spatiale suffisante et dans un milieu favorable à leur pleine croissance. Il en va de même pour les oiseaux, les singes - grands et petits -, les rongeurs, antilopes, chauve-souris et toute la faune herbivore, frugivore et arboricole de la

zone intertropicale. « *La pression sur les ressources carnées est intense, démesurée par rapport à leurs capacités de renouvellement*, indique le chercheur. *Leur disparition est prévisible à court terme, et elle précèdera de peu le déclin irréversible des plus grands massifs forestiers du monde* ». La demande en gibier est en effet très importante. La faune sauvage constitue une source de protéines animales bon marché, tant il est plus facile et moins coûteux de chasser ou de piéger que d'élever du bétail. D'ailleurs une partie de cette pression est liée à l'économie de prédation, exercée au sein même des forêts pour des besoins mondialisés, en servant notamment au ravitaillement des camps miniers dédiés à l'orpaillage et autres minéraux rares. Mais surtout, il y a le goût immodéré des autochtones pour cette viande-là. « *Au-delà de la valeur nutritionnelle représentée par une pièce de singe, une chauve-souris boucanée ou un cuisseau d'antilope, la dimension psycho-culturelle de cette consommation est très importante* », raconte-t-il. Les travaux scientifiques se sont longtemps attachés à l'aspect quantitatif et qualitatif des régimes alimentaires des régions du Sud. Elles sont, il est vrai, le plus souvent confrontées à des problèmes de pénuries, de disette et de malnutrition. Mais les recherches menées par Edmond Dounias et ses collègues révèlent un véritable engouement pour la viande de forêt. « *En plus de l'hédonisme gustatif, c'est la dimension symbolique de ces mets qui est nécessaire aux habitants d'Afrique centrale, qu'ils vivent à proximité des lieux de chasse, dans la capitale ou à l'autre bout du monde. Elle incarne la puissance mystérieuse dévolue à la forêt* », estime le spécialiste. De fait, dans les périodes de l'année peu propices à la chasse, les peuples forestiers sombrent dans une dépression perceptible - violences individuelles et collectives, accidentalité, troubles psychologiques...

Cette pression risque encore de s'accroître car la capacité économique des amateurs urbains progresse (des tonnes de gibier transitent chaque semaine dans le seul aéroport Charles de Gaulle), tout comme leur nombre, corrélé au boum démographique de l'Afrique. De rares initiatives, visant par exemple à développer un proto-élevage d'espèces sauvages dans l'espace villageois, montrent l'ébauche d'une voie étroite pour sauver faune et forêts. ●

1. E. Dounias, *Ecology & Society*, 2016.

Contact

edmond.dounias@ird.fr
Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive



© IRD - Edmond Dounias

Mise à boucaner sur des claies au-dessus d'un feu, la viande de brousse peut ainsi se conserver plusieurs semaines.

Malnutrition, stress oxydatif et microbiote

Des travaux éclairent les causes de l'altération de la flore intestinale des enfants malnutris. Ils ouvrent la voie à une thérapie salvatrice.

Des résultats scientifiques, récemment publiés¹ par une équipe internationale², pourraient contribuer à sauver la vie de milliers d'enfants malnutris... « *Nous avons mis en évidence le rôle du stress oxydatif lié à la malnutrition sur l'altération de la flore digestive* », explique Matthieu Million, médecin spécialiste des maladies infectieuses et coordonnateur de ce travail. À partir d'exames de selles, les chercheurs ont comparé le microbiote d'enfants nigériens et sénégalais souffrant de malnutrition avec celui de jeunes compatriotes sains. Des analyses par séquençage nouvelle génération ont révélé un effondrement de la population des organismes intolérants au stress oxydatif dans le milieu digestif des premiers. « *Un stress oxydant marqué, lié à une alimentation*

déficitaire en antioxydants, accompagne souvent les malnutritions sévères», précise le scientifique. *Constaté de longue date dans le sang et le foie des enfants malnutris, et révélé aujourd'hui dans leur environnement digestif, il correspond à l'agression des cellules par des dérivés réactifs de l'oxygène*. Concrètement, le phénomène affecte les micro-organismes anaérobies de la flore intestinale. Il entraîne la diminution du nombre total de bactéries et la disparition des archées méthanogènes. Ce faisant, le stress oxydant prive l'organisme de la fermentation et de la méthanogenèse, les dernières étapes de la digestion, indispensables pour extraire toute l'énergie des aliments. Ainsi, dans un véritable cercle vicieux mortifère, la malnutrition concourrait à la dénutrition.

L'altération de la flore intestinale des enfants malnutris est déjà connue et décrite, tout comme l'oxydation anormale de leur organisme, mais le lien entre les deux n'avait jamais été exploré. Il pourrait expliquer pourquoi une partie des enfants affectés ne survit pas, même pris en charge avec un traitement nutritionnel adapté. En effet, environ 5 à 10 % des petits patients succombent malgré les soins. « *Nous supposons que les maldigestions liées à l'appauvrissement du microbiote digestif sont irréversibles par la nutrition* », indique pour sa part Cheikh Sokhna, un parasitologue de l'IRD qui a pris part à ces recherches. Les scientifiques à l'origine de cette étude prônent donc l'apport de bactéries anaérobies et d'archées sélectionnées, en plus d'un régime riche en antioxydants. Appliquée à une

échelle suffisante, cette approche thérapeutique novatrice pourrait sauver 800 000 enfants par an. La malnutrition aiguë sévère affecte environ 29 millions d'enfants dans le monde, et cause le décès de 3 millions d'entre eux chaque année. ●

1. M. Million et al, *Scientific report*, 2016.
2. IRD, Aix-Marseille université, hôpital de la Timone Marseille, CNRS.
3. Aussi appelé stress oxydant ou pression oxydative.

Contacts

matthieumillion@gmail.com
cheikh.sokhna@ird.fr
UMR URMIITE (IRD, CNRS, Inserm et Aix-Marseille université)

2 000 ans d'histoire climatique

À travers le programme international 2k-PAGES¹, des chercheurs de l'IRD et leurs partenaires mutualisent leur effort pour mieux identifier la variabilité climatique propre à chaque région du monde.



Prélèvement de sédiments en Équateur.

© IRD / MP Ledru

Anticiper l'avenir nécessite-t-il de bien connaître le passé ? Pour les scientifiques impliqués dans le vaste programme international 2k-PAGES, cela ne fait aucun doute ! « Les modélisateurs du climat de demain testent leurs modèles sur le millénaire passé et comparent leurs résultats aux données issues des archives climatiques pour en évaluer la pertinence », souligne la paléoclimatologue Françoise Vimeux, investie dans cette initiative internationale. Composée d'un panel d'experts du climat passé, elle contribue à la reconstruction de 2 000 ans d'histoire climatique, région par région. De l'Antarctique à l'Arctique, des Amériques jusqu'à l'Asie, en passant par l'Europe et l'Afrique, il fédère ainsi neuf groupes de spécialistes à travers le globe². L'objectif : rendre comparable les informations issues de différents types d'archives climatiques à très fine échelle pour reconstruire l'histoire de façon continue en tout point du globe. « Avec ces données, nous pouvons notamment déceler les événements climatiques naturels qui se produisent tous les dix à cent ans, comme les perturbations liées à l'activité volcanique ou solaire », raconte la palynologue Marie-Pierre Ledru. Si en Antarctique les archives se résument aux carottes de glace, en Amérique du Sud, elles sont multiples. Des informations climatiques se trouvent dans les glaces andines, mais elles se lisent aussi dans les cernes des arbres ou se décèlent dans l'analyse des changements de pollen accumulés dans les sédiments lacustres. Afin de rendre comparable ces banques de données, les experts ont établi des critères chronologiques. « Nous avons sélectionné les archives qui décrivent la

variabilité climatique à l'échelle décennale, explique Marie-Pierre Ledru. Pour les pollens par exemple, selon le taux de compression des sédiments lacustres, on peut lire entre 10 et 500 années d'informations climatiques par centimètre. Pour l'initiative 2k-PAGES, nous n'avons donc conservé que les carottages dont l'échelle de temps est de l'ordre de la décennie. » Un tel jeu d'archives climatiques homogénéisées réduit considérablement les incertitudes dans l'identification d'événements climatiques régionaux passés. « Des collègues archéologues ont mis en évidence une expansion des greniers à quinoa voilà 700 ans sur l'Altiplano de Bolivie, raconte Marie-Pierre Ledru. La comparaison des informations issues des carottes de glace, des cernes des arbres et des modèles, nous a permis de montrer qu'elle est le fruit d'un changement de climat et non du développement de l'activité anthropique. » Cette meilleure connaissance du climat passé aide à répondre aux attentes de l'ensemble des Nations. « Lors de la Cop21, chaque gouvernement demandait un diagnostic précis des risques d'impacts du changement climatique dans leur propre pays,

explique Françoise Vimeux. En affinant les connaissances sur le climat région par région, le travail du programme 2k-PAGES donne les moyens aux climatologues de mieux évaluer les changements environnementaux à venir dans chaque zone géographique. »

1. Le programme PAGES est financé par la Fondation nationale américaine pour la science (NSF), l'Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique (NOAA) et le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS). Il englobe plusieurs groupes de travail, dont celui de l'initiative 2k, dont l'objectif est de reconstruire 2 000 ans d'histoire climatique région par région depuis 2008.
2. Plus d'informations sur les différents groupes de l'initiative 2k sont disponibles à cette adresse : <http://www.pages-igbp.org/initiative2k-network/regional-2k-groups>.

Contacts

marie-pierre.ledru@ird.fr
UMR Isem (CNRS, IRD, UM)
francoise.vimeux@ird.fr
UMR HSM (IRD, CNRS, UM)



Moustiques pris dans de l'ambre.

© Wikipédia

TRIANGLE DE CORAIL

Une hypothèse, deux modèles numériques, quatre institutions de recherche

L'alliance de disciplines, d'organismes scientifiques et d'outils de modélisation biologiques et géologiques a permis d'éclairer l'origine du plus riche des hot spots marins.

Abouter à la réalité en faisant tourner un modèle numérique est idéal pour confirmer une hypothèse scientifique ! En l'occurrence, écologues et biogéographes de l'IRD, de l'université de Montpellier, de l'école pratique des hautes études et de l'école polytechnique fédérale de Zurich se sont appuyés sur deux modèles, pour vérifier le rôle de la dérive des continents dans l'histoire de la formidable biodiversité du Triangle de corail¹. Cette région de l'océan Pacifique, située entre les Philippines, la Malaisie et l'Indonésie, abrite en effet une incroyable richesse marine. Près de 3000 espèces de poissons liées au récif corallien y vivent, soit dix fois plus que dans les zones de l'est du Pacifique et de l'Atlantique disposant d'un climat et d'un habitat équivalents, comme Madagascar et les Caraïbes. « L'impact de la reconfiguration des terres émergées

sur la distribution des espèces terrestres est connu et vérifié de longue date, explique l'écologue Michel Kulbicki. Mais s'agissant de la faune marine, il n'est attesté que par des observations de fossiles, sans avoir été confirmé au point de vue quantitatif ». Il existe en effet des vestiges paléontologiques en Méditerranée, siège de l'ouest de l'ancienne Thétys², prouvant que le hot spot s'y trouvait il y a 60 millions d'années. À la faveur d'un déplacement vers l'est, il se retrouve ensuite entre la mer arabe et l'océan indien, il y a 30 à 40 millions d'années. Plus récemment, à partir de la période du miocène⁴, il commence à se développer puis à s'accumuler dans son site actuel. L'origine des espèces contemporaines étant établie par la comparaison entre fossiles et poissons vivants, il reste à comprendre les mécanismes de leur migration, de l'ancien unique

océan tropical vers l'actuel archipel indo-australien³. « Pour reconstituer ce mouvement et vérifier s'il a un rapport avec la constitution des nouveaux ensembles géographiques à l'œuvre à cette époque, nous avons sollicité l'aide d'un géologue et de son modèle numérique », indique Fabien Leprieur, écologue et biogéographe à l'université de Montpellier. En l'occurrence, ces spécialistes de la formation des espèces se sont tournés vers un chercheur de l'université de Sydney, Christian Heine, développeur d'un outil reconstituant l'évolution des plateaux marins continentaux – entre 0 et 200 mètres de profondeur – au cours des 140 derniers millions d'années, avec un pas de temps d'un million d'années. En le combinant avec un modèle de diversification des poissons, simulant la formation, l'extinction et la dispersion des espèces à partir d'une espèce fictive

initialement localisée dans la Thétys, ils ont artificiellement abouti à la situation actuelle, en passant par les étapes intermédiaires révélées par les fossiles. Ce faisant, ils ont établi la validité de leur hypothèse : la dérive des continents est en partie à l'origine de la grande biodiversité en poissons et coraux du Triangle de corail. Au-delà, ils ont également mis en évidence l'existence de deux trajectoires distinctes des espèces dans cette lente dérive entre la Thétys et le hot spot actuel. Certaines sont passées le long des côtes asiatiques, d'autres ont suivi un trajet plus au sud, longeant l'Afrique et l'Australie.

1. F. Leprieur et al. *Nature Communication*, 2016.
2. Paléo-océan tropical unique.
3. Il y a 20 millions d'années.
4. Autre dénomination du Triangle de corail.

Contacts

michel.kulbicki@ird.fr UMR Entropie (IRD, CNRS et université de la Réunion) et fabien.leprieur@umontpellier.fr UMR Marbec (IRD, Ifremer, université de Montpellier et CNRS)



Labre à poitrine rouge (Cheilinus fasciatus), Philippines.

© IRD / T. Changeux

Climat, cultures et ravageurs

Au Kenya, des chercheurs testent grandeur nature les effets du climat sur les cultures. Quelle sera la réponse des insectes ravageurs ?

Les nombreux gradients altitudinaux des montagnes d'Afrique de l'Est offrent de véritables laboratoires à ciel ouvert. De fait, placer un objet d'étude à différentes altitudes permet d'observer *in situ* sa réponse à la variation de température. Les chercheurs de l'IRD et leurs partenaires kenyans¹ simulent ainsi les impacts du changement climatique sur les cultures et sur les insectes qui les dévastent. L'équipe de recherche a tout d'abord disposé le long des flancs montagneux des plants de maïs, la première culture alimentaire en Afrique de l'Est. « Ceux-ci

s'avèrent moins riches en silice sur les hauteurs, constate Paul-André Calatayud, auteur de ces nouveaux travaux². Les graminées doivent puiser dans le sol ce composé, qui a pour particularité de renforcer la rigidité de leurs tissus, explique-t-il. Or, des températures plus basses réduisent son absorption et son assimilation par la plante. En altitude, s'ajoutent des pluies plus intenses, qui lessivent et appauvrissent les sols en ce type d'éléments. » La richesse des tiges et des feuilles en silice a-t-elle un effet sur les populations de chenilles phytophages ? Les chercheurs ont effectué le test en

laboratoire sur les larves de deux papillons, *Busseola fusca* et *Chilo partellus*, qui ravagent les champs de la région. Les deux espèces présentent une sensibilité bien différente vis-à-vis de ce paramètre. « Le développement des chenilles de *Busseola fusca* est bien freiné sur des plants riches en silice et donc plus rigides, révèle l'entomologue. En revanche, *Chilo partellus* s'en accommode très bien. » Ce résultat explique la répartition actuelle de leurs populations, le premier ravageur préférant les zones d'altitude et le second proliférant en plaine. Ces travaux permettent également de

prévoir l'évolution de leur distribution spatiale, en fonction des différents scénarii climatiques annoncés. « L'élévation des températures devrait faire reculer *Busseola*, projette l'auteur, aussitôt remplacé par *Chilo*. Ce dernier verrait ainsi son aire de répartition s'étendre vers l'amont. » Les chercheurs pourront dès lors mieux orienter les stratégies de contrôle biologique à mettre en place. « À chaque insecte ravageur correspond en effet un moyen de lutte, souligne le spécialiste. Par exemple, une espèce de guêpe parasitoïde³ correspond à *Busseola*, et une autre à *Chilo* », illustre-t-il.

1. ICIPE, KEFRI, JKUAT et université de Nairobi.
2. P.-A. Calatayud et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2016, Vol 224, p. 95-103.
3. Celle-ci pond dans le corps des chenilles puis ses larves s'y développent au détriment de leur hôte.

Contacts

paul-andre.calatayud@ird.fr UMR EGCE (IRD / CNRS / université Paris-Sud) Gerald Juma gjuma@uonbi.ac.ke Université de Nairobi



Le papillon *Busseola fusca*.

© IRD / B. Le Ru

Monopoly foncier au Mali

Les travaux conjoints de scientifiques français et maliens éclairent les spécificités de la dynamique foncière au Mali. Ils dévoilent la prédominance de l'initiative privée et révèlent des pratiques en passe de vulnérabiliser l'aménagement urbain et la cohésion sociale autour de la capitale.

L'accaparement des terres n'est pas toujours le fait de multinationales ou de grands entrepreneurs du secteur agricole... Au Mali, il prend surtout la forme d'un grignotage rapide des zones périurbaines par des acteurs privés locaux, à la faveur d'une dynamique effrénée d'immatriculation des terres. « Le nombre de titres fonciers dans le pays a bondi de 73 000 à 188 000 entre 2006 et 2014. Et cette explosion se concentre essentiellement sur le pourtour de Bamako, où l'on compte, par exemple, 22 000 nouveaux titres pour la seule année 2014 ! », explique la géographe Monique Bertrand. Avec des partenaires maliens de l'Université des sciences juridiques et politiques de Bamako, elle réalise une expertise scientifique sur ces questions pour le compte du ministère malien des Domaines de l'Etat et des affaires foncières, avec le concours de ses agents. L'enjeu est de développer une stratégie d'acquisition et de suivi des données relatives aux titres et à leurs propriétaires. Car jusqu'ici, ces informations sont peu conformes aux standards statistiques et sont dispersées entre plusieurs services administratifs habilités à délivrer des documents de propriété, selon des compétences plus concurrentes que coordonnées. « Le pays ne dispose pas de cadastre, mais de registres des titres et de dossiers papiers non centralisés, indique la chercheuse. L'outil fait certes défaut, mais son élaboration est vue comme la panacée susceptible de résoudre quasi-miraculeusement tous les problèmes, comme transformer les pratiques bureaucratiques, moraliser la gestion publique, engranger des



La pression foncière vue des hauteurs de Bamako

© IRD / M. Bertrand

recettes et réduire l'embaras de la justice face à de très nombreux litiges fonciers... ». En réalité, l'absence de politique volontariste, pour réguler les ventes menées sur le Domaine privé de l'Etat et celles relevant de droits communautaires, a laissé la porte ouverte à des entreprises débridées de parcellement immobilier autour de la capitale. Au-delà de répondre à une réelle demande de logements, ces opérations consistent le plus souvent à prendre de vitesse tous les autres acteurs pour acquérir des terrains auprès de l'autorité compétente la plus arrangeante. Les protagonistes de cette fièvre foncière sont essentiellement de grands commerçants bamakois. Les terres ainsi acquises servent ensuite de garantie hypothécaire auprès des banques pour financer leurs autres affaires. De plus, la pratique consiste souvent à morceler les grands titres mères, en petites parcelles susceptibles d'être à leur tour titrées, revendues ou hypothéquées. Ainsi, à partir d'un hectare immatriculé à 40 francs CFA¹ le mètre carré, ces opérateurs peuvent créer jusqu'à 22 parcelles, revendues à plus de 5 000 CFA² le mètre carré. Et dans cette course spéculative, les

acquéreurs des nouveaux titres générés par ce morcellement sont bien souvent eux-mêmes des commerçants déjà propriétaires d'autres terrains, étoffant leur patrimoine par le biais de prête-noms... « Cette titrisation des terres aux marges de l'agglomération pose de sérieux problèmes, explique Moussa Djiré, politologue et vice-recteur de l'université. Elle se fait au détriment de communautés villageoises, qui souvent découvrent la dépossession au moment où leur terroir traditionnel se trouve couvert de bornes et de murs. Concrètement, ce changement d'usage du sol affecte la cohésion sociale, l'agriculture périurbaine et le ravitaillement alimentaire de la capitale ». Mais il menace aussi le projet de ville, car la puissance publique, en cédant la main à des opérateurs privés dans cette dynamique de parcellisation, a perdu ses prérogatives sur la gestion et l'aménagement de l'espace. La préservation des places publiques et des terrains réservés aux services et équipements collectifs est déjà compromise. Tout porte à s'interroger sur la viabilisation effective de terrains destinés au logement et sur leur vente en l'état. Ils sont dépourvus d'accès aux services essentiels - eau, électricité,

assainissement... - et déconnectés des plans communaux d'aménagement. Les banques elles-mêmes s'inquiètent de ce mouvement essentiellement spéculatif aux allures de Monopoly, qui s'est encore intensifié durant la crise politique de 2012. Elles tentent de sécuriser leurs positions face à l'éventuel éclatement de la bulle immobilière bamakoise, sans pour autant renoncer à la clientèle des commerçants, la plus active dans l'économie malienne. Les partenaires de l'expertise sont partie prenante du nouveau laboratoire mixte international MACOTER³, destiné à explorer plus en avant l'enjeu économique, social et politique de ces questions foncières. ●

1. 6 centimes d'€.
2. 7,62 €.
3. Reconfigurations maliennes : Cohésions, Territoires et Développement.

Contacts

monique.bertrand@ird.fr
UMR Cessma (IRD, université Paris 7 Diderot et Inalco)
Moussa Djiré
djiremous@yahoo.fr
université des sciences juridiques et politiques de Bamako.

La science face aux crises socio-environnementales

Les chercheurs en sciences sociales prennent part à la dynamique de préservation de l'environnement engagée à Madagascar depuis ses débuts. Leur expertise contribue à articuler politiques incitatives et développement local. Ils faisaient le point de leur action passé et à venir lors du récent atelier MadaGRED.



La préservation de l'environnement nécessite l'adhésion des habitants. « À Madagascar, les sciences sociales sont impliquées dans l'acquisition de connaissances visant à protéger les milieux naturels en association avec les communautés concernées », explique l'anthropologue Bernard Moizo, à l'occasion d'un récent atelier¹ consacré aux recherches menées par l'IRD et ses partenaires malgaches² en ce domaine. La Grande île, il est vrai, connaît de fortes tensions socio-environnementales, mêlant tout à la fois impact de la dégradation des conditions climatiques, amples mouvements migratoires intérieurs et déforestation incontrôlée. Des

communautés entières, originaires du sud de l'île, se sont en effet déplacées, dans les années 1970-1980, vers des régions aux forêts jusqu'alors préservées, provoquant des périodes de crises socio-environnementales fortes. « Au-delà de l'enjeu global, engendré par cette altération massive d'un patrimoine précieux pour tous, se pose des problèmes aigus pour la subsistance de ces populations très dépendantes des ressources naturelles », indique le spécialiste. De fait, dès les années 1990, le pays a mis en place un plan d'action environnemental, à la demande de la Banque Mondiale, mobilisant des institutions internationales et de grandes ONG de conservation. Il a développé des aires protégées³ et il est devenu un véritable laboratoire des techniques de préservation de la biodiversité et des milieux naturels ». Car il ne s'agit plus de mettre la nature « sous cloche », comme cela se faisait naguère. Cette approche, qui exclut les utilisateurs traditionnels du territoire visé, est improductive, suscitant immanquablement tensions, transgressions et échecs. Avec l'aide des scientifiques, les opérateurs et les décideurs ont dû inventer de nouveaux mécanismes de conservation, efficaces, durables et proposant des alternatives

viables aux populations. Un arsenal d'outils inédits a vu le jour, comme la gestion locale sécurisée des ressources (GELOSE), basée sur le transfert de la gouvernance de rivières ou de forêts à des communautés locales. Les chercheurs de l'IRD et leurs partenaires malgaches participent à cette dynamique depuis ses débuts. En introduisant pour la première fois une dimension sciences humaines aux côtés des disciplines naturalistes, ils ont contribué aux réflexions sur le choix des aires à protéger, à l'élaboration de politiques à y mener et à la définition de mécanismes pour y associer les habitants. « L'enjeu reste de concilier développement durable et développement local », estime pour sa part l'économiste Fano Andriamahefazafy, du laboratoire c3EDM⁴, créé en 2001 avec l'appui de l'IRD et intégré au sein du Département économie de l'université d'Antananarivo. Engagé depuis quelques années dans de la recherche opérationnelle, le c3EDM accompagne par exemple les études et les réflexions relatives aux conditions d'installation de petits barrages hydroélectriques en milieu rural - destinés à fournir 1 à 4 communes. Il s'agit de trouver des compromis entre usages des sols en amont et exigences quant à la qualité et la quantité d'eau. « Les

dispositifs compensateurs, comme le paiement pour services environnementaux, devraient permettre d'impliquer les acteurs à l'échelle de l'individu ou du groupe, plus efficacement que les mécanismes indirects, consistant à fournir des activités alternatives censées détourner la pression sur les ressources naturelles » conclut-il. ●

1. Atelier MadaGRED « Bilan scientifique, valorisation et perspectives de recherche à Madagascar », Antananarivo, 07-08 avril 2016. Une lettre entièrement consacrée à cette manifestation est disponible sur le site de l'UMR GRED.
2. Centre national de recherches sur l'environnement, université d'Antananarivo, université de Fianarantsoa.
3. Environ 1 700 000 Ha dans les années 90, pour atteindre 6 millions d'hectares répartis en 123 aires en 2015.
4. Centre d'économie et d'éthique pour l'environnement et le développement - Madagascar.

Contacts

bernard.moizo@ird.fr
UMR Gred (IRD et université Paul-Valéry Montpellier)
fanoandriamahefazafy@yahoo.fr
c3ED - Faculté de droit, d'économie, de gestion et de sociologie, université d'Antananarivo

Le déclin des glaciers menace la biodiversité

Une expérimentation de terrain unique, à plus de 4 000 m d'altitude, a permis d'évaluer l'impact du recul des glaces en Equateur.

Que se passera-t-il, lorsque les glaciers andins auront presque disparu, pour les écosystèmes aquatiques en aval ? Pour lever le voile sur cette question, une équipe franco-équatorienne¹ a expérimentalement simulé pendant quatre années la baisse annoncée des écoulements issus d'un glacier, l'Antisana. Perchés à plus de 4 000 m d'altitude, les scientifiques ont dévié en partie un torrent pour réduire son débit d'un tiers puis ont observé l'évolution du cours d'eau en aval. « Une telle réduction des apports glaciaires entraîne un changement radical du milieu », relève Sophie Cauvy-Fraunié, premier auteur de cette étude publiée dans *Nature Communication*². De fait : la température de l'eau s'est élevée de 1,4°C, sa conductivité a augmenté de 65 % et sa turbidité a diminué. Combinées à la réduction de la vitesse d'écoulement, de telles modifications environnementales ont des conséquences rapides sur l'écologie du ruisseau. « En moins de deux semaines, les algues et les invertébrés herbivores, tels que certains diptères et coléoptères, prolifèrent », témoigne la chercheuse. Si la densité de populations au fond du torrent est multipliée par 6,5 en moyenne, le nombre d'espèces reste quant à lui constant. En d'autres termes, la biomasse augmente, non la biodiversité ! « Les insectes herbivores deviennent dominants, au détriment de certaines espèces autochtones, précise-t-elle. Après un retour du débit à la normale, il aura fallu 14 à 16 mois à la faune aquatique pour retrouver sa composition initiale, soulignant la faible résilience de l'écosystème ».

De plus, les scientifiques montrent qu'il existe un seuil critique d'apports glaciaires, en-dessous duquel le cours d'eau bascule vers un état d'« eutrophisation »³. « En-deçà de 11 % de couvert glaciaire, les cours d'eau voient le nombre d'algues et d'insectes herbivores exploser », explique Olivier Dangles, co-auteur de l'étude.

Le déclin des glaces dans le monde menace d'extinction de nombreuses espèces de plantes et animaux. Cette expérience de terrain unique apporte un éclairage nouveau sur les mécanismes qui sous-tendent cette perte de biodiversité. ●

1. IRD, PUCE, University of Copenhagen.
2. Sophie Cauvy-Fraunié et al., *Nature Communications*, 2016.
3. Boom de la biomasse algale.

Contacts

sophie.cauvy@gmail.com
olivier.dangles@ird.fr
UMR EGCE (IRD / CNRS / Université Paris-Sud)



Mélange de ruisseaux au pied de l'Antisana en Equateur

© IRD / O. Dangles

Un champignon, zéro déchet !

La jeune équipe cubaine associée à l'IRD du programme JEAI BHS est devenue incontournable dans la recherche pour la valorisation des déchets agro-industriels.

Des champignons comestibles pour valoriser des déchets polluants ! La solution est inattendue, elle commence à faire pourtant ses preuves à Cuba, comme en témoigne les travaux menés par la JEAI cubaine BHS¹. Née en 2005 d'une collaboration tripartite entre le Mexique, Cuba et la France, l'équipe avait pour objectif d'améliorer les connaissances sur la faisabilité à produire des champignons pleurotes de qualité sur les déchets agro-industriels du café. Ces derniers, produits lors de la transformation de récoltes naturelles, génèrent de grandes quantités de sous-produits organiques, sources de pollution des eaux de surface et des nappes phréatiques lorsqu'ils sont rejetés dans la nature. « En général, dans les pays producteurs, les déchets de l'industrie du café sont souvent déversés à même le sol, provoquant l'infiltration de polyphénols dans les nappes phréatiques », indique Isabelle Perraud-Gaïme, chercheuse à l'IRD et correspondante française du dispositif.

L'intégration de l'équipe dans le dispositif JEAI de l'IRD lui permet désormais d'assurer son insertion dans l'environnement scientifique local et d'opérer un transfert des résultats de recherches. « La JEAI s'est installée dans son propre laboratoire au sein du Centre d'Etudes en Biotechnologie Industrielle à Santiago de Cuba, au sein de l'Université de Oriente, dans l'ouest de pays », souligne la chercheuse. La création d'une structure physique de travail a fourni aux six chercheurs permanents de l'équipe et nombreux étudiants impliqués dans le projet les



Production de pleurotes sur pulpe de café.

moyens de confirmer l'intérêt du pleurote comme produit de valorisation des déchets agro-industriels. « C'est un bon candidat car il est comestible et pousse sur les résidus de café en transformant les molécules « récalcitrantes », explique la chercheuse. L'équipe a aussi montré que les restes de la récolte des pleurotes peuvent être réutilisés comme biofertilisant pour d'autres cultures, et les carpophores² produits transformés en suppléments nutritionnels ».

Aujourd'hui, cette jeune équipe est devenue une référence à Cuba ! De fait, deux années après sa création, la JEAI a déjà opéré un important effort de transfert des capacités vers les structures académiques, hospitalo-universitaires et les entreprises nationales. Elle a ainsi

fourni des semences de champignons et le savoir-faire pour utiliser les substrats comme biofertilisants à la Station expérimentale agroforestière de Tercer Frente, institution étatique qui commercialise le café cubain. Elle a aussi transmis les techniques de production de champignons comestibles à différentes entreprises. « En parallèle, l'équipe participe à un essai clinique sur les suppléments nutritionnels de champignons au sein de l'Hôpital General Clínico Quirúrgico Juan Bruno Zayas à Santiago de Cuba ». À terme, la JEAI souhaite mettre en place un système « zéro déchet ». « Cela se traduira par la production des pleurotes comestibles et leurs substituts alimentaires, mais aussi la production de biogaz et de biofertilisant, anticipe la

chercheuse. Chaque sous produit étant lui-même réutilisé ».

1. La JEAI Biotecnología de Hongos Superiores (BHS), créée en 2014, a pour objectif d'exploiter les ressources fongiques autochtones, en explorant leur capacité biorémédiatrice pour valoriser les déchets agro-industriels de la région ouest de Cuba. Pour en savoir plus : <http://www.imbe.fr/projet-cariseta-fsp-jeai.html>
2. Partie visible, non souterraine, des champignons.

Contact

isabelle.perraud-gaïme@ird.fr
UMR IMBE (AMU, Avignon Université, CNRS, IRD)

ATELIER

Morphométrie géométrique et entomologie médicale à Bouaké

Des scientifiques et spécialistes de la lutte anti-vectorielle en Afrique de l'Ouest ont pris part à une formation théorique et pratique à la morphométrie géométrique. Cette nouvelle technique, permettant l'identification des organismes et l'évaluation de leur adaptation à l'environnement, s'avère précieuse en entomologie médicale.

La forme d'un organisme est plus stable que sa taille. Cet axiome sert de fondement à la morphométrie géométrique, une technique récente aux applications prometteuses. « La place relative de certains repères anatomiques est aussi caractéristique d'une espèce que son patrimoine génétique », explique le médecin et entomologiste médical Jean-Pierre Dujardin. Depuis plusieurs années, il contribue à diffuser l'usage de cet outil, déjà utilisé par de nombreuses disciplines pour étudier toutes sortes d'organismes, au service de l'entomologie médicale. Après l'Asie et l'Amérique latine, il animait récemment un atelier de formation en

Afrique de l'Ouest¹, à l'institut Pierre Richet² de Bouaké en Côte d'Ivoire. La morphométrie n'est pas née d'hier. Sa forme traditionnelle repose sur une approche quantitative, consistant à mesurer la distance entre des repères anatomiques caractéristiques. La récente morphométrie géométrique est bien plus qualitative, puisqu'elle utilise non plus la distance entre ces points significatifs mais leurs coordonnées. Car leur disposition, les uns par rapport aux autres, est un trait saillant pour chaque espèce. Les coordonnées de ces repères sont acquises sur des images et traitées avec l'aide de logiciels dédiés. « Les résultats obtenus sont saisissants, avec une

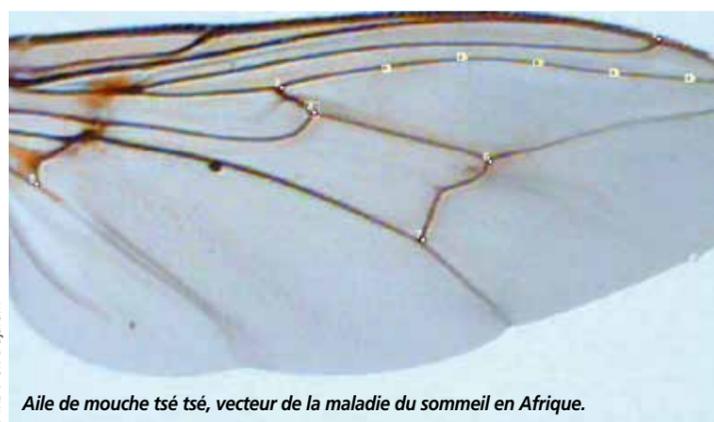
convergence impressionnante avec ceux obtenus par les techniques génétiques, auxquels ils sont comparables dans plus de 90 % des cas, estime le spécialiste. La morphométrie géométrique permet par exemple de distinguer des espèces jumelles indiscernables visuellement, ou encore de caractériser la structure des populations d'une espèce ». Technique de détermination de la taille et de la forme, elle a des applications en taxonomie et systématique, mais pas seulement. « C'est un outil performant pour établir la stabilité du développement des organismes », indique son confrère Dramane Kaba, directeur de l'institut Pierre Richet et lauréat cette année de la chaire des Docteurs Mérieux pour ses travaux en morphométrie géométrique. En effet, les organismes – grands ou petits – ne sont jamais strictement symétriques, et l'ampleur des différences bilatérales d'un individu sont révélatrices de son adaptation, des éventuels événements subis au cours de son développement. « Un moustique stressé par une carence alimentaire, l'absence d'une proie habituelle par exemple, présentera davantage de dissymétries bilatérales », explique le chercheur ivoirien. À ce titre, la morphométrie géométrique est précieuse d'informations sur l'adaptation des organismes à leur environnement, et irremplaçable en cela par des méthodes moléculaires.

Concrètement, cette technique est peu coûteuse et accessible pour l'étude de la structure des populations de vecteurs de maladies infectieuses liées à des parasites ou des virus. Les objectifs de cet atelier de formation étaient d'initier scientifiques, techniciens de la santé et étudiants à cette méthode appliquée aux insectes nuisibles – moustiques, glossines, tiques... Pour cela ils ont suivi des cours théoriques et pratiques, et ont découvert le logiciel dédié cuc³ développé par Jean-Pierre Dujardin, et son implémentation en ligne TOM⁴.

1. 18-28 avril 2016, co-organisé par l'IRD, l'INSP de Côte d'Ivoire, la fondation Christophe Mérieux et l'Académie nationale de médecine de Paris.
2. Centre de recherche de l'Institut national de santé public (INSP) ivoirien.
3. Collection of Landmark for Identification and Characterization, logiciel libre (Licence GPL).
4. True Online Morphometrics (S. Dujardin, C. Vienne, JP. Dujardin), projet de maîtrise en informatique (ETNA, Paris).

Contacts

Jean-Pierre Dujardin
dujjeppi@gmail.com
UMR Intertryp (IRD et Cirad)
kaba_dramane@yahoo.fr
Institut Pierre Richet, Centre de recherche de l'Institut national de santé public



Aile de mouche tsé tsé, vecteur de la maladie du sommeil en Afrique.

ALGÉRIE

MoMIES, à l'école des séismes

Les scientifiques algériens se forment à l'imagerie en sciences de la Terre, avec l'appui de spécialistes de l'IRD.

La perspective de séismes dévastateurs fait trembler l'Algérie. Les tragédies d'El Asnam en 1980 et plus récemment de Boumerdès en 2003, qui firent respectivement 5000 et 2266 morts¹, sont encore dans toutes les mémoires. « Une catastrophe de même intensité touchant la capitale, où la densité de population est élevée, pourrait être redoutable, explique le géophysicien Hugo Perfettini, de l'IRD. Le pays prend la menace très au sérieux et s'emploie à former ses spécialistes aux techniques les plus récentes en sciences de la Terre ». En poste à l'Université des sciences et de la technologie Houari Boumediène d'Alger, ce spécialiste de la dynamique des séismes participait à l'école d'imagerie MoMIES², organisée par la faculté des sciences de la terre, de géographie et d'aménagement du territoire de cette même université et par l'IRD³. Destinés aux doctorants et jeunes chercheurs, ces cours ont pour ambition de les initier aux techniques d'imagerie – en particulier satellitaire – et aux méthodes de modélisation de données géophysiques. « L'imagerie satellitaire, dont les coûts d'utilisation sont modiques, est une solution très intéressante pour nos partenaires du Sud, estime le chercheur. Les vues prises depuis l'espace permettent en effet d'imager les déformations à la surface de la terre liées à l'activité tectonique des failles. Il est alors possible d'interpréter cette déformation superficielle en termes de glissement sur la faille, sans disposer d'appareillage au sol, grâce à des techniques d'inversion ». L'étude du cycle sismique en l'Algérie est un défi car les failles sont nombreuses et mal connues. En la matière, la prédiction des événements reste du domaine de la science fiction. « En réalité, nous cherchons à connaître les zones de blocage, où la déformation s'accumule, et où aura lieu tôt ou tard un puissant séisme, indique-t-il. L'enjeu est de cartographier avec la plus grande précision possible ces régions vulnérables pour adapter ensuite les infrastructures au danger ». La meilleure précaution pour se prémunir contre les séismes consiste à éviter de bâtir là où il y a péril, ou à utiliser en ces lieux des techniques de construction appropriées. « L'acquisition des techniques d'imagerie satellitaire et de modélisation permettra à terme, aux scientifiques algériens, d'établir une carte très précise des déformations et des risques sismiques associés. La méthodologie permettra également d'étudier d'autres aléas naturels tels que les glissements de terrain », conclut le spécialiste, en saluant la volonté affirmée de ses partenaires en la matière.

1. Magnitude 7,3 et 6,8.
2. « Mediterranean School on Modeling and Multi-scale Imagery in Earth Sciences ».
3. Du 10 au 19 mai 2016.

Contact

hugo.perfettini@ird.fr
UMR ISTerre (IRD, CNRS, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, Université Grenoble Alpes et Université Savoie Mont Blanc).

Epidémies émergentes : le péril viral

Chikungunya, MERS-CoV, Ebola et maintenant Zika, les menaces virales se multiplient à un rythme soutenu. De la virologie la plus fondamentale à l'anthropologie, en passant par la modélisation ou l'entomologie, les scientifiques sont à pied d'œuvre pour comprendre ces émergences, aider à prévoir les épidémies, accompagner leur prise en charge et analyser leurs conséquences sanitaires autant que sociales. Ces crises récurrentes imposent de repenser à la fois les modes d'intervention sanitaires, les approches scientifiques et leur nécessaire articulation.



Moustique tigre (*Ae. albopictus*).

© IRD / N. Rahola

Enjeux de santé publique et de science

En mai dernier, l'Organisation mondiale de la Santé a créé un Programme de gestion des situations d'urgence sanitaire, doté d'un budget annuel de près de 500 millions de dollars. Très critiquée pour son inertie lors de l'épidémie d'Ebola responsable de plus de 11 000 morts en Afrique de l'Ouest en 2014 et 2015, l'OMS entend désormais être capable « d'apporter un appui rapide, prévisible et complet » aux pays confrontés à une flambée épidémique. Les maladies émergentes sont devenues une menace constante et d'ampleur mondiale, comme en témoigne actuellement le virus Zika, qui s'est répandu sur 4 continents. L'enjeu est de taille pour la communauté scientifique. Ces épidémies sont autant de pathogènes à comprendre pour les chercheurs, sur le plan biologique et moléculaire pour pouvoir développer des outils de diagnostic et de traitement, autant de schémas de transmission de l'animal à

l'homme puis d'un individu infecté à l'autre à modéliser, autant de mutations à anticiper...etc... « L'initiative REACTing, mise en place dans le cadre d'Aviesan et à laquelle participe l'IRD est un premier pas dans la bonne direction : permettre le financement rapide d'une recherche coordonnée et pluridisciplinaire, pour répondre aux crises sanitaires avant qu'elles ne s'installent », juge l'infectiologue Eric Delaporte. Une coordination qui doit se traduire jusque dans la réponse interventionnelle : « il faut que converge à la fois les actions humanitaires et les actions de recherche interventionnelle car ces épidémies émergentes sont des domaines où il faut apprendre comment progresser. Il faut intervenir dans l'urgence, en situation de crise, et en même temps évaluer cette intervention pour progresser, autant pour l'épidémie en cours que pour les épidémies futures », poursuit le spécialiste. Pour l'entomologiste Frédéric Simard, il est temps de changer de paradigme.

« Cessons de réagir dans l'urgence en tentant de faire un peu moins mal que la fois précédente. Plutôt que se borner à essayer d'en gommer les conséquences, il faut rechercher les causes profondes de ces émergences, en les analysant à la lumière de la biologie évolutive, pour enfin les prévenir ! ». Si elles ne sont pas encore toutes connues, de grandes lignes se dessinent déjà. « L'émergence est en fait une convergence de nombreux facteurs : un virus, un vecteur, une population d'hôtes et un environnement avec notamment ses conditions climatiques et ses moyens de transports », détaille Eric Delaporte. Le VIH est le prototype de la maladie émergente qui a dramatiquement réussi. En 30 ans, un seul passage de virus du singe à l'homme est désormais responsable de la plus grande pandémie de la planète, l'exemple à ne pas reproduire par excellence. L'histoire du VIH mais aussi celle de la fièvre jaune, de la dengue ou plus

réemment du chikungunya désignent toutes un même lieu d'émergence : la lisière des forêts tropicales. « En Asie, en Afrique et en Amérique du Sud, à l'interface entre la vie sauvage et l'environnement humain, c'est là que les virus émergent, à chaque fois ! Depuis la nuit des temps et de plus en plus fréquemment du fait de la déforestation », insiste Frédéric Simard. L'entomologiste plaide donc pour la mise en place d'une surveillance accrue des virus dans toutes ces zones identifiées comme à haut risque : « Il faut mettre sur pied un système d'alerte précoce, capable d'identifier les virus candidats à l'émergence pour pouvoir développer en parallèle les candidats-vaccins et médicaments correspondants ». Pour ce spécialiste, l'implantation au Nord et au Sud de l'IRD est un atout majeur. Elle lui permet à la fois de former des experts locaux, positionnés en lanceurs d'alerte dans les zones d'émergence et de relayer plus facilement leurs alertes au Nord

grâce à ses partenaires en recherche fondamentale ou institutionnels. Enfin, un autre écueil inquiète les chercheurs avec cette multiplication d'émergences : ne plus pouvoir travailler sur le long terme. « Qu'il s'agisse de suivi des survivants par des équipes de sciences humaines et sociales ou d'études de virologie plus fondamentale, il est indispensable de pouvoir continuer à travailler même une fois que la mise en lumière médiatique est passée, affirme Eric Delaporte. Le zapping de crise en crise serait très préjudiciable ».

Contacts

Eric.delaporte@ird.fr
UMI TransVIHMI (IRD, INSERM et Université de Montpellier)
Frederic.simard@ird.fr
UMR MIVEGEC (IRD, CNRS et Université de Montpellier)



Capture de chauves-souris au fond d'une grotte dans le cadre d'une étude sur le réservoir du virus Ebola, Cameroun.

© IRD - H. De Nys

La modélisation comme outil d'aide à la décision

Nous construisons un modèle de propagation épidémique en posant des hypothèses de fonctionnement du virus, en fixant des taux de transmission, en estimant quelle va être l'immunité dans les populations... Puis c'est l'expérience in silico, c'est-à-dire informatiquement, qui nous donne une dynamique épidémique (l'évolution du nombre de cas) ainsi que la proportion de cas graves voire de décès et potentiellement une prédiction de propagation spatiale », explique Benjamin Roche, expert des techniques de modélisation épidémiologique. La confrontation du modèle avec les données de l'épidémie réelle permet de déterminer si les hypothèses de fonctionnement du virus sont correctes ou doivent être affinées, voire modifiées. Ainsi, au fur et à mesure que l'épidémie progresse, les prédictions sont de plus en plus robustes et la connaissance sur la maladie s'accroît. Car la particularité de la modélisation des épidémies émergentes est par définition le manque d'informations sur la maladie. « Pour le virus Zika, nous sommes partis de l'hypothèse qu'il se comporterait de façon similaire à celui du chikungunya, pour lequel nous avions le recul de l'épidémie à La Réunion en 2006 et dans les Antilles en 2014. Mais au début de cette épidémie, nous

ignorions beaucoup de choses comme la probabilité de malformation foetale ou encore la contribution de la transmission sexuelle dans la propagation de la maladie », raconte le chercheur. Il s'agit donc pour les modélisateurs d'établir, malgré les incertitudes, différents scénarios, à préciser à mesure que les données entomologiques, épidémiologiques et cliniques sont publiées. En effet, dès les prémisses de ces épidémies émergentes, les décideurs de santé publique ont besoin de savoir quelle stratégie adopter en matière de prise en charge des cas, de prévention de la contagion autour de ces cas ou encore de stratégies de contrôle, notamment de lutte anti-vectorielle ...

En France, cette démarche est assez balbutiante par rapport aux pays anglo-saxons où les services de santé publique co-construisent les modèles avec les équipes de recherche depuis de nombreuses années. Mais le rythme d'émergence des nouvelles menaces ces dernières années a incité à un nouveau rapprochement. « Le politique avait tendance à ne lire que les chiffres sans les lignes de précautions qui les accompagnent. Nous faisons donc un énorme effort de pédagogie sur le fait que ce que l'on sait aujourd'hui n'est pas la vérité absolue » précise Benjamin Roche. L'exemple du Royaume-Uni pourrait être source

d'inspiration, aussi bien en termes de nombre d'équipes de modélisation que d'interaction avec les décideurs. « Les autorités de santé publique établissent des liens forts avec certains laboratoires dans lesquels elles financent le recrutement de chercheurs, généralement des post-doctorants. En échange, s'il y a une crise de santé publique ou une épidémie, les chercheurs recrutés se doivent de travailler sur cette émergence, détaille le chercheur français. Il y a donc beaucoup plus d'articulations entre les autorités sanitaires et le monde académique que chez nous. Néanmoins, la création de « Santé Publique France », la nouvelle agence de santé publique nationale, est en train de permettre plus de liens entre les laboratoires académiques et les autorités de santé publique. Les choses sont en train d'évoluer dans le bon sens ».

Contact

benjamin.roche@ird.fr
UMI UMMISCO (IRD, universités Cadi Ayyad de Marrakech, Cheikh Anta Diop de Dakar, Gaston Berger de Saint-Louis, Pierre et Marie Curie - Paris 6, de Yaoundé I et Hanoi University of Science and Technology)
et UMR MIVEGEC (IRD, CNRS et université de Montpellier)

Du milieu naturel à l'homme

Une véritable sortie de la clandestinité, l'émergence d'un virus correspond à son irruption dans le champ des pathogènes pouvant affecter les populations humaines. A cet événement retentissant, précède souvent une période - parfois longue - où il se transmet et évolue en toute discrétion dans son écosystème initial, voire chez l'homme de façon asymptomatique. Il en va ainsi du redoutable MERS-Coronavirus¹. Apparu pour la première fois en 2012 chez un patient jordanien, il a depuis touché 1803 personnes dans 27 pays et provoqué la mort de 36 % d'entre elles². Son épigone se situe en Arabie Saoudite, où 1447 cas ont été dénombrés à ce jour. « MERS n'est pas apparu ex-nihilo et le rôle des dromadaires semble déterminant dans son écologie », explique Benjamin Roche, spécialiste de l'écologie des maladies infectieuses émergentes. En effet, l'agent pathogène, identifié à partir de prélèvements effectués sur le premier patient, s'avère être très présent chez les camélidés du Moyen-Orient³ et depuis plusieurs décennies, selon des prélèvements anciens traités récemment. Les analyses génétiques et les mécanismes de transmission semblent accréditer l'hypothèse d'un réservoir jusqu'ici méconnu chez les camélidés. De fait, deux types de cas humains existent : les « primo-infectés », des sujets travaillant au contact des dromadaires⁴, et les cas secondaires contaminés par

les premiers - notamment en contexte hospitalier. La transmission semble se faire via des gouttelettes infectées en suspension dans l'air - comme pour la grippe - et les transferts apparemment répétés font du dromadaire à la fois un réservoir et potentiellement un « mélangeur de virus », susceptible de faire émerger une version du MERS encore plus pathogène et transmissible chez l'homme. « Les mécanismes impliqués dans les « sauts d'espèce » de l'animal à l'homme ne sont pas clairement identifiés, indique sa collègue Eve Miguel. Des interactions nombreuses et répétées entre les deux sont nécessaires pour qu'un agent pathogène présent dans une population animale provoque des infections et épidémies humaines ». Ainsi, la proximité du dromadaire, animal de prestige très présent dans la société saoudienne, semble déterminante dans le passage du virus chez l'homme. Plus généralement, l'anthropisation des milieux naturels, l'accroissement de la densité humaine, le rapprochement spatial entre villes et agriculture contribuent à la multiplication des contacts avec les animaux, conduisant à de telles émergences. S'agissant des virus Zika et chikungunya, transmis par des moustiques et dont des petits singes de la canopée sont le réservoir, le passage à la sphère humaine est déjà ancien. Mais leur récente émergence à l'échelle de toutes les zones tropicales et de certaines

régions tempérées est bien due à des interactions accrues entre hommes et milieux. « L'accélération des voyages intercontinentaux dissémine les virus à travers le monde et la circulation des marchandises contribue à l'élargissement de l'aire de répartition des vecteurs », explique l'entomologiste Christophe Paupy. Pour lui, la récente conquête des forêts d'Afrique centrale par le moustique asiatique *Aedes albopictus*⁵, habitué des milieux urbains et venant au contact de réservoirs animaux forestiers, pourrait favoriser l'émergence d'autres arbovirus zoonotiques, susceptibles ensuite de se globaliser selon la nouvelle aire de ce vecteur. ●

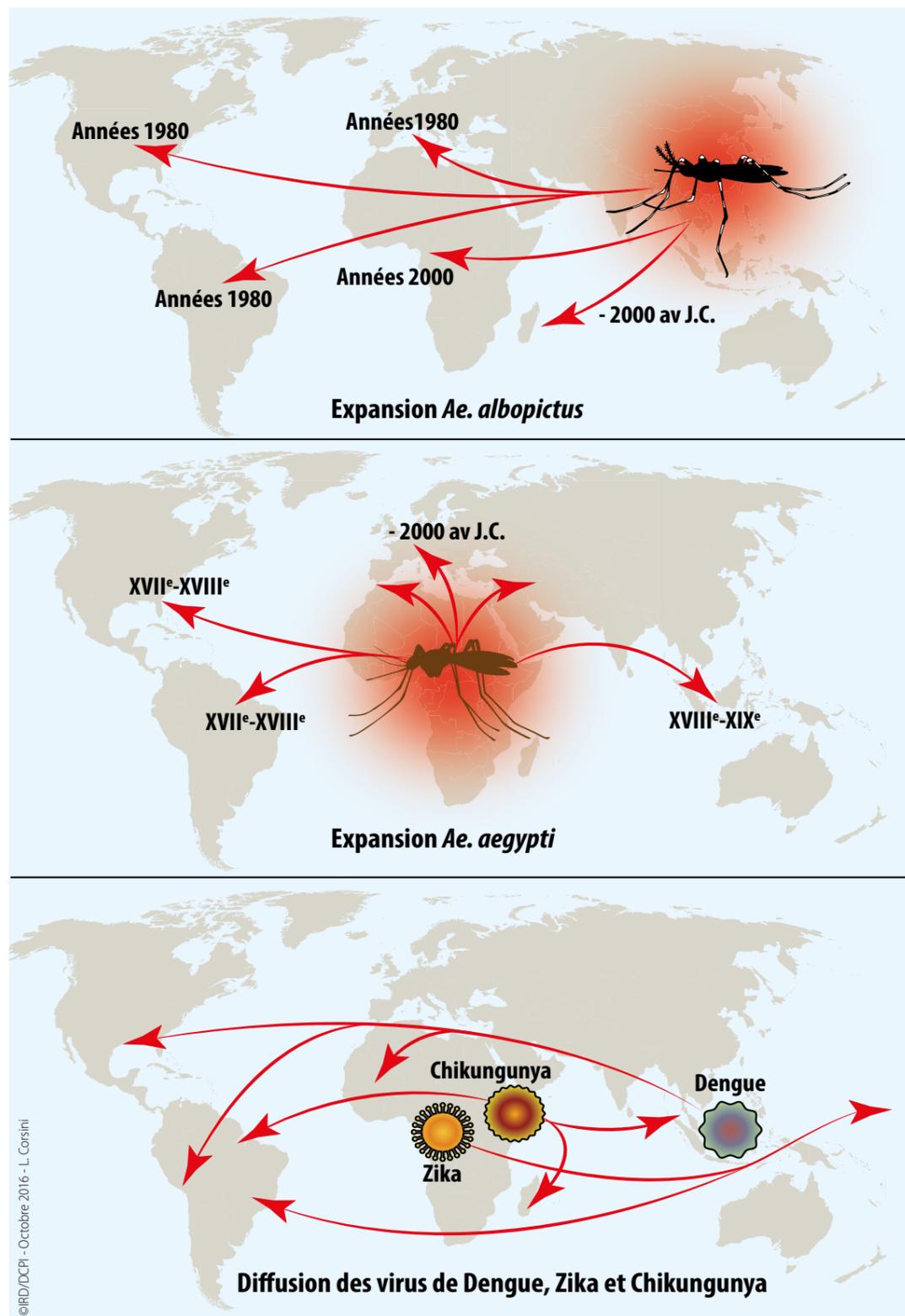
1. Middle East Respiratory syndrome.
2. Faute de traitement efficace sinon contre les symptômes.
3. 70 à 90 % d'entre eux possèdent des anticorps spécifiques.
4. Bergers, vétérinaires ou personnel d'abattoirs.
5. Le « moustique tigre » déjà vecteur de chikungunya, dengue et Zika.

Contacts

eve.miguel@cirad.fr
UMR MIVEGEC (IRD, CNRS et université de Montpellier) et CIRAD AGIRS christophe.paupy@ird.fr
UMR MIVEGEC benjamin.roche@ird.fr
UMI UMMISCO (IRD, universités Cadi Ayyad de Marrakech, Cheikh Anta Diop de Dakar, Gaston Berger de Saint-Louis, Pierre et Marie Curie - Paris 6, de Yaoundé I et Hanoi University of Science and Technology)



Les bouleversements environnementaux, comme la construction de routes à travers la forêt,



©IRD/DCPI - Octobre 2016 - L. Corsini

Mobilité et propagation

Le lien entre propagation des épidémies et déplacements des hommes est connu de très longue date. Les mesures de quarantaine, appliquées dès l'Antiquité pour confiner les voyageurs venus de contrées malsaines avant d'entrer dans la cité, en témoignent. « La question des mobilités humaines est à la fois centrale dans l'épidémiologie des maladies infectieuses et extrêmement actuelle dans notre époque où les voyages s'intensifient en permanence, estime l'épidémiologiste Marc Choisy. Elle détermine la dynamique spatiale des affections. Sans déplacement de porteurs du pathogène, une flambée épidémique reste en effet locale et finit par s'éteindre ». En étudiant la progression géographique d'une affection virale, en l'occurrence la rougeole en Grande Bretagne au début des années 2000 - époque à laquelle les données sur les déplacements et les cas sont devenues disponibles -, les scientifiques ont mis en évidence les mécanismes sous-jacents. La propagation d'une maladie dépend avant tout de la taille de la population dans laquelle est situé le foyer initial. Plus elle est importante, plus il y a de risques de mobilité des individus vers l'extérieur. Intervient également la distance la séparant des autres populations. En la matière, les spécialistes parlent de connexions entre les populations, comme indicateur des mobilités potentielles et des dangers de diffusion associés. Ils intègrent maintenant la fréquence et la durée des vols aériens entre deux destinations, pour établir une « distance effective », plus pertinente que l'éloignement géographique dans l'évaluation des risques de propagation des épidémies. A ce titre, ils sont particulièrement vigilants aux émergences de pathogènes en Asie, car la région est très connectée au reste du monde, notamment par les voyages d'affaires, les migrations de travail et le tourisme. ●

Grâce à la modélisation, à l'analyse des abondantes données sur les cas de pathologies et sur les déplacements des individus, et à la génétique des pathogènes, les épidémiologistes produisent des approches prédictives, voire des recommandations stratégiques. « Au Vietnam, par exemple, la phylogénie du virus de la dengue, sa distribution sur le territoire et l'histoire des flambées épidémiques récurrentes, nous incitent à prôner la concentration des moyens de lutte sur le foyer initial de Saigon, pour juguler les épisodes secondaires dans le nord du pays », indique le spécialiste. Au Sénégal, son collègue Guillaume Constantin de Magny a contribué au développement d'une technique très novatrice¹, permettant de détecter et analyser les mobilités humaines massives propices la propagation des épidémies, comme les événements festifs. En association avec les opérateurs de télécommunications, il intègre les données de localisation des téléphones mobiles sur le réseau comme indicateur de la mobilité humaine à un modèle épidémiologique dynamique et spatialisé². Cet usage du big data a fait ses preuves, pour éclairer les mécanismes d'une récente flambée de choléra en lien avec un pèlerinage religieux très populaire. « Nous travaillons désormais à développer sur cette base un système d'alerte, transposable pour toutes sortes de pathogènes, permettant de prévoir les risques et de préparer rapidement la réponse sanitaire », conclut le chercheur.

1. En collaboration avec ses collègues de l'école polytechnique fédérale de Lausanne.
2. F. Finger et al., 2016, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.

Contacts

marc.choisy@ird.fr
et guillaume.demagny@ird.fr
UMR MIVEGEC (IRD, CNRS et Université de Montpellier)



favorisent les contacts entre l'homme et les virus.

© IRD - J-Mi Porte

L'intervention anthropologique contre Ebola

La réponse biomédicale ne peut suffire devant la charge dramatique des épidémies d'Ebola¹, loin s'en faut ! Elle est même parfois fort dépourvue, face à des contextes sociaux, culturels, historiques et politiques de nature à restreindre ou entraver son action. « *L'intervention d'anthropologues, qui commence à s'imposer dans de telles circonstances, vise non seulement à connaître les facteurs sociaux de l'épidémie, mais aussi à humaniser les pratiques sanitaires et à déminer des situations souvent explosives*, explique l'anthropologue de la santé et médecin Alice Desclaux. *Elle peut même contribuer à la « préparation » en santé publique pour anticiper des problèmes à venir en cas de nouvelle flambée épidémique²* ». Ainsi, depuis l'épisode d'Ebola de 2002 en République démocratique du Congo, l'OMS associe systématiquement ces spécialistes des sciences sociales aux équipes d'intervention envoyées sur le terrain dès l'annonce d'un cas. Leur action a contribué à circonvenir les épisodes épidémiques précédents, dont le bilan ne dépassait quelques centaines de morts. L'humanisation des techniques et des soins est avant tout tournée vers les équipes soignantes. Il s'agit d'analyser d'un point de vue extérieur leurs gestes et leurs approches, afin d'identifier les pratiques pertinentes et d'en améliorer l'acceptabilité pour les patients et les populations concernées. Ainsi, les réflexes ultra-hygiénistes vis-à-vis du risque infectieux, produits par les craintes des professionnels de santé pour leur propre sécurité, peuvent avoir des résultats contreproductifs. « *Effaroucher les patients ou leurs familles, en venant les chercher chez eux en scaphandre de protection, puis en détruisant leurs biens, pousse les populations à fuir le système médical officiel, au risque de disséminer*

davantage la maladie », indique-t-elle. L'expertise des chercheurs permet de définir des approches conciliant les impératifs sanitaires avec une prise en charge plus respectueuse des individus et des cultures. Leurs recommandations permettent d'adapter les normes et sont ensuite intégrées aux guides officiels de portée internationale déterminant l'action en cas d'épidémie. Au-delà de l'humanisation des pratiques, l'épidémie d'Afrique de l'Ouest de 2013 à 2016, la plus meurtrière depuis la découverte de cette maladie en 1976, a appelé une intervention d'un genre nouveau. « *Pour mobiliser les communautés, des anthropologues se sont employés à lever la défiance liée à des rumeurs et vis-à-vis des autorités* », rapporte-t-elle. Dans un contexte de grande tension politique locale, une forte résistance à l'égard de la lutte contre le virus a en effet vu le jour. Une théorie populaire s'est répandue, associant les autorités, les équipes soignantes et les ONG dans un sombre complot pour diffuser l'affection et prélever les organes des malades. De verbale, la violence est vite devenue physique, coûtant même la vie à plusieurs membres d'une équipe sanitaire. S'érigeant en médiateurs culturels, les anthropologues – notamment issus des pays concernés – ont du trouver les relais d'opinion pour une intervention tournée cette fois vers les populations exposées à la maladie. Dans un travail de longue haleine, souvent recommencé dans chaque village et chaque quartier, ils se sont employés à sensibiliser les esprits, à dissiper les incompréhensions, à rétablir le dialogue entre acteurs et à re-légitimer l'action médicale. En Côte d'Ivoire, pays voisin des foyers épidémiques guinéen et libérien, les scientifiques travaillent en amont d'une éventuelle crise. « *Nous*

étudions les modalités d'exécution de mesures préventives biomédicales et leurs articulations avec les représentations et les pratiques locales », explique l'anthropologue et médecin Marc Egrot. Leur expertise pourrait par exemple permettre d'adapter les pratiques funéraires – une nécessité sanitaire difficile à faire appliquer –, tout en respectant l'importance de ces

rituels supposés préserver la quiétude future des vivants.

1. Officiellement maladie à virus Ebola.
2. En ce sens, le « *Projet anthropologie comparée de l'épidémie d'Ebola* » regroupe des équipes de recherche de Guinée (M. Diop ; B. Taverne), Bénin (R. Houngnihin, M. Egrot), Côte d'Ivoire (F. Akindes, M. Egrot), Sénégal (K. Sow, A. Desclaux) et Burkina Faso

(B. Bila), pour décrire et analyser l'impact de l'épidémie et de la riposte sur les systèmes de santé.

Contacts

alice.desclaux@ird.fr
UMI *TransVIHMI* (IRD, INSERM et Université de Montpellier)
marc.egrot@ird.fr
UMR *MIVEGEC*



Ancienne malade d'Ebola, atteinte de séquelles ophtalmologiques. Si elle n'est pas soignée, sa vue pourrait baisser très fortement. Elle ne va plus vendre ses produits au marché, car elle ne peut plus travailler au soleil. Elle reste donc cloîtrée chez elle.

© Livia Saavedra / Hans Lucas

Ebola : virus persistant chez les survivants

L'épidémie d'Ebola survenue en 1995 à Kikwit en République démocratique du Congo avait fait naître l'hypothèse d'une transmission sexuelle du virus. Mais il a fallu attendre 2015 pour que soit publié le premier cas avéré¹, celui d'une femme de 44 ans décédée au Liberia une vingtaine de jours après avoir contracté le virus lors d'un rapport sexuel non protégé avec un survivant d'Ebola. Quel impact de cette « nouvelle » forme de transmission sur l'épidémie alors en cours en Afrique de l'Ouest ? La modélisation¹ réalisée par Jessie Abbate et ses collègues, a permis de mettre en évidence que cette voie de transmission restait marginale et que les cas de contamination sexuelle par Ebola étaient et resteront rares. « Nous avons fait l'hypothèse d'un taux de transmission sexuelle pour le virus Ebola comparable à celui du VIH, à savoir une probabilité de contamination de 0,1% par rapport sexuel », précise la chercheuse. Mais il est finalement apparu que le facteur clé n'était pas le taux de transmission mais la durée de la période dite de convalescence, c'est-à-dire la période pendant laquelle le survivant reste porteur du virus. « En considérant que chaque survivant restait contagieux pendant 3 mois après le début des premiers symptômes, la durée de l'épidémie était, selon le modèle, allongée de 83 jours. Mais en fixant la période de convalescence à 6 mois, le dernier cas de l'épidémie survenait

plus de 540 jours après », détaille Jessie Abbate. Des estimations² qui plaident pour une vigilance de longue durée chez les survivants. D'autant plus que les premiers résultats des cohortes de suivi d'ex-malades montrent une persistance du virus au-delà de 6 mois chez certaines personnes. « Les premiers résultats du projet PostEboGui³ dans lequel nous suivons 800 des 1270 survivants guinéens recensés ont montré que le virus était présent dans le sperme de 28,5 % des survivants entre le 1^{er} et 3^e mois après la phase aiguë de la maladie, 16 % entre le 4^e et le 6^e mois, puis 6,5 % entre le 7^e et le 9^e mois, 3,5 % entre le 10^e et le 12^e mois, et enfin 0 % après 12 mois », indique l'infectiologue Eric Delaporte. Il s'agit donc de mettre en place une prévention chez les survivants qui s'apparente à celle de toutes les MST. « La difficulté, poursuit Eric Delaporte, est que cette prévention doit s'adresser à une population de survivants déjà victimes de la stigmatisation, la rumeur et la mise à l'écart ». Autre difficulté, le sperme n'est pas le seul réservoir du virus, toutes les zones dites de privilège immun sont concernées, tel l'œil ou le cerveau. Plusieurs cas d'uvéites entraînant une cataracte inflammatoire gravissime menant à la cécité ont été observés par l'équipe de PostEboGui. Dès lors comment opérer une personne chez qui le virus est probablement encore présent dans l'œil ? Les survivants d'Ebola sont une population dont le suivi et la prise en



Consultation ophtalmologique d'un patient touché par le virus Ebola, à l'hôpital de Donka, à Conakry. Programme "PostEboGui".

charge médicale sont impératives sur le long terme d'autant plus que certains sont confrontés à des séquelles cliniques et psychologiques importantes.

1. Mate et al. *New England Journal of Medicine*, 2015

2. Abbate et al. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 2016

3. MS Sow et al. *Journal of Infectious Diseases*, 2016

4. PostEboGui est un projet global multidisciplinaire de prise en charge et d'évaluation des séquelles post-Ebola qui se déroule en Guinée. Les Principaux investigateurs sont le Dr Moumié Barry

et Eric Delaporte. Ce projet est financé par l'INSERM dans le cadre de Reacting/AVIESAN.

Contacts
jessie.abbate@gmail.com
UMR MIVEGEC
eric.Delaporte@ird.fr
UMI TransVIHMI

Suivre les mutations à la trace

Le portrait-robot du virus qui peut tout d'un coup devenir une menace épidémique émergente, c'est le virus à ARN. Il mute très vite et peut donc changer très rapidement d'hôte ou de degré de virulence. Ce sont les virus les plus étudiés : la grippe, le SRAS, Ebola... », détaille Samuel Alizon, chercheur en écologie évolutive¹. On parle de mutation lorsque le génome est modifié. Elles se répartissent en 3 catégories, selon leurs conséquences phénotypiques, c'est-à-dire observables chez l'individu. « La majorité des mutations sont délétères pour les virus, elles diminuent leurs capacités à se reproduire. Les cas où elles ont un effet bénéfique pour le virus comme l'augmentation de sa transmissibilité sont rares mais loin d'être impossibles », souligne Samuel Alizon. Le cas de l'épidémie de chikungunya survenue à la Réunion en 2006 est un cas d'école en la matière. En 2005, un premier pic a lieu dans l'île, avec un maximum de 500 nouveaux cas par semaine. L'hiver austral passe et début 2006, nouvelle flambée épidémique, sans commune mesure, avec jusqu'à 50 000 nouveaux cas par semaine. Ce qui s'est passé entre les deux épidémies ? Une mutation. En apparence très minime puisqu'elle ne modifie qu'une seule protéine de

l'enveloppe du virus. Mais le virus ainsi muté a désormais la possibilité d'utiliser comme vecteur le moustique tigre, *Aedes albopictus*, très présent dans l'île, en plus du vecteur traditionnel *Aedes aegypti*. Conséquence ? Une épidémie sans précédent. Le cas du chikungunya est particulièrement extrême, les changements sont généralement plus graduels. « Des mutations qui apparaissent peuvent indiquer que le virus est en train de s'adapter à son hôte, de trouver un moyen de faire diversion face à sa réponse immunitaire. Un suivi viral en temps réel donne des indications très importantes », précise la virologue Dorothee Missé.

Reste le troisième type de mutation, l'évolution « neutre » qui pourrait bien se révéler être un talon d'Achille des virus, dans le sens où elle permet aux chercheurs de retracer l'histoire des épidémies. En effet, les mutations accumulées ne sont pas les mêmes selon la vitesse ou la manière dont un virus se propage dans une population. Aujourd'hui, les nouveaux outils de séquençage permettent de décrypter complètement et rapidement le génome du virus présent dans une population, y compris en pleine épidémie, comme cela a été le cas avec Ebola en Afrique de l'Ouest, suivi en temps réel.

Certaines équipes ont même pris le parti de devancer la menace pandémique en créant le virus *in vitro* par mutations successives. Ce type de travaux suscite de violentes controverses éthiques entre les tenants d'une approche préventive qui consiste à suivre où en est le virus actuel par rapport à la séquence de mutations qui lui permettrait d'être très virulent chez l'homme et ses détracteurs qui n'y voient qu'un dangereux jeu avec le feu. « Le débat est d'autant plus intense qu'on manque en France de laboratoires P4 pour pouvoir travailler sur des virus comme Ebola en sécurité », souligne Dorothee Missé. Il reste pourtant de nombreuses questions sans réponses et notamment deux interrogations majeures : Les virus mutés (naturellement ou en laboratoire) ont-ils plus de facilités à infecter les cellules hôtes ? Les mutations sont-elles au moins en partie responsables du nombre croissant d'émergences de menaces pandémiques ?

1. Samuel Alizon est l'auteur de « C'est grave Dr Darwin ? L'évolution, les microbes et nous » paru en février aux éditions du Seuil

Contacts
samuel.alizon@cnrs.fr
Dorothee.Missé@ird.fr
UMR MIVEGEC (IRD, CNRS et université de Montpellier)

Virus	Transmission	Principaux réservoirs
 Dengue	 <i>Ae. albopictus</i>	 Singe
 Zika	 <i>Ae. aegypti</i>	
 Chikungunya		
 Ébola	Fluides	 chauves-souris
 Mers-cov	Aérosols / Fluides ?	 Dromadaire

Tableau montrant les principaux modes de transmission des virus émergents. Dans certaines circonstances, l'homme peut lui-même constituer un réservoir de pathogènes et les transmettre à d'autres individus, directement (MERS, Ebola) ou par l'intermédiaire de vecteurs (Zyka, Chikungunya).



© Inserm / François Guénet

Laboratoire P4.

Des fonds sous-marins d'intérêt économique

L'expertise collégiale coordonnée par l'IRD sur les ressources minérales profondes de Polynésie française dévoile le potentiel économique des encroûtements cobaltifères.

Elles ne sont ni d'or ni d'argent mais la Polynésie française dispose bel et bien de ressources minérales sous-marines d'intérêt économique. C'est la conclusion de la vaste expertise collégiale coordonnée par l'IRD¹, à la demande conjointe du gouvernement polynésien et de l'Etat. Durant une année, l'équipe a passé en revue l'ensemble des données existantes sur les métaux sous-marins de la zone économique exclusive détenue par la Polynésie française. Dans cet espace maritime, il existe des gisements de terres rares, de nodules polymétalliques et des encroûtements riches en cobalt. « *Devant la course mondiale aux matières premières, fortement impulsée par la croissance chinoise, ces ressources marines sont de plus en plus convoitées*, explique Pierre-Yves Le Meur, président du collège des experts. *Notre travail a consisté à évaluer l'opportunité d'une filière de valorisation de ces minéraux pour la Polynésie française* ». À l'échelle du territoire, les attentes sont fortes. « *La Polynésie est dans une situation complexe*, poursuit

le chercheur. *Jusqu'en 1996, son économie a été alimentée par la rente nucléaire mais elle peine depuis à trouver des solutions de remplacement* ». Selon l'expertise, à ce jour, seuls les encroûtements cobaltifères présenteraient un potentiel économique. Ces couches, de 5 à 15 centimètres d'épaisseur, se forment dans sur le plancher océanique sur des substrats volcaniques ou sédimentaires, dès 800 mètres de profondeur. « *Elles sont plus proches de la surface et en plus grande quantité que les terres rares et les nodules polymétalliques*, précise-t-il. *Leur extraction serait donc plus aisée* ». En outre, ces encroûtements contiennent d'autres éléments d'importance, du titane par exemple et dans certains cas un substrat phosphaté qui serait exploitable. « *Un projet d'exploitation sous-marine du cobalt devrait viser une production de l'ordre de 10 000 t de cobalt métal par an*, estime le chercheur. *Un tel volume de production pourrait représenter jusqu'à 10 % du PIB de la Polynésie française* ». Pour autant, l'équation technique et économique de la valorisation du potentiel minier sous-marin comporte de nombreuses inconnues. Par ailleurs, la faune et la flore de ces milieux profonds sont très mal connues, et les impacts environnementaux d'une activité minière sous-marine sont donc impossibles à prévoir pour l'instant. « *Avant d'envisager toute exploitation minière des encroûtements enrichis en cobalt, notre recommandation première est d'améliorer les connaissances sur ce milieu sous-marin avec la mise en place de campagnes d'exploration* », relève l'expert. Dans l'éventualité d'une

activité minière, qui doit faire l'objet d'une concertation avec la population, les chercheurs rappellent aussi l'importance de développer une politique de valorisation des ressources explicite, adaptée aux réalités du pays et intégrant les populations locales très en amont. ●

1. L'expertise collégiale a été restituée à Papeete le 6 mai 2016. Coordonnée par l'IRD, elle a mobilisé un collège d'experts pluridisciplinaire. Ses résultats sont publiés aux éditions de l'IRD en version bilingue dans la collection « Expertise collégiale ». En vente sur www.editions.ird.fr, 25 euros.

Contact

pierre-yves.lemeur@ird.fr
UMR Gred (IRD, Université Montpellier)

Deux questions à :

Pierre-Yves Le Meur, anthropologue à l'IRD et président du collège des experts.

Sciences au sud : Au regard des attentes initiales sur les terres rares et nodules polymétalliques, pourquoi orientez-vous la recherche sur le cobalt ?

Pierre-Yves Le Meur : L'état des connaissances reste très faible ! Pour les terres rares, nous pouvons seulement souligner l'insuffisance de preuves scientifiques pour déterminer l'ampleur de leur potentiel ou celui des nodules polymétalliques. De plus, devant le contexte économique actuellement non favorable -la valeur des terres rares a chuté de 60 à 90 % selon les métaux-, la rentabilité financière ne nous semble pas évidente. Donc si nous n'excluons



© IRD / J. Orepuller

pas la possibilité de découvrir des terres rares en quantité suffisante, nous orientons plutôt la recherche vers les encroûtements cobaltifères. Selon les données dont nous disposons, ils seraient présents en quantité intéressante et à des profondeurs moins importantes que les nodules métalliques et les terres rares.

Sas : que représente le marché mondial du cobalt ?

P-Y. LM. : Selon le dernier rapport du BRGM, dans le monde, la production de cobalt raffiné s'estime à plus de 86 000 tonnes par an, ce qui représente un marché mondial de l'ordre de 2,35 milliards de dollars. Plus de 50 % sont destinées aux batteries lithium-ion. C'est un

marché d'avenir car ces accumulateurs sont principalement utilisés dans les voitures électriques. Le reste des ventes concerne majoritairement la fabrication d'alliages résistants à la chaleur. Le marché paraît donc solide. D'autant qu'à l'heure actuelle, il est polarisé par un seul pays producteur, la République démocratique du Congo, pays sujet à une instabilité politique, et un acheteur principal, la Chine. Il y a donc l'espace pour un autre producteur. D'autant que la Chine est aussi le principal raffineur, et certains pays, le Japon par exemple, essaient d'être moins dépendants d'un marché soutenu par ce géant économique.



Encroûtements cobaltifères

Waves'n see surfe sur la vague d'une techno de l'IRD !

L'IRD vient d'opérer le transfert d'une technologie innovante pour la création de l'entreprise Waves'n see. Si celle-ci est basée en France, elle profite à la recherche sur l'érosion au Sud.



Trait de côte calculé sur la plage de Grand Popo au Bénin.

Quelle vitesse s'érode une côte ? Que risquent les habitations à proximité ? Faudrait-il installer des digues pour les protéger d'une prochaine tempête ? Autant de questions de gestion du littoral formulées au Nord comme au Sud, auxquelles l'entreprise Waves'n see est dédiée. « *Nous comptons parmi les quelques entreprises dans le monde à proposer un suivi continu de la dynamique d'érosion des côtes* », souligne Yves Soufflet, co-fondateur et gérant de Waves'n

see. Et l'IRD n'y est pas pour rien ! La création de l'entreprise repose sur le transfert d'une technologie innovante développée par une de ses équipes d'océanographes. « *Dans le cadre d'un projet de recherche¹, nous avons créé un logiciel capable d'analyser de façon automatique les images d'une caméra posée à proximité du rivage* », explique Rafael Almar, physicien du littoral à l'IRD. Ce dispositif de surveillance « caméra et logiciel d'analyse » a rapidement fait mouche. « *Nous avons été débordé*

par la demande de nos partenaires du Sud », se rappelle le chercheur. Des stations de surveillance ont émergé au Chili, Pérou, Sénégal, Ghana, Cameroun, Bénin ou encore au Vietnam... « *Devant le potentiel de cette technologie, nous avons encouragé la création de l'entreprise* », raconte-t-il. « *Nous y avons vu une opportunité à saisir car cette technologie est novatrice*, poursuit le jeune entrepreneur. *Il nous a semblé qu'elle serait bien accueillie par les gestionnaires du littoral* ». Et pour cause, pour l'heure, seule la vidéo permet de suivre minute après minute, la dynamique des côtes. Une caméra peut enregistrer dans le même temps l'évolution de différents paramètres érosifs clés, la hauteur et la vitesse des vagues, la dynamique des courants marins et l'évolution du trait de côte notamment. « *Obtenir les mêmes données sur le terrain nécessite de risquer le déploiement dans une zone dangereuse et dynamique, surtout durant des tempêtes, de coûteux appareils de plusieurs dizaines de milliers d'euros (GPS, sondeurs, courantomètres et bouée vagues) et des moyens humains très importants* », relève Yves Soufflet. Concrètement, l'équipe de l'entreprise, créée en octobre 2015 à Toulouse, a d'abord mené un vaste travail d'amélioration de l'ergonomie du logiciel. Si la firme s'engage à transmettre toute nouvelle version du software aux

chercheurs de l'IRD et leurs partenaires du Sud, elle dispose en contrepartie, de l'exclusivité pour développer une activité commerciale. « *Nous cibons les collectivités territoriales pour des prestations de suivi fin de l'évolution du trait de côte du littoral par exemple*, explique Yves Soufflet. *Notre activité de services se destine aussi aux acteurs du tourisme nautique car nous pouvons évaluer en temps réel la hauteur des vagues et leur période* ». Dans la liste des clients potentiels se trouve également les assurances, qui s'intéressent à l'évolution des événements extrêmes sur le long terme (inondations, tempêtes etc...). « *Aujourd'hui nous cibons des clients français, mais demain nous pourrions proposer ces mêmes services au Sud* », estime Yves Soufflet. ●

1. Pour plus d'informations sur le programme ANR COASTVAR, consulter le Canal IRD dédié : <http://www.ird.fr/la-mediathèque/videos-en-ligne-canal-ird/cac-song.-l-erosion-littorale-au-vietnam>.

Contacts

rafael.almar@ird.fr
UMR Legos (CNRS, IRD, CNES, université de Toulouse)
yves.soufflet@wavesnsee.fr
Gérant et responsable de la chaîne de traitement de Wavesnsee

Pour en savoir plus
www.wavesnsee.com



© IRD / P. Chanard

Décliner les ODD en actions

La première école d'été des Objectifs de développement durable¹ vient de se tenir à Marseille. Cinq jours pendant lesquels scientifiques et hauts responsables ont questionné le rôle de la Science pour la réalisation de l'Agenda 2030 de l'Onu.

Il s'agit au nombre de dix-sept : éliminer la pauvreté, la faim, améliorer la santé, l'éducation, l'accès à l'eau, lutter contre le réchauffement climatique, adapter les villes... Autant d'objectifs de développement durable – les fameux « ODD » – à atteindre d'ici 2030 selon le nouvel agenda défini par l'Onu en 2015. Afin de réfléchir aux moyens à mettre en œuvre pour la réalisation de ce programme, la première édition de l'école d'été des ODD a été lancée à Marseille mi-juillet par l'IRD, Aix-Marseille Université (AMU) et l'Agence française de développement (AFD). Cinq jours de conférences, tables-rondes et surtout de débats très actifs, réunissant quelque 170 chercheurs, décideurs et acteurs du

Nord et du Sud d'une vingtaine de nationalités. « Ce premier rendez-vous a ainsi permis de croiser les regards entre différentes disciplines scientifiques, mais aussi entre acteurs de différents pays », souligne Christian Devaux, ancien directeur des Programmes et de la formation au Sud de l'IRD et co-pilote de cette 1^{ère} édition. En effet, tous n'ont pas les mêmes contraintes, les mêmes moyens, ni les mêmes priorités en matière de développement ». Outre la prise en compte de ces réalités, le partage d'expériences et de points de vue permet d'aborder les défis sous différents angles. « La tribune de dialogue offerte entre experts et acteurs d'horizons divers a permis d'engager les discussions et de voir comment

les uns les autres peuvent contribuer de manière collaborative à l'atteinte des objectifs de développement durable à l'horizon 2030 », témoigne Boubakar Barry, directeur général du West and Central African Research and Education Network (Wacren)² et « Grand témoin » lors d'une conférence plénière. J'ai par exemple pu sensibiliser le panel de spécialistes présents sur l'importance de la mise en place et du déploiement des réseaux d'éducation et de recherche en Afrique, pour réduire la fracture numérique et, de là, la fracture scientifique ». Au-delà de cet objectif d'échanges et de débats, le « Cycle des hautes études » qui s'est tenu en parallèle de ces rencontres avait pour ambition de poser

les fondements d'un réseau de relations Nord-Sud pérenne. La première session a réuni une quinzaine de conseillers scientifiques, décideurs et leaders d'opinion pré-sélectionnés. « Le but de la création de ce nouveau « think tank » est de véhiculer des idées issues d'un consensus scientifique », explique Christian Devaux. Chacun est ainsi reparti dans son pays respectif avec les outils nécessaires pour œuvrer auprès des décideurs politiques ». Cette nouvelle communauté devrait grandir d'année en année³. Pour matérialiser dès à présent cette nouvelle dynamique de recherche autour des ODD, l'IRD, l'IMERA⁴ et AMU ont signé lors de cette occasion un accord pour la création d'une nouvelle chaire « développement

durable ». Dans le cadre de cette dernière, l'IMERA accueillera en résidence à Marseille des scientifiques étrangers pour des séjours de recherche d'une durée de 10 mois, autour des thèmes du développement durable. ●

1. www.b2match.eu/ecoleODD.
2. Wacren a pour objectif de mettre en place une infrastructure réseau de classe mondiale et d'offrir des services pointus à la communauté de l'éducation et de la recherche d'Afrique de l'Ouest et du Centre.
3. Prochaine édition en juillet 2017.
4. Institut méditerranéen de recherches avancées, fondation universitaire d'AMU.

Contact

christian.devaux@mediterranee-infection.com
boubakar.barry@wacren.net

RENCONTRE CIRUISEF

L'interdisciplinarité au programme

Lors d'une récente rencontre à Marseille, les responsables des universités et des institutions scientifiques des pays francophones ont débattu sur la place à donner à l'interdisciplinarité dans la recherche.

Changeement climatique, insécurité alimentaire, pollution... Aujourd'hui plus que jamais, l'approche interdisciplinaire devrait permettre de répondre aux enjeux sociétaux. Comment traduire cette démarche dans l'enseignement supérieur ? La question était au cœur de la récente conférence internationale des responsables des universités et institutions à dominante scientifique et technique d'expression française, la CIRUISEF, organisée à Marseille. Durant quatre jours, plus de 150 doyens et directeurs du domaine scientifique de 22 pays francophones ont ainsi participé au débat. « Cette première rencontre jette les bases d'une réflexion commune pour organiser et structurer la recherche francophone autour de l'interdisciplinarité, elle nous aidera à adapter la formation pour répondre à ces enjeux », souligne Evelyne Garnier Zarli, présidente de la CIRUISEF.

À l'IRD plus qu'ailleurs, l'approche interdisciplinaire est centrale. « Nous travaillons déjà à l'interface des disciplines car les questions liées au développement durable sont multifactorielles et requièrent de multiples compétences pour être traitées », explique Thierry Lebel, hydroclimatologue à l'IRD, en marge de la rencontre. Pour autant, l'institut est aussi confronté à de nouveaux défis dans ce domaine. Les 17 objectifs du développement durable en sont la démonstration : répondre à l'urgence de travailler à l'interface de plusieurs. « Par exemple, le 13^e objectif préconise de prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques, relève le chercheur. Pour ce faire, nous travaillons en parallèle sur les objectifs 14 et 15 dédiés à

la surveillance des écosystèmes marins et terrestres ou encore le 7^e objectif qui vise à développer les énergies propres. Nous devons aussi nous intéresser à ceux concernant la réduction des inégalités ou les Institutions, tant ces deux sujets conditionnent le succès de la lutte contre le réchauffement climatique ».

À l'issue de cette rencontre, deux grandes approches autour de l'interdisciplinarité se dessinent. Les membres de la CIRUISEF ont identifié d'une part une approche dite « ascendante » car elle émane directement des chercheurs. Elle traduit l'idée qu'au fil de la progression de leurs travaux, ils cherchent naturellement les compétences dont ils ont besoin pour répondre à leur questionnement. L'autre, dite « descendante » découle des problèmes sociétaux posés. Par leur complexité, ils font appel aux savoirs et savoir-faire de plusieurs disciplines. « La réflexion menée lors de la Ciruisef devrait nous aider à appuyer la structuration des formations émergentes au Sud. En Afrique notamment, où les universités cherchent à déployer des masters dans tous les domaines, tandis que les moyens et les ressources ne sont pas toujours au rendez-vous », conclut la présidente de la Ciruisef. ●

Contacts

garnier@u-pec.fr
 Présidente de la Ciruisef
thierry.lebel@ird.fr
 Directeur de la mission sur l'Interdisciplinarité de l'IRD

Lancement campus de l'innovation pour la planète

L'IRD a inauguré, avec ses partenaires, le « Campus de l'innovation pour la planète ». Ce projet, ancré à Bondy, dans des campus partenaires dispersés sur la planète et, bientôt, dans un campus virtuel, vise à renforcer la contribution de la recherche pour le développement à l'innovation responsable.

Initié par l'IRD mais par essence partenarial, le Campus de l'innovation pour la planète vient de voir le jour sur le site de Bondy, qui accueille également la future délégation régionale Ile-de-France de l'Institut. Un lancement placé sous le signe du dialogue et de l'échange, en présence de Jean-Marc Ayrault, ministre des affaires étrangères et des affaires internationales, de Ramata Ly-Bakayoko, ministre de l'enseignement supérieur et de la Recherche scientifique de Côte d'Ivoire, de Sylvine Thomassin, maire de Bondy et de nombreux élus et personnalités de Seine-Saint-Denis. Comment créer les conditions d'une innovation responsable au bénéfice des sociétés du Nord comme du Sud ? « Pour réaliser des progrès décisifs au profit de la planète et de tous ses habitants d'ici 2030, il nous faut faire évoluer de manière radicale nos façons de produire, de consommer, de voyager, de nous nourrir, de nous soigner... Il nous faut apprendre à profiter des richesses de la planète tout en préservant son unique potentiel de régénération », a souligné dans son discours Jean-Marc Ayrault. Aujourd'hui, « nous ouvrons davantage notre science à la société et à l'économie, et ce campus, c'est un outil autant qu'un emblème de cette ouverture », a rappelé pour sa part Jean-Paul Moatti, président-directeur général de l'IRD. Comment penser ou repenser



Jean Paul Moatti, Jean-Marc Ayrault et Ramata Ly-Bakayoko

© IRD / T. Chapout

l'innovation ? Pour les acteurs de cette journée, changer de paradigme et sortir d'une approche techno-centrée et « top-down » est l'un des prérequis. Partir des usages, remettre l'humain au centre, décloisonner les champs de compétences et de connaissances, sont quelques-uns des axes avancés. Offrir un terrain propice à la créativité est également déterminant. Les innovations de rupture émergent souvent au gré du « hasard » et des rencontres. Contribuer à provoquer ce « hasard », l'accompagner est l'un des enjeux que l'ensemble des acteurs a appelé de ses vœux. Une dynamique que le Campus entend bien servir dans une logique de co-création avec ses partenaires. Ils seront pluriels. Au premier chef le monde de la recherche publique et ses différents écosystèmes, mais aussi le privé et le monde de l'entrepreneuriat, les acteurs de la société civile et du développement réunis dans la recherche de solutions communes. Chercheurs, étudiants, petites et grandes entreprises, collectivités locales, entrepreneurs sociaux, institutions nationales et internationales se retrouvent ainsi autour de l'innovation au service du développement. Cette effervescence prendra également corps tant au niveau local, en Seine-Saint-Denis, qu'au plan international. « Mieux s'intégrer sur les autres territoires, ici et au Sud, c'est ce que nous allons faire dans le cadre des projets de

campus partenaires, que nous appelons « miroirs » ; nous allons les rebaptiser campus du grand réseau d'innovations responsables », a souligné Jean-Paul Moatti. Les tables rondes organisées au cours de cette journée ont permis de mettre en avant d'autres transformations à l'œuvre. De nouvelles formes de financement de l'innovation, comme le crowdfunding - qui désigne tous les outils et méthodes de transactions financières qui font appel à un grand nombre de personnes afin de financer solidairement un projet - s'imposent peu à peu et redessinent le paysage. Quant à la place des citoyens et des acteurs locaux, elle évolue significativement au travers de leurs capacités à se réapproprier les enjeux du développement. Au terme de cette journée, autour de l'IRD et dans le cadre de ce campus, s'affichent de nouveaux horizons. Sans perdre le fil de son histoire, dont la richesse a pu être présentée au travers d'un parcours de films, de photographies et de sons¹, un nouvel avenir se dessine. ●

1. Ces ressources seront disponibles dans le cadre du projet Numérisud, porté par l'IRD et soutenu par le Conseil régional d'Ile de France.

Contact

sarah.marniesse@ird.fr
 Département Mobilisation de la recherche et de l'innovation pour le développement, IRD

Penser les Afriques autrement



© IRD / M.-A. Pérouse de Monclois

Les recherches sur l'Afrique en mouvement sont en quête de visibilité. Pour les laboratoires impliqués dans cet espace et les thématiques afférentes, il s'agit d'attirer l'attention, et si possible l'intérêt, de différents publics. Leur but est notamment d'inciter les étudiants en licence et en classes préparatoires à considérer le continent avec un autre regard et à s'orienter vers ces champs de recherches. « *L'Afrique ne se réduit pas à une vision essentialisant épidémies, crises politiques, guerres et autres désastres climatiques, trop souvent véhiculée par les médias et parfois même par la recherche* », affirme le géographe Jérôme Lombard, président du comité scientifique des 4^e Rencontres des études africaines en France¹. En réalité, les sociétés africaines – comme toutes les autres de par le monde – connaissent des dynamiques bien plus complexes que veulent le faire croire ces représentations simplificatrices. « *Nous avons choisi les « Afriques cosmopolitiques » comme thème central de ces rencontres, afin de refléter la diversité des sociétés humaines qui transforment et agissent sur le continent* », indique le spécialiste. Il existe en effet une tendance à réduire les individus et les groupes à une identité et à un territoire. Les uns seraient urbains, les autres ruraux, certains intégrés à la mondialisation, d'autres non, d'aucuns relèveraient du sacré, d'autres du profane, etc. Dans les faits, de telles dichotomies relèvent à la fois de situations, sinon inexactes, du moins anciennes, et d'une approche dépassée de certaines recherches. « *Les sociétés africaines et les individus qui les composent sont marqués par une multiplicité d'appartenances, dont il faut tenir compte, estime-t-il. Rien n'empêche, par*

exemple, les citoyens d'avoir un fort attachement à un terroir d'origine, source d'une part importante de leur identité ». Comme ailleurs, la globalisation rebat les cartes en Afrique. S'il y a quelques décennies les recherches s'intéressaient aux migrations internes à chaque pays, notamment en direction des fronts pionniers agricoles, aujourd'hui l'équation s'avère plus délicate à décrypter. Les trajectoires migratoires peuvent ainsi conduire un même individu à la mobilité dans sa région, dans le pays voisin, à l'autre bout du continent, parfois en Europe ou en Amérique du Nord, puis le pousser au retour et à l'installation dans son village où il n'a jamais vécu auparavant... « *Penser les Afriques autrement, en s'affranchissant des schémas préconçus, est à la fois une nécessité, à laquelle adhèrent tous les chercheurs et doctorants impliqués dans les nombreux ateliers proposés à l'occasion de ces 4^e REAF², et un défi scientifique et*

intellectuel, qui doit tout à la fois séduire les spécialistes de demain et s'imposer enfin à tous », conclut-il. ●

1. Paris, 5, 6 et 7 juillet 2016.

2. UMR de l'IRD impliquées dans l'organisation : Centre d'études en sciences sociales sur les mondes africains, américains et asiatiques (CESSMA), Développement et sociétés (D&S), Institut des mondes africains (IMAF), Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (PRODIG) et Unité de recherches migrations et sociétés (URMIS). Auxquelles s'ajoute : Langage, langues et cultures d'Afrique noire (LLACAN).

Contact

jerome.lombard@ird.fr
UMR Prodig (IRD, CNRS, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, Université Paris Diderot - Paris 7, Université Paris-Sorbonne-Paris 4, Ecole pratique des hautes études et AgroParisTech)

MEDCOP 2 2

La Méditerranée s'empare de son environnement

Les pays méditerranéens prennent l'initiative en matière de recherche climatique et de politique environnementale. À l'occasion d'un rendez-vous pré-cop, devenu pérenne, ils lancent une initiative commune pour coordonner leurs travaux scientifiques.



On n'est jamais mieux servi que pas soi-même dit l'adage, et les 22 pays de l'espace méditerranéen l'ont bien compris. Depuis l'année dernière, ils organisent en effet une pré-cop, quelques semaines avant l'événement mondial, pour aborder spécifiquement les problèmes liés au climat de leur région. « *Le but, explique Ghani Chehbouni est de mobiliser les acteurs méditerranéens afin d'identifier et faire émerger des projets territoriaux pour lutter et s'adapter contre le changement climatique afin de respecter les engagements globaux – pris par chacun de ces pays lors de la cop précédente - au niveau territorial et régional. Cela ne pourra se faire, comme l'a souligné le roi du Maroc dans son discours inaugural qu'en organisant les moyens pour disposer d'une information scientifique fiable au moment de déterminer les politiques publiques environnementales* ». L'agro-climatologue, représentant de l'IRD au Maroc, évoque ainsi les motivations de la récente MEDCOP de Tanger¹. Cette rencontre, la deuxième du genre, marque la pérennisation de l'initiative française inaugurée à Marseille en 2015, peu avant la cop21 de Paris. « *Désormais, les représentants de villes, de régions, d'entreprises et d'associations, d'institutions scientifiques, d'organisations internationales de la Méditerranée, et les représentants des Etats méditerranéens eux-mêmes, se retrouveront chaque année dans une ville méditerranéenne pour plancher sur les problèmes liés aux changements climatiques et leurs impacts, indique-t-il. D'ores et déjà, on parle des villes de Barcelone ou Tunis pour accueillir la prochaine MEDCOP Climat* ».

structurement de l'expertise scientifique méditerranéenne autour des problèmes de climat a été actée. Le Maroc propose d'ailleurs d'en accueillir le secrétariat permanent. Sa forme définitive - institution formelle ou groupe inter-organismes ou intergouvernementales - reste à préciser. « *Il s'agira, pour ce nouvel outil, de suivre l'évolution de l'environnement et du changement climatique en Méditerranée et d'éclairer les pouvoirs publics en termes de vision politique et d'évaluer l'impact des politiques mises en œuvre* », précise le spécialiste. L'enjeu est de taille, puisque la région subit de plein fouet les changements à l'œuvre à l'échelle globale. Véritable hot spot climatique, elle s'avère en effet très vulnérable aux divers aspects du réchauffement, et leurs conséquences pourraient être dramatiques à court terme, d'autant que la pression démographique sur les milieux y est intense. « *Au-delà du contenu scientifique, où nous plaçons en faveur d'un équilibre thématique, d'une multidisciplinarité et d'un équilibre géographique (nord-sud), pour élaborer des politiques environnementales acceptables par les sociétés, nous insistons aussi à l'IRD sur la mobilisation des opinions et la diffusion de la culture scientifique* », raconte le chercheur. Ainsi, une « caravane des sciences pour le climat » accompagne l'événement cop22 par une tournée des grandes villes du Maroc. Elle préfigure ce que pourrait être une grande campagne de sensibilisation des peuples méditerranéens à la préservation de leur environnement et de leur cadre de vie. ●

1. 18-19 juillet 2016, en amont de la COP22 du 7 au 18 novembre 2016 à Marrakech.

Contact

ghani.chehbouni@ird.fr
Représentant IRD au Maroc

Conférence internationale

Automédication du Nord au Sud

Les spécialistes des pratiques d'automédication, réunis à l'occasion d'une conférence scientifique, confrontent leurs connaissances du phénomène dans les pays développés et en voie de développement.

L'automédication est une pratique très répandue, au Nord comme au Sud. « *Tous les parents du monde ont déjà donné, par exemple, un antipyrétique à leur enfant pour calmer sa fièvre sans avoir consulté auparavant* », explique le médecin et épidémiologiste Jean-Yves Le Hesran, en marge d'une récente conférence internationale consacrée à ce sujet¹. Le plus souvent, il s'agit d'une automédication « raisonnée », basée sur des connaissances des médicaments et des symptômes, sur les pratiques face à des pathologies simples, sur la communication (radio, télévision, entourage). Le bon sens fait alors distinguer aux utilisateurs les affections bénignes contre lesquelles elle peut être employée, des pathologies plus sérieuses appelant les lumières de soignants qualifiés. Bien sûr, le phénomène est un peu différent selon le contexte économique, l'offre de santé, le marché du médicament et les possibilités d'accès aux soins. Ainsi, elle représente près de 50 % des recours aux produits pharmaceutiques dans les sociétés du Nord. Là, les contraintes pratiques l'emportent, il s'agit souvent de ne pas perdre du temps en allant consulter pour une cause identifiée et une évolution favorable prévisible. C'est notamment le cas en France, où prédomine le remboursement des traitements par les mécanismes d'assurance sociale,

avec la nécessité d'avoir une prescription médicale pour en bénéficier. Dans les pays du Sud, l'équation est un peu plus complexe. Les raisons d'ordre pratique existent aussi, puisque la consultation d'un médecin est chronophage en Afrique ou en Asie, comme en Europe. Mais en plus, avec des systèmes d'assurance maladie encore très peu développés, les facteurs économiques et techniques d'accès aux soins entrent en compte. « *L'approche raisonnée de l'automédication est la même partout, explique pour sa part l'anthropologue de la santé Carine Baxerres. Mais dans des contextes de précarité économique, de difficultés financières ou pratiques pour accéder aux soins - récurrents au Sud et que l'on voit désormais apparaître au Nord -, elle s'étend au traitement d'affections plus sévères ou plus longues* ». Ainsi, elle représente une part plus importante de la consommation de médicaments dans les régions en développement, de l'ordre de 80 %. Le phénomène y est donc plus répandu, pour les raisons économiques évoquées, mais aussi plus large s'agissant de l'étendue de l'offre de médicaments disponible sur le marché informel. « *Les habitants des pays où le circuit de distribution des produits pharmaceutiques est peu ou pas contrôlé par les autorités sanitaires peuvent se procurer librement*



Médicaments des rues au Bénin.

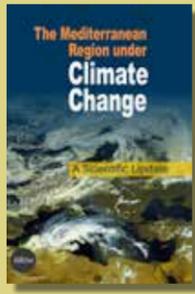
© IRD / C. Baxerres

des molécules pour toutes sortes d'indications, des antibiotiques, des antipaludéens ou des antidiabétiques... », précise Jean-Yves Le Hesran. En termes de santé, même si cet accès large aux médicaments permet aux populations un plus grand accès aux soins, il existe des effets secondaires parfois graves à l'automédication, liés notamment à l'usage trop prolongé de certains médicaments. La mise en place de système de pharmacovigilance pourrait permettre de repérer et éviter ces excès délétères. ●

1. « L'automédication en question : un bricolage socialement et territorialement situé », Nantes, 11-13 mai 2016.

Contacts

jean-yves.lehesran@ird.fr
carine.baxerres@ird.fr
UMR MERIT (IRD et Université Paris Descartes - Paris 5)



**The mediterranean region under climate change
A scientific update**
Allenvi
IRD Editions
30 euros

Cet ouvrage, publié par l'Alliance nationale de recherche sur l'environnement (Allenvi) à l'occasion de la 22^{ème} Conférence des Parties de la Convention Cadre des Nations unies sur le changement climatique (COP22) de Marrakech, est le fruit de la mobilisation de chercheurs et d'universitaires des deux rives de la Méditerranée. Il constitue une synthèse scientifique exceptionnelle sur les mécanismes du changement climatique, ses impacts sur l'environnement, l'économie, la santé et les sociétés de la Méditerranée. Il représente par ailleurs un précieux outil pour élaborer des réponses, fondées sur l'« évidence scientifique », en matière d'adaptation, de conservation des ressources, de solutions ou de prévention des risques. Mettant en exergue toute la complexité de l'environnement méditerranéen, cet ouvrage est une contribution scientifique majeure à la question climatique, au croisement des questionnements scientifiques dans une perspective de déclioisonnement disciplinaire.



**La monnaie
Entre dettes et souveraineté**
Michel Aglietta en collaboration avec
Pepita Ould Ahmed et Jean-François
Ponsot
Odile Jacob
29,90 euros

Comprendre la monnaie dans toute sa complexité, tel est l'objectif de ce livre. En tant que lien entre l'individuel et le collectif, la monnaie transmet la puissance souveraine à l'économie à travers le temps par son emprise sur la finance, donc sur le système des dettes. Mais la liquidité est aussi l'objet de la polarisation des désirs de tous. Maîtriser cette ambivalence implique de construire et de conforter la confiance, car de sa destruction naissent les crises qui font resurgir le désir absolu de liquidité paralysant l'activité. Imbriquée dans les sociétés, la monnaie ne peut être appréhendée sans recourir à une démarche pluridisciplinaire qui mobilise les outils de l'anthropologie, de l'histoire et de l'économie politique. Ce livre parcourt cinq mille ans d'histoire pour saisir l'unité du phénomène monétaire et son rapport à la souveraineté à travers les transformations conjointes des ordres politiques et des systèmes monétaires. À partir de ces fondements, il est possible de comprendre les époques de régulation de la monnaie et les crises qui traversent le capitalisme jusqu'aux mutations de notre temps.



**Changement climatique
Histoire et enjeux**
Jacques Merle, Bruno Voituriez et
Yves Dandonneau
L'Harmattan
36 euros

Les sciences de la Terre ont connu, ces dernières décennies, une mutation historique avec la prise de conscience du changement climatique. Les auteurs, chercheurs océanographes, entrés dans la carrière début des années 1960, ont été les témoins et les acteurs d'une aventure scientifique sans précédent rassemblant des milliers de chercheurs, du Nord et du Sud, et relevant de plusieurs spécialités des sciences de la Terre. Ils ont vécu de l'intérieur ces transformations et racontent l'évolution des idées, l'avancée des connaissances et les événements sociopolitiques qui se sont enchaînés et entrecroisés depuis la deuxième moitié du XX^e siècle jusqu'à nos jours, pour arriver à la perception actuelle, en 2016, que l'humanité a du changement climatique en cours.



**Les services écosystémiques
Repenser les relations
nature et société**
Sous la direction de Philippe
Méral et Denis Pesche
IRD Editions/Quae
35 euros

La notion de service écosystémique, médiatisée à la suite de la consultation d'experts internationaux connue sous le nom de Millennium Ecosystem Assessment, inonde les débats sur la biodiversité. L'émergence des services écosystémiques, définis comme les bénéfices que les humains retirent des écosystèmes, marque l'entrée en politique d'une nouvelle approche en matière de conservation de la biodiversité, basée sur l'analyse de nos dépendances vis-à-vis du bon fonctionnement des écosystèmes. Le terme, devenu incontournable, fait l'objet d'un engouement impressionnant, souvent associé à l'idée d'une rémunération pour la conservation des services écosystémiques. Mais il n'y a pas encore de consensus sur la notion. Les scientifiques se mobilisent pour l'analyser, en expliquer l'origine et discuter de sa mise en pratique dans les politiques. À partir d'un programme de recherche de cinq années, les auteurs éclairent ces débats. Écrit par un collectif de chercheurs, cet ouvrage s'adresse à la communauté scientifique et aux universitaires, enseignants ou étudiants des cursus liés aux questions environnementales.



**Le sol
Une merveille sous nos pieds**
Christian Feller, Ghislain de Marsily, Christian Mougin, Guénola Pérès, Roland Poss et Thierry Winiarski
Belin
24,90 euros

Qu'y a-t-il de commun entre le roquefort et la tuberculose ? Le sol ! L'arôme si particulier du roquefort provient d'un champignon originaire du sol, le *Penicillium roqueforti*. Et le médicament qui a permis de lutter efficacement contre la tuberculose, la streptomycine, a été extrait en 1943 d'un autre champignon du sol, le *Streptomyces griseus*.

Le sol est incontournable dans notre quotidien. Nous marchons, nous roulons, nous construisons, nous cultivons sur le sol. En un mot, nous vivons à partir du sol ! Non content de faire pousser nos arbres fruitiers et nos légumes, le sol nous rend une quantité incroyable de biens ou de services. Il nous aide à lutter contre les inondations, nous offre des matériaux de construction, nous maintient en bonne santé, ou encore inspire mythes et œuvres d'art...



**Santé mondiale
Enjeu stratégique et jeux diplomatiques**
Dominique Kerouedan et Joseph Brunet-Jailly (dir.)
SciencesPo les presses
32 euros

Derrière le terme séduisant de « santé globale », qui donnerait à voir la santé comme une ambition collective à l'échelle de la planète, se cache une réalité tout autre : celle d'une diplomatie sanitaire des pays riches et des institutions internationales spécialisées qui établit des priorités géopolitiques parfois très éloignées des besoins les plus élémentaires des populations concernées.



**Savoureux insectes
De l'aliment traditionnel à l'innovation gastronomique**
Sous la direction de Elisabeth Motte-Florac et Philippe Le Gall
IRD Editions, Presses universitaires de Rennes, Presses universitaires François Rabelais
24 euros

Encore un petit Choco-croque de grillons ou un Crumble aux vers de farine ? Délicieuses gourmandises ! Comment ne pas se lancer dans cette découverte gastronomique quand les insectes sont envisagés comme source majeure de protéines animales pour les décennies à venir ? Le sujet est à la mode mais exige d'être abordé sans tomber dans la raillerie, le sensationnalisme ou les raccourcis approximatifs et discutables. C'est pourquoi ce livre dresse une large fresque de la façon dont des insectes ont été consommés par l'homme, depuis nos plus lointains ancêtres jusqu'à l'époque contemporaine, et envisage leur contribution à la sécurité alimentaire de la population mondiale pour le XXI^{ème} siècle.

De nombreux spécialistes apportent, à travers des exemples pris sur tous les continents, des réponses simples et claires mais aussi précises et rigoureuses aux interrogations que soulève la consommation d'insectes.

Tous les insectes peuvent-ils être consommés ? Qui en mange dans le monde ? Quel goût ont-ils ? Lesquels sont comestibles ? Comment faut-il les préparer, les conserver, les accommoder ? Faut-il les manger tout entiers ? Existe-t-il des produits alimentaires industriels qui en contiennent ? En manger n'est-il pas dangereux pour la santé ? Leur récolte ne met-elle pas en péril l'équilibre des écosystèmes ? Que penser de leur élevage ?



Sénégel, le travail dans tous ses états
Eveline Baumann
IRD Editions, Presses universitaires de Rennes
24 euros

Au Sénégal, les uns réclament des emplois, avec tout ce que cela peut supposer comme sécurité en termes de régularité des revenus et de protection sociale. Les autres, plus modestes, veulent tout simplement un travail qui leur permette de vivre décemment, de payer la scolarité des enfants, d'accéder à des soins de santé de qualité, de participer dignement aux dépenses du foyer. Travail et emploi comptent incontestablement parmi les préoccupations majeures du pays. Mais comment en rendre compte, sans tomber dans la polémique ou sans se faire le porte-parole du politiquement correct ? Eveline Baumann donne des réponses, en scrutant les données chiffrées et leurs lacunes, en analysant les potentialités de création d'emploi des secteurs économiques, en s'inquiétant de l'exploitation des ressources naturelles, en interrogeant aussi l'éducation et la formation professionnelle, ainsi que la protection sociale. Les politiques publiques sont centrales, avec leur foisonnement de projets de toutes sortes, qu'ils s'appellent « Opération maîtres d'œuvre », « Plan Sésame » ou « Sénégal émergent », des projets souvent initiés sous la pression de la rue et rarement évalués. Un ouvrage qui, au-delà d'un pays du Sud, contribue aux débats des sociétés contemporaines.



**Les terroirs au Sud, vers un nouveau modèle ?
Une expérience marocaine**
Sous la direction de Mohamed Berriane, Geneviève Michon
IRD Editions
28 euros

Longtemps connotée négativement, la notion de « terroir » est devenue un gage de qualité pour des produits agricoles et des paysages ruraux originaux. S'affranchissant des logiques marchandes, elle se nourrit aussi de l'idéologie du développement durable en intégrant des préoccupations sociales et environnementales. Le succès du terroir dépasse aujourd'hui les frontières de l'Europe. Un nombre croissant de pays du Sud ont adopté l'idée que la valorisation des ressources locales et des patrimoines ruraux peut constituer l'un des grands chantiers de leurs politiques de développement.

À partir de l'expérience marocaine, les auteurs s'interrogent sur le succès du transfert au Sud de cette notion. Les politiques de terroir peuvent-elles contribuer à créer ou à consolider des filières et à redéfinir des produits locaux qui répondent aux exigences de qualité des consommateurs urbains ? Peuvent-elles générer au niveau local des projets intégrateurs qui valorisent la complexité bio-culturelle des lieux ? À quelles conditions le « terroir », associé à la mise en place des indications géographiques et au développement du tourisme rural, peut-il constituer un nouveau modèle de développement économique, social et territorial ? Quelle est la capacité des acteurs locaux à s'approprier des démarches qui restent pour l'instant impulsées par le haut ?

En raison de l'importance croissante des questions liées au changement climatique ou aux grands bouleversements socio-politiques, entre mobilité des hommes, des idées et des produits et souci de conservation des ressources et des cultures locales, cet ouvrage nous invite à penser cette mutation du terroir comme porteuse d'enjeux et de potentialités universelles.



**Les troubles psy expliqués par la théorie de l'évolution
Comprendre les troubles de la santé mentale grâce à Darwin**
Pierrick Plusquellec, Daniel Paquette, Frédéric Thomas et Michel Raymond
de boeck supérieur
45 euros

Comment Darwin expliquerait-il notre santé mentale ? Du stress à la psychopathie, cet ouvrage détaille la manière dont les mécanismes de l'évolution expliquent nos comportements.



**Statistique et recherches
interdisciplinaires
Implication d'une discipline
sans objet**
Francis Laloë
IRD Editions/Quae
35 euros

Ce livre décrit une expérience de recherche au sein d'un programme sur l'étude de la pêche artisanale au Sénégal ; dans ce cadre, une démarche de statistique impliquée s'est très concrètement imposée. Dans le contexte de programmes de recherche finalisés, les questions posées peuvent être identifiées à partir de points de vue disciplinaires éloignés - tels que ceux de sciences humaines et sociales, et de sciences de la nature et de la vie - portant sur un objet complexe commun. S'appuyant sur des concepts clés tels que l'exhaustivité, la vraisemblance, l'estimation, il est montré que le rôle de la statistique ne peut plus être confiné à celui de la seule application. Il s'agit d'implication dans l'évolution de la problématique générale du programme de recherche.



**Biologie évolutive
Thierry Lefevre, Michel Raymond,
Frédéric Thomas**
de boeck supérieur
92 euros

Ce livre s'adresse aux étudiants de Master, aux chercheurs, à tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à la biologie évolutive. Il est une invitation à découvrir la biologie évolutive, aussi bien au travers de l'élégance de sa formulation, l'étendue de ses applications, que par la complexité de ses dérivations. Un des points forts de cet ouvrage est d'offrir un panorama moderne de ce qu'est vraiment la biologie évolutive de ce début du XXI^{ème} siècle. Évidemment, pour réaliser un tel but, une contribution collective de toute une communauté de chercheurs et d'enseignants était nécessaire. Au total, 35 personnes ont pris en charge la rédaction des chapitres, et en tout 156 personnes y ont contribué. Ce grand nombre de contributeurs est un avantage : les points de vue y sont variés et l'ouvrage gagne en diversité et reflète mieux l'état des connaissances de la communauté scientifique en biologie évolutive. Sur tout, cet accouchement collectif a permis à toute une communauté de créer le support qu'elle souhaitait pour l'enseignement de sa discipline.



**L'écologie des mondes
Paroles d'ici et d'ailleurs sur le
climat et l'environnement**
IRD Editions

Initialement publié à l'occasion de la XXI^{ème} Conférence des Parties de la convention des Nations unies sur les changements climatiques (COP21), L'écologie des mondes rassemble une soixantaine de citations sur le rapport de l'Homme à l'environnement et au climat, qui témoignent de l'universalité de la sensibilité écologique dans la littérature, la philosophie ou la poésie mondiales quelles que soient les époques ou les cultures considérées. Préfacé par le Premier Ministre indien, Narendra Modi, et le président de la République française, François Hollande, ce recueil, fruit d'une collaboration entre l'Inde et la France, a été largement diffusé lors de la Conférence de Paris.

Cette seconde édition s'enrichit d'introductions de deux éminents scientifiques, Dipesh Chakrabarty, professeur à l'université de Chicago, auteur d'essais remarquables sur l'Homme et le changement climatique, et Philippe Descola, professeur au Collège de France, l'une des grandes figures de l'anthropologie française. Leurs textes, de manière différente mais complémentaire, mettent en cohérence et perspective le corpus de citations qui a été souhaité pluriel pour donner voix aux différentes cultures du monde. Cette nouvelle version de L'écologie des mondes s'enrichit également d'illustrations. Puisées dans la richesse de la production artistique mondiale, celles-ci viennent en écho à la sensibilité des citations.

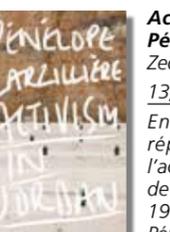
Nul doute que l'ensemble de ces voix inspirera les délégués du monde entier et tous ceux qui se retrouveront à Marrakech pour la XXII^{ème} Conférence des Parties de la convention des Nations unies sur les changements climatiques (COP22).



**Abrégé illustré d'histoire de
la médecine
Les grands courants de son
histoire de l'antiquité à nos
jours**
Jean-Pierre Dedet - Docis
24 euros

Grâce à une organisation thématique et chronologique, cet ouvrage de synthèse permet de retrouver les repères essentiels, les découvertes majeures, les personnalités marquantes grâce auxquelles s'est construite la médecine moderne.

Cet ouvrage de référence sera un auxiliaire précieux tout au long des études médicales, ... et longtemps après.



Activisme en Jordanie
Pénélope Larzillière
Zed Books
13,29€

En Jordanie, entre la censure, la répression et la fraude électorale, l'activisme politique est limité - en dépit de l'ouverture démocratique entrevue en 1989. Dans ce nouveau livre important, Pénélope Larzillière retrace le chemin de militants de longue date en Jordanie et montre comment les mouvements d'opposition y sont passés de la clandestinité à une sphère publique fortement contrôlée.

Démarche scientifique & citoyenneté

Point d'orgue du projet Villes en questions¹, les 180 lycéens du dispositif se sont réunis à Marseille. Ils ont échangé sur la notion du vivre-ensemble dans le Bassin méditerranéen.

Pour les jeunes du programme Villes en questions, l'expression « communauté méditerranéenne » vient de prendre tout son sens. Les quelque 180 lycéens algériens, marocains, tunisiens et français participant à ce dispositif pédagogique se sont réunis à Marseille le 13 mai 2016. Objectif : débattre ensemble et décliner diversement le vivre-ensemble des citadins méditerranéens. Une rencontre qui clôture les projets qu'ils ont menés tout au long de l'année scolaire autour du même thème.

« Villes en questions a vocation à faire découvrir le monde de la recherche aux jeunes à travers des enjeux de société, explique Raphaële Nisin, responsable adjointe du service de l'IRD « Médiation avec les publics ». Nous avons choisi le thème très générique des villes car c'est un dénominateur commun à tous les lycéens du pourtour méditerranéen, dont les problématiques évoluent constamment ». Apprentis chercheurs le temps d'une année, « les élèves sont amenés à développer une démarche scientifique méthodique », souligne Claude de Miras, directeur de recherche émérite à l'IRD et parrain du projet. Ils problématisent un sujet, observent, questionnent, analysent et proposent des conclusions à propos des

liens sociaux qui façonnent les quartiers de leur propre ville. Chaque groupe dispose de l'encadrement de chercheurs, d'enseignants et d'acteurs du monde associatif. « Par le dialogue avec différents acteurs de la ville, par l'observation du paysage et des pratiques, et par les investigations menées, ils comprennent mieux l'activité de recherche et mesurent davantage le rôle de la connaissance scientifique dans et pour la société », souligne-t-il.

Lors de cette troisième édition, de multiples réalités urbaines ont ainsi été présentées. À Alger, les jeunes ont analysé le regard porté par les citoyens sur l'émergence de lieux de culture urbaine dans la ville. À Beni Mellal, au Maroc, les lauréats du jury ont, quant à eux, observé le conflit inégal entre urbanisation et activités agricoles dans les quartiers périphériques de la ville. « Sur l'ensemble des élèves, ayant répondu à l'enquête de satisfaction de fin d'année, plus de 80 % affirment avoir développé un regard nouveau sur leur ville, et disent vouloir agir pour elle suite à ce projet », relève Raphaële Nisin. Au-delà des enjeux immédiats du programme, la réunion des groupes à Marseille a rendu possible l'ouverture réciproque des jeunes citoyens méditerranéens, et son expression enthousiaste : « Le temps du programme Villes en questions, la



mise en synergie de la recherche et de la citoyenneté a permis de dépasser les clivages et d'apaiser les tensions qui affectent le Bassin méditerranéen », se félicite Claude de Miras.

1. Pour en savoir plus : www.jeunes.ird.fr/villes-en-questions/accueil-2/

Contacts

raphaele.nisin@ird.fr
Responsable adjointe du service Médiation avec les publics à l'IRD
claude.de-miras@ird.fr
UMR LPED (IRD, AMU)

Interview

Deux questions à Claude de Miras, directeur de recherche émérite à l'IRD, parrain et président du jury du programme Villes en questions :

Sciences au sud : En quoi le partage et la transmission des savoirs avec les jeunes est-il important ?

Claude de Miras : La double perspective « Sciences/Citoyenneté » et « Chercheurs/Jeunes scolarisés » que propose le programme Villes en questions est tout à fait originale. Il y a là une illustration originale de la portée des « Sciences collaboratives », puisque cette initiative offre des bénéfices partagés, aux jeunes et aux chercheurs. D'une part, le développement d'une démarche scientifique permet aux lycéens de guider leur réflexion et leur construction citoyenne. Cette démarche leur fournit un cadre, des références et une méthode qui organise leur approche du « terrain » et la compréhension de

leur environnement. Ils s'y sont engagés selon une démarche clairement collective. De fait, chaque personne a sa propre grille d'analyse d'une situation. Mais les confronter et analyser et dialoguer ensemble, en s'appuyant sur les normes d'échange communes que fournit le cadre scientifique, leur a permis de construire une réflexion partagée.

D'autre part, pour les scientifiques aussi ce partage est intéressant. À mon niveau, à propos des synergies que développent les protagonistes qui fabriquent et animent la ville, percevoir la façon dont ces jeunes perçoivent leur ville, comment ils rassemblent leurs observations avec des termes critiques et des propositions constructives, permet de constater comment se construit concrè-

tement l'implication citoyenne dans ce segment de la population urbaine.

Sas : Quel regard portez-vous sur le brassage culturel méditerranéen favorisé par Villes en questions ?

C. d-M. : Ce type d'initiative est absolument essentiel en particulier dans un contexte méditerranéen troublé. Entre la rive nord et la rive sud, mais aussi entre les pays d'une même rive, le Bassin méditerranéen est soumis à de nombreuses tensions, qu'il s'agisse du passé colonial, des clivages religieux, des inimitiés de voisinage, des flux migratoires en forme de naufrage humanitaire... La science et les jeunes sont une passerelle pour dépasser ces fractures et Villes en questions en est une modeste mais formidable démonstration !

Cette réussite repose essentiellement sur la qualité des compétences et des convictions qui ont construit et animé ce réseau de connivences pédagogiques qui se révèlent viables et durables : Villes en questions n'est pas loin d'être un label, une forme originale d'un indispensable soft power. Chaque groupe est porté par des enseignants motivés et investis, il est aussi soutenu par une association locale fédératrice. Avec des moyens modestes, mais fort de cette gouvernance multi-acteurs, ce projet parvient à galvaniser les jeunes et leur offre un tremplin pour laisser leur créativité et leur amitié s'exprimer. Certes, 180 élèves, ce n'est qu'une goutte d'eau à l'échelle de cette Méditerranée, mais celle-là n'est pas de sang !

Colloque

Observatoire citoyen du Mérapi

Des observations, fondées sur la perception du risque volcanique et la surveillance exercée par les habitants, aideront bientôt les chercheurs à mieux connaître le Mérapi.

Comme les dompteurs avec leurs fauves, les paysans vivant et travaillant à proximité du Mérapi ont appris à composer avec le risque omniprésent lié à ses manifestations destructrices. Ce volcan d'Indonésie¹ entre en effet en éruption tous les 4 ou 5 ans, provoquant de nombreux dégâts et pertes humaines dans la population très dense installée sur ses flancs fertiles. « L'expérience, les connaissances, l'attention permanente de ces habitants constituent un outil d'observation qui s'est révélé utile, explique le géophysicien Jean-Philippe Metaxian, à l'occasion d'un récent colloque consacré au risque et à la perception des risques naturels, organisé par l'IRD dans la capitale culturelle de l'archipel². Ainsi, il y a deux ans, leur vigilance a permis de monter le niveau d'alerte de l'observatoire local et de comprendre des phénomènes jusqu'ici méconnus ». Des villageois avaient entendu des explosions sourdes, apparemment venues de la montagne et s'en étaient émus car le Mérapi appartient à un type de volcan connaissant une activité perceptible plusieurs mois ou semaines avant une éruption. Les travaux ont montré qu'il

s'agissait en réalité d'échos de l'éruption d'un autre volcan, situé à 140 km de là, se propageant dans l'atmosphère avant d'ébranler le sol localement.

Le Mérapi est un des systèmes volcaniques les plus observés d'Indonésie. Dans le cadre d'une étroite collaboration entre l'organisme chargé d'en surveiller l'activité³ et le projet DOMERAPI⁴, les spécialistes des sciences de la terre s'emploient à connaître ses processus éruptifs, l'emplacement et la taille de ses réservoirs magmatiques, le fonctionnement de son conduit, la formation et l'effondrement des dômes érigés par son magma visqueux dans le cratère. À terme, ces études pourraient permettre de mieux interpréter les signes précurseurs et d'anticiper les redoutables lahars⁵ et coulées pyroclastiques. « L'idée nous est venue d'associer à la recherche la population locale, très organisée pour surveiller l'activité tellurique. Dans leur vie quotidienne, les habitants communiquent en effet beaucoup entre eux pour se tenir informés d'éventuelles menaces, par talkie-walkie et via les réseaux sociaux », explique pour sa part l'anthropologue Adeline Martinez. Elle



participe depuis plusieurs années à un volet scientifique consacré à l'approche culturelle et sociale du monstre. Ainsi, l'information non scientifique recueillie par les occupants des lieux alimentera bientôt une base de données et complètera les observations fournies par les instruments de géophysique. Les connaissances acquises par les sciences humaines sur la perception du risque par les différents acteurs - individus, communautés, opérateurs publics ou associatifs - seront précieuses pour exploiter ces sources inédites. « Cet « observatoire citoyen » permettra à la fois de confirmer ou d'infirmer les théories élaborées par les chercheurs en sciences de la terre, mais aussi de créer un lien social permanent entre les institutions en charge de la surveillance du volcan et les populations », conclut la chercheuse.

1. Situé au centre de Java.
2. « Risque et perception des risques naturels : Regards croisés des sciences de la terre et des sciences humaines », 20-23 mai 2016, Yogyakarta.
3. Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation.
4. Financé par l'ANR.
5. Mot d'origine javanaise décrivant une coulée de boue d'origine volcanique, un mélange d'eau de pluie, de cendres, de tephres et de blocs.

Contacts

jean-philippe.metaxian@ird.fr
Institut des Sciences de la Terre, UMR DISCO (IRD, CNRS, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, Université Grenoble Alpes et Université Savoie Mont Blanc)
et ad2martinez@gmail.com
Doctorante IrAsia, Aix-Marseille Université

Quito contre les maladies infectieuses et tropicales

Quito est en passe de devenir un pôle scientifique reconnu en médecine tropicale. La capitale équatorienne accueillait ainsi récemment un congrès international consacré aux maladies infectieuses¹. « Cette manifestation scientifique intervient dans un contexte un peu particulier, explique le parasitologue et entomologiste Philippe Solano, interrogé à cette occasion. L'actualité de maladies émergentes, le chikungunya ou le zika notamment, focalise l'attention des médias et des opinions. Mais d'autres maladies, beaucoup moins spectaculaires, ont pour autant un impact considérable et doivent continuer à mobiliser les scientifiques ». Au-delà de ces deux arboviroses redoutées et médiatisées, la région est en effet historiquement confrontée à plusieurs affections parasitaires et virales typiques à leur climat. Le paludisme, la dengue, les leishmanioses, la trypanosomiase et le VIH demeurent autant de problèmes majeurs de santé publique. « Les chercheurs de l'IRD et leurs partenaires équatoriens, qui collaborent de longue date autour de la maladie de Chagas, présentaient leur travaux à la communauté scientifique réunie à Quito », précise le spécialiste. Cette trypanosomiase, cousine américaine de la trypanosomiase africaine², est liée à un parasite transmis par des punaises vecteurs³. Elle affecte 8 millions de personnes dans le monde, dont 200 000 mourront de complications cardiaques afférentes dans les 5 ans à venir. Son coût économique global atteindrait 7 milliards de dollars par an, dépassant celui des rotavirus ou du cancer de l'utérus ! Son impact en Amérique latine et aux Caraïbes est 5 fois supérieur à celui du paludisme. Enfin, contrairement à sa cousine africaine, elle a la capacité de se diffuser hors de sa zone géographique d'origine à la faveur de modes de transmission alternatifs – par la transfusion sanguine notamment. Ainsi, le nombre de cas en Europe est en forte hausse, surtout dans les pays accueillant traditionnellement des migrants latino-américains. « L'élimination de la maladie de Chagas, comme celle des autres maladies tropicales négligées, est une priorité institutionnelle⁴ mais surtout sociale, indique pour sa part le médecin et entomologiste médical Jean-Pierre Dujardin. Et les pays d'Amérique latine, conscients des enjeux, se sont largement saisis de la chose et investissent dans la recherche et la lutte sur leurs fonds propres ». Dans la foulée de ce colloque, un centre de recherche spécialisé⁵ en santé a d'ailleurs été inauguré à Quito, par la PUC⁶, partenaire historique de l'IRD. Sa vocation s'étend au-delà des seules maladies infectieuses, pour couvrir également le champ des affections chroniques et civilisationnelles, nouveaux fléaux pesant sur les sociétés du Sud. ●

1. IV^e congrès sur les maladies infectieuses et la médecine tropicale, 13-15 juin 2016.
2. Maladie du sommeil.
3. D'autres modes de transmission – contamination orale notamment – existent.
4. Elle s'inscrit dans les Objectifs de développement durable, fixés par les Nations unies pour relayer les Objectifs du millénaire pour le développement arrivés à échéance en 2015.
5. Centre de recherches sur la santé en Amérique latine (CISEAL).
6. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Contacts

philippe.solano@ird.fr
dujjeppi@gmail.com
UMR INTERTRYP (IRD et CIRAD)

Suite interview de Marie-Monique Rasoazanana

fait défaut dans le sud du pays et dont la mauvaise qualité est préjudiciable à la santé des enfants. Les équipes du Fofifa (Centre national de la recherche appliquée au développement rural), en poste dans ces régions du Sud sélectionnent des semences adaptées et promeuvent certaines plantes à croissance rapide. L'adaptation de l'agriculture au changement climatique est un enjeu sur le long terme pour l'ensemble du pays. Des systèmes de cultures résilientes ont ainsi été initiés, dans d'autres régions. Des travaux sur des variétés de riz, de maïs, etc., adaptées aux terres arides ou à d'autres conditions climatiques sont menés. Un axe fort porte enfin sur la capacité de stockage du carbone dans les sols, contribuant à réduire des émissions de gaz à effet de serre, sachant leur rôle en tant que support de la fertilité et de l'agronomie. Au final, il ne faut pas perdre de vue que sans sécurité alimentaire il n'y aura pas de développement.

SAS : Quelles sont aujourd'hui les autres grandes priorités de recherche définies par votre gouvernement ?

M-M.R : La politique malgache et nos priorités de recherche se réfèrent aux objectifs de développement durable. En dehors de l'agriculture, de la sécurité alimentaire et nutritionnelle et du changement climatique, une attention particulière est accordée à la santé en lien avec la biodiversité. Si l'étude de l'impact du changement climatique sur la santé est primordiale notamment autour du risque épidémique, l'utilisation de la biodiversité pour améliorer la santé est déterminante dans le contexte malgache où la population est fortement dépendante des ressources naturelles. Ainsi, nos chercheurs explorent les possibilités de valorisation des plantes médicinales.

Enfin, l'avènement des énergies renouvelables est au cœur de nombreux programmes dans différentes universités du pays qu'il s'agisse d'énergie éolienne, solaire ou bien encore de biomasse. Pour l'heure ces travaux demeurent au stade expérimental. Nous œuvrons à valoriser ces résultats dans le cadre de partenariat avec des opérateurs privés. Cela demande de mettre en place une relation de confiance entre les chercheurs et ces opérateurs.

SAS : Faut-il aujourd'hui mieux promouvoir la recherche participative, associant notamment scientifiques et collectivités locales ?

M-M.R : Bien sûr ! Nous avons constaté que l'on ne peut faire de la recherche isolément. Dans le domaine de

l'agriculture, il faut non seulement impliquer les chercheurs mais tous les autres acteurs du développement que sont les paysans, les éleveurs, les semenciers, les vendeurs. Nous avons d'ailleurs organisé avec le Fofifa un atelier réunissant l'ensemble de ces protagonistes à l'issue duquel nous avons créé un « pôle d'innovation ». La gestion communautaire des ressources naturelles, comme dans les aires protégées, est un autre bon exemple d'approche participative où les paysans et les riverains contribuent aux aménagements et à la protection de ces espaces dans lesquels ils vivent.

SAS : Peut-on concilier l'exploitation des ressources naturelles et le développement durable ?

M-M.R : C'est une question de fond. Il est par exemple nécessaire de faire comprendre aux paysans, qui sont les jardiniers de la nature, que leur nombre augmente tandis que les ressources s'éffritent. La mission des chercheurs est tout d'abord de bien connaître ces ressources dans toutes leurs composantes. De leur côté, les populations rurales ont des liens culturels avec la nature. Parfois, cette dimension culturelle aide à la conservation de la nature. Il en est ainsi de certains tabous comme ceux liés aux forêts sacrées où l'on ne peut pénétrer. Cependant, dans les pays pauvres tel que Madagascar, comment dire à une femme de ne pas toucher à la forêt alors que ses enfants ne mangent pas à leur faim ?

Les chercheurs doivent s'impliquer et trouver leur chemin dans cet enchevêtrement complexe. La gestion participative est l'une des clés pour y répondre. Une autre est l'interdisciplinarité. A ce titre, les chercheurs du Sud et du Nord doivent innover dans la façon de travailler ensemble.

SAS : Les sciences humaines et sociales sont elles reconnues et suffisamment soutenues ?

M-M.R : Les sciences humaines et sociales doivent avoir leur place. Elles sont au centre de nombreux enjeux de recherche et ont un rôle essentiel dans l'application des résultats. Elles permettent de nombreuses avancées et désormais elles représentent à Madagascar 22% des thèmes de recherche.

SAS : Le partenariat avec les institutions du Nord et notamment les organismes de recherche en France est-il pour vous déterminant ? Qu'envisagez vous en la matière ?

M-M.R : La recherche ne peut se passer du partenariat dans tous les domaines prioritaires. Les échanges d'expertises,

la réalisation de projets communs, la conception de compétences dans les domaines novateurs sont déterminants. Dans les périodes difficiles pour notre pays, le partenariat scientifique avec les pays du Nord a toujours demeuré que ce soit avec l'IRD, le Cirad, et bien d'autres tels que les institutions belges et suisses. Le partenariat autour de la formation des étudiants avec pour ambition l'employabilité des jeunes est pour nous fondamental.

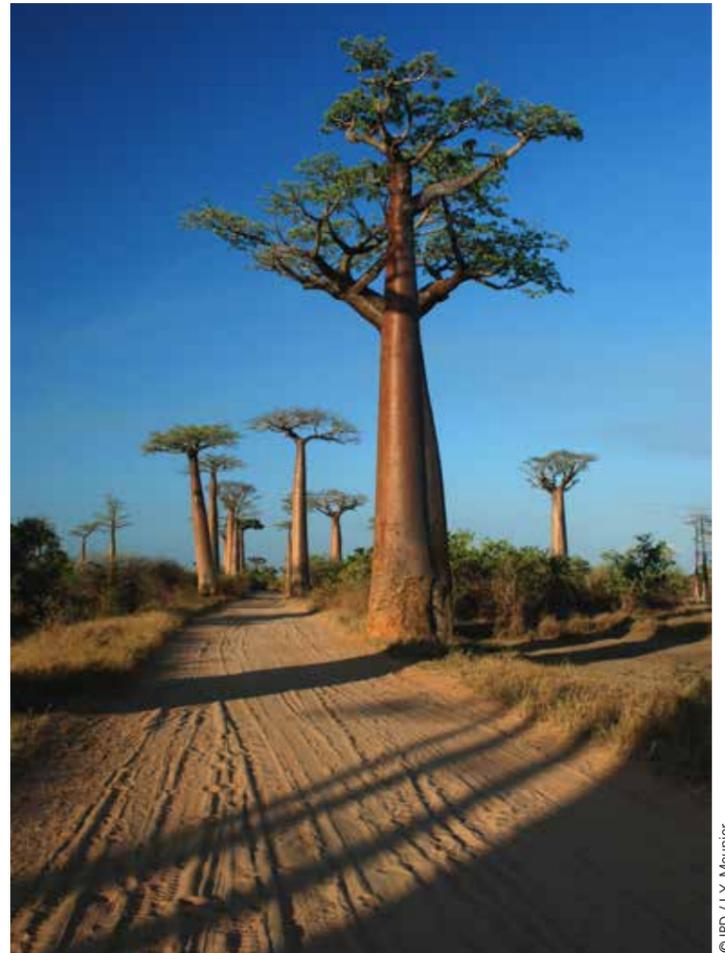
Le partenariat Sud-Sud est également majeur. Nous collaborons avec l'Union africaine ou encore la Commission de l'océan Indien, des pays comme l'Afrique du sud, dans des domaines tels que la télédétection, la biodiversité, la santé ou le changement climatique. Nous développons aussi des liens avec l'Asie en particulier autour de la question des vaccins vétérinaires.

SAS : La diaspora malgache, en grande partie située sur le territoire français, peut elle contribuer au développement de l'île ?

M-M.R : Nous sommes en contact avec la diaspora. Au plan de la recherche, nous avons une stratégie nationale de recherche avec des plans directeurs. Nous allons continuer à discuter avec la diaspora pour voir comment elle peut contribuer à cette dynamique. Nous avons besoin des compétences de ces chercheurs, les conditions sont actuellement réunies pour mettre en place une organisation en conséquence. Si nous sommes convaincus de leur valeur ajoutée au bénéfice du développement de Madagascar, la diaspora doit l'être en retour. Mais au delà de la conviction, il faut de la volonté !

SAS : Le sommet de la francophonie se tient prochainement à Antananarivo. Que représente cet événement pour le pays et qu'en attendez vous ?

M-M.R : C'est un grand évènement pour nous. Ce XV^{ème} sommet signifie que Madagascar est maintenant de retour au premier plan et que le pays n'est plus sous le joug des sanctions. Le thème de ce sommet, « Croissance partagée et le développement responsable : les conditions de la stabilité du monde et l'espace francophone », montre que la recherche, dont l'objectif est le développement et la croissance, a toute sa place dans la francophonie. Tout au long de l'année 2016 nous avons organisé des manifestations nationales et internationales. Les plans directeurs de la recherche scientifique à Madagascar ont aussi été présentés dans ce cadre. Plusieurs ateliers se sont tenus comme par exemple avec l'IRD sur la question



© IRD / J.-Y. Meunier

de la gouvernance au travers de l'unité Gred. Un autre moment fort à venir sera la semaine de la télédétection en partenariat avec l'IRD, l'AUF et l'Agence spatiale européenne.

SAS : L'éducation fait également partie des prérogatives de votre ministère. Que vous semble-t-il essentiel à développer ? Quelle est la place des universités dans ce contexte ?

M-M.R : Nous sommes en train d'évoluer vers le système LMD depuis 2014. Dans ce basculement nous cherchons à atteindre un objectif d'employabilité des jeunes, d'une amélioration des performances et de la qualité de l'enseignement. Il doit y avoir une synergie entre les écoles doctorales dans les universités, qui sont des pépinières de chercheurs, et nos centres de recherche, l'objectif commun étant de contribuer au développement. C'est aussi une manière de ne pas cloisonner la recherche académique et la recherche appliquée. Dans ce contexte, le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

scientifique encourage la mise en place de pôles de compétences.

Du côté des jeunes bacheliers, nous observons qu'ils ne cessent d'augmenter. Par voie de conséquence, ils sont de plus en plus nombreux à vouloir accéder à des études supérieures. Nous développons des universités de proximité avec des offres de formations adaptées aux réalités régionales. Ainsi, par exemple, l'Université d'Antananarivo a créé une annexe dans la région Itasy, une zone agricole et minière autour de filières d'enseignement dédiées à ces domaines. Cependant les universités publiques avec leur infrastructure ne peuvent pas accueillir tous ces jeunes. Il faut donc se tourner vers l'enseignement privé mais ses institutions ne peuvent recevoir des étudiants sans l'habilitation du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique et doivent donc respecter des critères précis. Il ne s'agit en aucune manière de faire entrer ces jeunes dans n'importe quelle institution supérieure. ●

1. du 22 au 27 novembre 2016 à Antananarivo



© IRD / T. Becquer